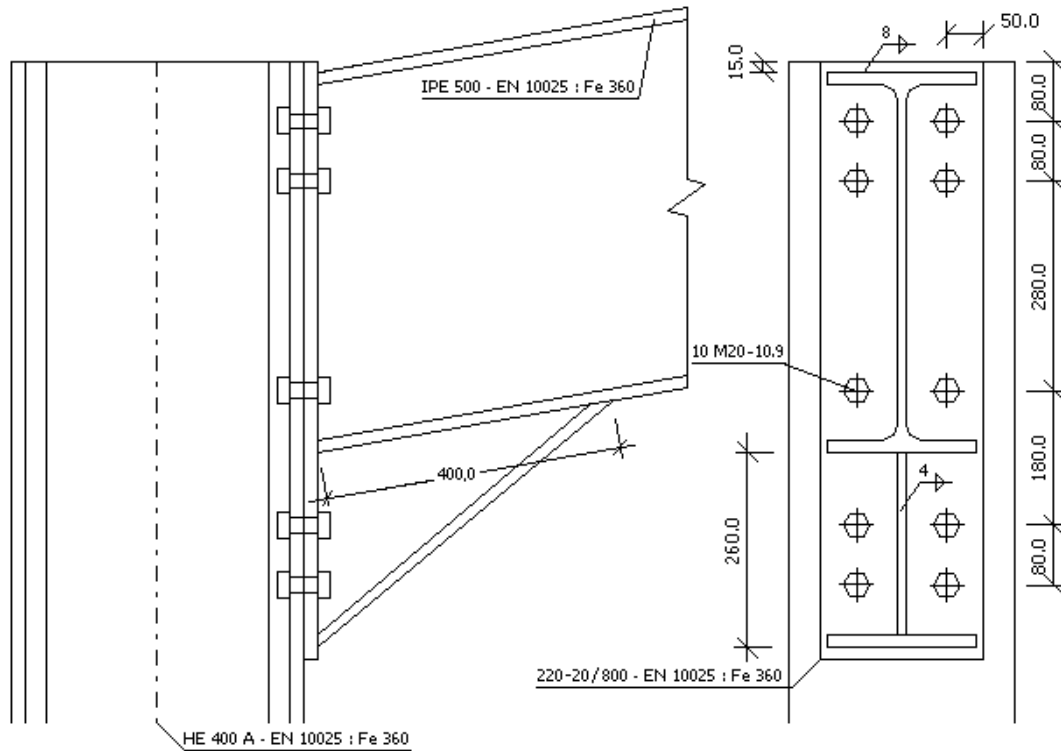


Kiékelt, csavarozott homloklemez oszlop – gerenda kapcsolat tervezése az Eurocode 3 1-8 része (Stage 34) alapján

1. KIINDULÁSI ADATOK

Kiékelet, csavarozott homloklemez
oszlop – gerenda kapcsolat



1.1. ÁLTALÁNOS ADATOK

keret típusa	:	merevítetlen (unbraced)
gerenda	:	IPE 500, FE 360
gerenda hajlása	:	$\alpha = 10^\circ$
gerendafesztáv	:	$L_b = 19\,500\text{ mm}$
oszlop	:	HEA 400, FE 360
színelő homloklemez	:	220 – 20 / 800, FE 360
kiékelés m.-sz./h.	:	260 – 10 / 400
kiékelés öve	:	200 – 16

1.2. MECHANIKAI JELLEMZŐK

rugalmassági modulus: $E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Poisson-tényező: $\nu := 0.3$

nyírási modulus: $G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} \quad G = 80769.23 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Gerenda: IPE500, FE360

gerendaöv folyási határa: $f_{y,bf} := 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

gerendagerinc folyási határa: $f_{y,bw} := 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

gerendaöv szakítószilárdsága: $f_{u,bf} := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

gerendagerinc szakítószilárdsága: $f_{u,bw} := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Oszlop: HEA400, FE360

oszlopöv folyási határa: $f_{y,cf} := 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

oszlopperinc folyási határa: $f_{y,cw} := 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

oszlopöv szakítószilárdsága: $f_{u,cf} := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

oszlopperinc szakítószilárdsága: $f_{u,cw} := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Oszlop: HEA400, FE360

oszlopöv folyási határa: $f_{y,cf} := 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

oszlopperinc folyási határa: $f_{y,cw} := 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

oszlopöv szakítószilárdsága: $f_{u,cf} := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

oszlopperinc szakítószilárdsága: $f_{u,cw} := 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Homloklemez: 200 - 20 / 800, FE360

homloklemez folyási határa: $f_{y.ep} := 235 \cdot \frac{N}{mm^2}$

homloklemez szakítószilárdsága: $f_{u.ep} := 360 \cdot \frac{N}{mm^2}$

Húzott csavarok: 10.9, nem feszített

húzott csavarok folyási határa: $f_{y.b} := 900 \cdot \frac{N}{mm^2}$

húzott csavarok szakítószilárdsága: $f_{u.b} := 1000 \cdot \frac{N}{mm^2}$

1.3. GEOMETRIAI JELLEMZŐK

Gerenda: IPE500, FE360

szelvénymagasság: $h_{b0} := 500\text{-mm}$

szélesség: $b_b := 200\text{-mm}$

övvastagság: $t_{fb0} := 16.0\text{-mm}$

gerincvastagság: $t_{wb} := 10.2\text{-mm}$

lekerekítési sugár: $r_b := 21\text{-mm}$

inercia: $I_b := 48200\text{-cm}^4$

plasztikus kereszt-
metszeti tényező: $W_{b.pl} := 2194.0\text{-cm}^3$

terület: $A_b := 115.52\text{-cm}^2$

gerendafesztáv:
(oszloptengelytől oszloptengelyig) $L_b := 19500\text{-mm}$

gerenda hajlása: $\alpha := 10^\circ$

Oszlop: HEA400, FE360szelvénymagasság: $h_c := 390\text{-mm}$ szélesség: $b_c := 300\text{-mm}$ övvastagság: $t_{fc} := 19\text{-mm}$ gerincvastagság: $t_{wc} := 11\text{-mm}$ lekerekítési sugár: $r_c := 27\text{-mm}$ inercia: $I_c := 45070\text{cm}^4$ terület: $A_c := 158.98\text{cm}^2$ emeletmagasság:
(oszlophossz) $L_c := 8000\text{-mm}$ **Homloklemez:** 220 - 20 / 800, FE360homloklemez magassága: $h_{ep} := 800\text{-mm}$ homloklemez szélessége: $b_{ep} := 220\text{-mm}$ homloklemez vastagsága: $t_{ep} := 20\text{-mm}$ homloklemez felső éle és a gerenda
felső öve közötti függ. távolság: $l_{ep} := 15\text{-mm}$ csavarsorok száma: max. 6 db $r_n := 5$ alátétek száma csavaronként: $w_n := 2$ csavarok vízsz. távolsága a homloklemez élétől: $e_2 := 50\text{-mm}$ homloklemez felső éle és az első
csavarsor közötti függőleges távolság: $e_1 := 80\text{-mm}$ 1. és 2. csavarsorok közötti függ. távolság: $p_1 := 80\text{-mm}$ 2. és 3. csavarsorok közötti függ. távolság: $p_2 := 280\text{-mm}$ 3. és 4. csavarsorok közötti függ. távolság: $p_3 := 180\text{-mm}$ 4. és 5. csavarsorok közötti függ. távolság: $p_4 := 100\text{-mm}$

Húzott csavarok: M20 10.9, nem feszített

csavarszár átmérője:	$d_b := 20\text{-mm}$
feszültség-keresztmetszet:	$A_s := 244.8\text{-mm}^2$
csavarfej magassága:	$t_b := 13\text{-mm}$
csavaranya magassága:	$t_n := 16\text{-mm}$
a csavarfej vagy a csavaranya köré írható kör átmérője:	$d_{bh} := 34.6\text{-mm}$
csavaralátét átmérője:	$d_w := 37\text{-mm}$
csavaralátét magassága:	$t_w := 3\text{-mm}$
csavarlyuk átmérője:	$d_h := 22\text{-mm}$

Kiékelés

kiékelés magassága:	$h_{hn} := 260\text{-mm}$
kiékelés hossza:	$l_{hn} := 400\text{-mm}$
kiékelés övszélessége	$b_{fhn} := 200\text{-mm}$
kiékelés övvastagsága:	$t_{fhn0} := 16\text{-mm}$
kiékelés gerincvastagsága:	$t_{whn} := 10\text{-mm}$

Varratok

gerendaövet bekötő varrat mérete:	$a_{fb} := 8\text{-mm}$
gerendagerincet bekötő varrat mérete:	$a_{wb} := 4\text{-mm}$

1.4. BIZTONSÁGI TÉNYEZŐK

1., 2., és 3. osztályú keresztmetszetek biztonsági tényezője:	$\gamma_{M0} := 1.10$
4. osztályú keresztmetszetek, illetve kihajló, kiforduló elemek biztonsági tényezője:	$\gamma_{M1} := 1.10$
csavarozott kapcsolat biztonsági tényezője:	$\gamma_{Mb} := 1.25$
hegesztett kapcsolat biztonsági tényezője:	$\gamma_{Mw} := 1.25$

2. HAJLÍTÁSI ELLENÁLLÁS MEGHATÁROZÁSA

2.1. Oszlop nyírt gerinclemeze

nyírt felület:

$$A_{vc} := A_c - 2 \cdot b_c \cdot t_{fc} + (t_{wc} + 2 \cdot r_c) \cdot t_{fc} \quad A_{vc} = 57.33 \text{ cm}^2$$

ellenállás:

$$V_{cws.Rd} := \frac{0.9 \cdot f_{y,cw} \cdot A_{vc}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \quad V_{cws.Rd} = 636.41 \text{ kN}$$

BETA tényező (a belső erők eloszlásának hatását veszi figyelembe):

megjegyzés:

A BETA értékének egyszerűsítésképpen 0,1,2 érték választható az EC3 1-8 rész 5.4 táblázata értelmében. A BETA aktuális értéke teljes merevségi számítást igényel.

$$\beta := 1.0$$

az oszlopperinc nyírási ellenállása a belső erők eloszlásának hatását figyelebe véve (képlékeny nyírási ellenállás):

$$F_{cws.Rd} := \frac{V_{cws.Rd}}{\beta}$$

$$F_{cws.Rd} = 636.41 \text{ kN}$$

2.2. Oszlop nyomott gerinclemeze

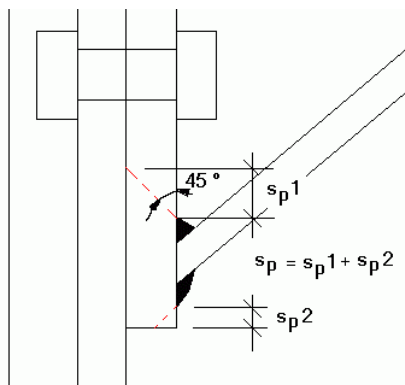
2.2.1. Oszlop nyomott gerinclemeze ("crushing" ellenállás)

hatékony szélesség ($b_{eff,cwc}$):

$$b_{eff,cwc} := t_{fhn} + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{fb} + 5 \cdot (t_{fc} + r_c) + s_p$$

$$b_{eff,cwc} = 299.46 \text{ mm}$$

s_p minimum értéke a homloklemez vastagsága (t_{ep}), de max. $2 \times t_{ep}$ a homloklemez helyzetétől függően.



ω tényező (a nyírási interakció figyelembevételé miatt):
(a T6.3 tábla alapján)

BETA=1 (mivel egyoldali o-g
kapcsolatról van szó.)

$$\omega = 0.84$$

Table 6.3: Reduction factor ω for interaction with shear

Transformation parameter β	Reduction factor ω
$0 \leq \beta \leq 0,5$	$\omega = 1$
$0,5 < \beta < 1$	$\omega = \omega_1 + 2(1 - \beta)(1 - \omega_1)$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + (\beta - 1)(\omega_2 - \omega_1)$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$
$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \left(b_{\text{eff},wc} t_{wc} / A_{vc} \right)^2}}$	$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5,2 \left(b_{\text{eff},wc} t_{wc} / A_{vc} \right)^2}}$
A_{vc} is the shear area of the column, see 6.2.4.1; β is the transformation parameter, see 5.3(7).	

hosszirányú nyomó feszültség (a nyomó erőből és a hajlítónyomatékból) a hengerelt oszlopszelvény lekerekítésénél:

$$\sigma_v := 0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

,mivel a csomóponti
igénybevételek nem ismertek

$$1.7 - \frac{\sigma_v}{f_{y,cw}} \quad , \text{ha} \quad \sigma_v > 0.7 \cdot f_{y,cw}$$

$$, \text{így} \quad k_{wc} = 1.00$$

ellenállás:

$$F_{cwcc,Rd} := \frac{b_{\text{eff},cw} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,cw} \cdot \omega \cdot k_{wc}}{\gamma_{M0}}$$

$$F_{cwcc,Rd} = 588.66 \text{ kN}$$

2.2.2. Oszlop nyomott gerinclemeze ("buckling" ellenállás)

hatékony szélesség: mint az nyomott oszlopperinc 'crushing' ellenállásánál.

$$b_{\text{eff.cwc}} = 299.46 \text{ mm}$$

"buckling" ellenállás:

A klasszikus Winter-formula alapján határozzuk meg, mely akkor használható, ha a λ_{red} nagyobb v. egyenlő mint 0.72. (Ha λ_{red} kisebb, mint 0.72, akkor $F_{\text{cwc.Rd}} = F_{\text{cwcc.Rd}}$)

a tiszta oszlopperinc-magasság:

$$d_{\text{wc}} := h_{\text{c}} - 2 \cdot t_{\text{fc}} - 2 \cdot r_{\text{c}}$$

$$d_{\text{wc}} = 298.00 \text{ mm}$$

a rugalmas kritikus erő:

$$F_{\text{cr}} := \frac{\pi \cdot E \cdot t_{\text{wc}}^3}{3 \cdot (1 - \nu^2) \cdot d_{\text{wc}}}$$

$$F_{\text{cr}} = 1079.36 \text{ kN}$$

a redukált karcsúság:

$$\lambda_{\text{red}} := \sqrt{\frac{b_{\text{eff.cwc}} \cdot t_{\text{wc}} \cdot f_{\text{y.cw}}}{F_{\text{cr}}}}$$

$$\lambda_{\text{red}} = 0.85$$

ellenállás:

$$F_{\text{cwcb.Rd}} := \frac{b_{\text{eff.cwc}} \cdot t_{\text{wc}} \cdot f_{\text{y.cw}} \cdot \omega \cdot k_{\text{wc}}}{\gamma_{\text{M1}}} \cdot \left[\frac{1}{\lambda_{\text{red}}} \cdot \left(1 - \frac{0.22}{\lambda_{\text{red}}} \right) \right]$$

$$F_{\text{cwcb.Rd}} = 514.53 \text{ kN}$$

az oszlop nyomott gerinclemezésének ellenállása:

$$F_{\text{cwc.Rd}} := \begin{cases} F_{\text{cwcb.Rd}} & \text{if } (\lambda_{\text{red}} > 0.72) \\ F_{\text{cwcc.Rd}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$F_{\text{cwc.Rd}} = 514.53 \text{ kN}$$

2.3. Oszlop húzott gerinclemeze

geometriai paraméterek:

$$e_c := 90\text{-mm}$$

$$m_c := 32.90\text{-mm}$$

$$n_c := 41.12\text{-mm}$$

$$e_{\min} := 50\text{-mm}$$

$$e_w := 9.25\text{-mm}$$

$$e_1 := 80\text{-mm}$$

(e.1 az első csavarsor távolsága az oszlop tetejétől)

$$(n = e_{\min}, \text{ de } n \leq 1.25 \cdot m)$$

MEGJEGYZÉS: A geometriai paraméterek és a helyettesítő T-elem szélességének meghatározása a MELLÉKLET alapján történik.

az helyettesítő T-elem szélesség:

1) önállóan tekintett csavarsorok

- kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.c}} := 2 \cdot \pi \cdot m_c$$

$$b_{\text{eff.cwt.c}} = 206.72\text{mm}$$

oszlop teteje:

$$b_{\text{eff.cwt.c.top}} := \pi \cdot m_c + 2 \cdot e_1$$

$$b_{\text{eff.cwt.c.top}} = 263.36\text{mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.nc}} := 4 \cdot m_c + 1.25 \cdot e_c$$

$$b_{\text{eff.cwt.nc}} = 244.10\text{mm}$$

oszlop teteje:

$$b_{\text{eff.cwt.nc.top}} := 2 \cdot m_c + 0.625 \cdot e_c + e_1$$

$$b_{\text{eff.cwt.nc.top}} = 202.05\text{mm}$$

Első csavarsornál:

- kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.c.1}} := b_{\text{eff.cwt.c}}$$

$$b_{\text{eff.cwt.c.1}} = 206.72\text{mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.nc.1}} := b_{\text{eff.cwt.nc.top}}$$

$$b_{\text{eff.cwt.nc.1}} = 202.05\text{mm}$$

Más csavarsoroknál:

- kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.c}} := b_{\text{eff.cwt.c.1}}$$

$$b_{\text{eff.cwt.c}} = 206.72\text{mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.nc}} := b_{\text{eff.cwt.nc}}$$

$$b_{\text{eff.cwt.nc}} = 244.10\text{mm}$$

2) csavarcsoport részeként tekintett csavarsorok

1 - 2 - kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.c.g1}} := 2 \cdot (\pi \cdot m_c + p_1)$$

$$b_{\text{eff.cwt.c.g1}} = 366.72\text{mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.nc.g1}} := (e_1 + 0.5 \cdot p_1) + (2 \cdot m_c + 0.625 \cdot e_c + 0.5 \cdot p_1)$$

$$b_{\text{eff.cwt.nc.g1}} = 282.05\text{mm}$$

1 - 3 - kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.c.g1}} := 2 \cdot (\pi \cdot m_c + p_1 + p_2)$$

$$b_{\text{eff.cwt.c.g1}} = 926.72 \text{ mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.nc.g1}} := (e_1 + 0.5 \cdot p_1) + \left(\frac{p_1 + p_2}{2} \right) \dots$$

$$+ (2 \cdot m_c + 0.625 \cdot e_c + 0.5 \cdot p_2)$$

$$b_{\text{eff.cwt.nc.g1}} = 562.05 \text{ mm}$$

2 - 3 - kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.c.g1}} := 2 \cdot (\pi \cdot m_c + p_2)$$

$$b_{\text{eff.cwt.c.g1}} = 766.72 \text{ mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.cwt.nc.g1}} := 2 \cdot (2 \cdot m_c + 0.625 \cdot e_c + 0.5 \cdot p_2)$$

$$b_{\text{eff.cwt.nc.g1}} = 524.10 \text{ mm}$$

Húzott oszlopperinc ellenállása :*1) önállóan tekintett csavarsorok*

Csavarsor 1:

Segédmenyiségek: $\omega := 0.915$ $b_{\text{eff.cwt.nc.1}} = 202.05 \text{ mm}$

$$F_{\text{cwt.Rd.1}} := \frac{\omega \cdot b_{\text{eff.cwt.nc.1}} \cdot t_{\text{wc}} \cdot f_{\text{y.cw}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad F_{\text{cwt.Rd.1}} = 434.46 \text{ kN}$$

Csavarsor 2:

Segédmenyiségek: $\omega := 0.882$ $b_{\text{eff.cwt.c}} = 206.72 \text{ mm}$

$$F_{\text{cwt.Rd.2}} := \frac{\omega \cdot b_{\text{eff.cwt.c}} \cdot t_{\text{wc}} \cdot f_{\text{y.cw}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad F_{\text{cwt.Rd.2}} = 428.46 \text{ kN}$$

Csavarsor 3:

Segédmenyiségek: $\omega := 0.882$ $b_{\text{eff.cwt.c}} = 206.72 \text{ mm}$

$$F_{\text{cwt.Rd.3}} := \frac{\omega \cdot b_{\text{eff.cwt.c}} \cdot t_{\text{wc}} \cdot f_{\text{y.cw}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad F_{\text{cwt.Rd.3}} = 428.46 \text{ kN}$$

2) csavarcsoport részeként tekintett csavarsorok

Csavarcsoport 1 - 2:

Segédmenyiségek: $\omega := 0.851$ $b_{\text{eff.cwt.nc.g1}} = 282.05 \text{ mm}$

$$F_{\text{cwt.Rd.g1}} := \frac{\omega \cdot b_{\text{eff.cwt.nc.g1}} \cdot t_{\text{wc}} \cdot f_{\text{y.cw}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad F_{\text{cwt.Rd.g1}} = 564.06 \text{ kN}$$

Csavarcsopozt 1 - 3:

Segédmenntiségek: $\omega := 0.631$ $b_{\text{eff.cwt.nc.g2}} = 562.05\text{mm}$

$$F_{\text{cwt.Rd.g2}} := \frac{\omega \cdot b_{\text{eff.cwt.nc.g2}} \cdot t_{\text{wc}} \cdot f_{\text{y.cw}}}{\gamma M0} \quad F_{\text{cwt.Rd.g2}} = 833.44\text{kN}$$

Csavarcsopozt 2 - 3:

Segédmenntiségek: $\omega := 0.657$ $b_{\text{eff.cwt.nc.g3}} = 524.10\text{mm}$

$$F_{\text{cwt.Rd.g3}} := \frac{\omega \cdot b_{\text{eff.cwt.nc.g3}} \cdot t_{\text{wc}} \cdot f_{\text{y.cw}}}{\gamma M0} \quad F_{\text{cwt.Rd.g3}} = 809.18\text{kN}$$

2.4. Oszlop hajlított övlemeze

Egy csavar húzási ellenállása .(Table 3.4)

$$B_{\text{t.Rd}} := \frac{0.9 \cdot f_{\text{u}} \cdot b \cdot A_{\text{s}}}{\gamma M_b} \quad B_{\text{t.Rd}} = 176.26\text{kN}$$

A helyettesítő T-elem megegyezik az *Oszlop húzott gerinclemeze* komponensnél meghatározottakkal.

1) önállóan tekintett csavarsorok (mindkét csavarsornál ua.)

- Csavarsor 1

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff1.1}} := b_{\text{eff.cwt.c.1}}$$

$$b_{\text{eff1.1}} = 206.72\text{mm}$$

$$b_{\text{eff2.1}} := b_{\text{eff.cwt.c.1}}$$

$$b_{\text{eff2.1}} = 206.72\text{mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff1.1}} \cdot (t_{\text{fc}})^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma M0} \quad M_{\text{pl.1.Rd}} = 3985.64\text{N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff2.1}} \cdot t_{\text{fc}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma M0} \quad M_{\text{pl.2.Rd}} = 3985.64\text{N}\cdot\text{m}$$

Az öv teljes folyása: $F_{t1\ 1} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.Rd}}{m_c}$ $F_{t1\ 1} = 484.58 \text{ kN}$

Csavartörés egyidejű övfolyással: $F_{t2\ 1} := \frac{2 \cdot M_{pl.2.Rd} + n_c \cdot 2 \cdot B_{t.Rd}}{m_c + n_c}$ $F_{t2\ 1} = 303.52 \text{ kN}$

Csavartörés: $F_{t3\ 1} := 2 \cdot B_{t.Rd}$ $F_{t3\ 1} = 352.51 \text{ kN}$

Csavarsor 1
ellenállása:

$$F_{cfb.Rd.1} := \min \left[\begin{array}{c} F_{t1\ 1} \\ F_{t2\ 1} \\ F_{t3\ 1} \end{array} \right] \quad F_{cfb.Rd.1} = 303.52 \text{ kN}$$

- Csavarsor 2

hatékony szélesség:

$$b_{eff1.2} := b_{eff.cwt.c}$$

$$b_{eff1.2} = 206.72 \text{ mm}$$

$$b_{eff2.2} := b_{eff.cwt.nc}$$

$$b_{eff2.2} = 244.10 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{pl.1.Rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff1.2} \cdot (t_{fc})^2 \cdot f_{y.cf}}{\gamma_{M0}} \quad M_{pl.1.Rd} = 3985.64 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl.2.Rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff2.2} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{y.cf}}{\gamma_{M0}} \quad M_{pl.2.Rd} = 4706.41 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Az öv teljes folyása: $F_{t1\ 2} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.Rd}}{m_c}$ $F_{t1\ 2} = 484.58 \text{ kN}$

Csavartörés egyidejű övfolyással: $F_{t2\ 2} := \frac{2 \cdot M_{pl.2.Rd} + n_c \cdot 2 \cdot B_{t.Rd}}{m_c + n_c}$ $F_{t2\ 2} = 323.00 \text{ kN}$

Csavartörés: $F_{t3\ 2} := 2 \cdot B_{t.Rd}$ $F_{t3\ 2} = 352.51 \text{ kN}$

Csavarsor 2
ellenállása:

$$F_{cfb.Rd.2} := \min \left[\begin{array}{c} F_{t1\ 2} \\ F_{t2\ 2} \\ F_{t3\ 2} \end{array} \right] \quad F_{cfb.Rd.2} = 323.00 \text{ kN}$$

- Csavarsor 3

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff}1.3} := b_{\text{eff.cwt.c}}$$

$$b_{\text{eff}1.3} = 206.72 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}2.3} := b_{\text{eff.cwt.nc}}$$

$$b_{\text{eff}2.3} = 244.10 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff}1.2} \cdot (t_{\text{fc}})^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.1.Rd}} = 3985.64 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff}2.2} \cdot t_{\text{fc}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.2.Rd}} = 4706.41 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Az öv teljes folyása: $F_{t1.3} := \frac{4 \cdot M_{\text{pl.1.Rd}}}{m_{\text{c}}} \quad F_{t1.3} = 484.58 \text{ kN}$

Csavartörés egyidejű övfolyással: $F_{t2.3} := \frac{2 \cdot M_{\text{pl.2.Rd}} + n_{\text{c}} \cdot 2 \cdot B_{\text{t.Rd}}}{m_{\text{c}} + n_{\text{c}}} \quad F_{t2.3} = 323.00 \text{ kN}$

Csavartörés: $F_{t3.3} := 2 \cdot B_{\text{t.Rd}} \quad F_{t3.3} = 352.51 \text{ kN}$

Csavarsor 3
ellenállása:

$$F_{\text{cfb.Rd.3}} := \min \left[\begin{array}{c} F_{t1.3} \\ F_{t2.3} \\ F_{t3.3} \end{array} \right] \quad F_{\text{cfb.Rd.3}} = 323.00 \text{ kN}$$

2) csavarcsoport részeként tekintett csavarsorok

- Csavarcsoport 1-2

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff}1.g1} := b_{\text{eff.cwt.nc.g1}}$$

$$b_{\text{eff}1.g1} = 282.05 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}2.g1} := b_{\text{eff.cwt.nc.g1}}$$

$$b_{\text{eff}2.g1} = 282.05 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff}1.g1} \cdot (t_{\text{fc}})^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.1.Rd}} = 5438.12 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff}2.g1} \cdot t_{\text{fc}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.2.Rd}} = 5438.12 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Az öv teljes folyása: $F_{t1\ g1} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.Rd}}{m_c}$ $F_{t1\ g1} = 661.17\text{kN}$

Csavartörés egyidejű övfolyással: $F_{t2\ g1} := \frac{2 \cdot M_{pl.2.Rd} + n_c \cdot 4 \cdot B_t \cdot R_d}{m_c + n_c}$ $F_{t2\ g1} = 538.60\text{kN}$

Csavartörés: $F_{t3\ g1} := 4 \cdot B_t \cdot R_d$ $F_{t3\ g1} = 705.02\text{kN}$

Csavarcsoport 1-2 ellenállása:

$$F_{cfb.Rd.g1} := \min \begin{bmatrix} F_{t1\ g1} \\ F_{t2\ g1} \\ F_{t3\ g1} \end{bmatrix} \quad F_{cfb.Rd.g1} = 538.60\text{kN}$$

- Csavarcsoport 1-3

hatékony szélesség:

$$b_{eff1.g2} := b_{eff.cwt.nc.g2}$$

$$b_{eff1.g2} = 562.05\text{mm}$$

$$b_{eff2.g2} := b_{eff.cwt.nc.g2}$$

$$b_{eff2.g2} = 562.05\text{mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{pl.1.Rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff1.g2} \cdot (t_{fc})^2 \cdot f_{y.cf}}{\gamma_{M0}} \quad M_{pl.1.Rd} = 10836.7\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl.2.Rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff2.g2} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{y.cf}}{\gamma_{M0}} \quad M_{pl.2.Rd} = 10836.7\text{kN}\cdot\text{m}$$

Az öv teljes folyása: $F_{t1\ g2} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.Rd}}{m_c}$ $F_{t1\ g2} = 1317.53\text{kN}$

Csavartörés egyidejű övfolyással: $F_{t2\ g2} := \frac{2 \cdot M_{pl.2.Rd} + n_c \cdot 6 \cdot B_t \cdot R_d}{m_c + n_c}$ $F_{t2\ g2} = 880.29\text{kN}$

Csavartörés: $F_{t3\ g2} := 6 \cdot B_t \cdot R_d$ $F_{t3\ g2} = 1057.54\text{kN}$

Csavarcsoport 1-3 ellenállása:

$$F_{cfb.Rd.g2} := \min \begin{bmatrix} F_{t1\ g2} \\ F_{t2\ g2} \\ F_{t3\ g2} \end{bmatrix} \quad F_{cfb.Rd.g2} = 880.29\text{kN}$$

- Csavarcsoport 2-3

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff1.g3}} := b_{\text{eff.cwt.nc.g3}}$$

$$b_{\text{eff1.g3}} = 524.10 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff2.g3}} := b_{\text{eff.cwt.nc.g3}}$$

$$b_{\text{eff2.g3}} = 524.10 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff1.g3}} \cdot (t_{\text{fc}})^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.1.Rd}} = 10105.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff2.g3}} \cdot t_{\text{fc}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.2.Rd}} = 10105.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Az öv teljes folyása: $F_{\text{t1.g3}} := \frac{4 \cdot M_{\text{pl.1.Rd}}}{m_{\text{c}}} \quad F_{\text{t1.g3}} = 1228.57 \text{ kN}$

Csavarörés egyidejű övfolyással: $F_{\text{t2.g3}} := \frac{2 \cdot M_{\text{pl.2.Rd}} + n_{\text{c}} \cdot 4 \cdot B_{\text{t.Rd}}}{m_{\text{c}} + n_{\text{c}}} \quad F_{\text{t2.g3}} = 664.69 \text{ kN}$

Csavarörés: $F_{\text{t3.g3}} := 4 \cdot B_{\text{t.Rd}} \quad F_{\text{t3.g3}} = 705.02 \text{ kN}$

Csavarcsoport 2-3 ellenállása:

$$F_{\text{cfb.Rd.g3}} := \min \left[\begin{array}{c} F_{\text{t1.g3}} \\ F_{\text{t2.g3}} \\ F_{\text{t3.g3}} \end{array} \right] \quad F_{\text{cfb.Rd.g3}} = 664.69 \text{ kN}$$

2.5. Hajlított homloklemez

geometriai paraméterek:

$$e_{\text{c}} := 90 \text{ mm} \quad m_{\text{ep}} := 50.37 \text{ mm}$$

Csavarosor 1 (a gerenda felső öve alatt)

$$m_{1.1} := m_{\text{ep}} \quad m_{1.1} = 50.37 \text{ mm} \quad \lambda_{1.1} := 0.50 \quad \alpha_1 := 5.94$$

$$m_{2.1} := 39.70 \text{ mm} \quad \lambda_{2.1} := 0.44$$

Csavarosor 3 (a gerenda felső öve felett)

$$m_{1.2} := m_{\text{ep}} \quad m_{1.2} = 50.37 \text{ mm} \quad \lambda_{1.2} := 0.50 \quad \alpha_2 := 5.60$$

$$m_{2.2} := 57.42 \text{ mm} \quad \lambda_{2.2} := 0.57$$

MEGJEGYZÉS: A LAMBDA és ALFA tényezők, valamint a helyettesítő T-elem szélességének meghatározása a mellékletben található grafikon alapján történik.

a helyettesítő T-elem szélesség:

1) önállóan tekintett csavarsorok

Csavarsor 1

- kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.c.1}} := 2 \cdot \pi \cdot m_1$$

$$b_{\text{eff.epb.c.1}} = 316.48 \text{ mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.nc.1}} := \alpha_1 \cdot m_1$$

$$b_{\text{eff.epb.nc.1}} = 299.20 \text{ mm}$$

Csavarsor 2

- kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.c.2}} := 2 \cdot \pi \cdot m_2$$

$$b_{\text{eff.epb.c.2}} = 316.48 \text{ mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.nc.2}} := 4 \cdot m_2 + 1.25 \cdot e_{\text{ep}}$$

$$b_{\text{eff.epb.nc.2}} = 263.98 \text{ mm}$$

Csavarsor 3

- kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.c.3}} := 2 \cdot \pi \cdot m_3$$

$$b_{\text{eff.epb.c.3}} = 316.48 \text{ mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.nc.3}} := \alpha_3 \cdot m_3$$

$$b_{\text{eff.epb.nc.3}} = 282.07 \text{ mm}$$

2) csavarcsoport részeként tekintett csavarsorok

Csavarcsoport 1 - 2

- kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.c.g1}} := 2 \cdot (\pi \cdot m_1 + p_1)$$

$$b_{\text{eff.epb.c.g1}} = 476.48 \text{ mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.nc.g1}} := \left[\alpha_1 \cdot m_1 + 0.5 \cdot p_1 - (2 \cdot m_1 + 0.625 \cdot e_{\text{ep}}) \right] \dots \\ + (2 \cdot m_2 + 0.5 \cdot p_1 + 0.625 \cdot e_{\text{ep}})$$

$$b_{\text{eff.epb.nc.g1}} = 379.20 \text{ mm}$$

Csavarcsoport 1 - 3

- kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.c.g2}} := (\pi \cdot m_1 + p_1) \dots \\ + 2 \cdot \left(\frac{p_2 + p_1}{2} \right) \dots \\ + (\pi \cdot m_3 + p_2)$$

$$b_{\text{eff.epb.c.g2}} = 1036.48 \text{ mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.nc.g2}} := \left[\alpha_1 \cdot m_1 + 0.5 \cdot p_1 - (2 \cdot m_1 + 0.625 \cdot e_{\text{ep}}) \right] \dots \\ + \frac{p_1 + p_2}{2} \dots \\ + \left[\alpha_3 \cdot m_3 + 0.5 \cdot p_2 - (2 \cdot m_3 + 0.625 \cdot e_{\text{ep}}) \right]$$

$$b_{\text{eff.epb.nc.g2}} = 677.29 \text{ mm}$$

Csavarcsoport 2 - 3

- kör alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.c.g3}} := 2 \cdot (\pi \cdot m1_1 + p_2)$$

$$b_{\text{eff.epb.c.g3}} = 876.48 \text{ mm}$$

- más alakú töréskép:

$$b_{\text{eff.epb.nc.g3}} := (2 \cdot m1_2 + 0.5 \cdot p_2 + 0.625 \cdot e_{\text{ep}}) \dots \\ + [\alpha_3 \cdot m1_3 + 0.5 \cdot p_2 - (2 \cdot m1_3 + 0.625 \cdot e_{\text{ep}})]$$

$$b_{\text{eff.epb.nc.g3}} = 562.07 \text{ mm}$$

Egy csavar húzási ellenállása .(Table 3.4)

$$B_{\text{t.Rd}} := \frac{0.9 \cdot f_{\text{u.b}} \cdot A_{\text{s}}}{\gamma_{\text{Mb}}} \quad B_{\text{t.Rd}} = 176.26 \text{ kN}$$

1) önállóan tekintett csavarsorok

- Csavarsor 1

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff1.1}} := b_{\text{eff.epb.nc.1}}$$

$$b_{\text{eff1.1}} = 299.20 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff2.1}} := b_{\text{eff.epb.nc.1}}$$

$$b_{\text{eff2.1}} = 299.20 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff1.1}} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.1.Rd}} = 6391.95 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff2.1}} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.2.Rd}} = 6391.95 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$\text{Az öv teljes folyása:} \quad Ft1_1 := \frac{4 \cdot M_{\text{pl.1.Rd}}}{m1_1} \quad Ft1_1 = 507.60 \text{ kN}$$

$$\text{Csavartörés} \\ \text{egyidejű övfolyással:} \quad Ft2_1 := \frac{2 \cdot M_{\text{pl.2.Rd}} + n_{\text{ep}} \cdot 2 \cdot B_{\text{t.Rd}}}{m1_1 + n_{\text{ep}}} \quad Ft2_1 = 302.97 \text{ kN}$$

$$\text{Csavartörés:} \quad Ft3_1 := 2 \cdot B_{\text{t.Rd}} \quad Ft3_1 = 352.51 \text{ kN}$$

Csavarsor 1
ellenállása:

$$F_{\text{epb.Rd.1}} := \min \left[\begin{array}{l} Ft1_1 \\ Ft2_1 \\ Ft3_1 \end{array} \right] \quad F_{\text{epb.Rd.1}} = 302.97 \text{ kN}$$

- Csavarsor 2

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff}1.2} := b_{\text{eff.epb.nc.2}}$$

$$b_{\text{eff}1.2} = 263.98 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}2.2} := b_{\text{eff.epb.nc.2}}$$

$$b_{\text{eff}2.2} = 263.98 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff}1.2} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.1.Rd}} = 5639.57 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff}2.2} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.2.Rd}} = 5639.57 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Az öv teljes folyása: $F_{t1.2} := \frac{4 \cdot M_{\text{pl.1.Rd}}}{m_{1.2}} \quad F_{t1.2} = 447.85 \text{ kN}$

Csavartörés egyidejű övfolyással: $F_{t2.2} := \frac{2 \cdot M_{\text{pl.2.Rd}} + n_{\text{ep}} \cdot 2 \cdot B_{\text{t.Rd}}}{m_{1.2} + n_{\text{ep}}} \quad F_{t2.2} = 287.98 \text{ kN}$

Csavartörés: $F_{t3.2} := 2 \cdot B_{\text{t.Rd}} \quad F_{t3.2} = 352.51 \text{ kN}$

Csavarsor 2
ellenállása:

$$F_{\text{epb.Rd.2}} := \min \begin{bmatrix} F_{t1.2} \\ F_{t2.2} \\ F_{t3.2} \end{bmatrix} \quad F_{\text{epb.Rd.2}} = 287.98 \text{ kN}$$

- Csavarsor 3

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff}1.3} := b_{\text{eff.epb.nc.3}}$$

$$b_{\text{eff}1.3} = 282.07 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}2.3} := b_{\text{eff.epb.nc.3}}$$

$$b_{\text{eff}2.3} = 282.07 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff}1.3} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.1.Rd}} = 6026.08 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff}2.3} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma_{\text{M0}}} \quad M_{\text{pl.2.Rd}} = 6026.08 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$\text{Az öv teljes folyása: } Ft1_3 := \frac{4 \cdot M_{pl.1.Rd}}{m1_2} \quad Ft1_3 = 478.55 \text{ kN}$$

$$\text{Csavartörés egyidejű övfolyással: } Ft2_3 := \frac{2 \cdot M_{pl.2.Rd} + n_{ep} \cdot 2 \cdot B_{t.Rd}}{m1_2 + n_{ep}} \quad Ft2_3 = 295.68 \text{ kN}$$

$$\text{Csavartörés: } Ft3_3 := 2 \cdot B_{t.Rd} \quad Ft3_3 = 352.51 \text{ kN}$$

Csavarsor 2
ellenállása:

$$F_{epb.Rd.3} := \min \left[\begin{array}{c} Ft1_3 \\ Ft2_3 \\ Ft3_3 \end{array} \right] \quad F_{epb.Rd.3} = 295.68 \text{ kN}$$

2) csavarcsoport részeként tekintett csavarsorok

- Csavarcsoport 1-2

hatékony szélesség:

$$b_{eff1.g1} := b_{eff.epb.nc.g1}$$

$$b_{eff1.g1} = 379.20 \text{ mm}$$

$$b_{eff2.g1} := b_{eff.epb.nc.g1}$$

$$b_{eff2.g1} = 379.20 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{pl.1.Rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff1.g1} \cdot t_{ep}^2 \cdot f_{y.cf}}{\gamma_{M0}} \quad M_{pl.1.Rd} = 8101.04 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl.2.Rd} := \frac{0.25 \cdot b_{eff2.g1} \cdot t_{ep}^2 \cdot f_{y.cf}}{\gamma_{M0}} \quad M_{pl.2.Rd} = 8101.04 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Az öv teljes folyása: } Ft1_{g1} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.Rd}}{m1_1} \quad Ft1_{g1} = 643.32 \text{ kN}$$

$$\text{Csavartörés egyidejű övfolyással: } Ft2_{g1} := \frac{2 \cdot M_{pl.2.Rd} + n_{ep} \cdot 4 \cdot B_{t.Rd}}{m1_1 + n_{ep}} \quad Ft2_{g1} = 512.64 \text{ kN}$$

$$\text{Csavartörés: } Ft3_{g1} := 4 \cdot B_{t.Rd} \quad Ft3_{g1} = 705.02 \text{ kN}$$

Csavarcsoport 1-2
ellenállása:

$$F_{epb.Rd.g1} := \min \left[\begin{array}{c} Ft1_{g1} \\ Ft2_{g1} \\ Ft3_{g1} \end{array} \right] \quad F_{epb.Rd.g1} = 512.64 \text{ kN}$$

- Csavarcsoport 1-3

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff1.g2}} := b_{\text{eff.epb.nc.g2}}$$

$$b_{\text{eff1.g2}} = 677.29 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff2.g2}} := b_{\text{eff.epb.nc.g2}}$$

$$b_{\text{eff2.g2}} = 677.29 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff1.g2}} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma \cdot M_0}$$

$$M_{\text{pl.1.Rd}} = 14469.37 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff2.g2}} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma \cdot M_0}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} = 14469.37 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Az öv teljes folyása: $F_{t1.g2} := \frac{4 \cdot M_{\text{pl.1.Rd}}}{m_{l1}}$

$$F_{t1.g2} = 1149.05 \text{ kN}$$

Csavarörés egyidejű övfolyással: $F_{t2.g2} := \frac{2 \cdot M_{\text{pl.2.Rd}} + n_{\text{ep}} \cdot 6 \cdot B_{\text{t.Rd}}}{m_{l1} + n_{\text{ep}}}$

$$F_{t2.g2} = 815.14 \text{ kN}$$

Csavarörés: $F_{t3.g2} := 6 \cdot B_{\text{t.Rd}}$

$$F_{t3.g2} = 1057.54 \text{ kN}$$

Csavarcsoport 1-3 ellenállása:

$$F_{\text{epb.Rd.g2}} := \min \left[\begin{array}{c} F_{t1.g2} \\ F_{t2.g2} \\ F_{t3.g2} \end{array} \right]$$

$$F_{\text{epb.Rd.g2}} = 815.14 \text{ kN}$$

- Csavarcsoport 2-3

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff1.g3}} := b_{\text{eff.epb.nc.g3}}$$

$$b_{\text{eff1.g3}} = 562.07 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff2.g3}} := b_{\text{eff.epb.nc.g3}}$$

$$b_{\text{eff2.g3}} = 562.07 \text{ mm}$$

a T-elem ellenállása:

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff1.g3}} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma \cdot M_0}$$

$$M_{\text{pl.1.Rd}} = 12007.9 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := \frac{0.25 \cdot b_{\text{eff2.g3}} \cdot t_{\text{ep}}^2 \cdot f_{\text{y.cf}}}{\gamma \cdot M_0}$$

$$M_{\text{pl.2.Rd}} = 12007.9 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Az öv teljes folyása: $F_{t1\ g3} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.Rd}}{m l_1}$ $F_{t1\ g3} = 953.58\text{kN}$

Csavartörés egyidejű övfolyással: $F_{t2\ g3} := \frac{2 \cdot M_{pl.2.Rd} + n_{ep} \cdot 4 \cdot B_{t.Rd}}{m l_1 + n_{ep}}$ $F_{t2\ g3} = 590.49\text{kN}$

Csavartörés: $F_{t3\ g3} := 4 \cdot B_{t.Rd}$ $F_{t3\ g3} = 705.02\text{kN}$

Csavarcsoport 2-3
ellenállása:

$$F_{epb.Rd.g3} := \min \left[\begin{array}{c} F_{t1\ g3} \\ F_{t2\ g3} \\ F_{t3\ g3} \end{array} \right] \quad F_{epb.Rd.g3} = 590.49\text{kN}$$

2.5. Gerenda húzott gerinclemeze

A hatékony szélességek megegyeznek a hajlított homloklemes komponens megfelelő elemével.

1) önállóan tekintett csavarsorok

Csavarsor 1

$$b_{eff.bwt.1} := b_{eff.epb.nc.1} \quad b_{eff.bwt.1} = 299.20\text{mm}$$

Csavarsor 2

$$b_{eff.bwt.2} := b_{eff.epb.nc.2} \quad b_{eff.bwt.2} = 263.98\text{mm}$$

Csavarsor 3

$$b_{eff.bwt.3} := b_{eff.epb.nc.3} \quad b_{eff.bwt.3} = 282.07\text{mm}$$

Csavarsor 1

ellenállása:

$$F_{bwt.Rd.1} := \frac{b_{eff.bwt.1} \cdot t_{wb} \cdot f_{y.bw}}{\gamma_{M0}} \quad F_{bwt.Rd.1} = 651.98\text{kN}$$

Csavarsor 2

ellenállása:

$$F_{bwt.Rd.2} := \frac{b_{eff.bwt.2} \cdot t_{wb} \cdot f_{y.bw}}{\gamma_{M0}} \quad F_{bwt.Rd.2} = 575.24\text{kN}$$

Csavarsor 3

ellenállása:

$$F_{bwt.Rd.3} := \frac{b_{eff.bwt.3} \cdot t_{wb} \cdot f_{y.bw}}{\gamma_{M0}} \quad F_{bwt.Rd.3} = 614.66\text{kN}$$

2) csavarcsoport részeként tekintett csavarsorok

Csavarcsoport 1

$$b_{\text{eff.bwt.g1}} := b_{\text{eff.epb.nc.g1}} \quad b_{\text{eff.bwt.g1}} = 379.20\text{mm}$$

Csavarcsoport 2

$$b_{\text{eff.bwt.g2}} := b_{\text{eff.epb.nc.g2}} \quad b_{\text{eff.bwt.g2}} = 677.29\text{mm}$$

Csavarcsoport 3

$$b_{\text{eff.bwt.g3}} := b_{\text{eff.epb.nc.g3}} \quad b_{\text{eff.bwt.g3}} = 562.07\text{mm}$$

Csavarcsoport 1 - 2
ellenállása:

$$F_{\text{bwt.Rd.g1}} := \frac{b_{\text{eff.bwt.g1}} \cdot t_{\text{wb}} \cdot f_{\text{y.bw}}}{\gamma M_0} \quad F_{\text{bwt.Rd.g1}} = 826.31\text{kN}$$

Csavarcsoport 1 - 3
ellenállása:

$$F_{\text{bwt.Rd.g2}} := \frac{b_{\text{eff.bwt.g2}} \cdot t_{\text{wb}} \cdot f_{\text{y.bw}}}{\gamma M_0} \quad F_{\text{bwt.Rd.g2}} = 1475.88\text{kN}$$

Csavarcsoport 2 - 3
ellenállása:

$$F_{\text{bwt.Rd.g3}} := \frac{b_{\text{eff.bwt.g3}} \cdot t_{\text{wb}} \cdot f_{\text{y.bw}}}{\gamma M_0} \quad F_{\text{bwt.Rd.g3}} = 1224.81\text{kN}$$

2.6. Kiékelés nyomott övlemeze

segédmennyiségek:

$$\alpha_{\text{hn}} = 39.91^\circ \quad (\text{kiékelés hajlásszöge})$$

$$h_{\text{haunched_sec}} = 767.7\text{mm} \quad (\text{kiékelés szelvény teljes magassága})$$

$$t_{\text{fhn0}} = 16.00\text{mm} \quad (\text{kiékelés övvastagsága})$$

$$W_{\text{haunched_sec}} := 3192\text{cm}^3 \quad (\text{kiékelés szelvény km-i tényezője - közbenső öv nélkül})$$

kiékelés szelvény nyomatéki ellenállása:

$$M_{\text{c.haunched_sec}} := \frac{W_{\text{haunched_sec}} \cdot f_{\text{y.bf}}}{\gamma M_0}$$

$$M_{\text{c.haunched_sec}} = 681.93\text{kN}\cdot\text{m}$$

a kiékelt nyomott övlemeznek ellenállása:

$$F_{hfc.Rd} := \begin{cases} 0.8 \cdot \left[\frac{M_{c.haunched_sec}}{(h_{haunched_sec} - t_{fn0})} \cdot \cos(\alpha_{hn}) \right] & \text{if } h_{haunched_sec} > 600\text{-mm} \\ \frac{M_{c.haunched_sec}}{(h_{haunched_sec} - t_{fn0})} \cdot \cos(\alpha_{hn}) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$F_{hfc.Rd} = 556.69\text{kN}$$

2.8. Csomópont nyomatéki teherbírása

2.8.1. Csavarsorok ellenállása

- Csavarsor 1

oszlop nyírt gerinclemeze	$F_{cws.Rd.1} := F_{cws.Rd}$	$F_{cws.Rd.1} = 636.41\text{kN}$
---------------------------	------------------------------	----------------------------------

oszlop nyomott gerinclemeze	$F_{cwc.Rd.1} := F_{cwc.Rd}$	$F_{cwc.Rd.1} = 514.53\text{kN}$
-----------------------------	------------------------------	----------------------------------

oszlop húzott gerinclemeze		$F_{cwt.Rd.1} = 434.46\text{kN}$
----------------------------	--	----------------------------------

oszlop hajlított öve		$F_{cfb.Rd.1} = 303.52\text{kN}$
----------------------	--	----------------------------------

hajlított homloklemez		$F_{epb.Rd.1} = 302.97\text{kN}$
-----------------------	--	----------------------------------

húzott csavarok	$F_{bt.Rd.1} := 2 \cdot B_{t.Rd}$	$F_{bt.Rd.1} = 352.51\text{kN}$
-----------------	-----------------------------------	---------------------------------

kiékelt nyomott öve	$F_{hfc.Rd.1} := F_{hfc.Rd}$	$F_{hfc.Rd.1} = 556.69\text{kN}$
---------------------	------------------------------	----------------------------------

gerenda húzott gereinclemeze		$F_{bwt.Rd.1} = 651.98\text{kN}$
------------------------------	--	----------------------------------

----- csavarsor 1 teherbírása:		$F_{Rd.1} = 302.97\text{kN}$
-----------------------------------	--	------------------------------

- Csavarsor 2

1) önállóan tekintett csavarsorok

oszlop nyírt gerinclemeze	$F_{cws.Rd.2} := F_{cws.Rd} - F_{Rd.1}$	$F_{cws.Rd.2} = 333.44\text{kN}$
---------------------------	---	----------------------------------

oszlop nyomott gerinclemeze	$F_{cwc.Rd.2} := F_{cwc.Rd} - F_{Rd.1}$	$F_{cwc.Rd.2} = 211.55\text{kN}$
-----------------------------	---	----------------------------------

oszlop húzott gerinclemeze		$F_{cwt.Rd.2} = 428.46\text{kN}$
----------------------------	--	----------------------------------

oszlop hajlított öve		$F_{cfb.Rd.2} = 323.00\text{kN}$
----------------------	--	----------------------------------

hajlított homloklemez		$F_{epb.Rd.2} = 287.98\text{kN}$
-----------------------	--	----------------------------------

húzott csavarok	$F_{bt.Rd.2} := 2 \cdot B_{t.Rd}$	$F_{bt.Rd.2} = 352.51\text{kN}$
-----------------	-----------------------------------	---------------------------------

kiékelt nyomott öve	$F_{hfc.Rd.2} := F_{hfc.Rd} - F_{Rd.1}$	$F_{hfc.Rd.2} = 253.72\text{kN}$
---------------------	---	----------------------------------

gerenda húzott gereinclemeze		$F_{bwt.Rd.2} = 575.24\text{kN}$
------------------------------	--	----------------------------------

2) csavarcsoport részeként tekintett csavarsorok

Csavarcsoport 1 - 2

$$\text{oszlop húzott gerinclemeze} \quad F_{\text{cwt.Rd.1}_2} := F_{\text{cwt.Rd.g1}} - F_{\text{Rd.1}} \quad F_{\text{cwt.Rd.1}_2} = 261.08 \text{ kN}$$

$$\text{oszlop hajlított öve} \quad F_{\text{cfb.Rd.1}_2} := F_{\text{cfb.Rd.g1}} - F_{\text{Rd.1}} \quad F_{\text{cfb.Rd.1}_2} = 235.62 \text{ kN}$$

$$\text{hajlított homloklemez} \quad F_{\text{epb.Rd.1}_2} := F_{\text{epb.Rd.g1}} - F_{\text{Rd.1}} \quad F_{\text{epb.Rd.1}_2} = 209.66 \text{ kN}$$

$$\text{gerenda húzott gereinclemeze} \quad F_{\text{bwt.Rd.1}_2} := F_{\text{bwt.Rd.g1}} - F_{\text{Rd.1}} \quad F_{\text{bwt.Rd.1}_2} = 523.33 \text{ kN}$$

csavarsor 2 tehebírása:

$$F_{\text{Rd.2}} = 209.66 \text{ kN}$$

- Csavarsor 3

1) önállónak tekintett csavarsorok

$$\text{oszlop nyírt gerinclemeze} \quad F_{\text{cws.Rd.3}} := F_{\text{cws.Rd}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} \quad F_{\text{cws.Rd.3}} = 123.78 \text{ kN}$$

$$\text{oszlop nyomott gerinclemeze} \quad F_{\text{cwc.Rd.3}} := F_{\text{cwc.Rd}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} \quad F_{\text{cwc.Rd.3}} = 1.89 \text{ kN}$$

$$\text{oszlop húzott gerinclemeze} \quad F_{\text{cwt.Rd.3}} = 428.46 \text{ kN}$$

$$\text{oszlop hajlított öve} \quad F_{\text{cfb.Rd.3}} = 323.00 \text{ kN}$$

$$\text{hajlított homloklemez} \quad F_{\text{epb.Rd.3}} = 295.68 \text{ kN}$$

$$\text{húzott csavarok} \quad F_{\text{bt.Rd.3}} := 2 \cdot B_{\text{t.Rd}} \quad F_{\text{bt.Rd.3}} = 352.51 \text{ kN}$$

$$\text{kiékelés nyomott öve} \quad F_{\text{hfc.Rd.3}} := F_{\text{hfc.Rd}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} \quad F_{\text{hfc.Rd.3}} = 44.06 \text{ kN}$$

$$\text{gerenda húzott gereinclemeze} \quad F_{\text{bwt.Rd.3}} = 614.66 \text{ kN}$$

2) csavarcsoport részeként tekintett csavarsorok

Csavarcsoport 1 - 3

$$\text{oszlop húzott gerinclemeze} \quad F_{\text{cwt.Rd.1}_3} := F_{\text{cwt.Rd.g2}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} \quad F_{\text{cwt.Rd.1}_3} = 320.80 \text{ kN}$$

$$\text{oszlop hajlított öve} \quad F_{\text{cfb.Rd.1}_3} := F_{\text{cfb.Rd.g2}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} \quad F_{\text{cfb.Rd.1}_3} = 367.66 \text{ kN}$$

$$\text{hajlított homloklemez} \quad F_{\text{epb.Rd.1}_3} := F_{\text{epb.Rd.g2}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} \quad F_{\text{epb.Rd.1}_3} = 302.50 \text{ kN}$$

$$\text{gerenda húzott gereinclemeze} \quad F_{\text{bwt.Rd.1}_3} := F_{\text{bwt.Rd.g2}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} \quad F_{\text{bwt.Rd.1}_3} = 963.24 \text{ kN}$$

Csavarcsoport 2 - 3

$$\begin{array}{lll} \text{oszlop húzott} & F_{\text{cwt.Rd.2}_3} := F_{\text{cwt.Rd.g3}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} & F_{\text{cwt.Rd.2}_3} = 296.55 \text{ kN} \\ \text{gerinclemeze} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{oszlop hajlított öve} & F_{\text{cfb.Rd.2}_3} := F_{\text{cfb.Rd.g3}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} & F_{\text{cfb.Rd.2}_3} = 152.06 \text{ kN} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{hajlított homloklemez} & F_{\text{epb.Rd.2}_3} := F_{\text{epb.Rd.g3}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} & F_{\text{epb.Rd.2}_3} = 77.85 \text{ kN} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{gerenda húzott} & F_{\text{bwt.Rd.2}_3} := F_{\text{bwt.Rd.g3}} - F_{\text{Rd.1}} - F_{\text{Rd.2}} & F_{\text{bwt.Rd.2}_3} = 712.17 \text{ kN} \\ \text{gereinclemeze} & & \end{array}$$

csavarsor 3 teherbírása:

$$F_{\text{Rd.3}} = 1.89 \text{ kN}$$

2.8.2. Képlékeny nyomatéki teherbírás:

$$\text{csavarsor 1 teherbírása: } F_{\text{Rd.1}} = 302.97 \text{ kN}$$

$$\text{csavarsor 1 és az} \\ \text{elfordulási középpont} \\ \text{közötti távolság: } h_{\text{r1}} := \left(\frac{h_{\text{b0}}}{\cos(\alpha)} + h_{\text{hn}} \right) + l_{\text{ep}} - \frac{t_{\text{fhn}}}{2} - e_1$$

$$h_{\text{r1}} = 692.28 \text{ mm}$$

$$\text{csavarsor 2 teherbírása: } F_{\text{Rd.2}} = 209.66 \text{ kN}$$

$$\text{csavarsor 2 és az} \\ \text{elfordulási középpont} \\ \text{közötti távolság: } h_{\text{r2}} := \left(\frac{h_{\text{b0}}}{\cos(\alpha)} + h_{\text{hn}} \right) + l_{\text{ep}} - \frac{t_{\text{fhn}}}{2} - (e_1 + p_1)$$

$$h_{\text{r2}} = 612.28 \text{ mm}$$

$$\text{csavarsor 3 teherbírása: } F_{\text{Rd.3}} = 1.89 \text{ kN}$$

$$\text{csavarsor 2 és az} \\ \text{elfordulási középpont} \\ \text{közötti távolság: } h_{\text{r3}} := \left(\frac{h_{\text{b0}}}{\cos(\alpha)} + h_{\text{hn}} \right) + l_{\text{ep}} - \frac{t_{\text{fhn}}}{2} - (e_1 + p_1 + p_2)$$

$$h_{\text{r3}} = 332.28 \text{ mm}$$

$$M_{\text{j.Rd}} := F_{\text{Rd.1}} \cdot h_{\text{r1}} + F_{\text{Rd.2}} \cdot h_{\text{r2}} + F_{\text{Rd.3}} \cdot h_{\text{r3}}$$

$$M_{\text{j.Rd}} = 338.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2.8.3. Rugalmas nyomatéki teherbírás:

$$M_{\text{elastic}} := \frac{2}{3} \cdot M_{\text{j.Rd}}$$

$$M_{\text{elastic}} = 225.83 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3. CSOMÓPONTI MEREVSÉG MEGHATÁROZÁSA

3.1. Oszlop nyírt gerinclemeze

segédmennyiségek:

$$\text{az erőkar közelítő értéke: } z := \frac{(F_{Rd.1} \cdot h_{r1} + F_{Rd.2} \cdot h_{r2} + F_{Rd.3} \cdot h_{r3})}{F_{Rd.1} + F_{Rd.2} + F_{Rd.3}} \quad z = 658.36 \text{ mm}$$

a merevségi tényező:

$$k_1 := \frac{0.385 \cdot A_{vc}}{\beta \cdot z}$$

$$k_1 = 3.35 \text{ mm}$$

3.2. Oszlop nyomott gerinclemeze

hatékony szélesség:

$$b_{\text{eff.cwc}} := t_{\text{fhn}} + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{\text{fb}} + 5 \cdot (t_{\text{fc}} + r_{\text{c}}) + s_{\text{p}}$$

$$b_{\text{eff.cwc}} = 299.46 \text{ mm}$$

tengely irányú merevség:

$$k_2 := \frac{0.7 \cdot b_{\text{eff.cwc}} \cdot t_{\text{wc}}}{d_{\text{wc}}}$$

$$k_2 = 7.74 \text{ mm}$$

3.3. Oszlop húzott gerinclemeze

csavarsor 1

$$\text{hatékony szélesség: } b_{\text{eff.1}} := e_1 + 0.5 \cdot p_1 \quad b_{\text{eff.1}} = 120 \text{ mm}$$

$$\text{tengely irányú merevség: } k_{3.1} := \frac{0.7 \cdot b_{\text{eff.1}} \cdot t_{\text{wc}}}{d_{\text{wc}}}$$

$$k_{3.1} = 3.10 \text{ mm}$$

csavarsor 2

$$\text{hatékony szélesség: } b_{\text{eff.2}} := 2 \cdot m_{\text{c}} + 0.625 \cdot e_{\text{c}} + 0.5 \cdot p_1 \quad b_{\text{eff.2}} = 162.05 \text{ mm}$$

$$\text{tengely irányú merevség: } k_{3.2} := \frac{0.7 \cdot b_{\text{eff.2}} \cdot t_{\text{wc}}}{d_{\text{wc}}}$$

$$k_{3.2} = 4.19 \text{ mm}$$

csavarsor 3

$$\text{hatékony szélesség: } b_{\text{eff.3}} := b_{\text{eff.cwt.c}} \quad b_{\text{eff.3}} = 206.72 \text{ mm}$$

$$\text{tengely irányú merevség: } k_{3.3} := \frac{0.7 \cdot b_{\text{eff.3}} \cdot t_{\text{wc}}}{d_{\text{wc}}}$$

$$k_{3.3} = 5.34 \text{ mm}$$

3.4. Oszlop hajlított övlemeze

csavarsor 1

$$\text{hatékony szélesség: } b_{\text{eff.1}} := e_1 + 0.5 \cdot p_1 \quad b_{\text{eff.1}} = 120 \text{ mm}$$

$$m_c = 32.90 \text{ mm}$$

$$\text{tengely irányú merevség: } k_{4.1} := \frac{0.85 \cdot b_{\text{eff.1}} \cdot t_{\text{fc}}^3}{m_c^3}$$

$$k_{4.1} = 19.65 \text{ mm}$$

csavarsor 2

$$\text{hatékony szélesség: } b_{\text{eff.2}} := 2 \cdot m_c + 0.625 \cdot e_c + 0.5 \cdot p_1 \quad b_{\text{eff.2}} = 162.05 \text{ mm}$$

$$\text{tengely irányú merevség: } k_{4.2} := \frac{0.85 \cdot b_{\text{eff.2}} \cdot t_{\text{fc}}^3}{m_c^3}$$

$$k_{4.2} = 26.53 \text{ mm}$$

csavarsor 3

$$\text{hatékony szélesség: } b_{\text{eff.3}} := b_{\text{eff.cwt.c}} \quad b_{\text{eff.3}} = 206.72 \text{ mm}$$

$$\text{tengely irányú merevség: } k_{4.3} := \frac{0.85 \cdot b_{\text{eff.3}} \cdot t_{\text{fc}}^3}{m_c^3}$$

$$k_{4.3} = 33.84 \text{ mm}$$

3.5. Hajlított homloklemez

csavarsor 1

$$\text{hatékony szélesség: } b_{\text{eff.1}} := \alpha_1 \cdot m_{1_1} + 0.5 \cdot p_1 - (2 \cdot m_{1_1} + 0.625 \cdot e_{\text{ep}})$$

$$b_{\text{eff.1}} = 207.21 \text{ mm}$$

$$m_{1_1} = 50.37 \text{ mm}$$

$$\text{tengely irányú merevség: } k_{5.1} := \frac{0.85 \cdot b_{\text{eff.1}} \cdot t_{\text{ep}}^3}{m_{1_1}^3}$$

$$k_{5.1} = 11.03 \text{ mm}$$

csavarsor 2

$$\text{hatékony szélesség: } b_{\text{eff.2}} := 2 \cdot m_{1_2} + 0.5 \cdot p_1 + 0.625 \cdot e_{\text{ep}}$$

$$b_{\text{eff.2}} = 171.99 \text{ mm}$$

$$m_{1_2} = 50.37 \text{ mm}$$

$$\text{tengely irányú merevség: } k_{5.2} := \frac{0.85 \cdot b_{\text{eff.2}} \cdot t_{\text{ep}}^3}{m_{1_2}^3}$$

$$k_{5.2} = 9.15 \text{ mm}$$

csavarsor 3

$$\text{hatékony szélesség: } b_{\text{eff.3}} := \alpha_3 \cdot m_{1_3}$$

$$b_{\text{eff.3}} = 282.07 \text{ mm}$$

$$m_{1_3} = 50.37 \text{ mm}$$

$$\text{tengely irányú merevség: } k_{5.3} := \frac{0.85 \cdot b_{\text{eff.3}} \cdot t_{\text{ep}}^3}{m_{1_3}^3}$$

$$k_{5.3} = 15.01 \text{ mm}$$

3.6. Húzott csavarok

homloklemez vastagsága:	$t_{ep} = 20.00\text{mm}$	alátétek száma csavaronként:	$w_n = 2.00$
övvastagság:	$t_{fc} = 19.00\text{mm}$	csavaralátét magassága:	$t_w = 3.00\text{mm}$
csavarfej magassága:	$t_b = 13.00\text{mm}$	csavaranya magassága:	$t_n = 16.00\text{mm}$

$$\text{a csavar hossza: } L_{\text{bolt}} := \frac{t_b}{2} + t_{fc} + t_{ep} + \frac{t_n}{2} + w_n \cdot t_w$$

$$k_{10} := 1.6 \cdot \frac{A_s}{L_{\text{bolt}}} \quad k_{10} = 6.58\text{mm}$$

3.7. A csomópont elfordulási merevsége

Effektív merevségi tényezők csavarsoronként:

Csavarsor 1

$$k_{r,1} := \begin{bmatrix} k_{3,1} \\ k_{4,1} \\ k_{5,1} \\ k_{10} \end{bmatrix}$$

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

$$k_{\text{eff},1} = 1.62\text{mm}$$

Csavarsor 2

$$k_{r,2} := \begin{bmatrix} k_{3,2} \\ k_{4,2} \\ k_{5,2} \\ k_{10} \end{bmatrix}$$

$$k_{\text{eff},2} := \frac{1}{\sum_j \frac{1}{k_{r,2,j}}}$$

$$k_{\text{eff},2} = 1.86\text{mm}$$

Csavarsor 3

$$k_{r,3} := \begin{bmatrix} k_{3,3} \\ k_{4,3} \\ k_{5,3} \\ k_{10} \end{bmatrix}$$

$$k_{\text{eff},3} := \frac{1}{\sum_u \frac{1}{k_{r,3,u}}}$$

$$k_{\text{eff},3} = 2.30\text{mm}$$

A csavarsor és az elfordulási középpont közötti távolság:

Csavarsor 1

$$h_{r1} = 692.28\text{mm}$$

Csavarsor 2

$$h_{r2} = 612.28\text{mm}$$

Csavarsor 3

$$h_{r3} = 332.28\text{mm}$$

Az egyenértékű erőkar:

$$k_{\text{eff}} := \begin{bmatrix} k_{\text{eff},1} \\ k_{\text{eff},2} \\ k_{\text{eff},3} \end{bmatrix} \quad h_r := \begin{bmatrix} h_{r1} \\ h_{r2} \\ h_{r3} \end{bmatrix}$$

$$z_{\text{eq}} := \frac{\sum(k_{\text{eff}} \cdot h_r)}{\sum(k_{\text{eff}})} \cdot \text{m} \quad z_{\text{eq}} = 571.36\text{mm}$$

Csavarsorok egyenértékű
merevségi tényezője:

$$k_{eq} := \frac{\sum(k_h) \cdot m^2}{z_{eq}} \quad k_{eq} = 5.30 \text{ mm}$$

3.8.1. Kezdeti elfordulási merevség

oszlop nyírt gerinclemeze

$$k_1 := \frac{0.385 \cdot A_{vc}}{\beta \cdot z_{eq}}$$

$$k_1 = 3.86 \text{ mm}$$

$$k := \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_{eq} \end{bmatrix}$$

oszlop nyomott gerinclemeze

$$k_2 = 7.74 \text{ mm}$$

$$i := 0.. \text{rows}(k) - 1$$

$$S_{j.ini} := \frac{E \cdot z_{eq}^2}{\sum_i \frac{1}{k_i}}$$

$$S_{j.ini} = 118828.27 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{rad}}$$

3.8.2. Idealizált elfordulási merevség

$$\eta := 2 \quad S_{jn} := \frac{S_{j.ini}}{\eta} \quad S_{jn} = 59414.14 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{rad}}$$

3.8.3. Nyomatéki ellenálláshoz tartozó szekáns merevség

$$\mu := \left(1.5 \cdot \frac{M_{j.Rd}}{M_{j.Rd}} \right)^{2.7}$$

$$S_{j.sec} := \frac{E \cdot z_{eq}^2}{\mu \cdot \sum_i \frac{1}{k_i}} \quad S_{j.sec} = 39762.47 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{rad}}$$

4. ÖSSZEGZÉS

- Teherbírás

$$M_{j,Rd} = 338.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- Merevség

kezdeti merevség: $S_{j,ini} = 118828.27 \frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{rad}}$

idealizált merevség: $S_{jn} = 59414.14 \frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{rad}}$

- Merevségi osztályozás

Merevségi határok (merevítetlen keret esetén)

merev - félmerev határ $S_{j,ini,r_s} := 25.0$

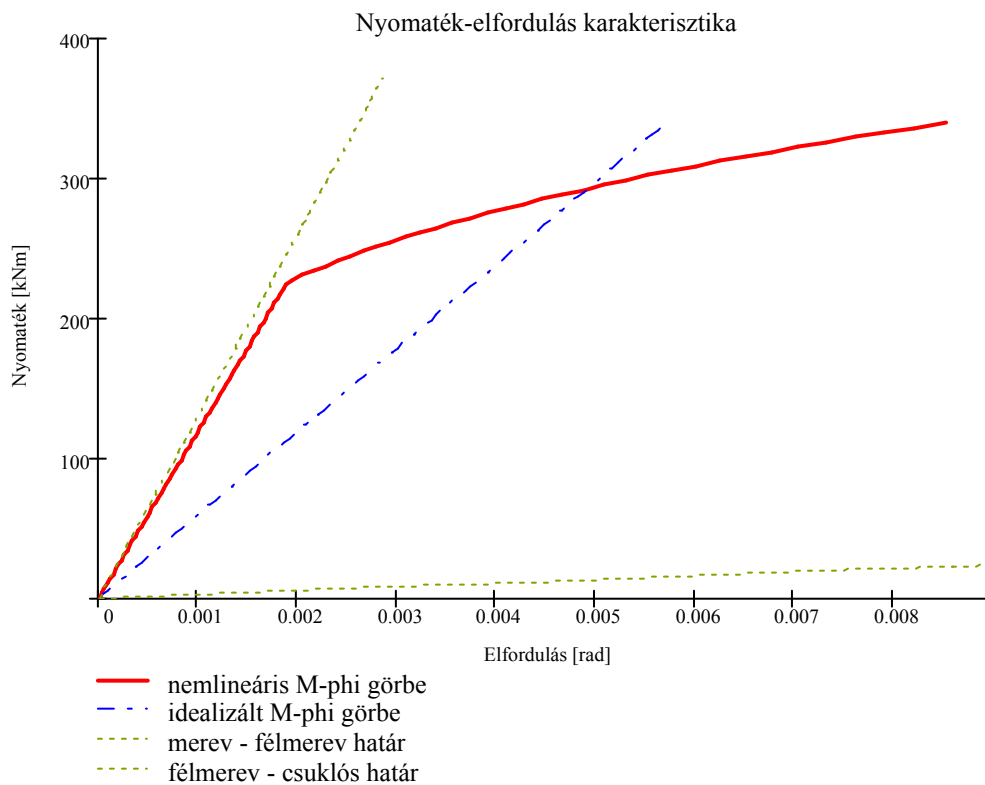
félmerev - csuklós határ $S_{j,ini,s_p} := 0.5$

Dimenzió nélküli kezdeti merevség

$$S_{j,ini,red} := \frac{S_{j,ini} \cdot L_b}{E \cdot I_b} \quad S_{j,ini,red} = 22.89$$

Merevségi osztály

Félmerev, mivel $S_{j,ini,s_p} < S_{j,ini,red} < S_{j,ini,r_s}$



MELLÉKLET

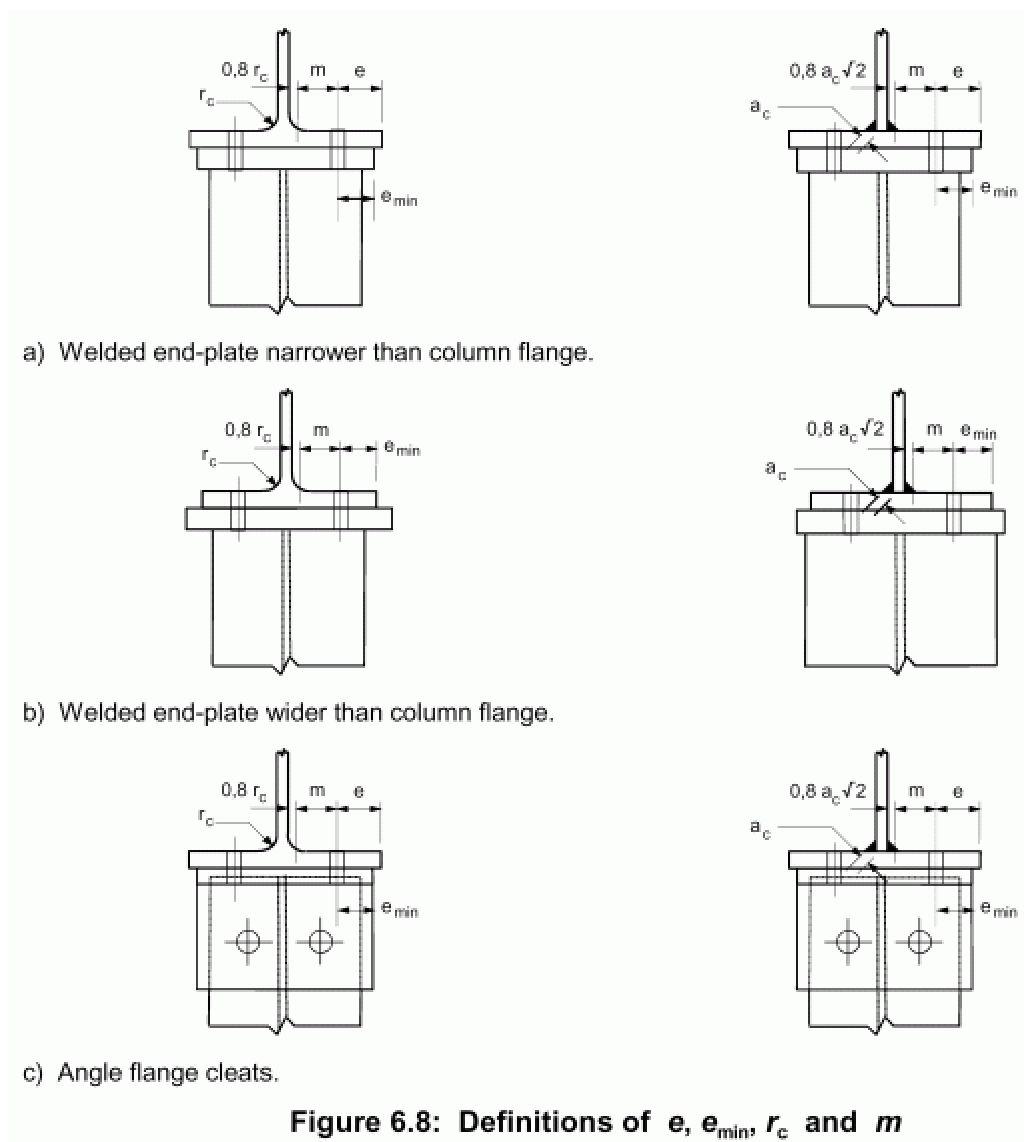


Table 6.4: Effective lengths for an unstiffened column flange

Bolt-row location	Bolt-row considered individually		Bolt-row considered as part of a group of bolt-rows	
	Circular patterns $l_{eff,ep}$	Non-circular patterns $l_{eff,nc}$	Circular patterns $l_{eff,ep}$	Non-circular patterns $l_{eff,nc}$
Inner bolt-row	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
End bolt-row	The smaller of: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	The smaller of: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	The smaller of: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	The smaller of: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Mode 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ but $l_{eff,1} \leq l_{eff,ep}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ but $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,ep}$	
Mode 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	

Table 6.5: Effective lengths for a stiffened column flange

Bolt-row location	Bolt-row considered individually		Bolt-row considered as part of a group of bolt-rows	
	Circular patterns $l_{eff,ep}$	Non-circular patterns $l_{eff,nc}$	Circular patterns $l_{eff,ep}$	Non-circular patterns $l_{eff,nc}$
Bolt-row adjacent to a stiffener	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$
Other inner bolt-row	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Other end bolt-row	The smaller of: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	The smaller of: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	The smaller of: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	The smaller of: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
End bolt-row adjacent to a stiffener	The smaller of: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	$e_1 + \alpha m - (2m + 0,625e)$	not relevant	not relevant
For Mode 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ but $l_{eff,1} \leq l_{eff,ep}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ but $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,ep}$	
For Mode 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	
α should be obtained from figure 6.11.				

Table 6.6: Effective lengths for an end-plate

Bolt-row location	Bolt-row considered individually		Bolt-row considered as part of a group of bolt-rows	
	Circular patterns $l_{eff,ep}$	Non-circular patterns $l_{eff,nc}$	Circular patterns $l_{eff,ep}$	Non-circular patterns $l_{eff,nc}$
Bolt-row outside tension flange of beam	Smallest of: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	Smallest of: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	—	—
First bolt-row below tension flange of beam	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$
Other inner bolt-row	$2\pi m$	$4m + 1,25 e$	$2p$	p
Other end bolt-row	$2\pi m$	$4m + 1,25 e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$
Mode 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ but $l_{eff,1} \leq l_{eff,ep}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ but $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,ep}$	
Mode 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	

α should be obtained from figure 6.11.

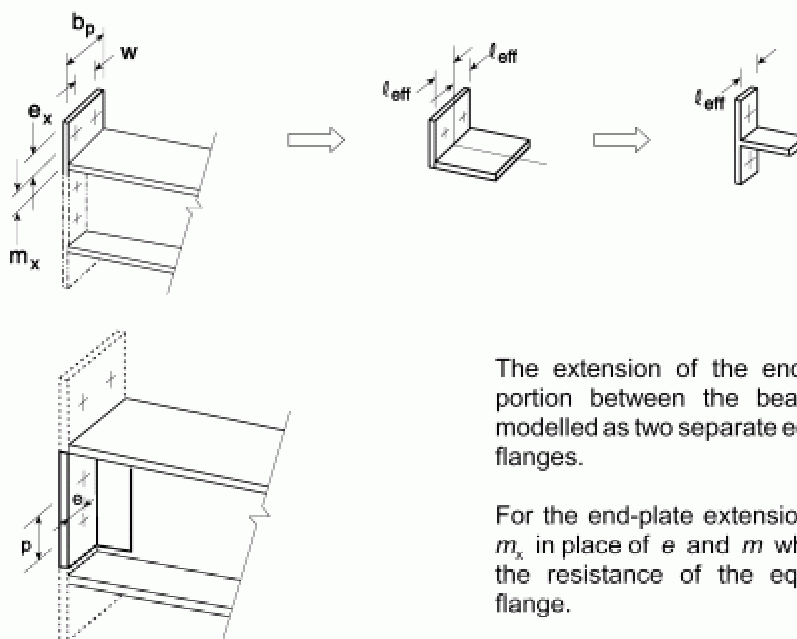
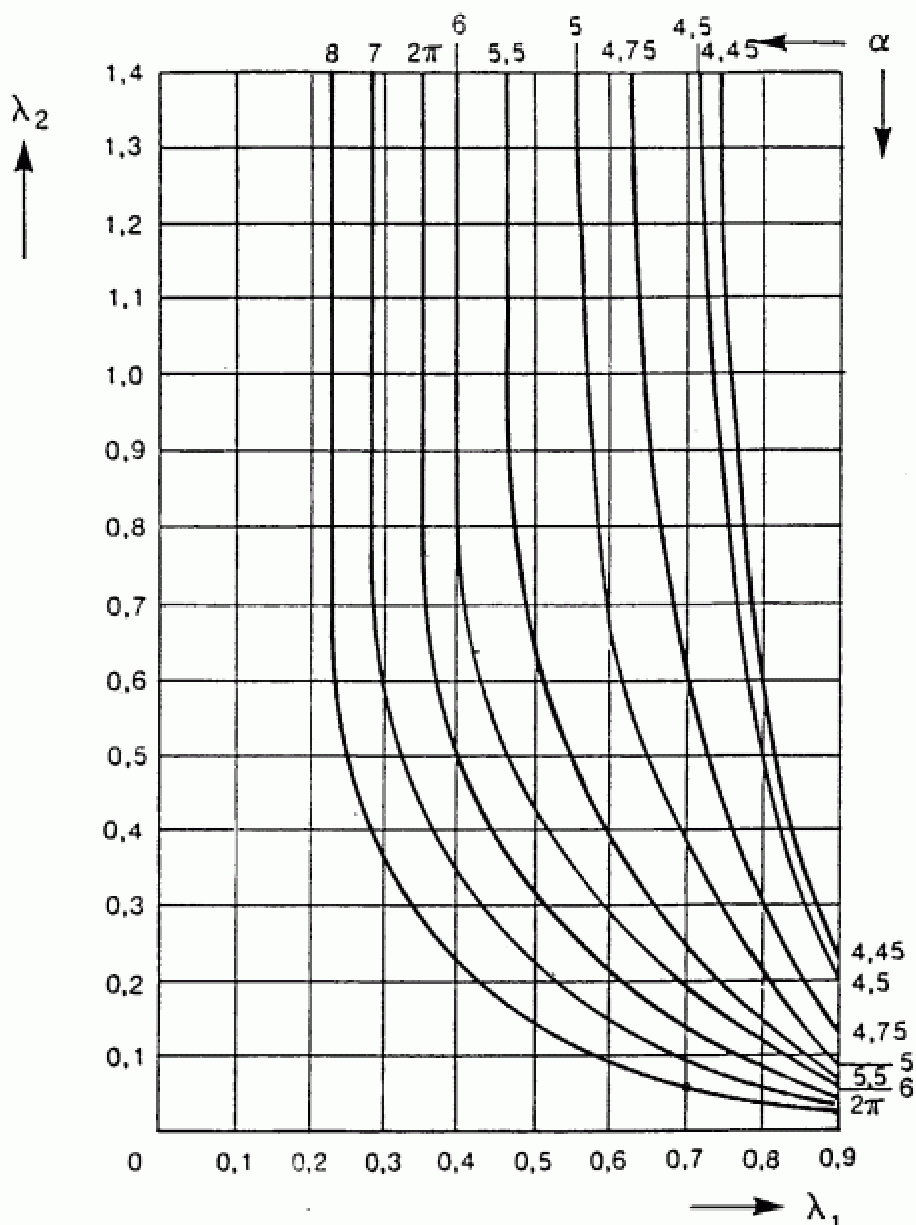


Figure 6.10: Modelling an extended end-plate as separate T-stubs



$$\lambda_1 = \frac{m_1}{m_1 + e}$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m_1 + e}$$

