



8. ELŐADÁS

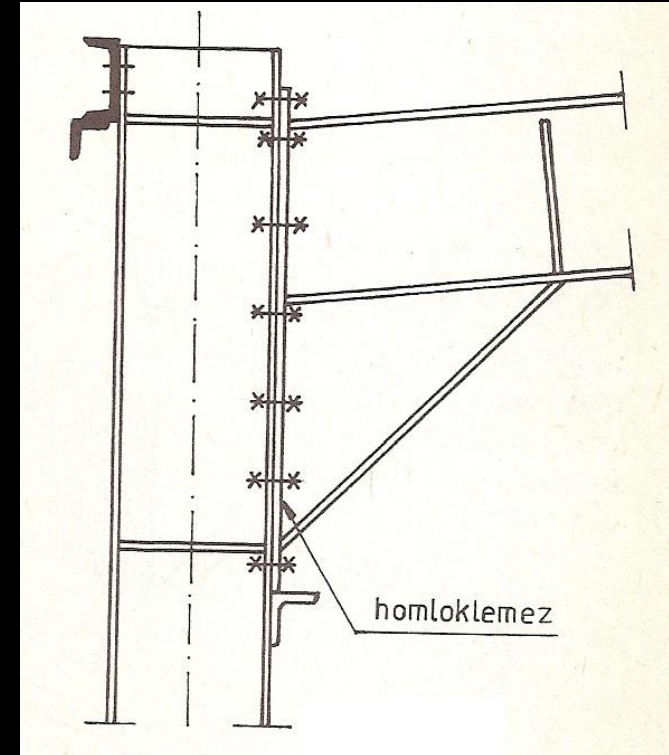
Az ábrák forrása:

- [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.

Kapcsolatok csoportosítása :

- **kialakítás szempontjából:**
 - **mechanikus kapcsolatok** (szegecs, csavar, nagy szilárdságú feszített csavar (NF), lehorgonyzó csavar, injektált csavar, csap)
 - **hegesztett kapcsolatok**
- **gyártás helyszíne szempontjából:**
 - **gyártó üzemben készülnek**
 - **beépítés helyén készülnek**

- a csavarozott és hegesztett kapcsolatokon az erő-alakváltozás összefüggés jelentősen eltér
- általában nem szabad ugyanazt az erőt megosztani a kétféle kapcsolat között
- kivétel a feszített csavaros kapcsolat (hibrid kapcsolatok készítésének a lehetősége)
- más-más erő továbbítására, illetve ugyanazon erő más-más alkotóelemek közötti továbbítására alkalmazható varrat illetve csavar

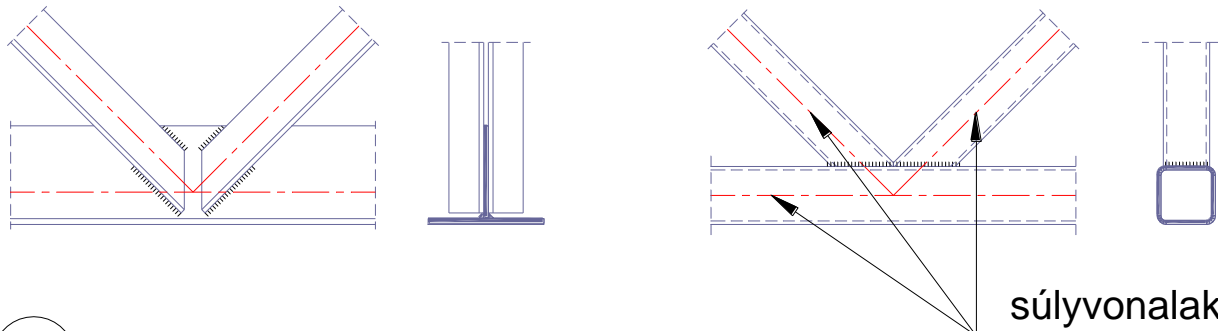


Homloklemezes
kapcsolat

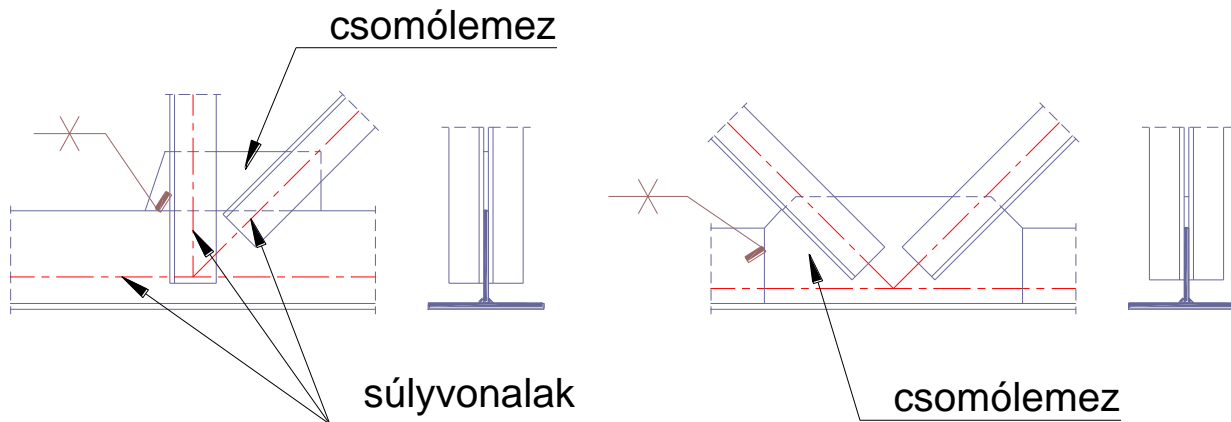
Csoportosítás funkció szempontjából :

- **illesztés:** jelentős iránytörés nélküli kapcsolat (lényegében toldás)
- **bekötés:** : a húzott vagy nyomott rudak (jellemzően rácsos tartók rúdjai) végén lévő kapcsolatokat jelenti, amelyekkel a szomszédos elemekhez kapcsolódnak
- **szűkebb értelemben vett kapcsolat:** az összes többi lehetőséget magába foglalja (iránytöréses kapcsolatok: például oszlop-gerenda kapcsolat, oszlop-alaptest kapcsolat stb.)

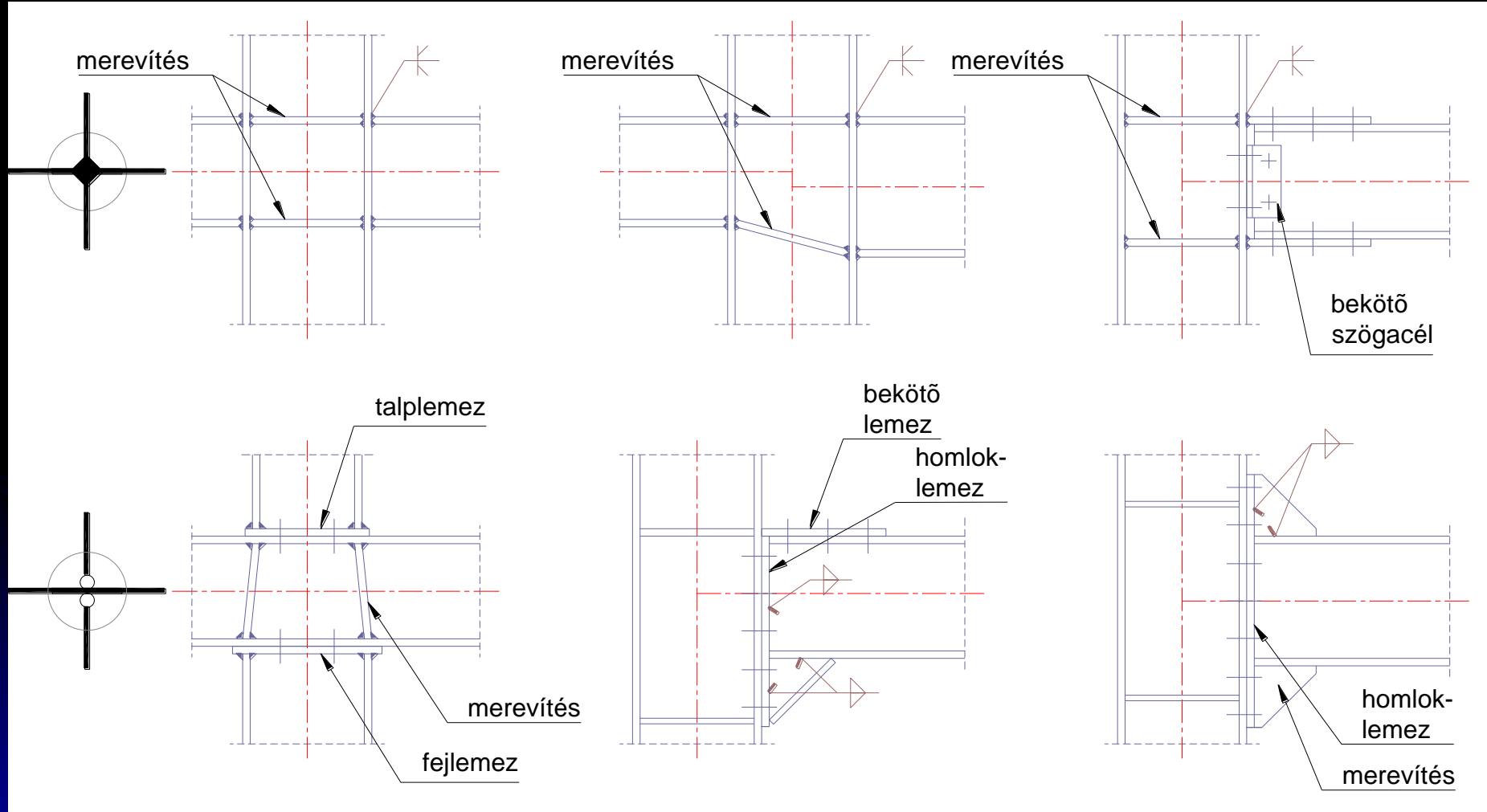
a csomólemez nélkül



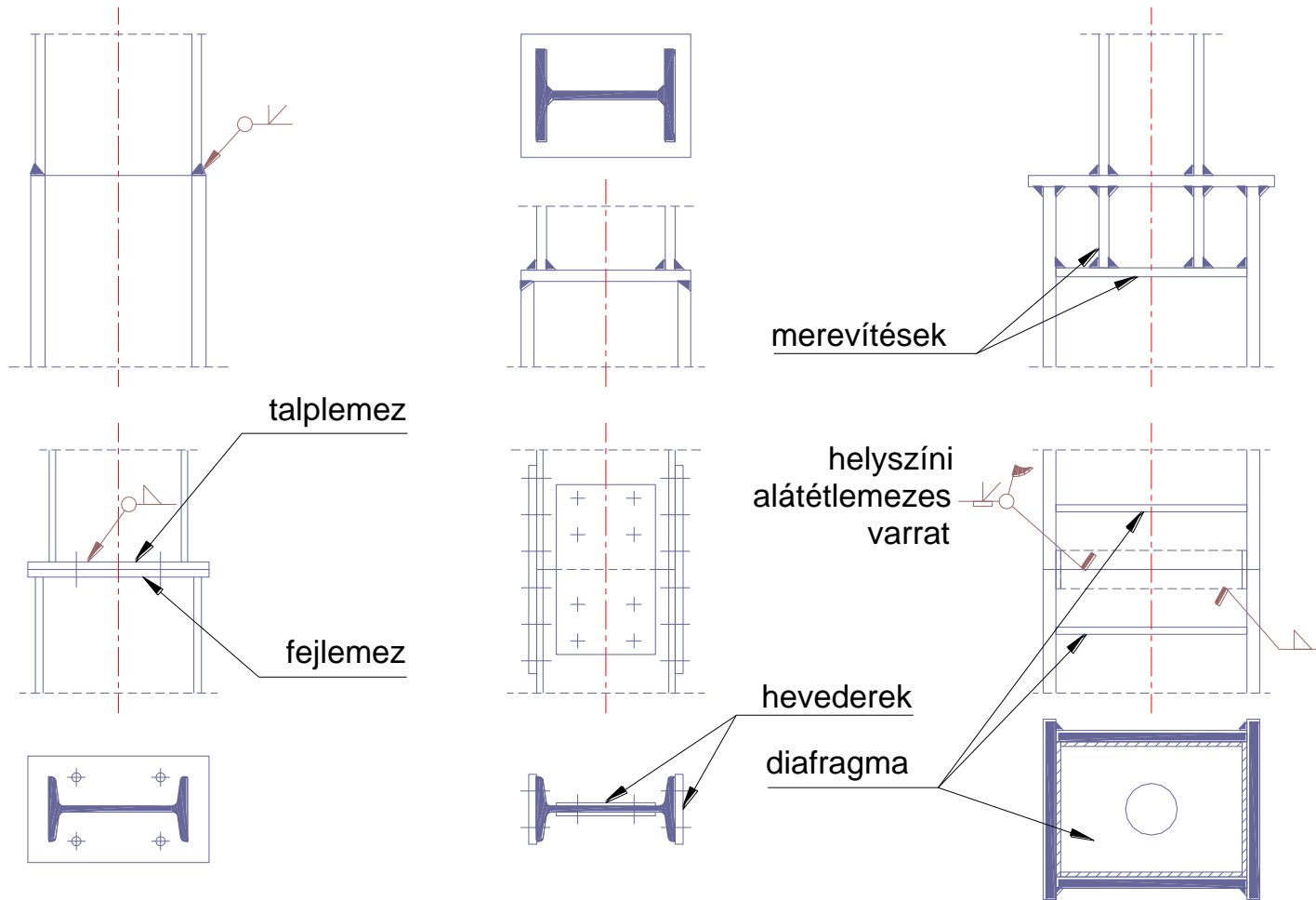
b csomólemezzel



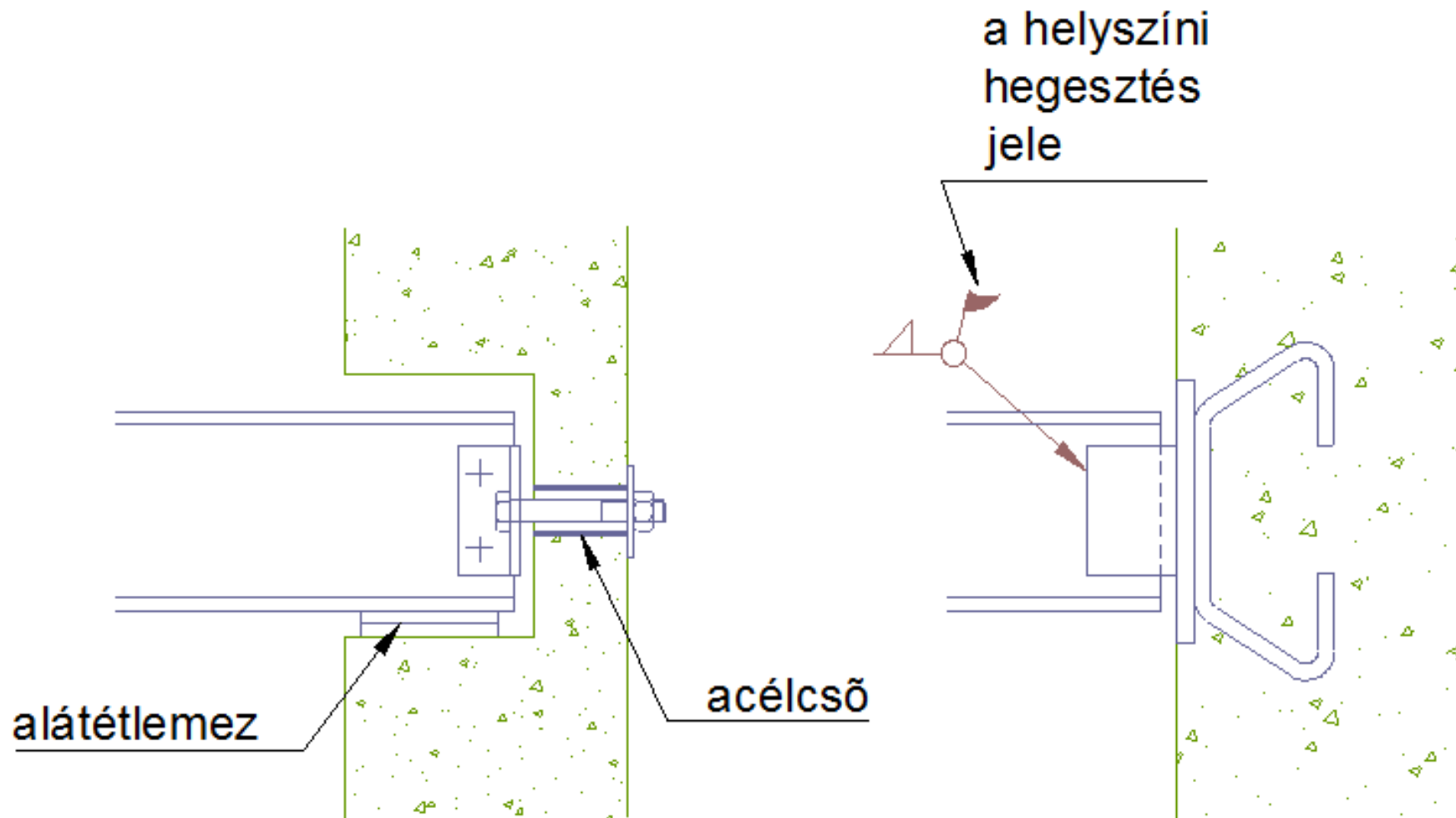
Könnyű rácsos tartók csomópontjai [1]



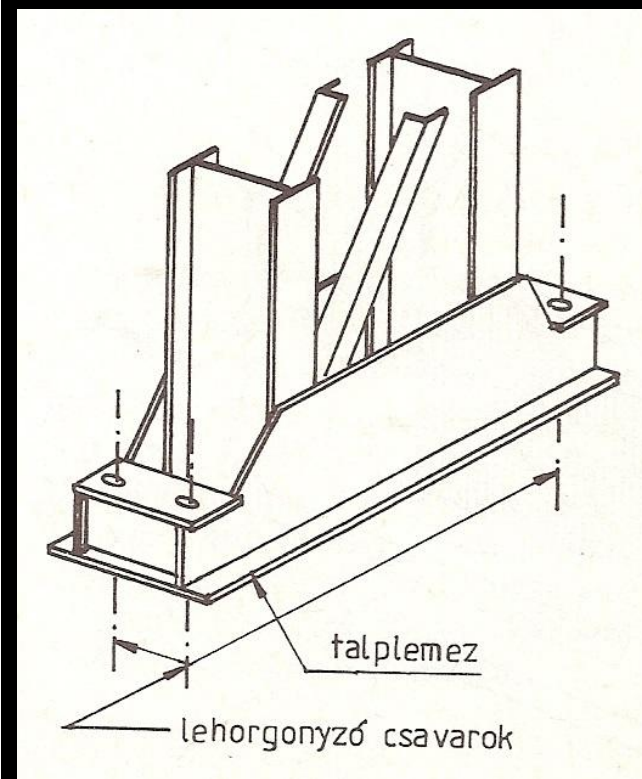
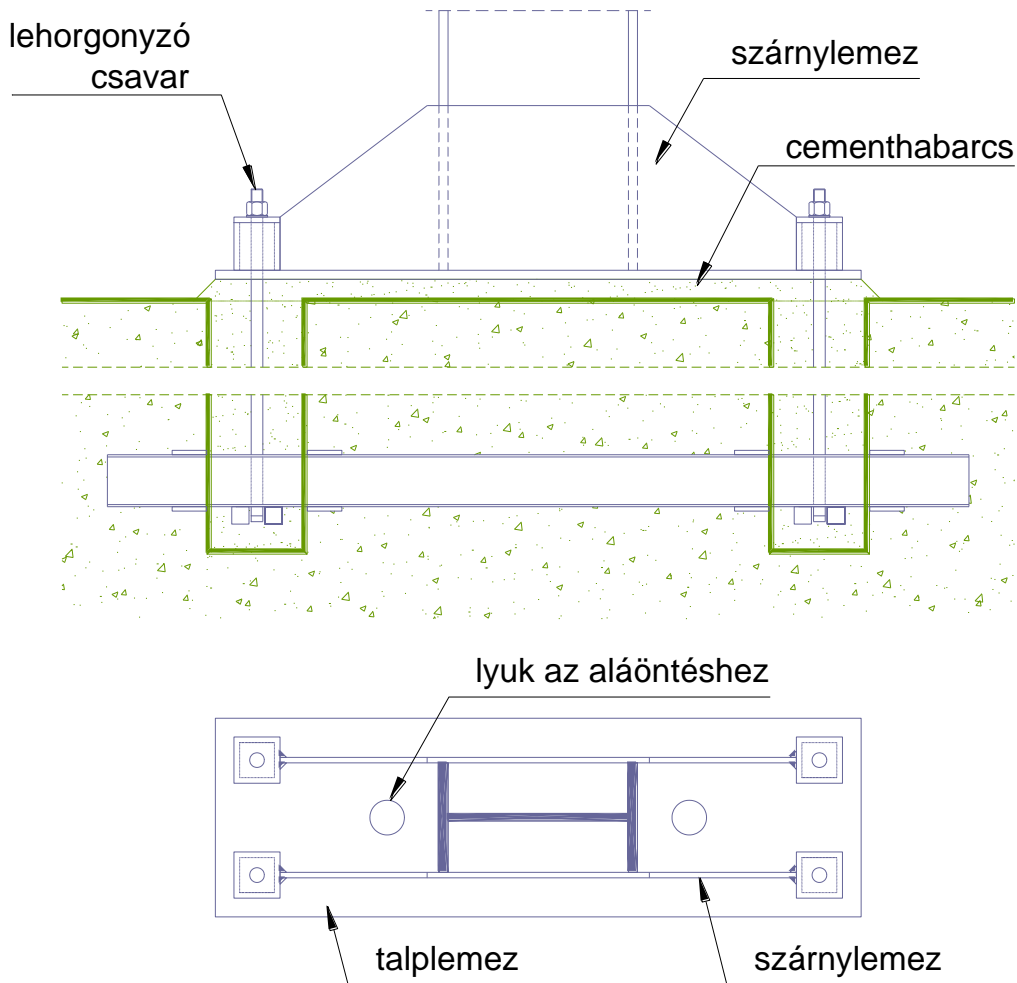
Acélvázak oszlop gerenda kapcsolatai [1]



Oszlopok toldása [1]



Acélgerenda és vasbeton fal kapcsolata [1]



Befogott oszloptalp [1]

A kapcsolatok csoportosítása szilárdságuk alapján :

- **Névlegesen csuklós kapcsolatok:** alkalmasak a számított erők átvitelére anélkül, hogy bennük olyan nagyságú nyomatékok lépnének fel, amelyek kedvezőtlenül befolyásolnák az összekapcsolt szerkezeti elemek igénybevételeit
- **Teljes szilárdságú kapcsolatok:** amelyeknek a tervezési ellenállása nem lehet kisebb, mint az összekapcsolt elemek tervezési ellenállása
- **Részleges szilárdságú kapcsolatok:** amelyeknek tervezési ell.-a nem lehet kisebb a számított erők és nyomatékok átvezetéséhez szükségesnél, de kisebb lehet az összekapcsolt rudak tervezési ellenállásánál.

Eset	Biztonsági tényező	Ajánlott érték
Csavarok, szegecsek, csapok, ellenállása Lemezek palástnyomási ellenállása	γ_{M2}	1,25
Megcsúszási ellenállás teherbírási határállapotban („C” kategóriájú csavarok) használati határállapotban („B” kategóriájú csavarok)	γ_{M3} $\gamma_{M3,ser}$	1,25 1,1
Injektált csavarok palástnyomása	γ_{M4}	1,0
Zártszelvényű rácsostartók kapcsolatainak ellenállása	γ_{M5}	1,0
Csapok ellenállása használati határállapotban	$\gamma_{M6,ser}$	1,0
Nagyszilárdságú csavarok feszítő ereje	γ_{M7}	1,1

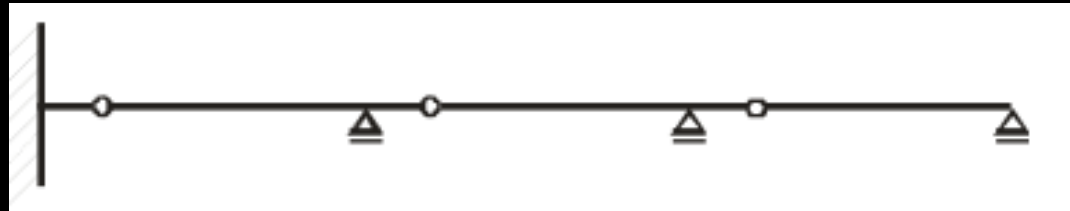
Parciális tényezők a kapcsolatok méretezéséhez [1]



**Heinrich
Gottfried Gerber**

(1832-1912)

német
építőmérnök



Déli híd (Mainz)

- ❑ a Gerber tartó feltalálása (1866)
- ❑ összesen kb. 600 híd építésében működött közre

Csavarozott kapcsolatok

- hatlapfejű csavarok használatosak
- szokásos csavarminőségek:

4.6 4.8 5.6 5.8 6.6 6.8
8.8 10.8 12.8

Csavaranyag minősége	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb}	240	300	480	640	900
f_{ub}	400	500	600	800	1000

Csavaranyagok szilárdsági jellemzői [3]

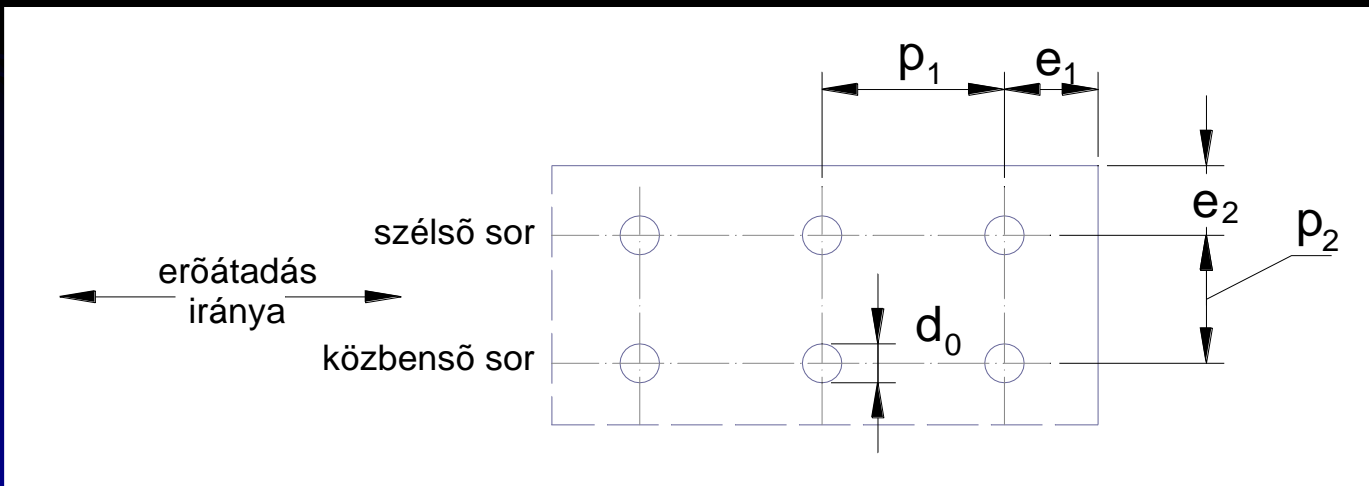
Járatos csavarméretek [3]

Csavar	Átmérő d [mm]	Furatátmérő d_o [mm]	Keresztmetszeti terület A [mm ²]	Húzási keresztmetszet A_s [mm ²]	Átmérő kigombolódásnál d_m [mm]*
M 12	12	13	113	84,3	20,5
M 14	14	15	154	115	23,7
M 16	16	18	201	157	24,6
M 18	18	20	254	192	29,1
M 20	20	22	314	245	32,4
M 22	22	24	380	303	34,5
M 24	24	26	452	353	38,8
M 27	27	30	573	459	44,2
M 30	30	33	707	561	49,6

Lyukhézag: 1, 2 vagy 3 mm

Csavarkép [3]

Méret	Minimális távolság	Maximális távolság		
		Külsőtér Korrózió veszély	Belső tér Nincs korrózió veszély	Korrózióknak fokozottan ellenálló acél
e_1	$1,2 \cdot d_0$	$40 \text{ mm} + 4 \cdot t$	-	$8 \cdot t$ vagy 125 mm
e_2				
p_1	$2,2 \cdot d_0$	$14 \cdot t$ vagy 200 mm	$14 \cdot t$ vagy 200 mm	$14 \cdot t$ vagy 175 mm
p_2	$2,4 \cdot d_0$			



**Kedvező
ellenállás:**
 $e_1 = 2 \cdot d_0$
 $e_2 = 1,5 \cdot d_0$
 $p_1 = 3 \cdot d_0$
 $p_2 = 3 \cdot d_0$

Kötőelemek tengelytávolságának értelmezése [1]

Csavarozott kapcsolatok kategóriái:

A osztályú csavar: tengelyére merőlegesen terhelt (nyírt), nem feszített (normál) csavar,

B osztályú csavar: tengelyére merőlegesen terhelt (nyírt), feszített csavar, használhatósági határállapotban megcsúszásnak ellenálló

C osztályú csavar: tengelyére merőlegesen terhelt (nyírt), feszített csavar, teherbírasi határállapotban megcsúszásnak ellenálló

D osztályú csavar: tengelye irányában terhelt (húzott) nem feszített csavar

E osztályú csavar: tengelye irányában terhelt (húzott) feszített csavar

(AD) (BE) (CE)

Csavarok tervezési ellenállása:

„A” osztályú nem feszített, nyírt csavar

Nyírási ellenállás:

➤ ha a nyírt felület *a menet nélküli* részen halad keresztül:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

➤ ha a nyírt felület *a menetes* részen halad keresztül:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

4.6, 5.6, 8.6



$\alpha_v = 0,6$

4.8, 5.8, 10.9



$\alpha_v =$

0,48

Palástnyomási ellenállás:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot t \cdot d}{\gamma_{M2}}$$

Az erőátadás irányában:

$$\alpha_{b,s} = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\}$$

$$\alpha_{b,b} = \min \left\{ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\}$$

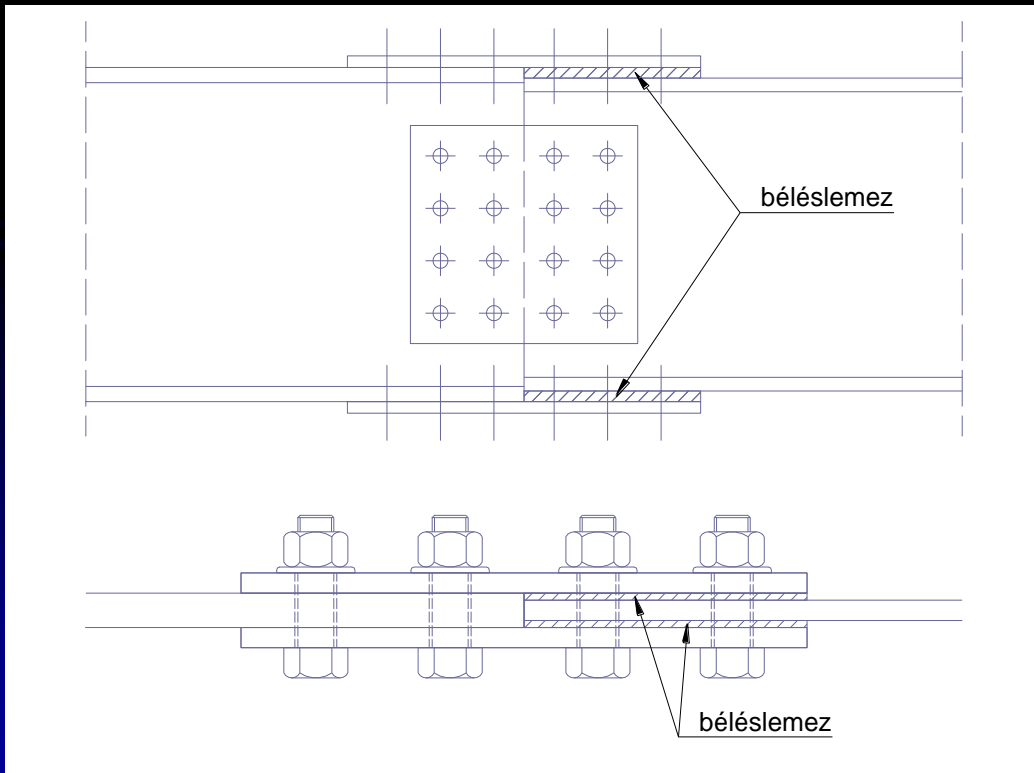
Az erőátadás irányára merőlegesen:

$$k_{1s} = \min \left\{ 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\}$$

$$k_{1b} = \min \left\{ 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right\}$$

Béléslemezek alkalmazása:

ha a béléslemezek teljes vastagsága (t_p) meghaladja a kötőelemek száraátmérőjének $1/3$ -át, akkor a nyírási ellenállást β_p tényezővel csökkenteni kell:

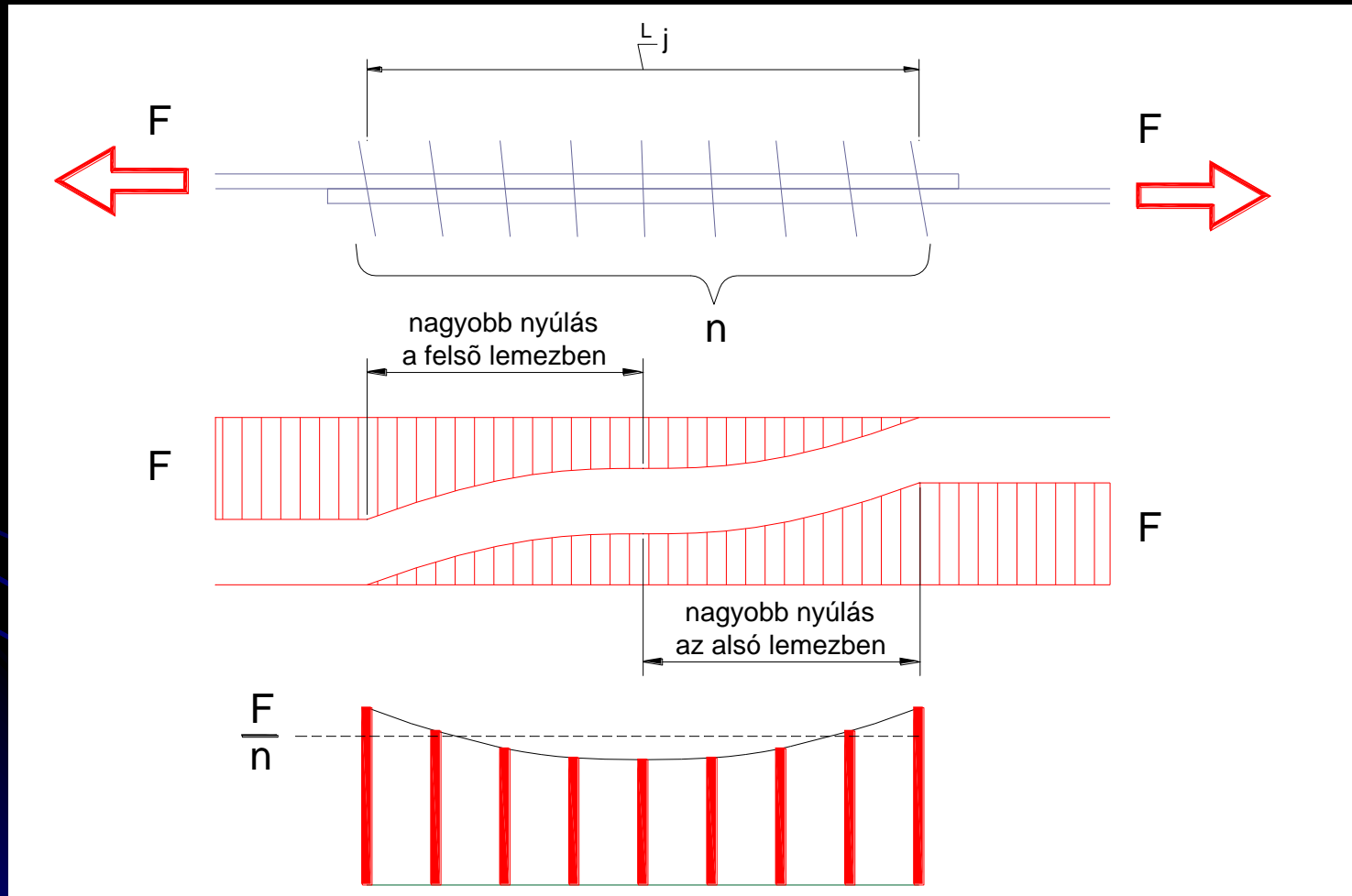


$$\beta_p = \frac{9 \cdot d}{8 \cdot d + 3 \cdot t_p}$$

$$\beta_p \leq 1$$

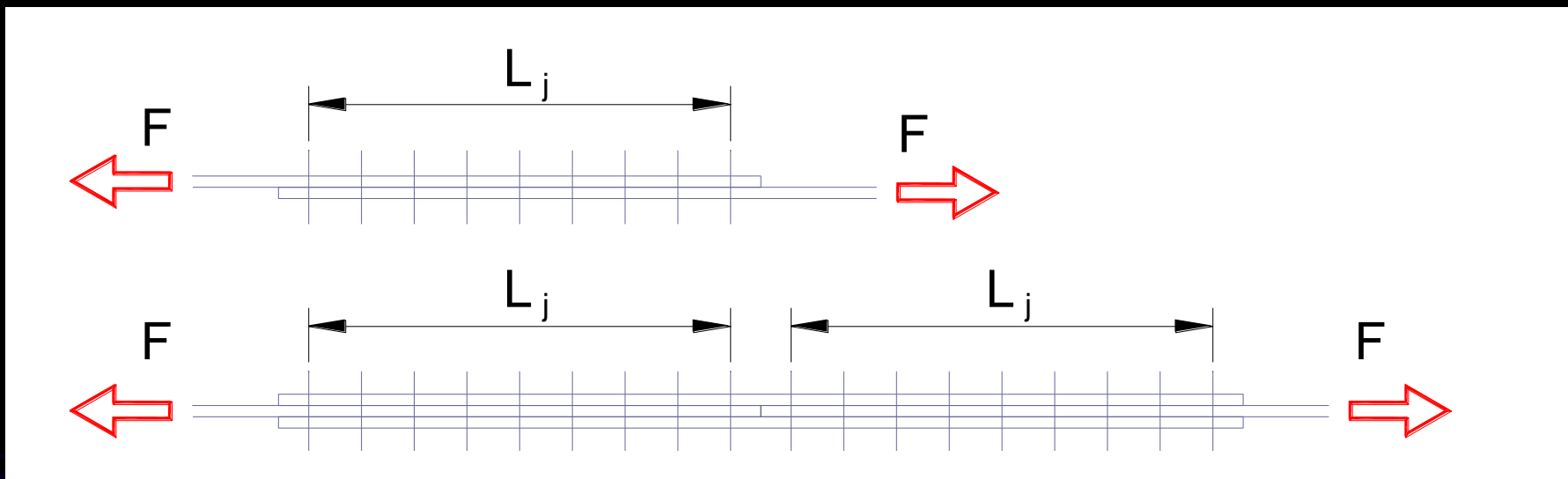
kétszernyírt csavarok
+ kétoldali béléslemez:
csak a vastagabbikat
kell figyelembe venni

Hosszú kapcsolat:

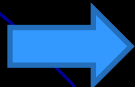


Egyenlőtlen erőeloszlás hosszú kapcsolatban [1]

Csökkentő tényező hosszú kapcsolatokhoz:



$L_j > 15 \cdot d$

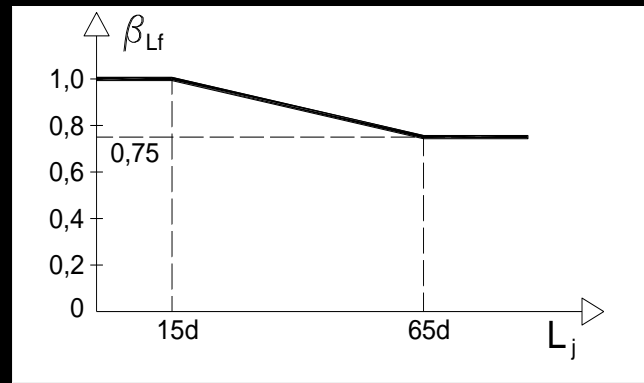


$$\beta_{L_f} = 1 - \frac{L_j - 15 \cdot d}{200 \cdot d}$$

Csak a nyírási ellenállást csökkentjük!

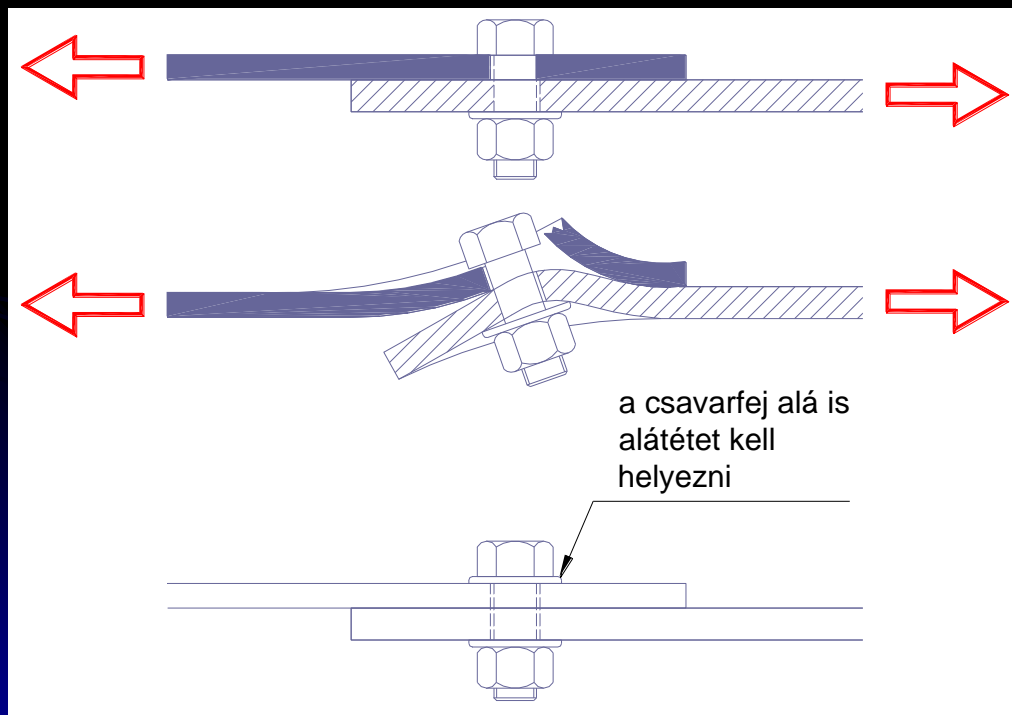
$\beta_{L_f} \leq 1$

$\beta_{L_f} \geq 0,75$



Nyírt csavar kigombolódása:

- átlapolt kapcsolatnál ha a csavarok egy sorban vannak elhelyezve



- a csavarfej alá is alátétet kell tervezni
- a palástnyomási ellenállásra vonatkozó korlátozás:

$$F_{b,Rd} \leq \frac{1,5 \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Egycsavaros átlapolt kapcsolat kigombolódása [1]

„B” osztályú feszített, nyírt csavar

- használhatósági határállapot
 - megcsúszás
 - palástnyomás
- teherbírasi határállapot
 - nyírás
 - palástnyomás

„C” osztályú feszített, nyírt csavar

- teherbírasi határállapot
 - megcsúszás
 - palástnyomás

Feszített csavarok megcsúszási ellenállása:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{M3}} \cdot F_{p,C}$$

k_s korrekciós tényező

n a súrlódó felületek száma (1 vagy 2)

μ megcsúszási tényező

A csavarszárban a feszítés hatására keletkező erő:

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$$

k_s értékei

Leírás	k_s
Normál lyukban elhelyezett csavarok	1,0
Túlméretes- vagy az erőátadás irányára merőleges tengelyű rövid hasítéklyukakban elhelyezett csavarok	0,85
Az erőátadás irányára merőleges tengelyű hosszú hasítéklyukakban elhelyezett csavarok	0,7
Az erőátadás irányával párhuzamos tengelyű rövid hasítéklyukakban elhelyezett csavarok	0,76
Az erőátadás irányával párhuzamos tengelyű hosszú hasítéklyukakban elhelyezett csavarok	0,63

A k_s korrekciós tényező értékei [1]

Csavarok megcsúszási tényezője		
Felületi osztály	Megcsúszási tényező	Felületelőkészítés
A	0,5	sörétezett vagy szemcsefűtt felületek, minden rozsdá eltávolítva, nincs leváló rész; sörétezett vagy szemcsefűtt felületek alumínium fémszórással; sörétezett vagy szemcsefűtt felületek olyan cink alapú bevonat szórással fémesítve, amely legalább $\mu = 0,5$ megcsúszási tényezőt biztosít;
B	0,4	sörétezett vagy szemcsefűtt felületek 50 ... 80 μm vastagságú alkáli-cink-szilikát festékbevonattal;
C	0,3	drótkefézéssel vagy lángszórással tisztított felületek, minden rozsdá eltávolítva;
D	0,2	kezeletlen felületek.

A megcsúszási tényező értékei [1]

„D” és „E” osztályú húzott csavar

Húzási ellenállás:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

A csavar-lemez együttes kigombolódási ellenállása:

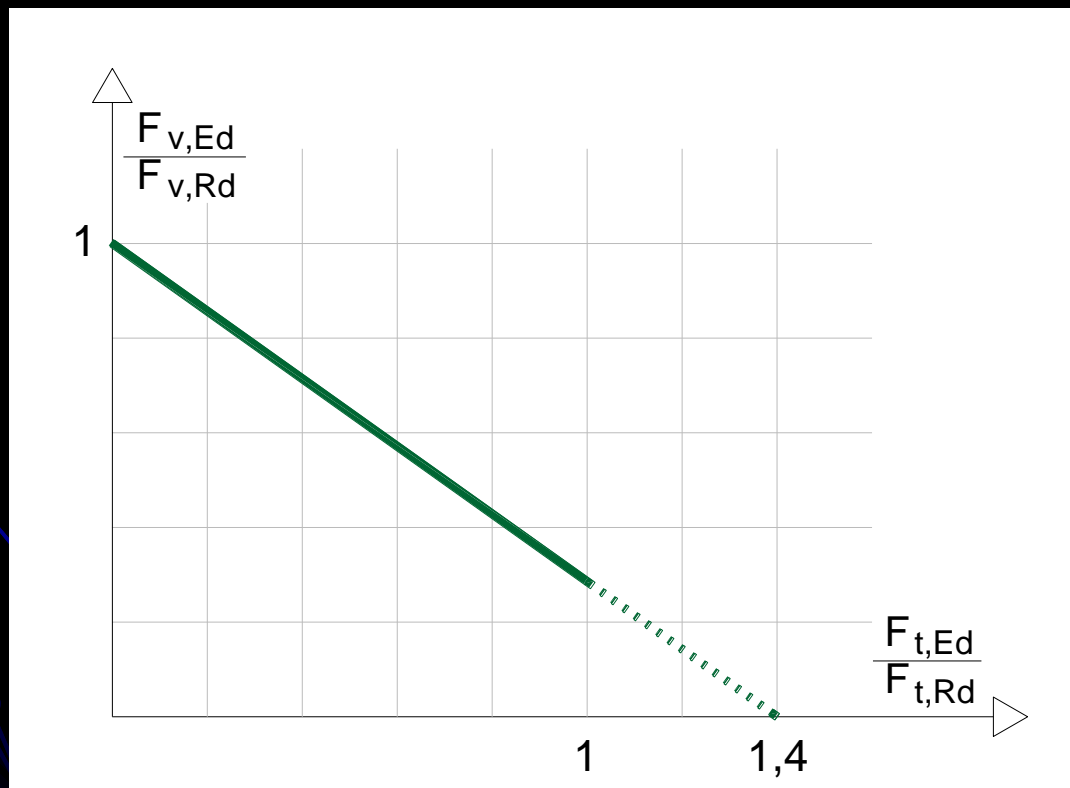
$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_u \cdot d_m \cdot \pi \cdot t_p}{\gamma_{M2}}$$

d_m a csavarfej vagy csvaranya alatti rész átmérője

t_p a csavarfej illetve csavaranya alatti kisebbik lemez vastagsága

Összetett igénybevételű nem feszített csavarok ellenállása („AD”)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$



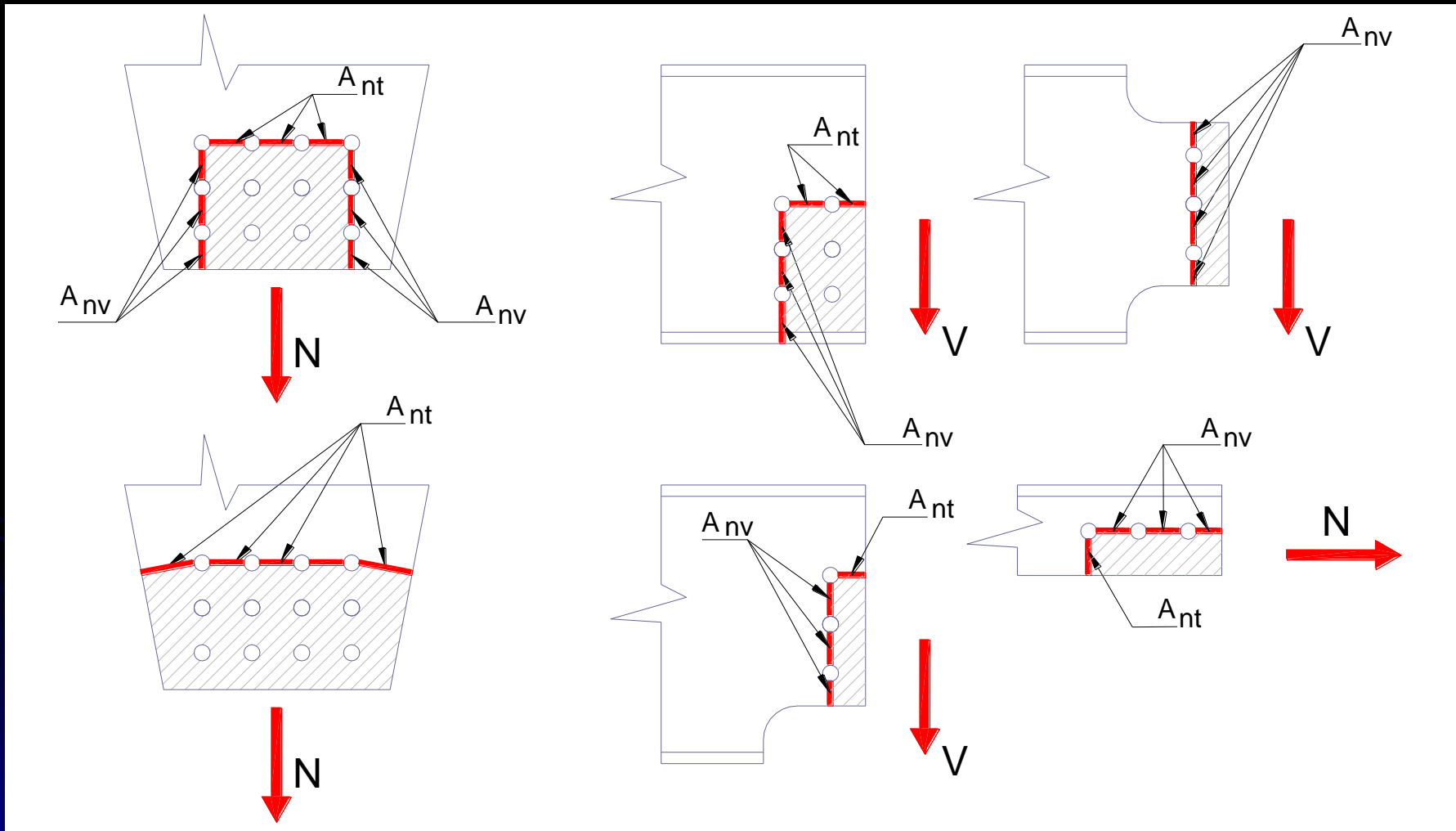
Összetett igénybevételű feszített csavarok ellenállása („CE”)

- figyelembe kell venni, hogy a húzás miatt csak egy csökkentett megcsúszási ellenállással lehet számolni (A csavarra ható húzóerő a súrlódó felületek összeszorítását csökkenti):

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu (F_{p,C} - 0,8 \cdot F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}}$$

A csavarszárban a feszítés hatására ébredő erő:

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$$



Kötőelemek együttes kiszakadása (szimmetrikus és aszimmetrikus terhelés esetén) [1]

Kiszakadási ellenállás:

- a kapcsolt szerkezeti elem külső csavarsorai mentén a gyengített keresztmetszet elszakadásával, illetve elnyíródásával szembeni ellenállás
- szimmetrikus elrendezés és terhelés esetén:

$$V_{\text{eff}, R_d} = \frac{A_{nt} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{nv} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

- nem szimmetrikus esetekben:

$$V_{\text{eff}, R_d} = 0,5 \cdot \frac{A_{nt} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{A_{nv} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

A kapcsolat elemeire vonatkozó feltételek:

Egyensúlyi feltétel: a kötőelemekben feltételezett erők legyenek egyensúlyban a kapcsolatra ható igénybevételekkel

Szilárdsági feltétel: a kötőelemekben feltételezett erők ne haladják meg a kötőelem teherbírását

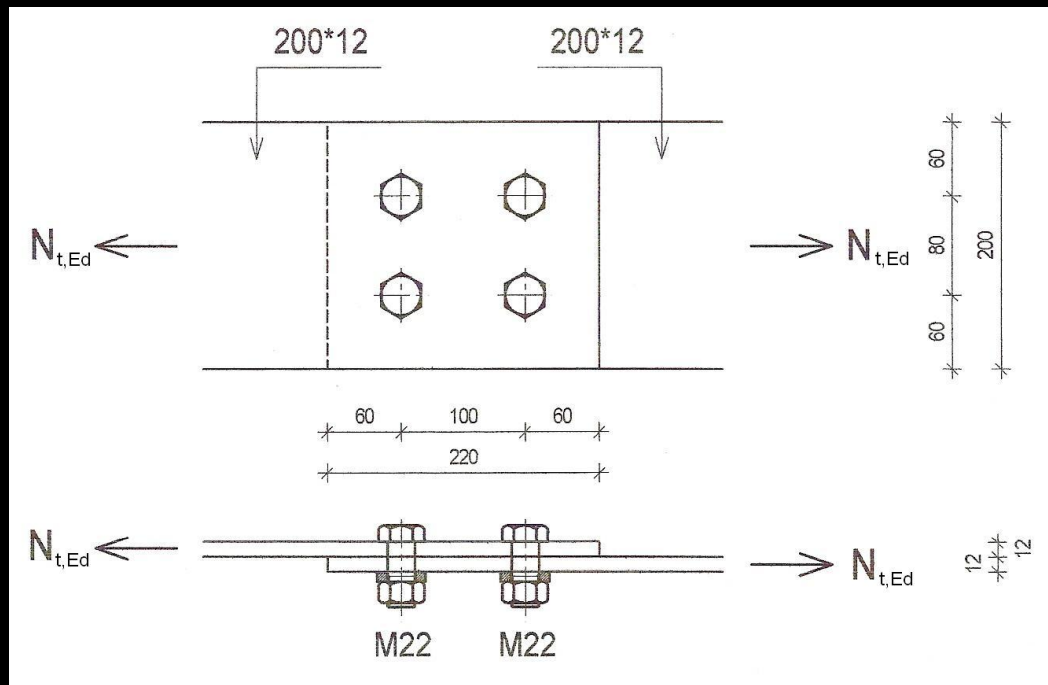
Duktilitási feltétel: a kötőelemekben feltételezett alakváltozások ne haladják meg a kötőelem alakváltozási képességét

Kompatibilitási feltétel (rugalmas állapotban):

a kapcsolt elemek feltételezett merevtestszerű elmozdulásai legyenek egymással összhangban és legyenek fizikailag lehetségesek

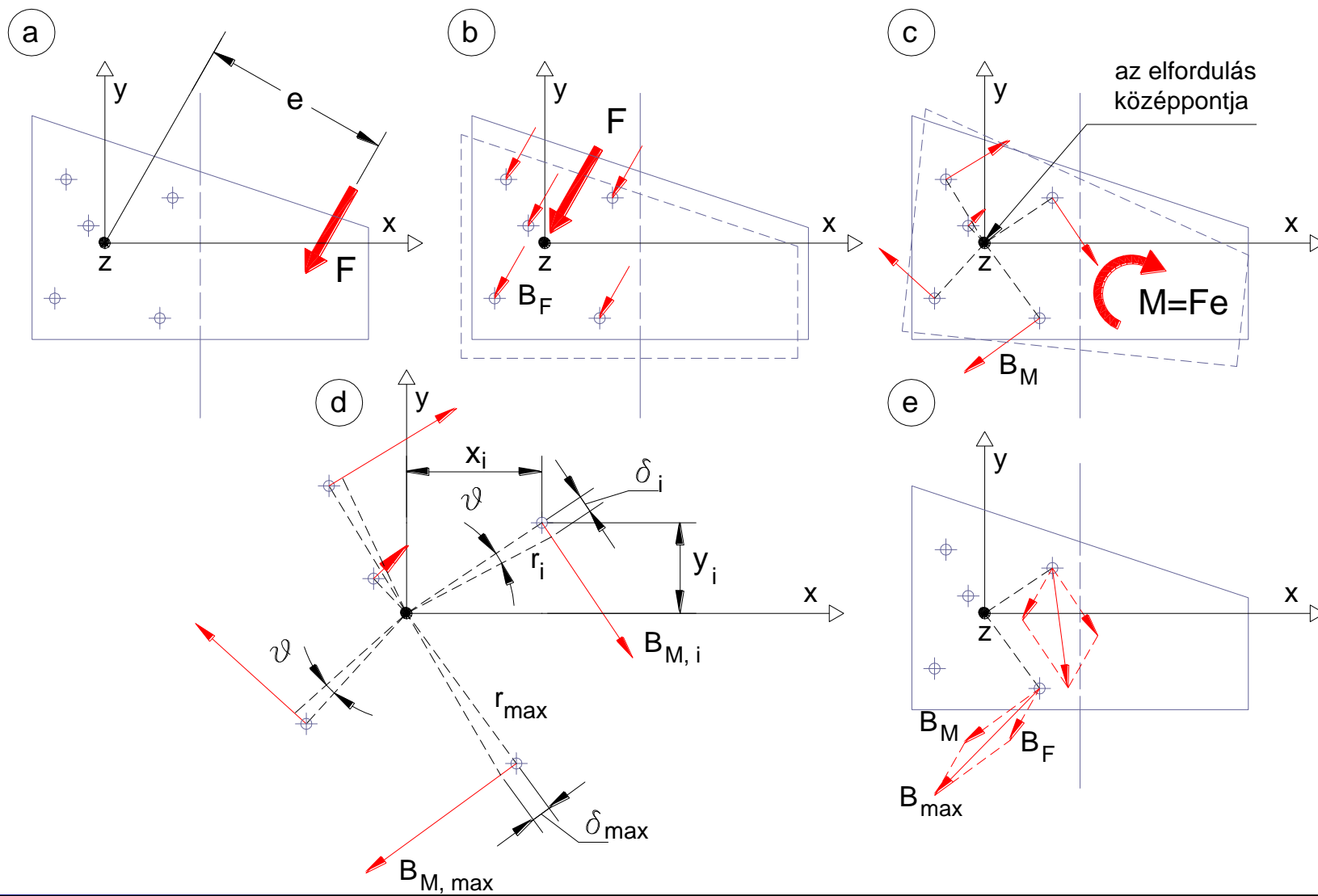
Síkbeli centrikus kapcsolat:

➤ a kapcsolatra ható erők eredője a csavarkép súlypontján halad keresztül



$$F_{v,Ed} = \frac{F_{Ed}}{n} \leq F_{v,b,Rd} = \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$$

Síkbeli excentrikus kapcsolat [1]:



Síkbeli excentrikus kapcsolat erőeloszlása rugalmas állapotban:

➤ az egy kötőelemre ható erő az F erőből n számú csavar esetén:

$$B_F = \frac{F}{n}$$

➤ az i -edik kötőelemre ható erő az M nyomatékból:

$$B_{M,i} = M \cdot \frac{r_i}{\sum r_i^2} = M \cdot \frac{r_i}{\sum (x_i^2 + y_i^2)}$$

➤ a legnagyobb erő (B_{\max}) vektoriális összegzéssel kapható

➤ a kapcsolat megfelel, ha:

$$B_{\max} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} F_{vRd} \\ F_{bRd} \end{array} \right\}$$