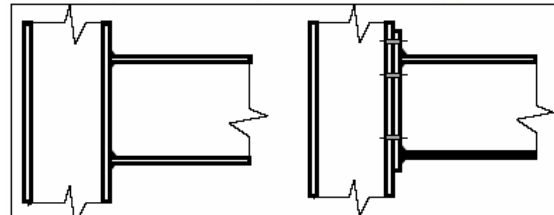
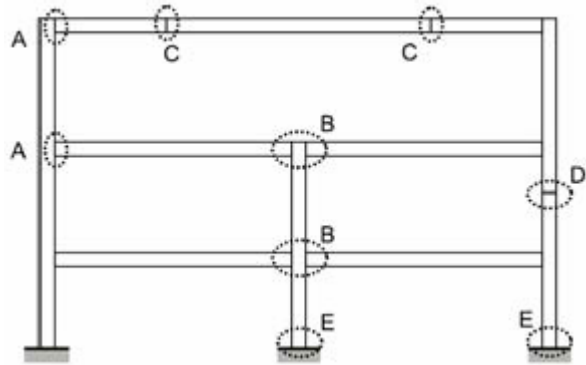


5. Előadás

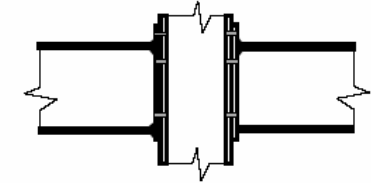
Szerkezeti kapcsolatok tervezése

- Oszloptalpak
- Homloklemezkes kapcsolatok
- Egyéb kapcsolatok

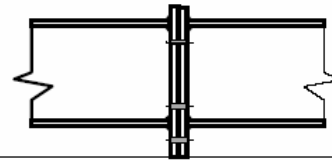
Szerkezeti kapcsolatok formái



A egyoldali gerenda-oszlop csomópont



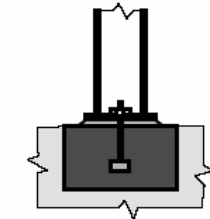
B kétoldali gerenda-oszlop csomópont



C gerenda illesztés

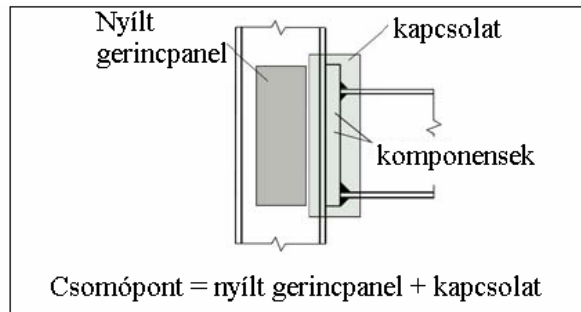


D oszlop illesztés

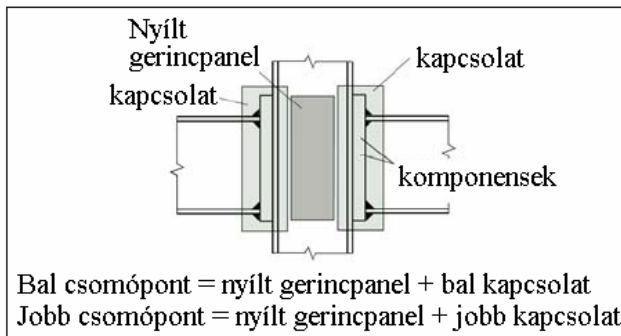


E oszloptalp

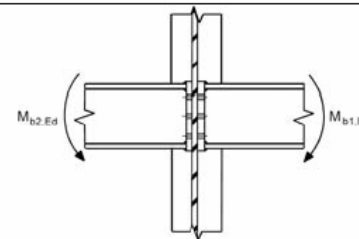
a) Erős-tengelyhez kapcsolódó csomópontok



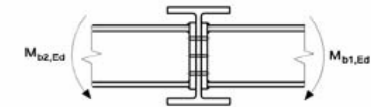
a) Egyoldali csomópont



b) Kétoldali csomópont



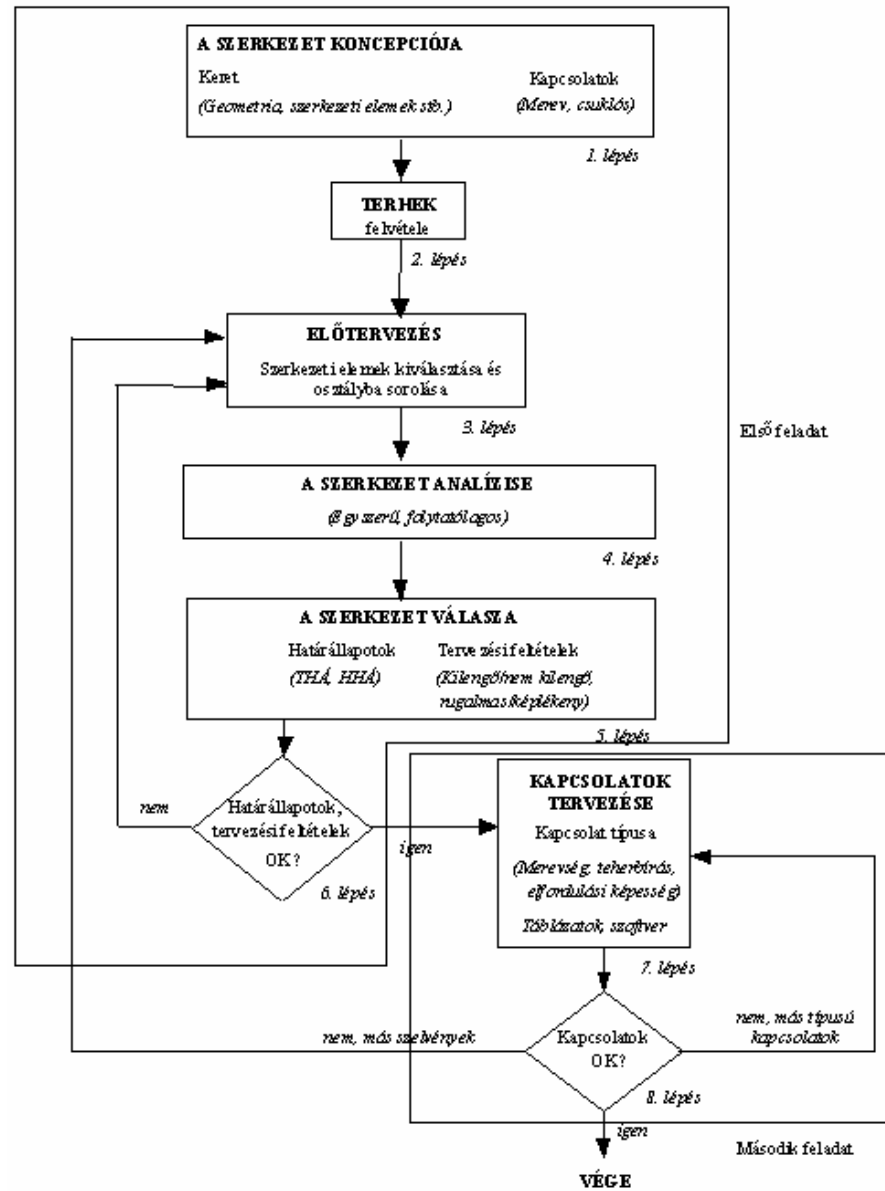
Kétoldali gerenda-oszlop csomópont



Kétoldali gerenda-oszlop csomópont

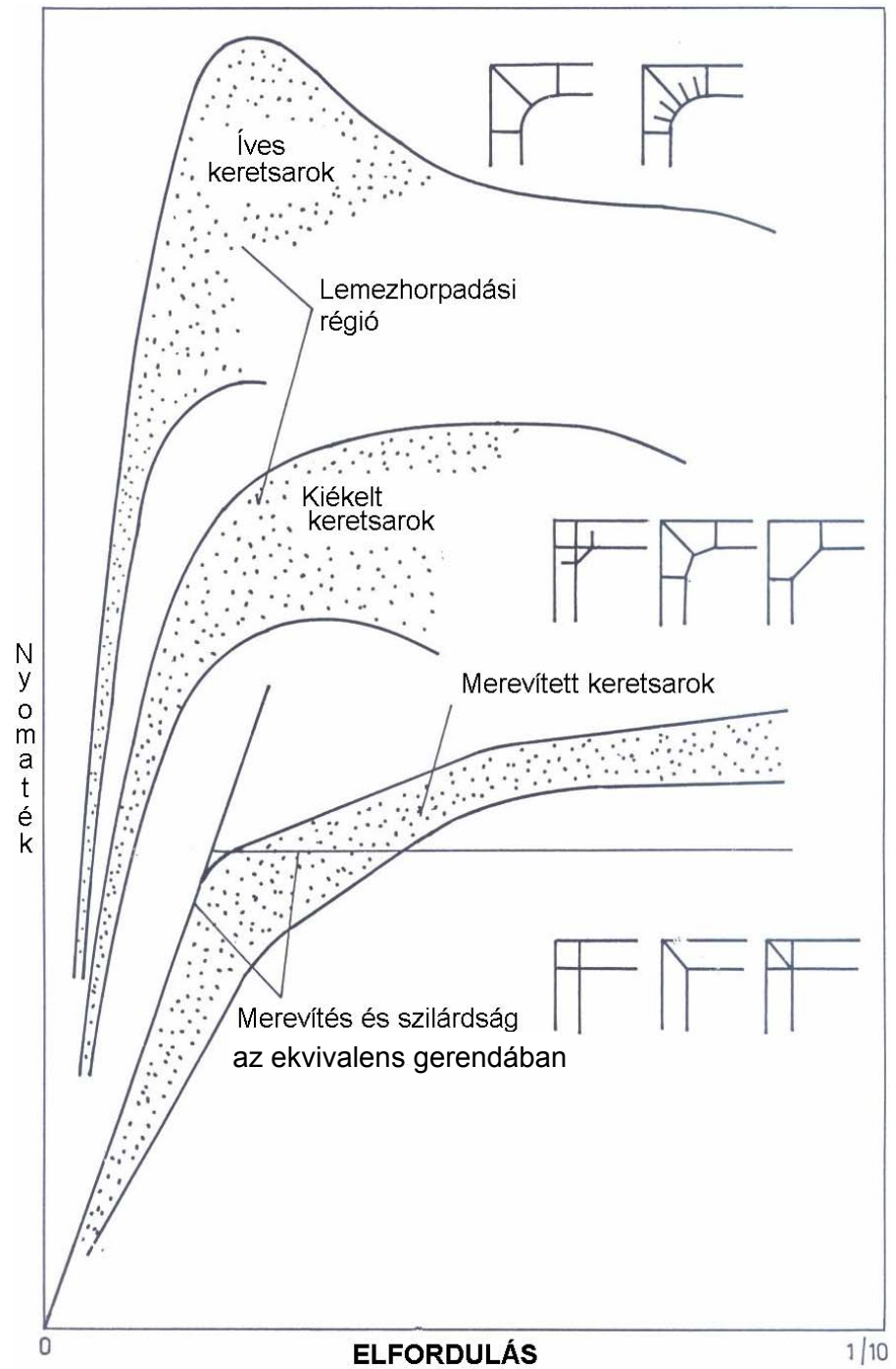
b) Gyenge-tengelyhez kapcsolódó csomópontok (csak $M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$ esetén alkalmazható)

Hagyományos méretezési mód:

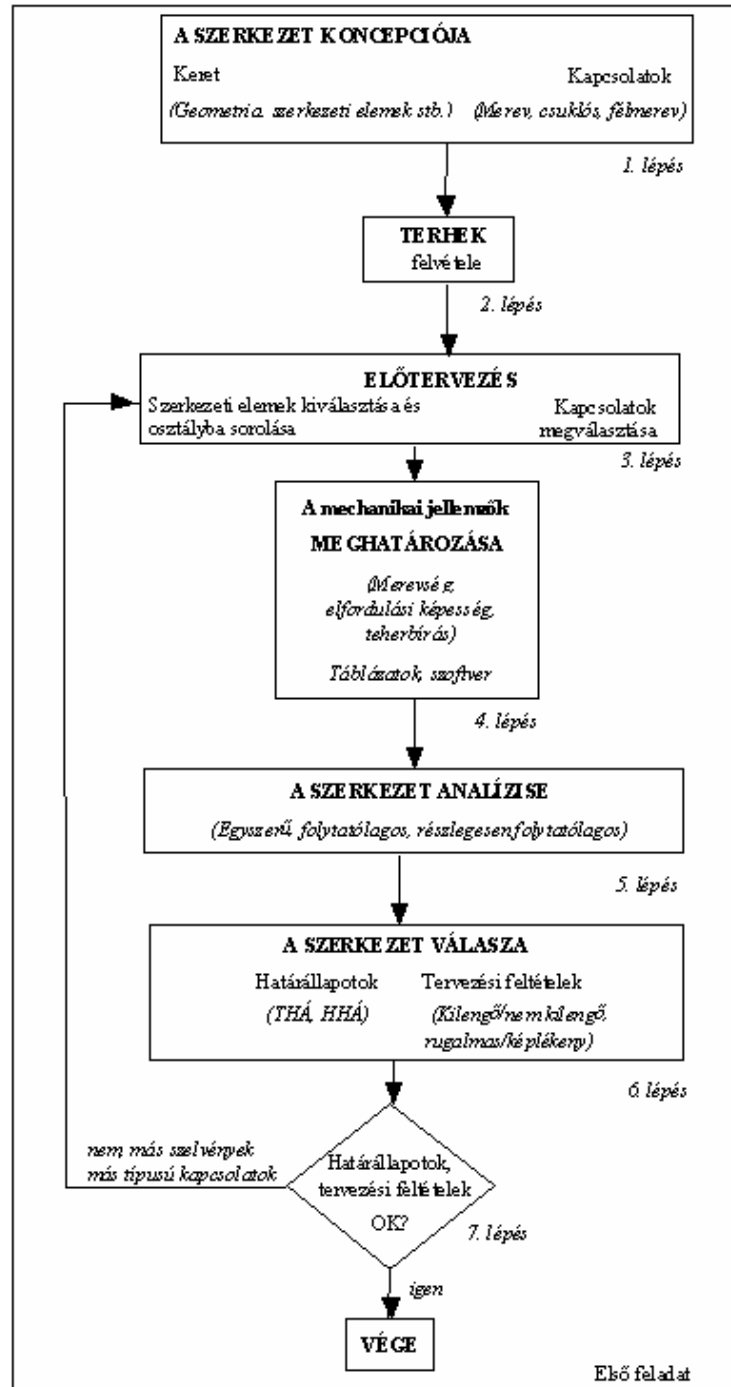


Merev, illetve csuklós kapcsolatokkal kialakított acél keretszerkezet tervezésének hagyományos módja

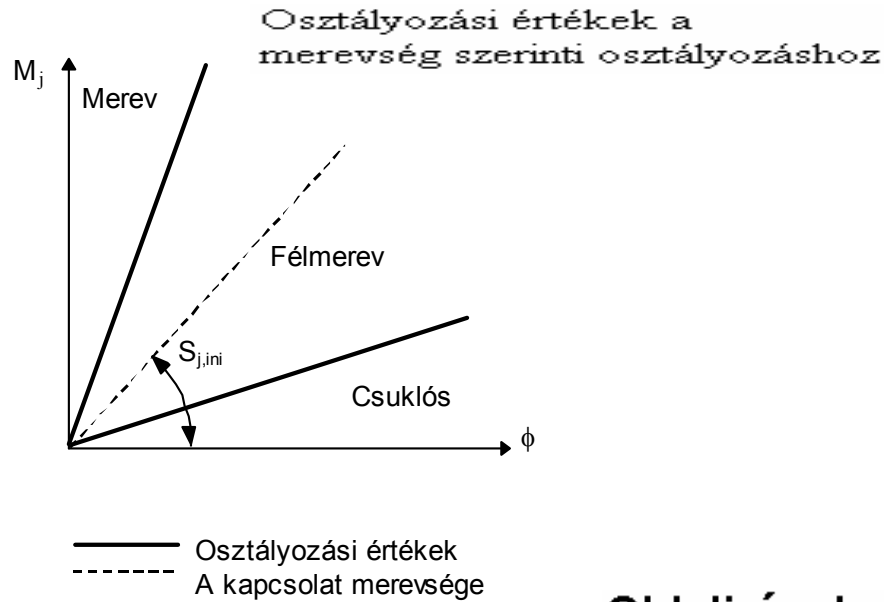
Szerkezeti kapcsolatok kísérleti vizsgálatai



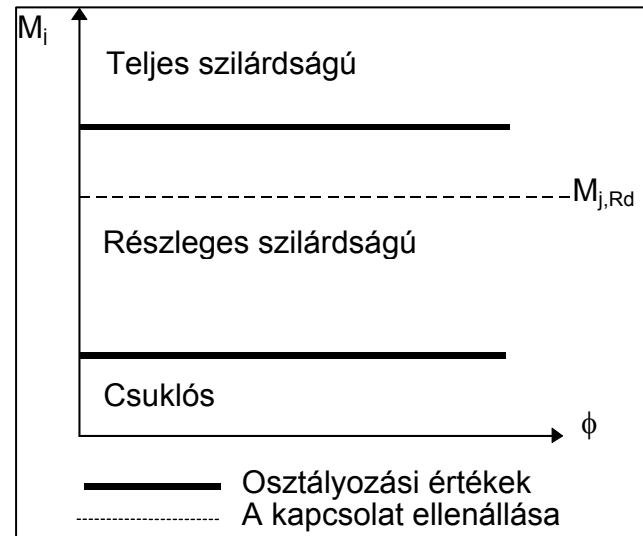
Következetes méretezési mód



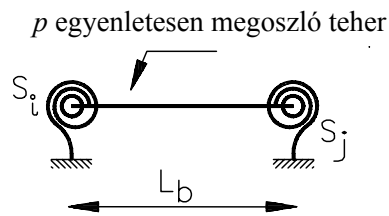
Kapcsolatok osztályozása



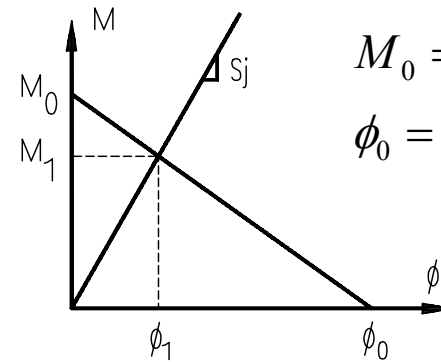
Osztályozási értékek az ellenállás szerinti osztályozáshoz



Oldalirányban megtámaszott gerenda:



(a) Különböző kapcsolat a gerenda két végén



(b) Egyforma kapcsolat a gerenda két végén

$$M_0 = p L_b^2 / 12$$

$$\phi_0 = p L_b^3 / 24EI_b$$

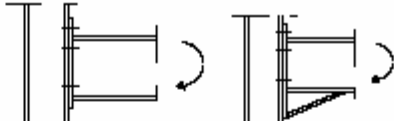
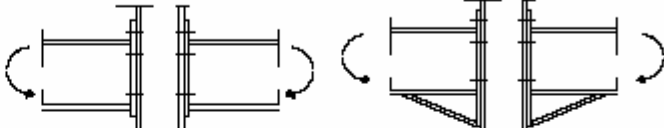
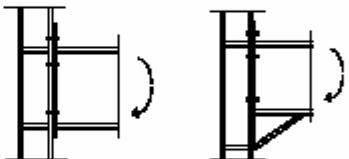
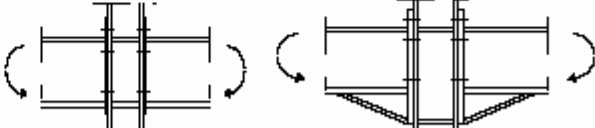
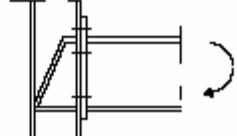
Előtervezés

Ajánlások kapcsolatok ellenállására az előtervezéshez

Kapcsolat kialakítása	Egyoldali kapcsolat ellenállása (M_{jRa})	Kétoldali kapcsolat ellenállása (M_{jRa})
Egyszerű Közepesen bonyolult Bonyolult	0 $\leq 5 f_y z t_{fc}^2 / \gamma_M$ $= 5 f_y z t_{fc}^2 / \gamma_M$	0 $\leq 7 f_y z t_{fc}^2 / \gamma_M$ $= 7 f_y z t_{fc}^2 / \gamma_M$
<p>Jelölések:</p> <p>z a nyomófeszültségek és a húzófeszültségek eredőjének távolsága</p> <p>f_y az oszlop övlemezének folyás határa</p> <p>t_{fc} az oszlop övlemezének vastagsága</p> <p>γ_M a szerkezeti elemek ellenállásához tartozó biztonsági tényező</p>		

Ajánlások a kapcsolatok merevségére az előtervezéshez:

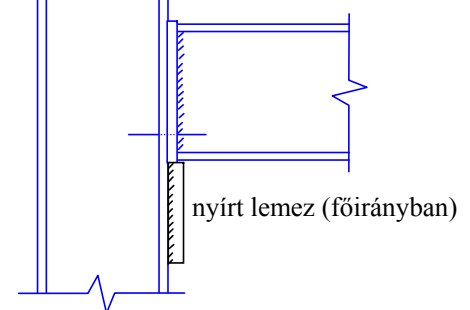
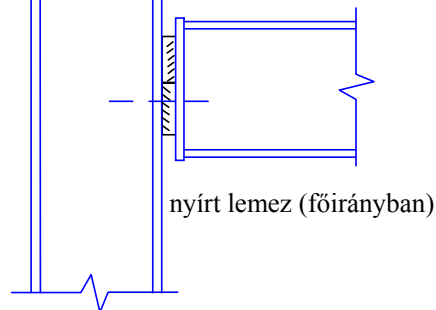
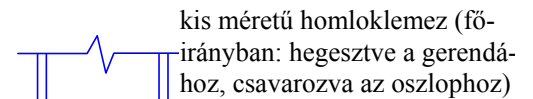
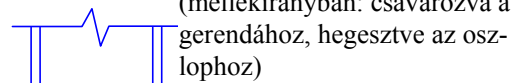
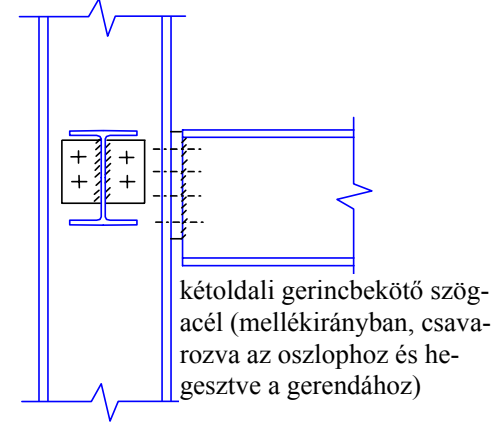
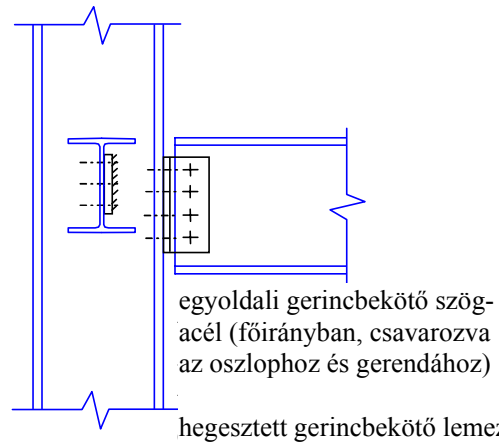
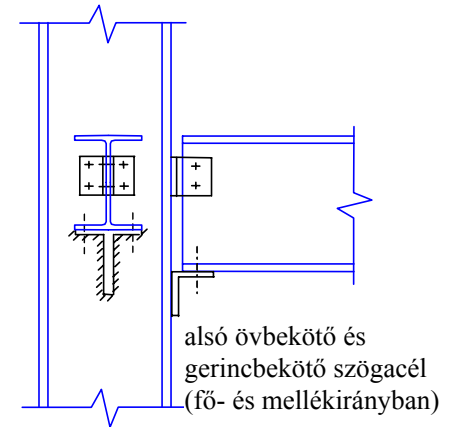
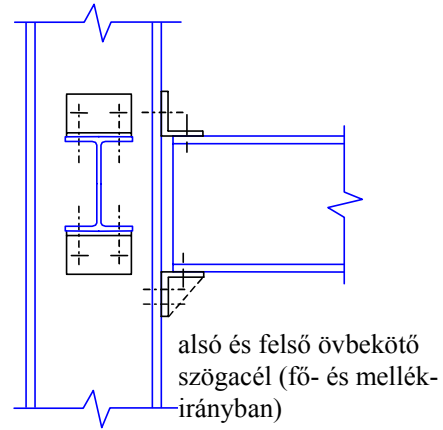
$$S_{j,app} = E \cdot z^2 \cdot t_{fc} / C \quad \text{ahol: } z \text{ erőkar, } t_{fc} \text{ oszlopöv vastagsága, } C \text{ tényező}$$

	Kapcsolat elrendezése	C
Túlnyúló homloklemez, egyoldali, merevítetlen ($\beta = 1$)		13
Túlnyúló homloklemez, kétoldali, merevítetlen, szimmetrikus ($\beta = 0$)		7,5
Túlnyúló homloklemez, egyoldali, a húzott és a nyomott zónában merevített ($\beta = 1$)		8,5
Túlnyúló homloklemez, kétoldali, a húzott és a nyomott zónában merevített, szimmetrikus ($\beta = 0$)		3
Túlnyúló homloklemez, egyoldali, Morris-féle merevítővel ($\beta = 1$)		3

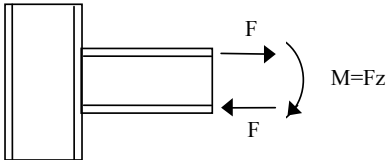
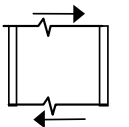
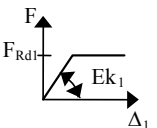
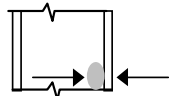
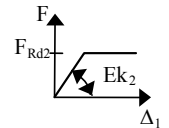
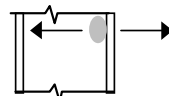
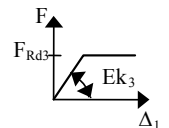
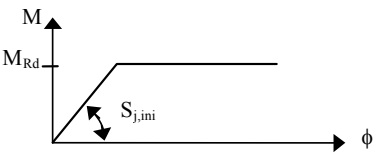
Folyt.köv.

Kapcsolat elrendezése		C
Nem túlnyúló homloklemez, egyoldali ($\beta = 1$)		14
Nem túlnyúló homloklemez, kétoldali, szimmetrikus ($\beta = 0$)		9,5
Nem túlnyúló homloklemez, egyoldali, az oszlop felső végén fedőlemez ($\beta = 1$)		11,5
Nem túlnyúló homloklemez, kétoldali, az oszlop felső végén fedőlemez, szimmetrikus ($\beta = 0$)		6
Hegesztett kapcsolat, egyoldali, merevítetlen ($\beta = 1$)		11,5
Hegesztett kapcsolat, kétoldali, merevítetlen, szimmetrikus ($\beta = 1$)		6
Övbekötő szögacélos, egyoldali ($\beta = 1$)		70
Övbekötő szögacélos, kétoldali, szimmetrikus ($\beta = 1$)		65
Megjegyzés: Abban a ritka esetben, ha a kétoldali kapcsolatban $\beta = 2$ (kiegyenlített nyomatékok esete), a C tényezőt úgy kell felvenni, hogy a táblázatban a szimmetrikus esetre (a kiegyenlített nyomatékok esetére) megadott értéket 11-gyel megnöveljük.		

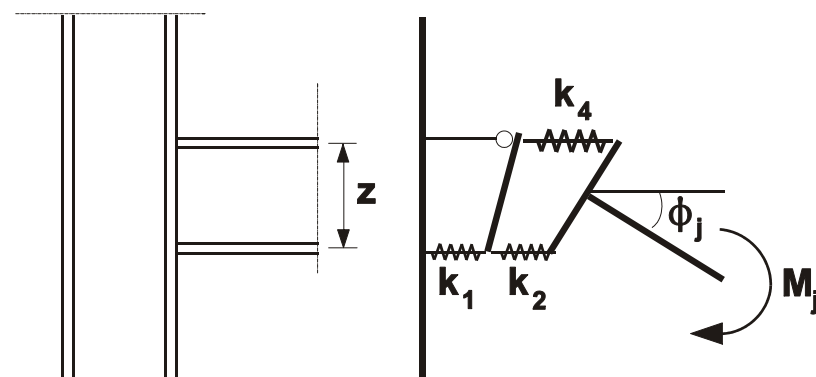
Egyszerű kapcsolatok



Komponens módszer: kezdeti merevség hegesztett kapcsolatra

A KOMPONENSMÓDSZER			
Három lépés			
Első lépés: Az alkotóelemek kiválasztása	Az oszlop nyírt gerinclemeze	Az oszlop nyomott gerinclemeze	Az oszlop húzott gerinclemeze
Második lépés: Az alkotóelemek viselkedése	 	 	 
Harmadik lépés: Az összeállítás	<p>Az egyes alkotóelemek k_i merevségi tényezője Az egyes alkotóelemek $F_{Rd,i}$ ellenállása</p>  <p>A kapcsolat merevsége: $S_{j,ini} = E z^2 / \sum k_i$ A kapcsolat ellenállása: $M_{Rd} = \min(F_{Rd,i}) \cdot z$</p>		

Merevítetlen hegesztett kapcsolat rugómodellje



$$F_i = k_i E \Delta_i$$

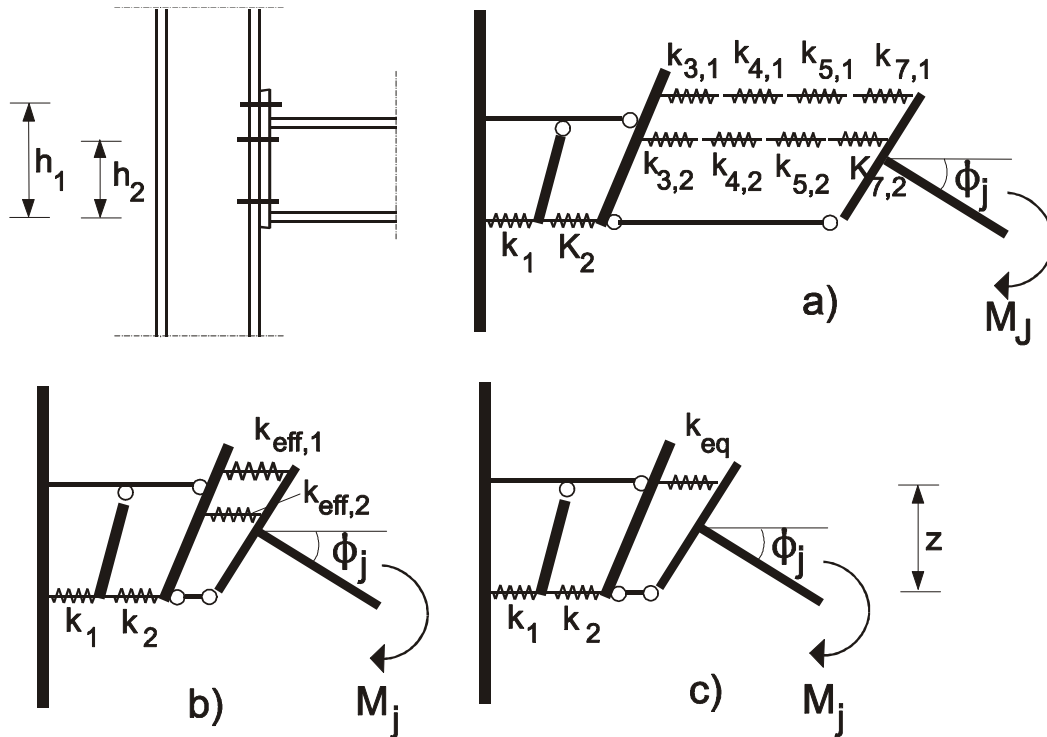
$$\phi_j = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_4}{z}$$

$$S_{j,ini} = \frac{M}{\phi_j} = \frac{F z}{\frac{\sum \Delta_i}{z}} = \frac{F z^2}{F \sum \frac{1}{k_i}} = \frac{E z^2}{\sum \frac{1}{k_i}}$$

Homloklemezés kapcsolat

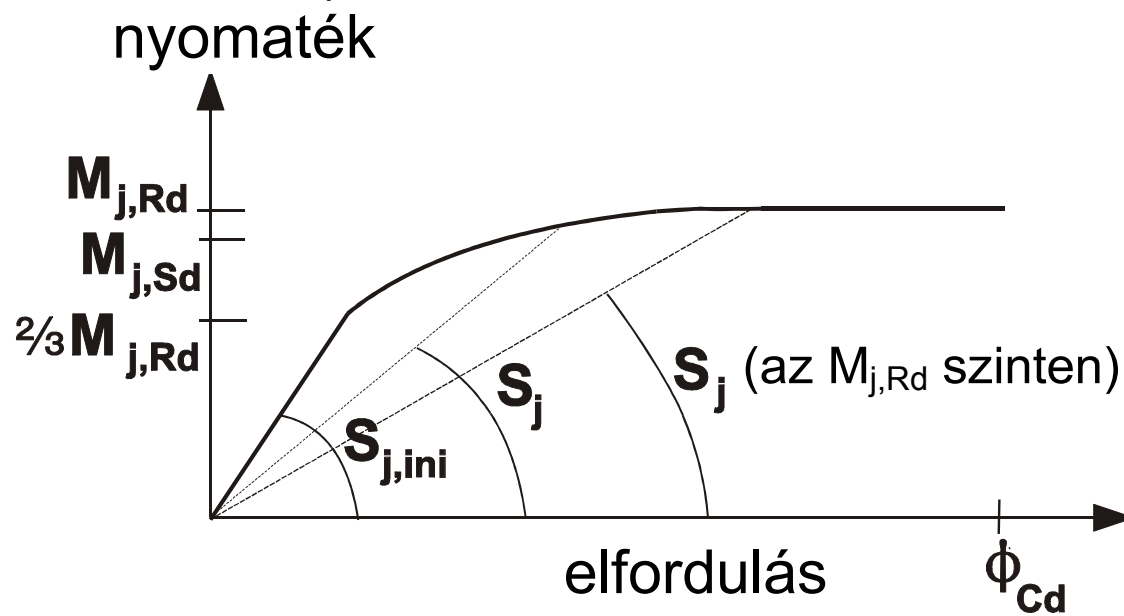
Egynél több húzott csavarsorral rendelkező homloklemezés oszlop–gerenda kapcsolatok rugómodellje

$$k_{eff,r} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_{i,r}}}$$



$$Z_{equ} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r}$$

$$k_{equ} = \frac{\sum h_{eff,r} h_r}{z}$$



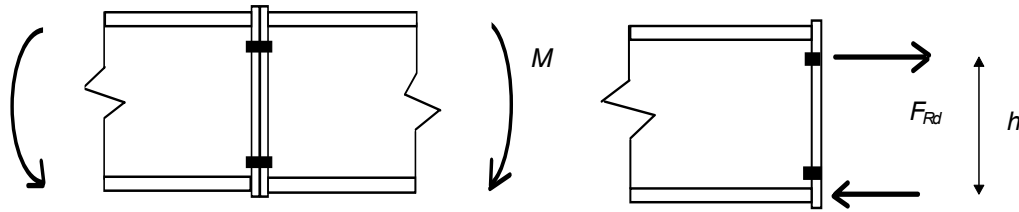
Nemlineáris M- ϕ jelleggörbe

$$S_j = \frac{S_{j,ini}}{\left(\frac{1,5M_{Sd}}{M_{Rd}} \right)^\psi}$$

$\psi = 2,7$ homloklemez és hengerelt kapcsolatok esetén,

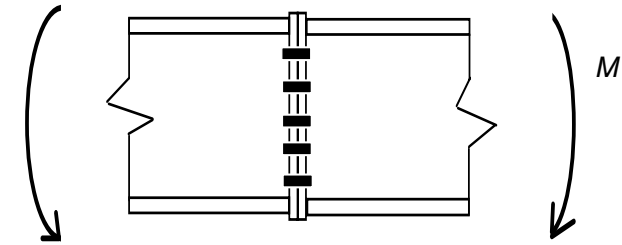
$\psi = 3,1$ övbekötő szögacélos kapcsolatokra.

A kapcsolat ellenállásának meghatározása

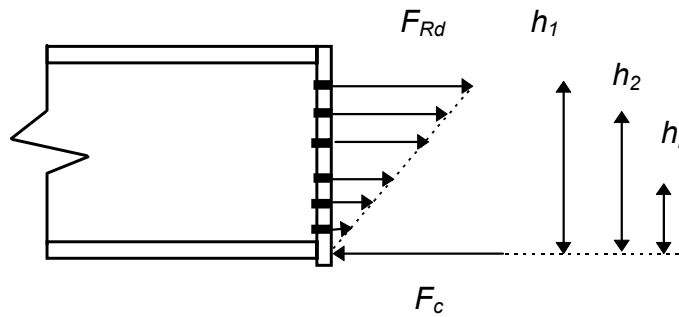


Egy húzott csavarsorral rendelkező kapcsolat

$$M_{Rd} = F_{Rd} \cdot h$$

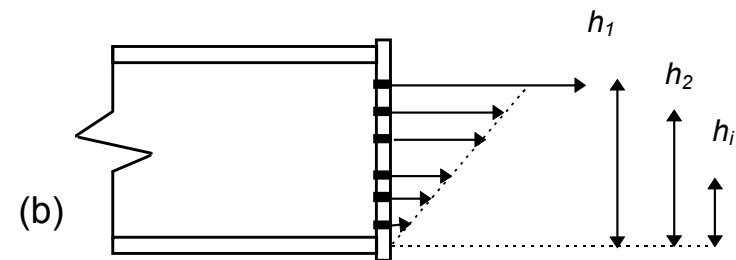
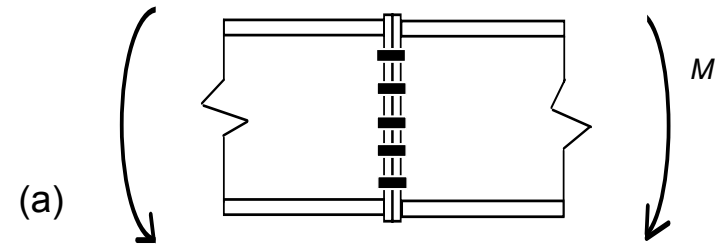


Egynél több húzott csavarsorral rendelkező kapcsolat



Vastag homloklemezzel kialakított kapcsolat

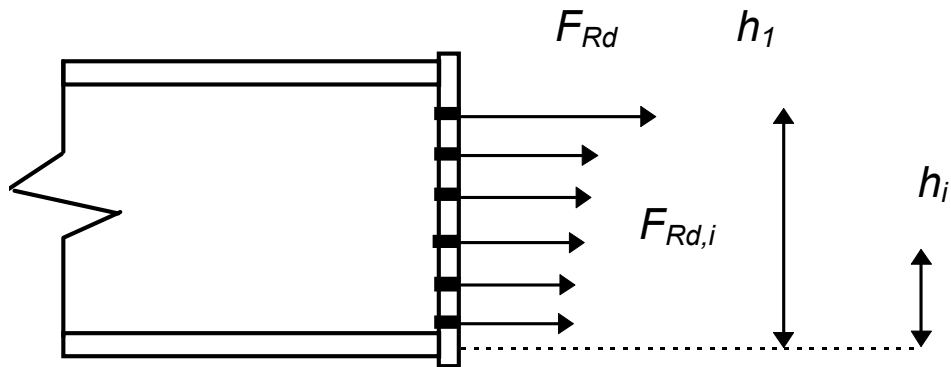
$$M_{Rd} = \frac{F_{Rd}}{h_1} \sum h_i^2$$



Vékony homloklemezzel kialakított kapcsolat.

(a) Elrendezés;

(b) A belső erők megoszlása a terhelés kezdetén



(i) „teljes átrendeződés”

$$M_{Rd} = \sum F_{Rd,i} \cdot h_i$$

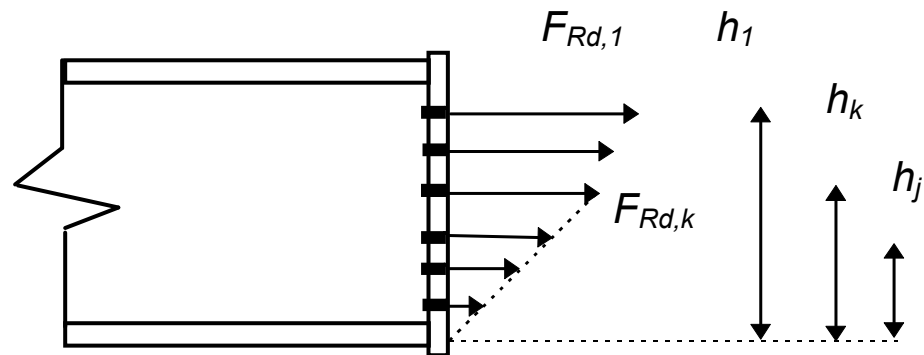
$$F_{Rd,i} \leq 1,9B_{t,Rd}$$

A belső erők képlékeny megoszlása

(ii) A képlékeny átrendeződés megszakad, mert

$$F_{Rd,k} > 1,9B_{t,Rd}$$

$$M_{Rd} = \sum_{i=1,k} F_{Rd,i} \cdot h_i + \frac{F_{Rd,k}}{h_k} \sum_{j=k+1,n} h_j^2$$

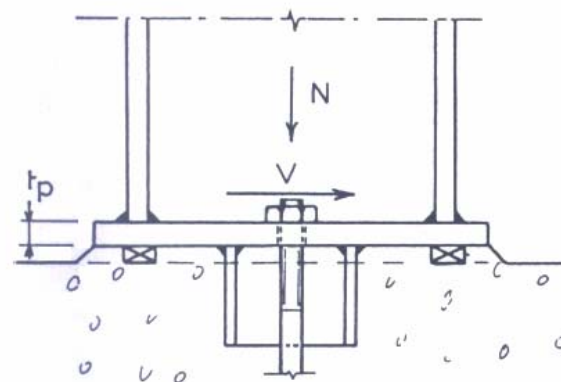
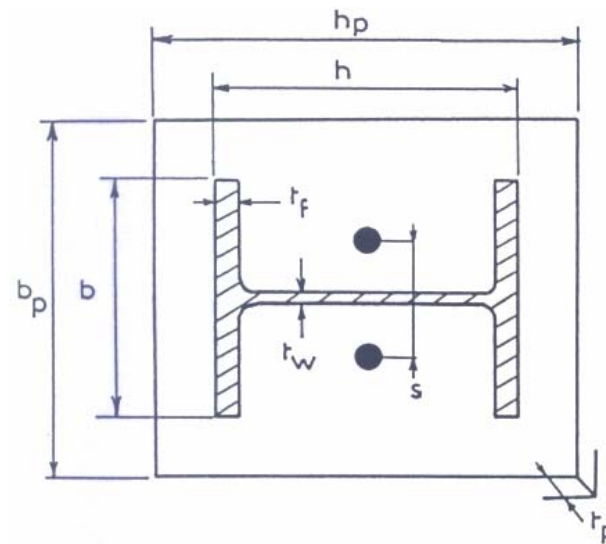
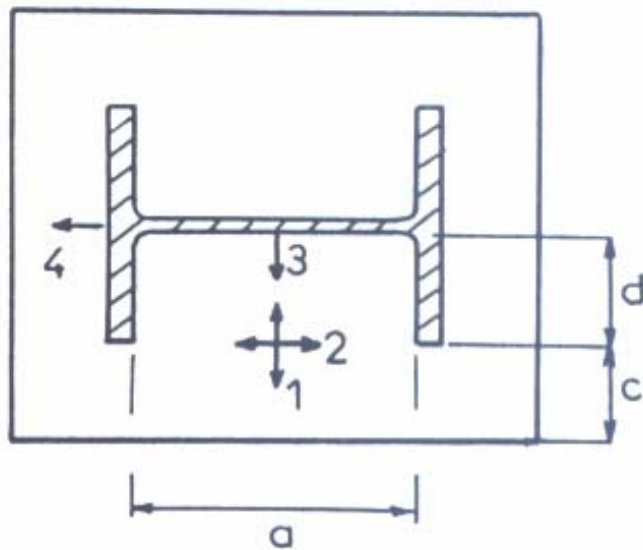


A belső erők rugalmas-képlékeny megoszlása

(iii) Az F_c nyomóerő eléri a gerenda nyomott öv- és gerinclemezőnek tervezési ellenállását

Oszloptalp méretezése:

1. módszer:
- (a) A teljes oszloptalp felület terhel
 - (b) A max. érintkezési feszültség kétszerese az átlagnak
 - (c) Az oszloptalp fixen rögzített az oszlophoz. Négy kritikus pont vizsgálandó
 - (d) Részleges folyás megengedett: $1,19 \cdot f_y$



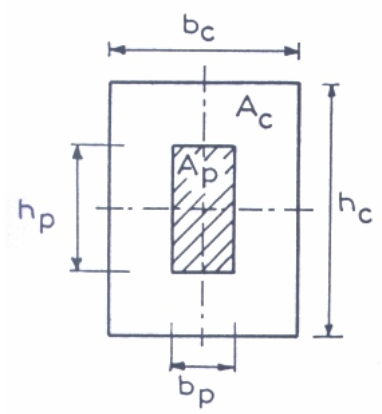
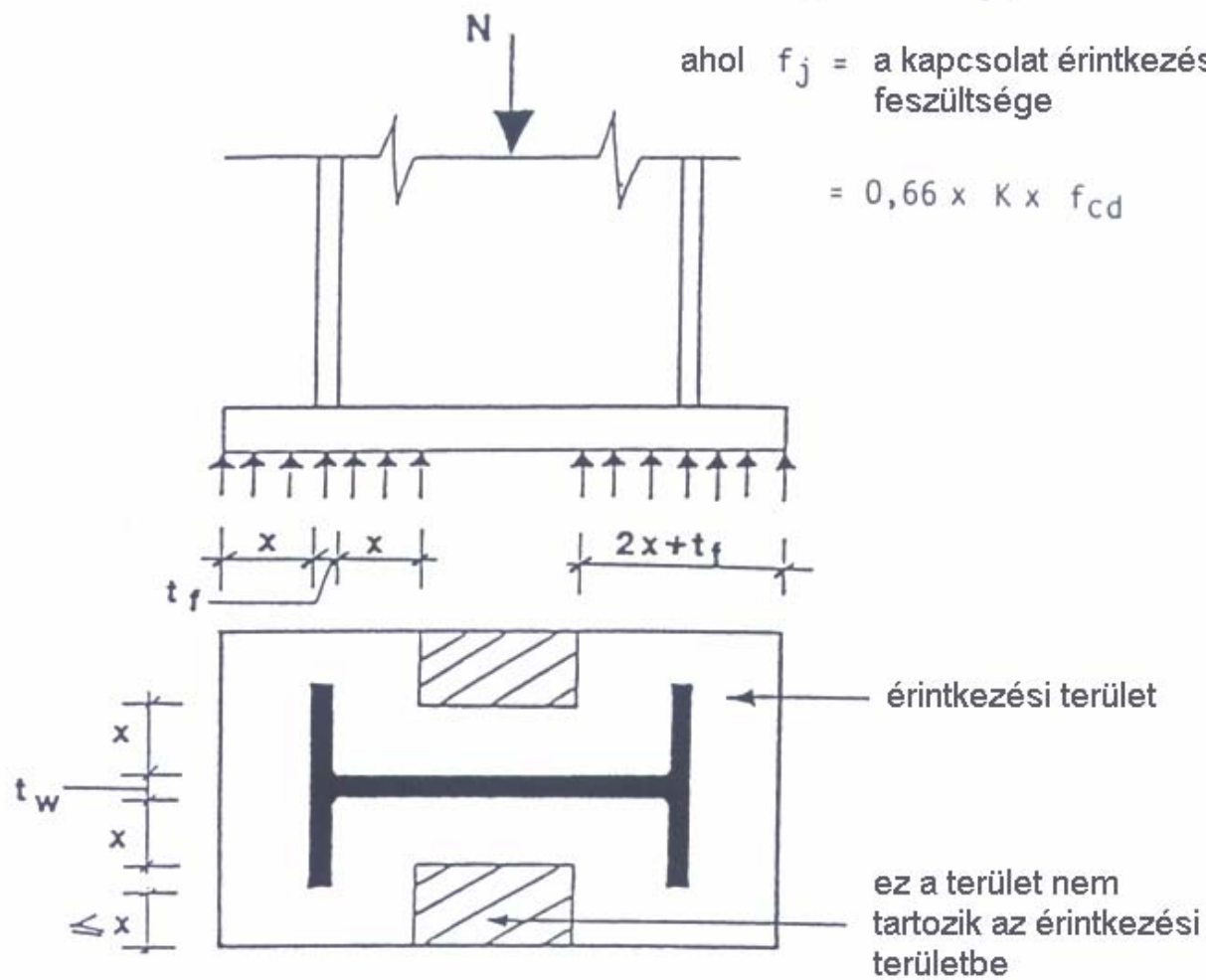
2. módszer:

- (a) Az érintkezési felület kisebb mint az oszloptalp
- (b) A betonnyomás állandó az érintkezési felületen
- (c) Az érintkező felületekhez tartozó talplemezt mint konzolt vizsgáljuk
- (d) A max. hajlítási feszültség a folyási feszültség lehet

$$x = (f_{yp} / 3 f_j)^{1/2}$$

ahol f_j = a kapcsolat érintkezési feszültsége

$$= 0,66 \times K \times f_{cd}$$



$$K = 4 - 5(A_p/A_c)^{1/2} + 2A_p/A_c$$

$$K = (A_c/A_p)^{1/2} \leq 5$$

Átlag $K = 1.5$

Nyomatékbíró oszloptalp:

(A) Rugalmas analízis:

N – normálerő

M – nyomaték

A_b – a teljes nominális km a lehorganyzó csavaroknak

F_b – a teljes húzóerő a lehorganyzó csavarokban

E_s, E_c – rugalmassági modulusok (acél, beton)

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

ϵ_b, ϵ_c – max. nyúlás a csavarokban és a betonban

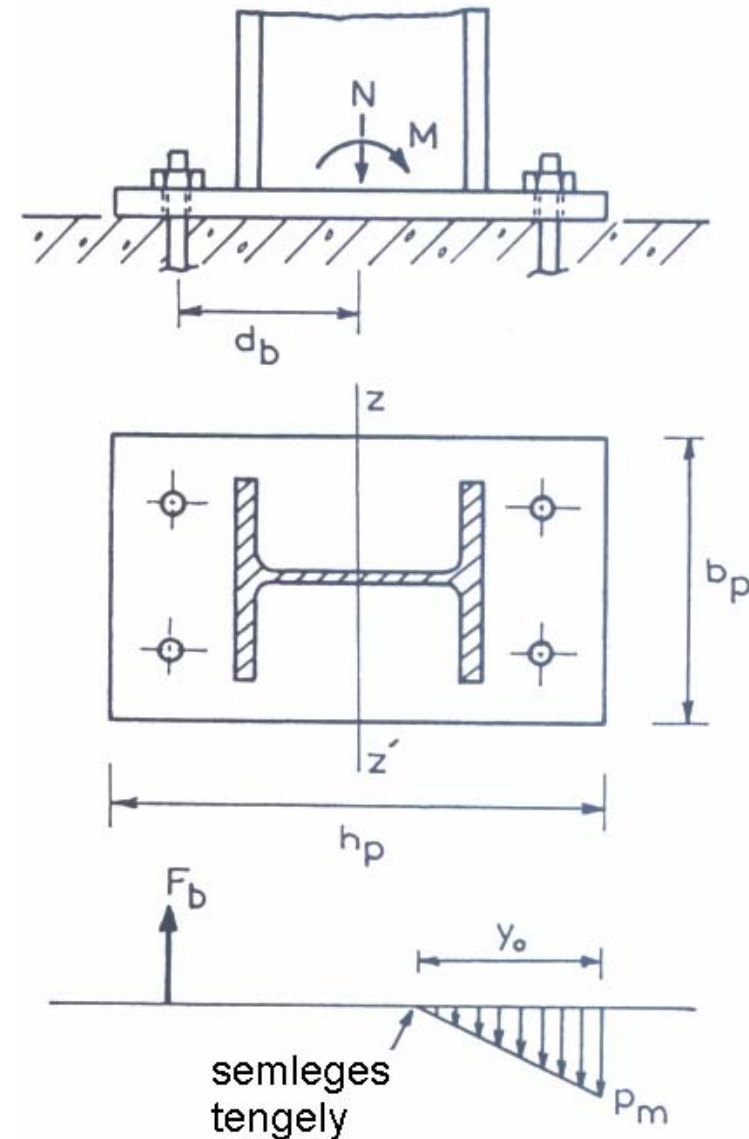
$$\frac{\epsilon_b}{d_b + h_p/2 - y_o} = \frac{\epsilon_c}{y_o} \quad (\text{sík km sík marad})$$

$$\frac{F_b}{A_b} = E_s \epsilon_b \quad (\text{csavarok rugalmas viselkedése})$$

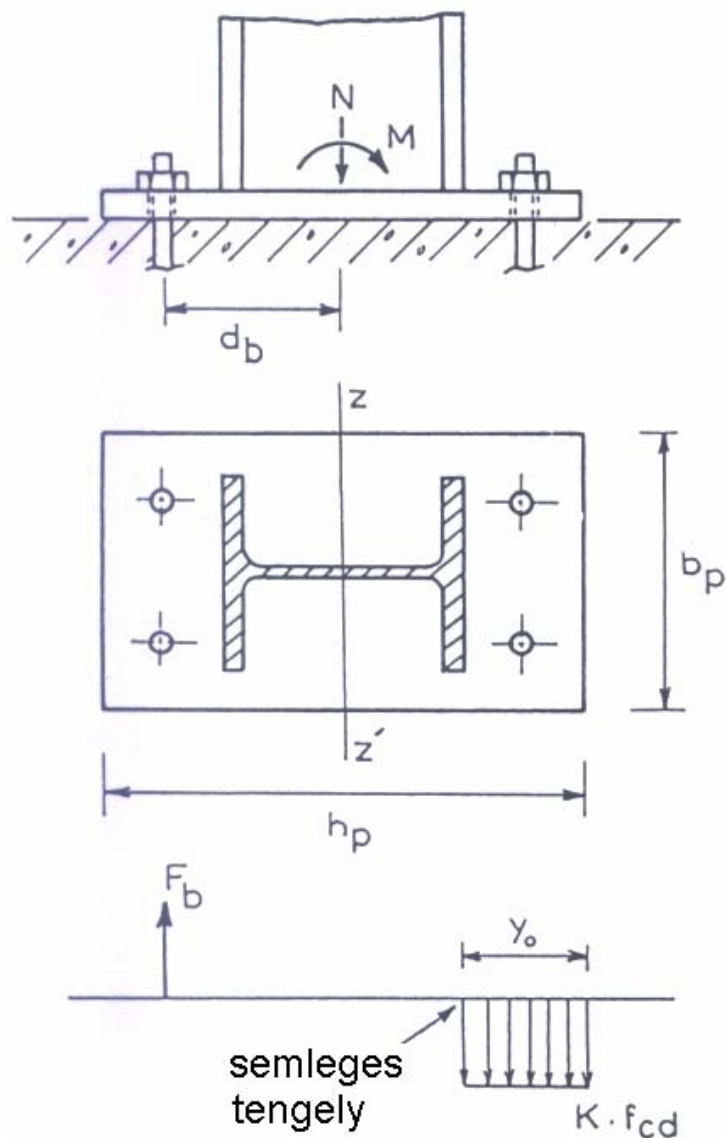
$$p_m = E_c \epsilon_c \quad (\text{beton rugalmas viselkedése})$$

$$N = [(\frac{1}{2} p_m y_o b_p) - F_b] \quad (\text{normálerő egyensúly})$$

$$M = [\frac{1}{2} p_m y_o b_p (h_p/2 - y_o/3) + F_b d_b] \quad (\text{nyomaték egyensúly})$$



Képlékeny analízis:



$$N = [(Kf_{cd} y_o b_p) - F_b] \text{ (normálerő egyensúly)}$$

$$M = [[(Kf_{cd} y_o b_p (h_p/2 - y_o/2))] + F_b d_b] \text{ (nyomaték egyensúly)}$$

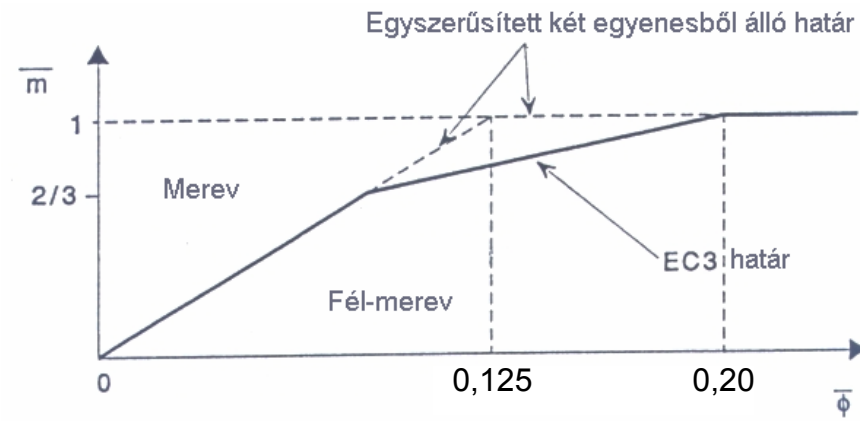
$$y_o = \left[\frac{h_p}{2} + d_b - \left(\left(\frac{h_p}{2} + d_b \right)^2 - \frac{2(M + Nd_b)}{Kf_{cd} b_p} \right)^{0.5} \right]$$

$$p_m = Kf_{cd}$$

$$F_b = [(Kf_{cd} y_o b_p) - N]$$

$$0 \leq (M + Nd_b) \leq [0.5 Kf_{cd} b_p (h_p/2 + d_b)^2]$$

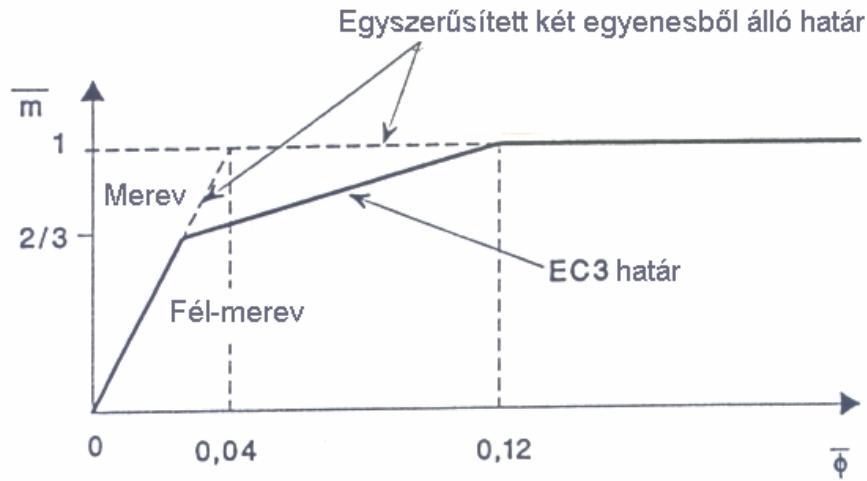
Merevség korlátai



(b) Merevített keret

$$\begin{aligned} \text{ha } \bar{m} \leq 2/3 & : m = 8 \phi \\ \text{ha } 2/3 < \bar{m} \leq 1,0 & : \bar{m} = (20 \bar{\phi} + 3)/7 \end{aligned}$$

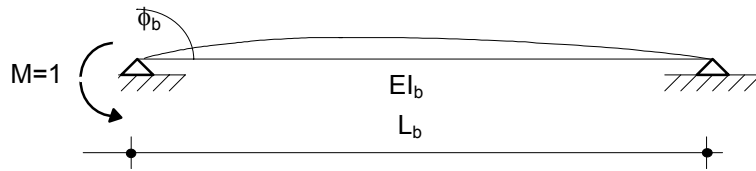
$$\bar{m} = \frac{M}{M_{pl,Rd}} \quad \bar{\phi} = \frac{EI_b}{L_b M_{pl,Rd}}$$



(a) Nem merevített keret

$$\begin{aligned} \text{ha } \bar{m} \leq 2/3 & : \bar{m} = 25 \bar{\phi} \\ \text{ha } 2/3 < \bar{m} \leq 1,0 & : \bar{m} = (25 \bar{\phi} + 4)/7 \end{aligned}$$

A befogási tényező alkalmazása



A gerendavég elfordulása

Egységnyi nyomaték hatására a gerenda végének elfordulása:

$$\varphi_b = \frac{L_b}{3EI_b}$$

Ugyanezen nyomaték hatására a gerendavég és a kapcsolat együttes elfordulása:

$$\varphi_t = \frac{L_b}{3EI_b} + \frac{1}{S_j}$$

amelyből a befogási tényező: $f = \frac{\varphi_b}{\varphi_t} = \frac{1}{1 + 1,5\alpha}$

ahol E , L_b , I_b és S_j : $\alpha = \frac{2EI_b}{L_b S_j}$

Ideálisan csuklós kapcsolatokra $f = 0$, ideálisan befogott kapcsolatokra pedig $f = 1$.

A megoldás keresésének iterációs folyamata felgyorsítható, ha a tervező felvesz egy 0 és 1 közötti befogási tényezőt, és azzal kezdi az analízist. Kiindulási értéként merevített keretekre $0,1 \leq f \leq 0,6$, merevítetlen keretekre pedig $0,7 \leq f \leq 0,9$ befogási tényező felvétele javasolt. Ha merevített keret esetén $f = 0,5$ értékből indulunk ki, akkor a keret analízise során $3EI_b / L_b$ kapcsolati merevséget kell feltételezni. Megjegyezzük, hogy

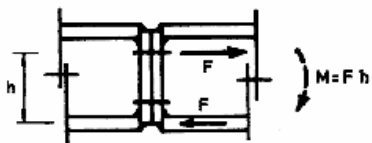
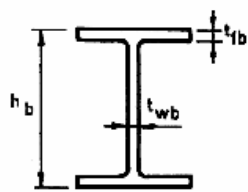
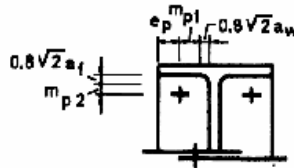
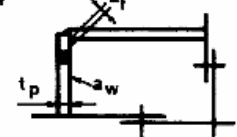
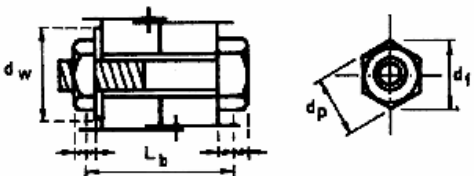
$$S_j = \frac{3EI_b}{L_b} \cdot \frac{f}{1-f}$$

Ha merevítetlen keret esetén $f = 0,8$ értékből indulunk ki, akkor a megfelelő kapcsolati merevség $12EI_b / L_b$.

A tényleges kezdeti merevség korlátai (adott befogási tényezők esetére)

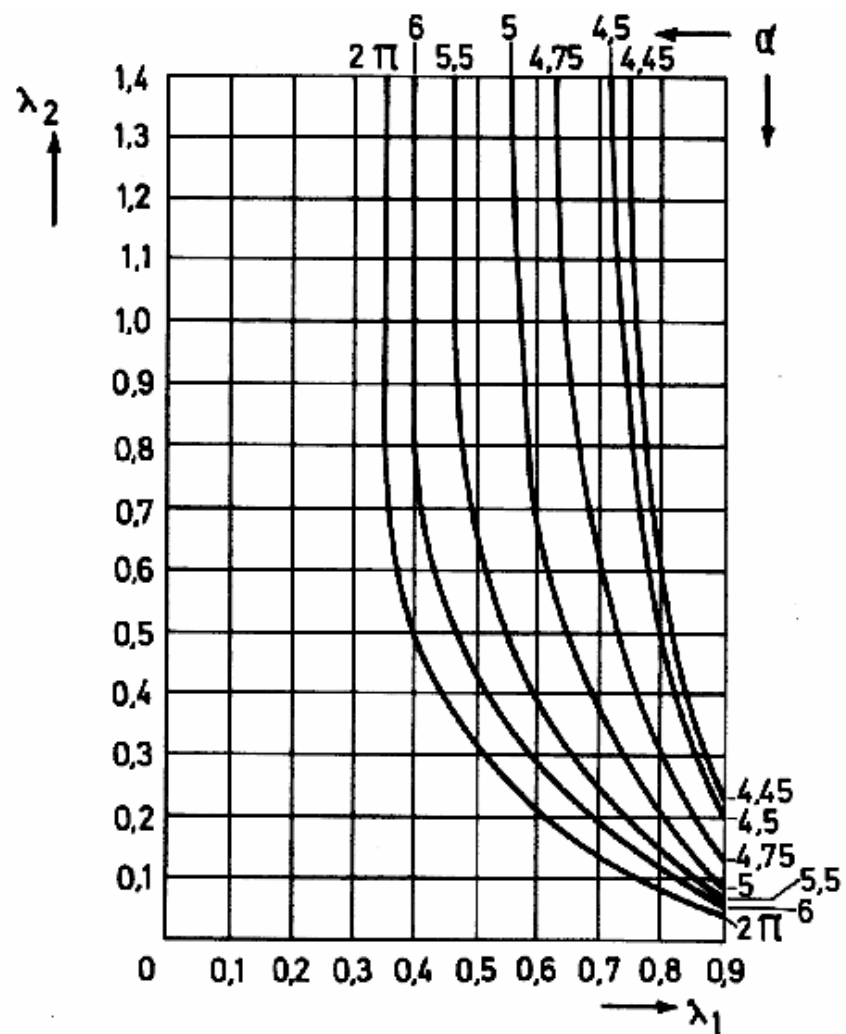
Keret	Alsó határ	Felső határ
Merevített ($f = 0,5$) $S_{j,app} = \frac{3EI_b}{L_b}$	$S_{j,ini} \geq \frac{24EI_b}{13L_b}$	$S_{j,ini} \leq \frac{6EI_b}{L_b}$
Merevítetlen ($f = 0,8$) $S_{j,app} = \frac{12EI_b}{L_b}$	$S_{j,ini} \geq \frac{48EI_b}{7L_b}$	$S_{j,ini} \leq \frac{30EI_b}{L_b}$
ahol: $S_{j,app}$ a kapcsolat közelítő merevsége (a kezdeti merevség előzetesen becsült értéke); $S_{j,ini}$ a kapcsolat tényleges kezdeti merevsége E a rugalmassági modulus L_b a gerenda hossza I_b a gerenda keresztmetszetének tehetetlenségi nyomatéka		

Mintapélda

<i>Mechanikai jellemzők</i>		
	<u>Folyáshatárok</u>	<u>Szakítószilárdságok</u>
Gerendák gerinclemeze		f_{ywb}
Gerendák övlemeze	f_{yfb}	-
Homloklemek	f_{yp}	f_{up}
Csavarok	-	f_{ub}
Melegen hengerelt szelvények esetén: $f_{ywb} = f_{yfb}$		
<i>Geometriai jellemzők</i>		
<u>Kapcsolat</u>		
		
<u>Gerendák</u>		
	<u>Homloklemek</u>	
		
<u>Csavarok</u>		
		

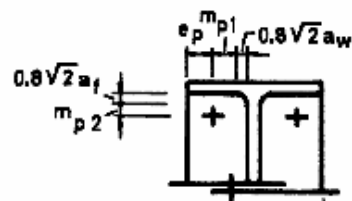
Merevség	Ellenállás
----------	------------

Gerendák nyomott övlemeze	$k_3 = \infty$	$F_{Rd,3} = M_{c,Rd} / (h_b t_{fb})$ <p>$M_{c,Rd}$: a gerendaszelvény tervezési nyomatéki ellenállása</p>
Húzott csavarok	$k_4 = 1,6 \frac{A_s}{L_b}$	$F_{Rd,4} = 2 B_{t,Rd} \text{ ahol } B_{t,Rd} = F_{t,Rd}$ $F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{Mb}}$
Hajlított homloklemek	$k_7 = \frac{0,85 l_{eff,p,1} t_p^3}{2 m_{p,1}^3}$	$F_{Rd,7} = \min [F_{ep,Rd,1}; F_{ep,Rd,2}]$ $F_{ep,Rd,1} = \frac{(8 n_p 2 e_w) l_{eff,p,1} m_{pl,p}}{2 m_{p,1} n_p e_w (m_{p,1} + n_p)}$ $F_{ep,Rd,2} = \frac{2 l_{eff,p,1} m_{pl,p} + 2 B_{t,Rd} n_p}{m_{p,1} + n_p}$ $n_p = \min [e_p; 1,25 m_{p,1}]$ $m_{pl,p} = 0,25 t_p^2 f_{yp} / \gamma_{Mo}$ $e_w = d_w / 4$ <p style="text-align: center;">$l_{eff,p,1} = \min [2\pi m_{p,1}; \alpha m_{p,1}]$</p> <p style="text-align: center;">ahol az α paramétert a mellékelt diagramból kell kiolvasni</p>
Gerendák húzott gerinclemeze	$k_8 = \infty$	$F_{Rd,8} = b_{eff,w,1} t_{wb} f_{yw} / \gamma_{Mo}$ <p style="text-align: center;">$b_{eff,w,1} = l_{eff,p,1}$</p>
KAPCSO-LAT	<p>Kezdeti merevség:</p> $S_{j,mi} = E h^2 / \sum_{i=3,4,7,8} 1/k_i$ <p>Névtleges merevség:</p> $S_j = S_{j,mi} / 3$	$F_{Rd} = \min [F_{Rd,i}]$ <p>Képlékeny tervezési nyomatéki ellenállás:</p> $M_{Rd} = F_{Rd} h$ <p>Rugalmas tervezési nyomatéki ellenállás:</p> $\frac{2}{3} M_{Rd}$



$$\lambda_1 = \frac{m_d}{m_d + e_p}$$

$$\lambda_2 = \frac{m_{p2}}{m_d + e_p}$$



α értékek a hajlított homloklemek tervezési ellenállásának meghatározásához

S235	Cserenda	8.8-as csavarok												<table border="1"> <tr> <td>Törésmód</td> <td>Kód</td> </tr> <tr> <td>Gemmad a nyomaték törésmód</td> <td>EFC</td> </tr> <tr> <td>Húzótt csavarok</td> <td>BT</td> </tr> <tr> <td>Húzótt lemezek</td> <td>EPT</td> </tr> <tr> <td>Gemmad a húzótt gerinclemez</td> <td>BWT</td> </tr> </table>		Törésmód	Kód	Gemmad a nyomaték törésmód	EFC	Húzótt csavarok	BT	Húzótt lemezek	EPT	Gemmad a húzótt gerinclemez	BWT	Ellerálás			Törésmód	Határhossz (m)	
			Törésmód	Kód																											
			Gemmad a nyomaték törésmód	EFC																											
Húzótt csavarok	BT																														
Húzótt lemezek	EPT																														
Gemmad a húzótt gerinclemez	BWT																														
Homloklem. ez: S235 (mm)			Részletek (mm)		Varratok (mm)		Efordulási min. erevség (kNm.tad)		nyomatéki (kNm)		nyírási (kN)	Kód	L _{th}	L _{tu}																	
t _p	h _p	h _{pe}	p	pp	ep1	w	w1	aw	af	S _{jini}	S _{jini} ²				M _{Rd}	2,0M _{Rd}	V _{Rd}														
IPE220	M16	15	140	206	50	120	50	90	25	3	5	15433	5144	24.1	16.1	157	EPT	30-R	S												
IPE240	M16	15	140	226	50	140	50	90	25	4	5	20098	6699	27.2	18.1	157	EPT	33-R	S												
IPE270	M16	15	154	234	55	160	55	90	32	4	6	26826	8942	32.4	21.6	157	EPT	36-R	S												
	M20	20	154	254	55	160	55	90	32	4	6	42892	14297	53.8	35.9	245	EPT	R	7.1-R												
IPE300	M16	15	170	284	55	190	55	90	40	4	6	36564	12188	38.9	25.9	157	EPT	38-R	120-R												