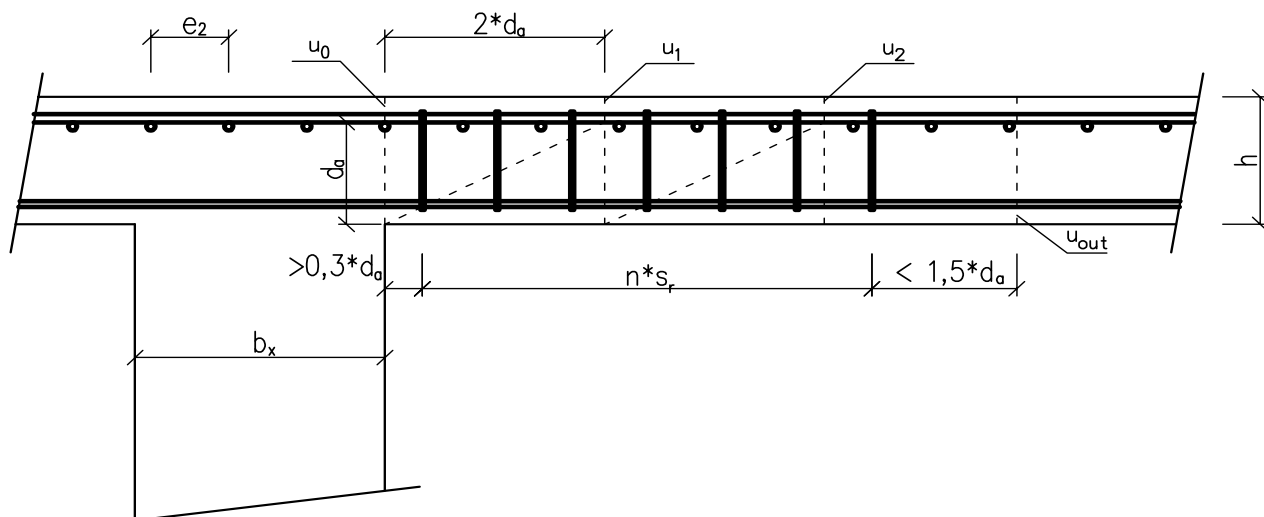


EC-2**Lemezek**

Vasbeton födém átlyukadási teherbírásának számítása az EC2 szerint

**Adatok:**

lemezvastagság $h =$	26 cm
statikus magasság $d_x =$	23 cm
statikus magasság $d_y =$	22 cm
oszlopok távolsága $l_x =$	7,20 m
oszlopok távolsága $l_y =$	7,20 m
oszlopméret $b_x =$	30 cm
oszlopméret $b_y =$	20 cm

Terhelések:

lemez önsúlya, további állandó megoszló teher $g_k =$	8 kN/m ²
megoszló esetleges teher $q_k =$	2 kN/m ²
oszlopot terhelő normálerő a födém felett $N_{1f} =$	790 kN
oszlopot terhelő normálerő a födém alatt $N_{1a} =$	1460 kN
nyomaték X-tengely körül $M_{1x} =$	60 kNm
nyomaték Y-tengely körül $M_{1y} =$	52 kNm

Anyagok:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C30/37
Betonacél =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	30 N/mm ²
τ_{Rd} =	TAB("concrete/ECtau"; τ_{Rd} ; Name=Beton)	=	0,28 N/mm ²
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Betonacél)	=	500 N/mm ²
γ_s =			1,15
γ_c =			1,50
f_{yd} =	f_{yk} / γ_s	=	435 N/mm ²
f_{cd} =	f_{ck} / γ_c	=	20 N/mm ²
magyar EC2 szerinti γ_G =			1,15
γ_Q =			1,50

A lemez felső vasalása:

Betonacél átmérője d_s =	SEL("reinf/AsArea"; ds;)	=	10 mm
ρ_{1x} =			0,0049
ρ_{1y} =			0,0098

Számítás:

d_a =	$(d_x + d_y) / 2$	=	22,50 cm
Az oszlop keresztmetszete:			
A_{O1} =	$b_x * b_y / 10000$	=	0,06 m ²
az oszlop kerülete u_0 =	$2 * (b_x + b_y)$	=	100 cm

Az **1. kritikus felület** nagysága:

$$\text{távolság az oszlop kontúrjától } t_{k1} = 2 * d_a = 45,00 \text{ cm}$$

$$A_{k1} = ((2 * t_{k1} + b_x) * b_y + 2 * b_x * t_{k1} + t_{k1}^2 * \pi) / 10000 = \underline{\underline{1,146 \text{ m}^2}}$$

Az **1. kritikus terület** kiinduló értéke:

$$K_{k1} = (2 * (b_x + b_y) + 2 * t_{k1} * \pi) / 100 = \underline{\underline{3,827 \text{ m}}}$$

Az oszlop peremén számítható erő nagysága (0. jelű eset):

$$V_{Ed,0} = N_{1a} - N_{1f} = 670,00 \text{ kN}$$

Az 1. jelű átlukadási palást mentén számítható erő nagysága:

$$V_{Ed,1} = N_{1a} - N_{1f} - (A_{k1} - A_{O1}) * (g_k * \gamma_G + q_k * \gamma_Q) = 656,751 \text{ kN}$$

 β értékének meghatározása belső, négyszög keresztmetszetű oszlop esetén:

A normálerő külpontosságai:

X-tengely irányában ható excentricitás

$$e_x = 100 * M_{1y} / V_{Ed,0} = 7,761 \text{ cm}$$

Y-tengely irányában ható excentricitás

$$e_y = 100 * M_{1x} / V_{Ed,0} = 8,955 \text{ cm}$$

(6.43)...két tengely körüli nyomaték esete

$$\beta_1 = 1 + 1,8 * \sqrt{((e_x / (b_y + 2 * t_{k1}))^2 + (e_y / (b_x + 2 * t_{k1}))^2)} = \underline{\underline{1,185 \text{ cm}}}$$

Ferde nyomott beton rács teherbírásának vizsgálata az oszlop pereme mentén (0. jelű):

(6.6N)... repedt beton nyírásban, redukciós tényező

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck}/250) = 0,528$$

(6.53)...az ellenállás értéke

$$V_{Rdmax} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

mértékadó feszültség

$$V_{Ed,0} = \beta_1 \cdot V_{Ed,0} / (u_0 \cdot d_a) \cdot 10 = 3,529 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed,0} / V_{Rdmax} = \underline{0,67 < 1}$$

az ellenállás értéke erőben kifejezve

$$V_{Rdmax} = V_{Rdmax} \cdot u_0 \cdot d_a / 10 = 1188 \text{ kN}$$

$$\beta_1 \cdot V_{Ed,0} / V_{Rdmax} = \underline{0,67 < 1}$$

megfelel, az ellenállás értéke meghaladja a maximális feszültséget az oszlop pereme mentén**Annak elbírálása, hogy van- e szükség átlukadási vasalásra az 1. jelű szelvényben:**

$$\rho_1 = \text{MIN}(0,02; \sqrt{\rho_{1x} \cdot \rho_{1y}}) = 0,00693$$

$$C_{Rdc} = 0,18 / \gamma_c = 0,1200$$

$$k_1 = 0,1$$

$$k = \text{MIN}(2; 1 + \sqrt{20/d_a}) = 1,943$$

terhelésből, feszítésből származó normálfeszültség

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ N/mm}^2$$

(6.3N)...a beton teherbírása nyírási vasalás nélkül

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,519 \text{ N/mm}^2$$

(6.47)... ellenállás nyírási vasalás nélkül

$$V_{Rd,c} = C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0,641 \text{ N/mm}^2$$

(6.2.b)...minimális érték vizsgálata:

$$v_{min} / V_{Rd,c} = \underline{0,81 < 1}$$

$$V_{Ed,1} = (\beta_1 \cdot V_{Ed,1} \cdot 1000) / (K_{k1} \cdot d_a \cdot 10000) = 0,9038 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed,1} / V_{Rd,c} = \underline{1,41 > 1}$$

nem fel meg \Rightarrow nyírási vasalásra van szükség az átlukadást meggátolandó !!!**Az 1. jelű szelvény teherbírása átlukadásban, amennyiben a nyírási vasalást (fésüket) figyelembe vesszük:**

nyírási vasalás (fésű) folyáshatárának tervezési értéke

$$f_{ywd} = f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = \text{MIN}(f_{ywd}; 250 + 0,25 \cdot d_a \cdot 10) = 306,25 \text{ N/mm}^2$$

fésű szárainak átmérője

$$\Phi_w = 12 \text{ mm}$$

fésű szárainaknak egymástól való távolsága radiális irányban

$$s_r = 140 \text{ mm}$$

$$(s_r/10) / (0,75 \cdot d_a) = \underline{0,83 < 1}$$

Kontrolkerület keresése, ahol a beton nyírási vasalás nélkül is megfelel, azaz $v_{Rd,c} > v_{Ed}$:

$$u_{out} = 10 \cdot \beta_1 \cdot v_{Ed,1} / (v_{Rd,c} \cdot d_a) = 539,6 \text{ cm}$$

d_a hányszorosa az oszloptól való távolság

$$n_{out} = (u_{out} - 2 \cdot (b_x + b_y)) / (2 \cdot d_a \cdot \pi) = 3,110$$

az oszloptól való távolság, ahol a nyírási vasalás véget érhet

$$x_{Rd,c} = (n_{out} - 1,5) \cdot d_a = 36,2 \text{ cm}$$

tangenciális fésűszártávolság

$$s_t = 450 \text{ mm}$$

az 1. jelű metszetben figyelembe vehető fésűszárak száma

$$n_f = 1000 \cdot K_{k1} / s_t = 9 \text{ db}$$

a lemez középvonala és a nyíróvas (fésű) közötti szög

$$\alpha_w = 90^\circ$$

$$A_{sw} = n_f \cdot \Phi_w^2 \cdot \pi / 4 = 1018 \text{ mm}^2$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot (10 \cdot d_a / s_t) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot (1 / (K_{k1} \cdot d_a \cdot 10000)) \cdot \sin(\alpha_w) = 1,3536 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Ed,1} / v_{Rd,cs} = \underline{0,67 < 1}$$

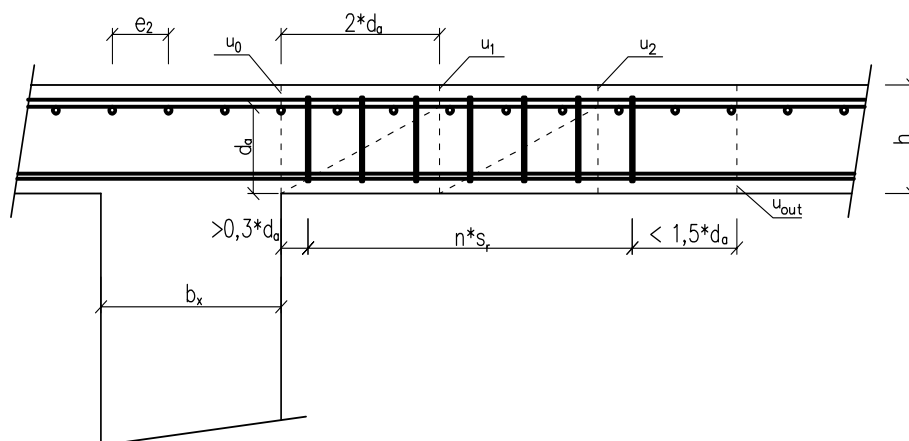
illetve erőkből kifejezve:

$$v_{Rd,cs} = v_{Rd,cs} \cdot K_{k1} \cdot d_a \cdot 10 = 1165,55 \text{ kN}$$

$$\beta_1 \cdot v_{Ed,1} / v_{Rd,cs} = \underline{0,67 < 1}$$

megfelel

Vasbeton födém átlukadási teherbírásának számítása az EC2 szerint / Tetőlemez



Adatok:

lemezvastagság	$h =$	35 cm
statikus magasság	$d_x =$	30 cm
statikus magasság	$d_y =$	28 cm
oszlopok távolsága	$l_x =$	10,70 m
oszlopok távolsága	$l_y =$	4,35 m
kör oszlop átmérője	$b =$	40 cm

Terhelések:

lemez önsúlya, további állandó megoszló teher	$g_k =$	8,75 kN/m ²
megoszló esetleges teher	$q_k =$	2 kN/m ²
oszlopot terhelő normálerő a födém felett	$N_{1f} =$	0 kN
oszlopot terhelő normálerő a födém alatt	$N_{1a} =$	900 kN
nyomaték X-tengely körül	$M_{1x} =$	150 kNm
nyomaték Y-tengely körül	$M_{1y} =$	200 kNm

Anyagok:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
Betonacél =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
$f_{ck} =$	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	25 N/mm ²
$\tau_{Rd} =$	TAB("concrete/ECtau"; τ_{Rd} ; Name=Beton)	=	0,26 N/mm ²
$f_{yk} =$	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Betonacél)	=	500 N/mm ²
$\gamma_s =$			1,15
$\gamma_c =$			1,50
$f_{yd} =$	f_{yk} / γ_s	=	435 N/mm ²
$f_{cd} =$	f_{ck} / γ_c	=	17 N/mm ²
magyar EC2 szerinti	$\gamma_G =$		1,15
	$\gamma_Q =$		1,50

A lemez felső vasalása:

$$\text{Betonacél átmérője } d_s = \text{SEL}(\text{"reinf/AsArea"; } ds;) = 16 \text{ mm}$$

$$\rho_{1x} = 0,0055$$

$$\rho_{1y} = 0,0065$$

Számítás:

$$d_a = (d_x + d_y) / 2 = 29,00 \text{ cm}$$

Az oszlop keresztmetszete:

$$A_{O1} = 10^{-4} \cdot \pi \cdot b^2 / 4 = 0,126 \text{ m}^2$$

$$\text{az oszlop kerülete } u_0 = \pi \cdot b = 126 \text{ cm}$$

Az **1. kritikus felület** nagysága:

$$\text{távolság az oszlop kontúrjától } t_{k1} = 2 \cdot d_a = 58,00 \text{ cm}$$

$$A_{k1} = 10^{-4} \cdot \pi \cdot (b/2 + t_{k1})^2 = \underline{1,911 \text{ m}^2}$$

Az **1. kritikus kerület** kiinduló értéke:

$$K_{k1} = 0,01 \cdot 2 \cdot \pi \cdot (b/2 + t_{k1}) = \underline{4,90 \text{ m}}$$

Az oszlop peremén számítható erő nagysága (0. jelű eset):

$$V_{Ed.0} = N_{1a} - N_{1f} = 900,00 \text{ kN}$$

Az 1. jelű átllyukadási palást mentén számítható erő nagysága:

$$V_{Ed.1} = N_{1a} - N_{1f} - (A_{k1} - A_{O1}) \cdot (g_k \cdot \gamma_G + q_k \cdot \gamma_Q) = 876,683 \text{ kN}$$

 β értékének meghatározása belső, kör keresztmetszetű oszlop esetén:

A normálerő külpontosságai:

$$\text{X-tengely irányában ható külpontosság } e_x = 100 \cdot M_{1y} / V_{Ed.0} = 22,222 \text{ cm}$$

$$\text{Y-tengely irányában ható külpontosság } e_y = 100 \cdot M_{1x} / V_{Ed.0} = 16,667 \text{ cm}$$

$$e = \text{MAX}(e_x; e_y) = 22,222 \text{ cm}$$

$$(6.42)... \beta_1 = \frac{1 + 0,6 \cdot \pi \cdot e}{b + 4 \cdot t_{k1}} = \underline{1,154}$$

Ferde nyomott beton rács teherbírásának vizsgálata az oszlop pereme mentén (0. jelű):

(6.6N)... repedt beton nyírásban, redukciós tényező

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0,540$$

(6.53)...az ellenállás értéke

$$V_{Rdmax} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 4,59 \text{ N/mm}^2$$

mértékadó feszültség

$$V_{Ed.0} = \beta_1 \cdot V_{Ed.0} / (u_0 \cdot d_a) \cdot 10 = 2,842 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed.0} / V_{Rdmax} = \underline{0,62 < 1}$$

az ellenállás értéke erőben kifejezve

$$V_{Rdmax} = V_{Rdmax} \cdot u_0 \cdot d_a / 10 = 1677 \text{ kN}$$

$$\beta_1 \cdot V_{Ed.0} / V_{Rdmax} = \underline{0,62 < 1}$$

megfelel, az ellenállás értéke meghaladja a maximális feszültséget az oszlop pereme mentén

Annak elbírálása, hogy van-e szükség átlukadási vasalásra az 1. jelű szelvényben:

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \text{MIN}(0,02; \sqrt{(\rho_{1x} * \rho_{1y})}) &= & 0,00598 \\ C_{Rdc} &= 0,18/\gamma_c &= & 0,1200 \\ k_1 &= & & 0,1 \\ k &= \text{MIN}(2; 1 + \sqrt{(20/d_a)}) &= & 1,830 \\ \text{terhelésből, feszítésből származó normál feszültség } \sigma_{cp} &= & & 0 \text{ N/mm}^2 \\ \text{(6.3N)...a beton teherbírása nyírási vasalás nélkül} \\ v_{\min} &= 0,035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2} &= & 0,433 \text{ N/mm}^2 \\ \text{(6.47)...ellenállás nyírási vasalás nélkül} \\ v_{Rd,c} &= C_{Rdc} * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp} &= & \mathbf{0,541 \text{ N/mm}^2} \\ \text{(6.2.b)...minimális érték vizsgálata:} \\ v_{\min} / v_{Rd,c} & &= & \mathbf{\underline{0,80 < 1}} \\ \\ v_{Ed,1} &= (\beta_1 * V_{Ed,1} * 1000) / (K_{k1} * d_a * 10000) &= & \mathbf{0,7120 \text{ N/mm}^2} \\ v_{Ed,1} / v_{Rd,c} & &= & \mathbf{\underline{1,32 > 1}} \\ \text{nem fel meg} &\Rightarrow \text{nyírási vasalásra van szükség az átlukadást meggátolandó !!!} \end{aligned}$$

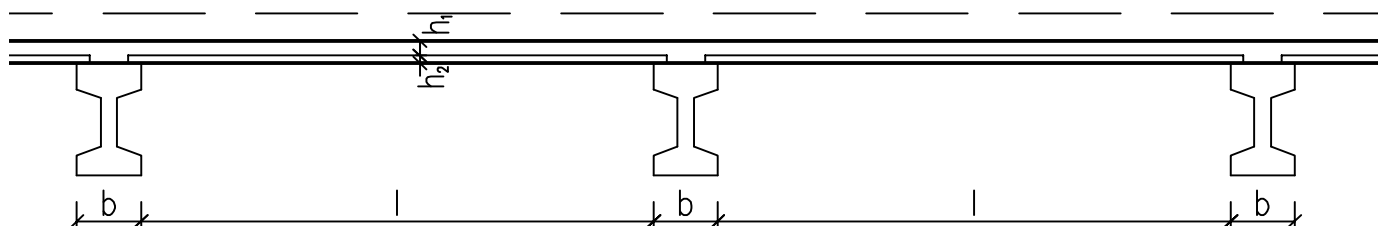
Az 1. jelű szelvény teherbírása átlukadásban, amennyiben a nyírási vasalást (fésüket) figyelembe vesszük:

$$\begin{aligned} \text{nyírási vasalás (fésű) folyáshatárának tervezési értéke} \\ f_{ywd} &= f_{yd} &= & 435 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ywd,ef} &= \text{MIN}(f_{ywd}; 250 + 0,25 * d_a * 10) &= & 322,50 \text{ N/mm}^2 \\ \text{fésű szárainak átmérője } \Phi_w &= & & 12 \text{ mm} \\ \text{fésű szárainak egymástól való távolsága radiális irányban } s_r &= & & \mathbf{140 \text{ mm}} \\ (s_r/10) / (0,75 * d_a) & &= & \mathbf{\underline{0,64 < 1}} \end{aligned}$$

Kontrolkerület keresése, ahol a beton nyírási vasalás nélkül is megfelel, azaz $v_{Rd,c} > v_{Ed}$:

$$\begin{aligned} u_{out} &= 10 * \beta_1 * V_{Ed,1} / (v_{Rd,c} * d_a) &= & 644,8 \text{ cm} \\ d_a \text{ hánszorosa az oszloptól való távolság} \\ n_{out} &= (u_{out} - \pi * b) / (2 * d_a * \pi) &= & 2,849 \\ \text{az oszloptól való távolság, ahol a nyírási vasalás véget érhet} \\ x_{Rd,c} &= (n_{out} - 1,5) * d_a &= & \mathbf{39,1 \text{ cm}} \\ \text{tangenciális fésűszártávolság } s_t &= & & 450 \text{ mm} \\ \text{az 1. jelű metszetben figyelembe vehető fésűszárak száma} \\ n_f &= 1000 * K_{k1} / s_t &= & 11 \text{ db} \\ \\ \text{a lemez középvonala és a nyíróvas (fésű) közötti szög } \alpha_w &= & & 90^\circ \\ A_{sw} &= n_f * \Phi_w^2 * \pi / 4 &= & 1244 \text{ mm}^2 \\ v_{Rd,cs} &= 0,75 * v_{Rd,c} + 1,5 * (10 * d_a / s_r) * A_{sw} * f_{ywd,ef} * (1 / (K_{k1} * d_a * 10000)) * \text{SIN}(\alpha_w) &= & 1,2830 \text{ N/mm}^2 \\ v_{Ed,1} / v_{Rd,cs} & &= & \mathbf{\underline{0,55 < 1}} \\ \text{illetve erőben kifejezve:} \\ V_{Rd,cs} &= v_{Rd,cs} * K_{k1} * d_a * 10 &= & 1823,14 \text{ kN} \\ \beta_1 * V_{Ed,1} / V_{Rd,cs} & &= & \mathbf{\underline{0,55 < 1}} \\ \text{megfelel} \end{aligned}$$

Zsaluzópalló és felbeton kapcsolata

**Szerkezeti anyagok:**

felbeton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
$f_{ct,k0,05}$ =	TAB("concrete/EC"; fctk05; Name=felbeton)	=	1,80 N/mm ²
α_{ct} =		=	1,0
beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C30/37
acel =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=beton)	=	30 N/mm ²
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=acel)	=	500 N/mm ²

Parciális biztonsági tényezők:

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15
γ_G =	1,35
γ_Q =	1,50

Környezeti feltételek:

száraz környezet	
minimális betonfedés c_{nom} =	20 mm

Geometria:

felbeton vastagsága h_1 =		120 mm
előregyártott vasbeton palló vastagsága h_2 =		60 mm
összmagasság h =	$h_1 + h_2$	= 180 mm
effektív fesztáv l_{eff} =		4,68 m

Terhek:

felbeton önsúlya g_{1k} =	$h_1 * 25,0 / 1000$	=	3,00 kN/m²
filigrán lemez önsúlya g_{2k} =	$h_2 * 25,0 / 1000$	=	1,50 kN/m²
tetőfelépítés, sportpálya hasznos terhe q_k =		=	10,60 kN/m²
kvázi állandó teherszint tényezője ψ_2 =		=	1,0

Kombinált összteher:

tervezési teher p_{Ed} =	$\gamma_G * (g_{1k} + g_{2k}) + \gamma_Q * q_k$	=	22 kN/m²
terhek kvázi állandó kombinációja p_{qp} =	$g_{1k} + g_{2k} + \psi_2 * q_k$	=	15,10 kN/m²

Többszámú vasbeton lemez igénybevétele:

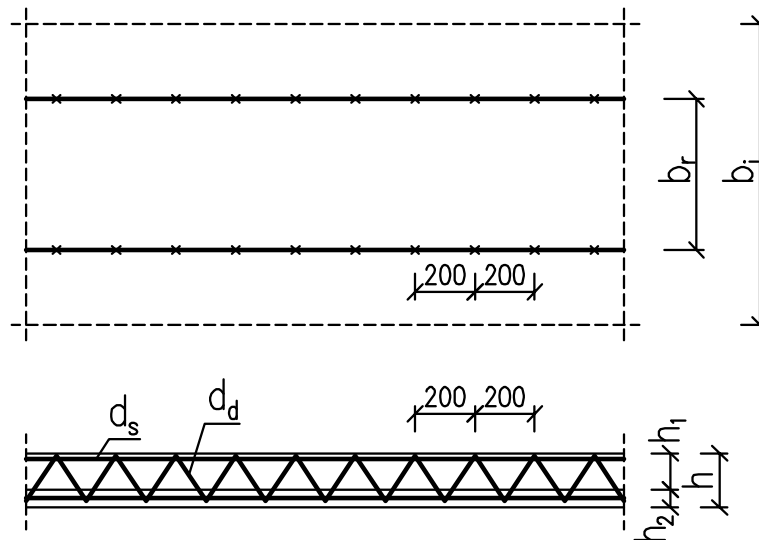
$$M_{Ed} = (p_{Ed} * l_{eff}^2) / 11,6 = \underline{41,54 \text{ kNm}}$$

$$V_{Ed} = p_{Ed} * l_{eff} / 2 = \underline{51,48 \text{ kNm}}$$

A kapcsolat megfelelésének feltétele az EC2 6.2.5 pontja alapján:

$$V_{Edi} \leq V_{Rdi}$$

terhet hozó fúga szélessége $b_i =$ **1000 mm**
 egy hegesztett térrácshoz tartozó szélességi méret $b_r =$ **500 mm**



húzott vas átmérője $d_s =$ **5 mm**

rácsrúd átmérője $d_d =$ **7 mm**

húzott vasalás távolsága a nyomott öv felső élétől

$$d = h - c_{nom} - ((d_s + d_d) / 2) = \underline{154 \text{ mm}}$$

$$\text{erő karja } z = 0,9 * d = \underline{138,6 \text{ mm}}$$

$$\beta = \underline{1,0}$$

β a felbeton keresztmetszetében ébredő hosszirányú erő és teljes nyomott vagy húzott övben ébredő hosszirányú erő aránya (mindkettő az adott keresztmetszetre érvényes)

A nyírófeszültség tervezési értéke a 2 beton érintkezési felületén:

$$V_{Edi} = \beta * 1000 * V_{Ed} / (b_i * z) = \underline{0,371 \text{ N/mm}^2}$$

A kapcsolat fajlagos nyírási teherbírása:

$$V_{Rdi} = c * f_{ctd} + \mu * \sigma_n + \rho * f_{yd} * (\mu * \text{SIN}(\alpha) + \text{COS}(\alpha)) \leq 0,5 * v * f_{cd}$$

felbeton húzószilárdságának tervezési értéke

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} * f_{ct,k0,05} / \gamma_c = \underline{1,2 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{érintkezési felületre ható külső nyomóerőből származó feszültség } \sigma_n = \underline{0,0 \text{ N/mm}^2}$$

Érdesített felületű (3mm / 40mm) kéregpanel esetében a 6.2.5 (2) fejezetnek megfelelően a következő szorzókkal számíthatunk:

$$c = 0,45$$

$$\mu = 0,70$$

$$\text{vashányad } \rho = A_s / A_i$$

Ahol A_s a határfelületen áthaladó - annak mindkét oldalán lehorgonyzott - vaskeresztmetszet.

A_i az A_s vasaláshoz tartozó terület a zsaluzópanel és a felbeton közös síkjában.

$$\text{vashányad } \rho = (2 \cdot 3,5^2 \cdot \pi) / (200 \cdot b_r) = 0,77 \cdot 10^{-3}$$

α az A_s vasalás tengelyének a csatlakozó felület síkjával bezárt szöge ($45^\circ < \alpha < 90^\circ$), esetünkben:

$$\alpha = 63,4^\circ$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 435 \text{ N/mm}^2$$

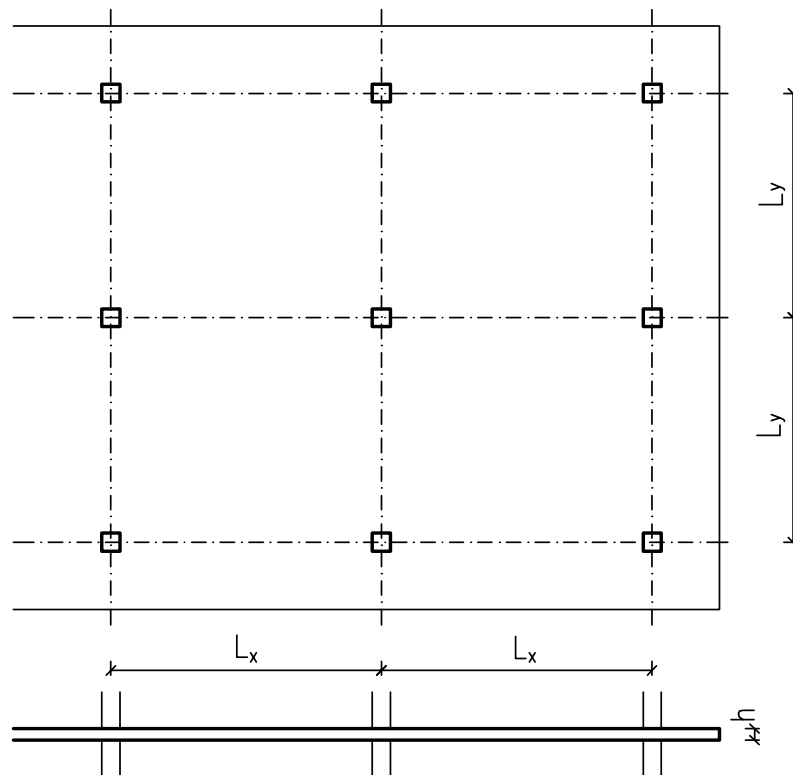
$$V_{Rdi} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) = 0,900 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Edi} / V_{Rdi} = 0,41 < 1$$

Megfelel!

Pontokon megtámasztott síklemez földém

A lemezvastagság közelítő meghatározása az EC2, a lehajlás korlátozása alapján történik.

**Pillér raszterméreték:**

oszlopköz $L_x = 5,00$ m

oszlopköz $L_y = 6,00$ m

A földémlemez peremei mentén az oszlopok vonalában peremgerendával megtámasztott.

Szerkezeti anyagok:

beton = SEL("concrete/EC"; Name;) = **C25/30**
 acél = SEL("reinf/steel"; Name;) = **500 S**
 $f_{ck} =$ TAB("concrete/EC"; fck; Name=beton) = 25,00 N/mm²
 $f_{yk} =$ TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=acél) = 500,00 N/mm²

Parciális biztonsági tényezők:

$\gamma_c = 1,50$
 $\gamma_s = 1,15$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_Q = 1,50$

Felvett lemezvastagság:

$h = 250$ mm
 számított lemezszélesség $b = 1,0$ m

Terhek:

vasbeton lemez önsúlya			
$g_{k1} =$	$h * 25,0 / 1000$	$=$	6,25 kN/m²
burkolati rétegek önsúlya	$g_{k2} =$		2,50 kN/m²
átlagos válaszfal terhelés	$g_{k3} =$		1,50 kN/m²
födém hasznos terhe	$q_k =$		2,00 kN/m²
kvázi állandó teherszint tényezője	$\psi_2 =$		0,3

Környezeti feltételek:

száraz környezet	
minimális betonfedés $c_{nom} =$	20 mm

Kombinált összteher:

tervezési teher $p_{Ed} =$	$\gamma_G * (g_{k1} + g_{k2} + g_{k3}) + \gamma_Q * q_k$	$=$	16,84 kN/m²
terhek kvázi állandó kombinációja $p_{qp} =$	$g_{k1} + g_{k2} + g_{k3} + \psi_2 * q_k$	$=$	10,85 kN/m²

A nagyobb támaszköz irányában alsó sorban $\varnothing 20$ - as húzott vasalást feltételezve:

$L =$	$MAX(L_x ; L_y)$	$=$	6,00 m
$d =$	$h - c_{nom} - 10$	$=$	220 mm

A vasbeton lemez eleget tesz a $w < L / 250$ lehajláskorlátozásnak, amennyiben:

$$(L / K) / d < \alpha * (L / d)_{eng}$$

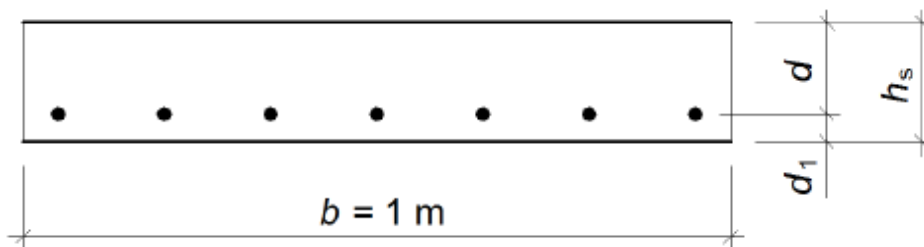
<u>pontokon megtámasztott síklemez</u> esetében $K =$		1,2	
teherbírasi vizsgálat szerint szükséges acél keresztmetszete $A_{s,requ} =$		10,0 cm ² /m	
teherbírasi vizsgálat szerint alkalmazott acél keresztmetszete $A_{s,prov} =$		10,0 cm ² /m	
$\beta =$	$(A_{s,prov} / A_{s,requ}) * (500 / f_{yk})$	$=$	1,0
$\alpha =$	$\sqrt{(0,5 * \beta * p_{Ed} / p_{qp})}$	$=$	0,88
az $(L/d)_{eng}$ érték meghatározásához használt segédértékek:			
$p_0 =$	$110 * \sqrt{f_{ck}}$	$=$	550 N/mm ²
$p_{csillaggal} =$	$\beta * p_{Ed} / b$	$=$	16,84 kN/m ²
$x =$	$(4,1 * \sqrt{f_{ck}}) * (p_0 / p_{csillaggal})^{0,6}$	$=$	6,64
$y =$	$(0,2 * \sqrt{f_{ck}}) * ((p_0 / p_{csillaggal}) - 1)^{0,6}$	$=$	7,95
húzott vasalás $A_{s1} =$			10,00 cm ² /m
nyomott vasalás $A_{s2} =$			5,00 cm ² /m
$z =$	$18 * (A_{s2} / A_{s1}) * (p_0 / p_{csillaggal} + 5)^{-0,9}$	$=$	0,34
$M = (L/d)_{eng} = 11 + x + y + z$			
megengedett érték $M =$	$11 + x + y + z$	$=$	25,93

Választott lemezvastagság vizsgálata:

$$((1000 * L / K) / d) / (\alpha * M) = \underline{\underline{0,996 < 1}}$$

Kéttámaszú vasbetonlemez

MSZ EN 1992-1-2 Betonszerkezetek tervezése 1-1. rész: Általános szabályok, Tervezés tüzteherre



Geometria:

fesztáv l =		3,00 m
lemezvastagság h_s =		0,120 m
lemez önsúlya g_0 =	$h_s \cdot 25,0$	= 3,00 kN/m ²
állandó terhelés g_1 =		4,30 kN/m ²
állandó összteher g_k =	$g_0 + g_1$	= 7,30 kN/m ²
hasznos teher q_k =		5,00 kN/m ²
tűzállósági határérték követelmény REI:	90	
környezeti besorolás:	XC1	
tervezett élettartam:	50 év	

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	25,00 N/mm ²
Acel =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Acel)	=	500 N/mm ²

Biztonsági tényezők (+20°C esetén):

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15
γ_G =	1,35
γ_Q =	1,50

Kvázi-állandó teherszint tényezője (MSZ EN 1990 szabvány A1.1 táblázata):

gyülekezésre szolgáló helyiségek $\psi_{2,1} = 0,6$

Méretezés normálhőmérsékleten az MSZ EN 1992-1-1 szerint:

beton tartós terhelését figyelembe vevő tényező α_{cc} =		1,0
$f_{cd} =$	$\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 16,7 N/mm ²
$f_{ctm} =$	TAB("concrete/EC"; fctm; Name=Beton)	= 2,6 N/mm ²
$\epsilon_{cu,3} =$		$3,5 \cdot 10^{-3}$
$\eta =$		1,0
$\lambda =$		0,8
$f_{yd} =$	f_{yk} / γ_s	= 434,8 N/mm ²
$E_s =$		200000 N/mm ²
$\epsilon_{yd} =$	f_{yd} / E_s	= $2,174 \cdot 10^{-3}$
$\xi_{bal,1} =$	$\epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd})$	= 0,617

Igénybevétel tervezési értéke:

$$m_{Ed} = (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k) \cdot l^2 / 8 = 19,5 \text{ kNm / m}$$

Hosszanti vasalás betontakarása:

$$\text{feltételezett vasátmérő } d_s = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 10 \text{ mm}$$

Környezeti feltételek osztálya: **XC1** \Rightarrow az NA **E.1** táblázata szerint a min. betonminőség C16/20, ami megfelel

A szerkezeti osztály **S4** (50 éves élettartam) \Rightarrow az NA **4.3N** táblázata szerint amennyiben a beton minősége \geq **C25/30** úgy a szerkezeti osztály eggyel csökkenthető, lemez esetében egy újabb osztállyal csökkenthető a besorolás, így a végső besorolás **S2**.

$$\text{XC1 és S2 esetében } c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{valamennyi } \Delta c_{dur} = 0$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$\text{tervezett takarástól való eltérés miatt } \Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{felvett betontakarás, ami a tervre kerül } c = \underline{20 \text{ mm}}$$

$$d_1 = c + 0,5 \cdot d_s = 25 \text{ mm}$$

$$d = h_s - (0,001 \cdot d_1) = 0,095 \text{ m}$$

$$\text{szükséges betonvas keresztmetszete } a_{s,req} = 509 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{m}$$

Felvett vasalás **Ø10/150mm**

$$\text{felvett betonvas keresztmetszete } a_{s,prov} = 524 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{m}$$

Vashányad ellenőrzése:

$$\text{vizsgált lemezsáv szélessége } b = 1 \text{ m}$$

$$a_{s,min} = \text{MAX}(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 128 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$a_{s,min} / a_{s,prov} = \underline{0,24 < 1}$$

Hosszanti vas maximális tengelytávolsága:

$$s_{max,slab} = \text{MIN}(2 \cdot h_s; 1000; 250) = 240 \text{ mm}$$

$$s_{prov} = 150 \text{ mm}$$

$$s_{prov} / s_{max,slab} = \underline{0,63 < 1}$$

Vizsgálat +20°C esetén:

$$x = a_{s,prov} \cdot f_{yd} / (b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0,017 \text{ m}$$

$$\xi = x / d = 0,179$$

$$\xi_{bal,1} = 0,617$$

$$\xi / \xi_{bal,1} = \underline{0,29 < 1}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 20,1 \text{ kNm / m}$$

$$m_{Ed} / m_{Rd} = \underline{0,97 < 1}$$

Vizsgálat tűz esetén (elvárás REI 90):**a) Táblázati értékek betartásának vizsgálata**

Egy irányban hordó lemez esetében a **5.8 jelű táblázatból** (STN EN 1992-1-2) megállapított értékek:

$$h_{s,min} = 100 \text{ mm}$$

$$h_{s,min} / (1000 \cdot h_s) = \underline{0,83 < 1}$$

MEGFELEL

$$a_{min} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{osová vzdialenost od povrchu } a = d_1 = 25 \text{ mm}$$

$$a_{min} / a = \underline{1,20 > 1}$$

NEM FELEL MEG

Az MSZ EN 1992-1-2 szabvány (2.5) összefüggése szerint megállapított tényező, ami a terhelés szintjét fejezi ki:

$$\eta_{fi} = (g_k + \psi_{2,1} \cdot q_k) / (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k) = 0,593$$

Feszültség a betonvasban:

$$\sigma_{s,fi} = (\eta_{fi} \cdot f_{yk} / \gamma_s) \cdot (a_{s,req} / a_{s,prov}) = 250,4 \text{ N/mm}^2$$

A $k_s(\Theta_{cr})$ jelű redukciós tényező az **5.1 jelű grafikonból** való leolvasáshoz:

$$k_s(\Theta_{cr}) = \sigma_{s,fi} / f_{yk} = 0,501$$

Kritikus hőmérsékletet vagy leolvassuk a fenti "1" görbe (**5.1 ábra**) alapján ($\cong 580^\circ\text{C}$), vagy kiszámítjuk a következőképpen, miután a $500^\circ\text{C} < \Theta \leq 700^\circ\text{C}$ tartományra érvényes:

$$\Theta_{cr} = 500 + 200 / 0,5 \cdot (0,61 - (\sigma_{s,fi} / f_{yk})) = 544 \text{ }^\circ\text{C}$$

Az **5.2 (8)** bekezdés alapján a $350^\circ\text{C} < \Theta_{cr} \leq 700^\circ\text{C}$ tartományban a betonvas tengelyének távolságát a betonfelülettől a következőképpen csökkenthetjük:

$$a_{min,red} = a_{min} + 0,1 \cdot (500 - \Theta_{cr}) = 25,60 \text{ mm}$$

$$a_{min,red} / a = \underline{1,02 > 1}$$

NEM FELEL MEG!

A fentiek alapján megállapítható, hogy az adott lemez a táblázati értékeknek nem felel meg, így tűzállósága nem éri el a követelt REI 90- t.

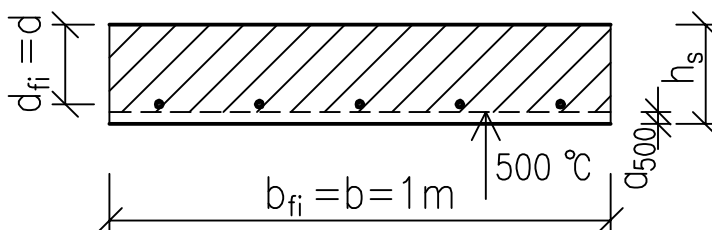
b) Vizsgálat az 500°C izoterma segítségével

A **B.1 jelű táblázat** segítségével ellenőrizzük a módszer alkalmazhatóságát:

$$\text{leolvasott érték a B.1 táblázatból } h_{min,B.1} = 120 \text{ mm}$$

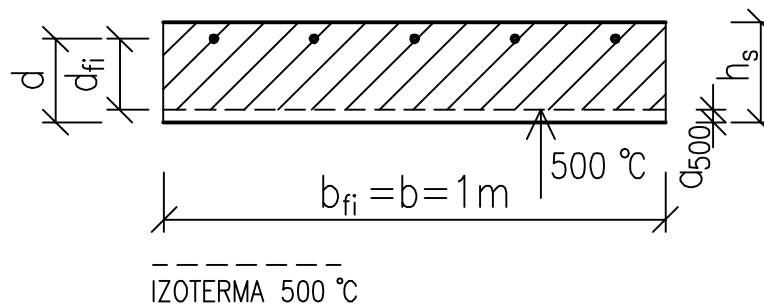
$$h_{min,B.1} / (1000 \cdot h_s) = \underline{1,0 < 1}$$

MEGFELEL, az 500°C izoterma alkalmazható



Sraffolva a tűz esetén figyelembe vett beton keresztmetszet.

Összehasonlításképpen negatív nyomaték és tűz esetén a figyelembe vett beton keresztmetszet:



Az adott esetben mikor a húzott alsó öv van kitéve a tűzterheknek, a feladat leegyszerűsödik az **A.2 ábrából** való a betonvas tengelyében lévő hőmérséklet leolvasására:

$$\begin{aligned} \text{betonfelülettől mért távolság } x &= a = 25 \text{ mm} \\ \text{R90 esetében a leolvasott hőmérséklet } \Theta_s &= 560 \text{ °C} \end{aligned}$$

A betonvas szilárdságának csökkentő tényezőjét a szabvány **4.2a jelű ábrájából** vagy a **3.2a jelű táblázatából** interpolálással határozzuk meg:

$$\begin{aligned} \text{az adott hőmérsékletnek megfelelő leolvasott érték } k_s(\Theta) &= 0,594 \\ \text{tűz esetén a betonvas biztonsági tényezője } \gamma_{s,fi} &= 1,0 \\ f_{yd,fi} &= 0,594 \cdot f_{yk} / \gamma_{s,fi} = 297,0 \text{ N/mm}^2 \\ \text{tűz esetén a beton biztonsági tényezője } \gamma_{c,fi} &= 1,0 \\ \text{betonszilárdság } 500\text{°C} \text{ esetén } f_{cd,fi} &= f_{ck} / \gamma_{c,fi} = 25,0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

A következőkben a vizsgálatot úgy végezzük el, mint 20°C esetén, figyelembe véve a redukált keresztmetszetet és a csökkentett beton-, ill. betonvasszilárdságot:

$$\begin{aligned} b_{fi} &= b = 1,00 \text{ m} \\ d_{fi} &= d = 0,095 \text{ m} \end{aligned}$$

Figyelem! A hatékony magasság d_{fi} értéke csökkentett a negatív nyomaték esetén!

Neutrális tengely távolsága a nyomot betonfelszíntől:

$$x_{fi} = a_{s,prov} \cdot f_{yd,fi} / (b_{fi} \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd,fi}) = 0,0078 \text{ m}$$

Tűz esetén a keresztmetszet nyomatékellenállása:

$$m_{Rd,fi} = a_{s,prov} \cdot f_{yd,fi} \cdot 10^3 \cdot (d_{fi} - 0,5 \cdot \lambda \cdot x_{fi}) = 14,3 \text{ kNm / m}$$

Tűz esetén a nyomatékigénybevétel:

$$m_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot m_{Ed} = 11,6 \text{ kNm / m}$$

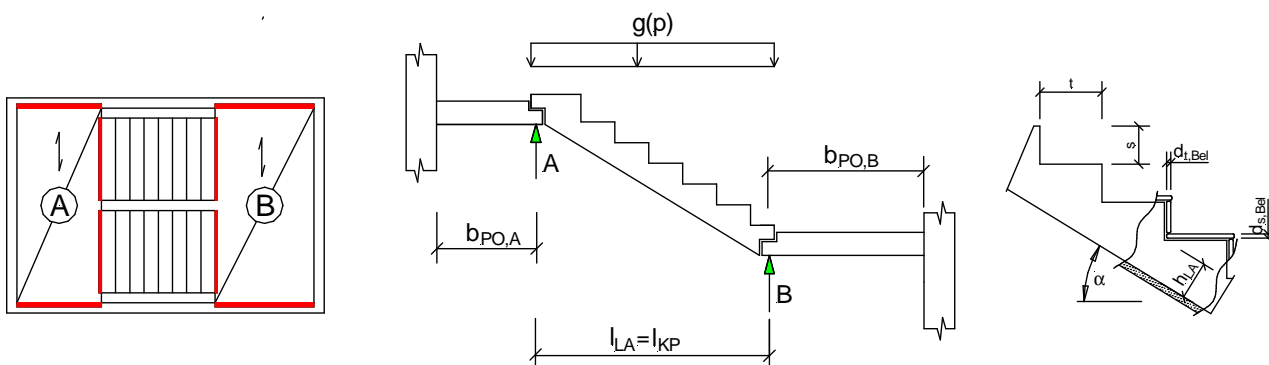
Vizsgálat tűz esetén:

$$m_{Ed,fi} / m_{Rd,fi} = 0,81 < 1$$

MEGFELEL, a vasbeton lemez az REI 90 követelménynek eleget tesz.

Lépcsők

Vasbeton lépcsőkar - keresztirányban feszített pihenőlemez



Anygajellemzők:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C50/60
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	50,0 N/mm ²
γ_c =		=	1,50
α_{cc} =		=	1,00
f_{cd} =	$\frac{f_{ck} \cdot \alpha_{cc}}{\gamma_c}$	=	33,3 N/mm ²
τ_{Rd} =	TAB("concrete/ECtau"; τ_{Rd} ; Name=Beton)	=	0,33 N/mm ²
Betonacel =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Betonacel)	=	500,0 N/mm ²
γ_s =		=	1,15
f_{yd} =	$\frac{f_{yk}}{\gamma_s}$	=	434,8 N/mm ²

Lépcsőkar méretei:

lépcsőkar hossza l_{LA} =	2,35 m
szélesség b_{LA} =	1,00 m
lemezvastagság h_{LA} =	14,0 cm
betontakarás c =	2,5 cm

Lépcsőfokok:

fokszélesség t =	29,20 cm
fokmagasság s =	18,75 cm
dőlésszög α =	ATAN(s/t) = 32,7 °

Burkolat:

burkolatvastagság függőlegesen $d_{t,BeI}$ =	6,0 cm
burkolatvastagság vízszintesen $d_{s,BeI}$ =	6,0 cm

Terhelés:

biztonsági tényezők:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

állandó terhek (karakterisztikus érték):

$$\begin{aligned} \text{lépcsőkar önsúlya:} & h_{LA} * 25,0/100/\text{COS}(\alpha) = 4,16 \text{ kN/m}^2 \\ \text{lépcsőfokok:} & \frac{s}{2} * 24,0/100 = 2,25 \text{ kN/m}^2 \\ \text{burkolattól:} & (d_{t, \text{Bel}} + d_{s, \text{Bel}} * s/t) * 25,0/100 = 2,46 \text{ kN/m} \\ \text{vakolat (2,5cm):} & 0,025 * 22,0/\text{COS}(\alpha) = 0,65 \text{ kN/m}^2 \\ & \mathbf{g_{LA} = 9,52 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

hasznos teher (karakterisztikus érték):

$$q_{LA} = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

Összesített mértékadó terhelés:

$$q_d = \gamma_G * g_{LA} + \gamma_Q * q_{LA} = 17,35 \text{ kN/m}^2$$

Belső erők: egységnyi szélesség 1,0m (tervezési értékek)

$$\begin{aligned} A_{LA, q, d} &= q_d * l_{LA} / 2 = 20,4 \text{ kN/m} \\ B_{LA, q, d} &= q_d * l_{LA} / 2 = 20,4 \text{ kN/m} \\ M_{LA, d, \text{max}} &= 1/8 * q_d * l_{LA}^2 = 12,0 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Méretezés: b_{LA} lépcsőkarszélességgel (1.sor=osztóvas; 2.sor=fővas)

$$\begin{aligned} d_{s, LA} &= 12 \text{ mm} \\ d_{s1, LA} &= 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{LA} &= h_{LA} - c - d_{s, LA} / 10 - 0,5 * d_{s1, LA} / 10 = 9,9 \text{ cm} \\ \mu &= b_{LA} * M_{LA, d, \text{max}} / (b_{LA} * d_{LA}^2 * f_{cd} / 10) = 0,037 \\ \omega &= \text{TAB}(\text{"reinf/Ecmy"; } \omega; \mu = \mu) = 0,038 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{S, LA, \text{req}} &= \omega * b_{LA} * 100 * d_{LA} * f_{cd} / f_{yd} = 2,88 \text{ cm}^2 \\ A_{S, LA, \text{min}} &= 0,0028 * b_{LA} * 100 * h_{LA} / 2 = 1,96 \text{ cm}^2 \\ A_{S, LA} &= \text{MAX}(A_{S, LA, \text{req}}; A_{S, LA, \text{min}}) = 2,88 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$n_{S, LA} = A_{S, LA} / (\pi * d_{s, LA}^2 * 0,01/4) + 0,495 = 3 \text{ db}$$

Felvett vasalás: lépcsőkar

fővas \emptyset:	$d_{s,LA}$	=	12 mm
felvett vasbetétek száma n_{LA}:		=	5 db
felvett keresztmetszet $A_{S,LA,prov}$:	$n_{LA} * \pi * (d_{s,LA}/10)^2/4$	=	5,65 cm²
kihasználtság:	$A_{S,LA}/A_{S,LA,prov}$	=	0,51 ≤ 1
osztóvasak \emptyset:	$d_{s1,LA}$	=	8 mm
vasbetétek távolsága $e_{s1,LA}$:		=	20 cm
felvett keresztmetszet $A_{S1,LA,prov}$:	$1/e_{s1,LA} * 100 * \pi * (d_{s1,LA}/10)^2/4$	=	2,51 cm²/m

Nyírási vizsgálat:

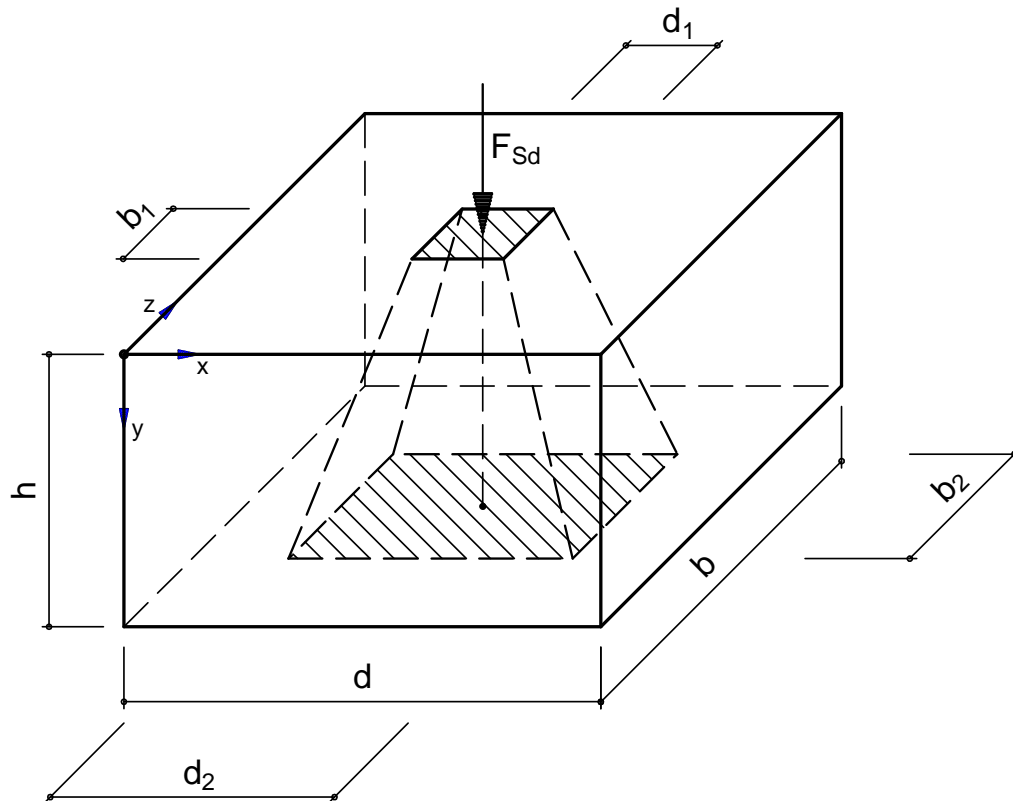
κ_C =	$MAX((1,6-d_{LA}/100);1)$	=	1,501
ρ =	$MIN(A_{S,LA,prov}/(b_{LA} * 100 * d_{LA}); 0,02)$	=	0,0057
V_{Rd1} =	$\tau_{Rd}/10 * \kappa_C * (1,2+40 * \rho) * b_{LA} * 100 * d_{LA}$	=	70,0 kN
$V_{Sd,d}$ =	$MAX(A_{LA,q,d} ; B_{LA,q,d})$	=	20,4 kN

Nachweis:	$V_{Sd,d}/V_{Rd1}$	=	0,29 ≤ 1
------------------	--------------------	---	-----------------

megfelel, nincs szükség nyírási vasalásra

Méretezés

Pecsénnyomás: TT- panel a folytonos vasbeton konzolra felfekszik



A folytonos vasbeton konzol adatai:

Geometria:

betontest szélessége $b =$	0,30 m
betontest hossza $d =$	2,00 m
betontest vastagsága $h =$	0,32 m
saru szélessége $b_1 =$	0,14 m
saru hossza $d_1 =$	0,14 m

A TT-Panel egy gerincéből származó reakció:

függőleges normálerő $F_{Sd} =$	267,60 kN
---------------------------------	-----------

Biztonsági tényezők az anyag oldalán:

$\gamma_s =$	1,15
$\gamma_c =$	1,50

Anyagminőségek

Beton =	SEL("concrete/EC" ; Name;)	=	C25/30
Betonacel =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Betonacel)	=	500,00 N/mm ²
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton) / 10	=	2,50 kN/cm ²
f_{cd} =	$0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$	=	1,417 kN/cm ²
f_{yd} =	$\frac{f_{yk}}{\gamma_s \cdot 10}$	=	43,48 kN/cm ²

Számítási eredmények:**Geometriai feltételek:**

b_2 =	MIN($b_1 + h$; $3 \cdot b_1$)	=	0,42 m
d_2 =	MIN($d_1 + h$; $3 \cdot d_1$)	=	0,42 m
min_h =	MAX($b_2 - b_1$; $d_2 - d_1$)	=	0,28 m

Felületek:

A_{C0} : az erőbevezetés (elasztomer sarulemez) felülete = "terhelt" felület

A_{C1} : számított felület = "tervezési" felület

A_{C0} =	$b_1 \cdot d_1 \cdot 10^4$	=	196,00 cm ²
A_{C1} =	$b_2 \cdot d_2 \cdot 10^4$	=	1764,00 cm ²

Függőleges teher határértéke:

$$F_{Rdu} = \text{MIN} \left(A_{C0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{C1}}{A_{C0}}}; 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{C0} \right) = 833,20 \text{ kN}$$

Vizsgálat:

$$\frac{F_{Sd}}{F_{Rdu}} = \underline{\underline{0,321 < 1,0}}$$

Keresztirányú húzóerő meghatározása F. Leonhardt, Vorlesungen über Massivbau, 2. rész, a 100. oldalon szereplő képlet szerint:

Z_{xd} =	$0,25 \cdot F_{Sd} \cdot (1 - b_1/b_2)$	=	44,60 kN
Z_{zd} =	$0,25 \cdot F_{Sd} \cdot (1 - d_1/d_2)$	=	44,60 kN

A főtti erőköl származó vasalást mindkét, azaz X és Z irányban is be kell építeni (saru alatti 0,9*h sávban):

$A_{s,req}$ =	Z_{xd} / f_{yd}	=	1,03 cm ²
d_s =	SEL("reinf/As"; d_s ;)	=	10,00 mm
V =	SEL("reinf/As"; Name; $A_s \geq A_{s,req}$; $d_s = d_s$)	=	2 Ø 10
$A_{s,prov}$ =	TAB("reinf/As" ; A_s ; Name=V)	=	1,57 cm ²

felvett vízszintes vasalás: 2Ø10

$$A_{s,req} / A_{s,prov} = \underline{\underline{0,66 < 1,0}}$$

A TT- Panel adatai:**Geometria:**

betontest szélessége b =	0,14 m
betontest hossza d =	0,26 m
betontest vastagsága h =	1,05 m
saru szélessége b₁ =	0,14 m
saru hossza d₁ =	0,14 m

Anyagminőségek

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C40/50
Betonacél =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Betonacél)	=	500,00 N/mm ²
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton) / 10	=	4,00 kN/cm ²
f_{cd} =	$0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$	=	2,267 kN/cm ²
f_{yd} =	$\frac{f_{yk}}{\gamma_s \cdot 10}$	=	43,48 kN/cm ²

Számítási eredmények:**Geometriai feltételek:**

b_2 =	MIN($b_1 + h$; $3 \cdot b_1$)	=	0,42 m
d_2 =	MIN($d_1 + h$; $3 \cdot d_1$)	=	0,42 m
min_h =	MAX($b_2 - b_1$; $d_2 - d_1$)	=	0,28 m

Felületek:

A_{C0} : az erőbevezetés (elasztomer sarulemez) felülete = "terhelt" felület

A_{C1} : számított felület = "tervezési" felület

A_{C0} =	$b_1 \cdot d_1 \cdot 10^4$	=	196,00 cm ²
A_{C1} =	$b_2 \cdot d_2 \cdot 10^4$	=	1764,00 cm ²

Függőleges teher határértéke:

$$F_{Rdu} = \text{MIN} \left(A_{C0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{C1}}{A_{C0}}}; 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{C0} \right) = 1333,00 \text{ kN}$$

Vizsgálat:

$$\frac{F_{Sd}}{F_{Rdu}} = \underline{\underline{0,201 < 1,0}}$$

Keresztirányú húzóerő meghatározása F. Leonhardt, Vorlesungen über Massivbau, 2. rész, a 100. oldalon szereplő képlet szerint:

$$Z_{xd} = 0,25 \cdot F_{Sd} \cdot (1 - b_1/b_2) = 44,60 \text{ kN}$$

$$Z_{zd} = 0,25 \cdot F_{Sd} \cdot (1 - d_1/d_2) = 44,60 \text{ kN}$$

A fönti erőköl származó vasalást mindkét, azaz X és Z irányban is be kell építeni (sarú alatti $0,9 \cdot h$ sávban):

$$A_{s,req} = Z_{xd} / f_{yd} = 1,03 \text{ cm}^2$$

$$d_s = \text{SEL}(\text{"reinf/As"; ds; }) = 8,00 \text{ mm}$$

$$V = \text{SEL}(\text{"reinf/As"; Name; As} \geq A_{s,req} ; d_s = d_s) = 3 \text{ } \varnothing 8$$

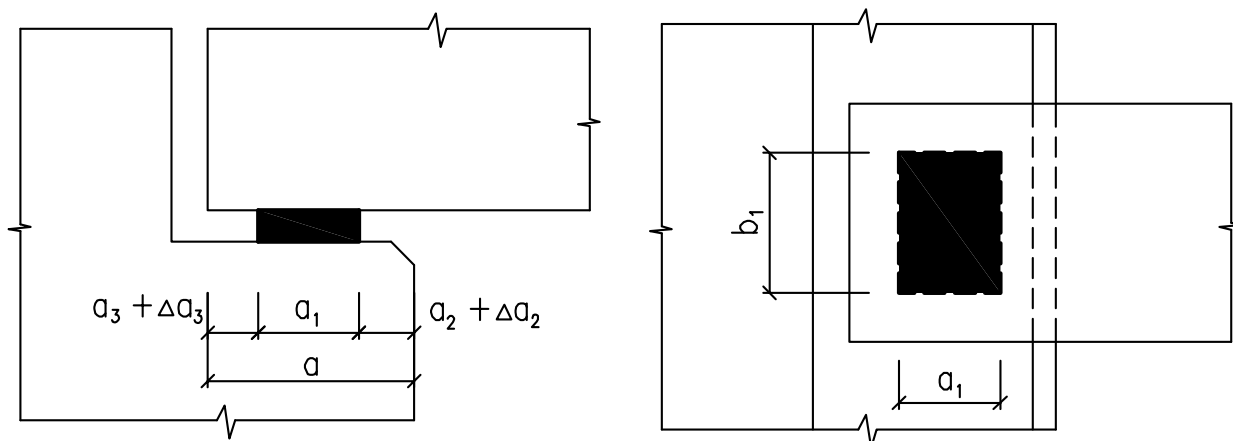
$$A_{s,prov} = \text{TAB}(\text{"reinf/As" ; As ; Name=V}) = 1,51 \text{ cm}^2$$

felvett vízszintes vasalás: **3Ø8**

$$A_{s,req} / A_{s,prov} = \underline{0,68 < 1,0}$$

Sarulemez méreteinek meghatározása

A méretezés az MSZ EN 1992-1-1 10.9.5 fejezetében meghatározott módszerrel, a 10.2 - 10.5 táblázatok segítségével történik.

Geometria:Terhelő TT- panel adatai:

egy gerincből adódó reakció R_{zd} = 267,66 kN
 panelhossz l_n = 21160 mm
 betontakarás c_3 = 25 mm

Betonminőség:

Beton = SEL("concrete/EC"; Name; $f_{ck} \leq 50$) = **C40/50**
 f_{ck} = TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton) = 40,00 N/mm²
 α_{cc} = 1,00
 f_{cd} = $\frac{f_{ck} * \alpha_{cc}}{1,5}$ = 26,67 N/mm²

Megtámasztó konzol adatai:

felvett konzolmélység t_k = 300 mm
 felvett függőleges fúga t_f = 20 mm
 betontakarás c_2 = 25 mm

Betonminőség (mérvadó, mivel a TT-panel magasabb osztályban készül):

Beton = SEL("concrete/EC"; Name; $f_{ck} \leq 50$) = **C25/30**
 f_{ck} = TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton) = 25,00 N/mm²
 α_{cc} = 1,00
 f_{cd} = $\frac{f_{ck} * \alpha_{cc}}{1,5}$ = 16,67 N/mm²

Elasztomer sarulemez felvett adatai:

mélysége a_1 =	140 mm
szélessége b_1 =	140 mm
vastagsága t_1 =	10 mm

Számított értékek:

kontaktfeszültség a sarulemeze alatt

$$\sigma_{Ed} = 1000 * R_{zd} / (a_1 * b_1) = 13,66 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{"relatív feszültség"} = \sigma_{Ed} / f_{cd} = \mathbf{0,82 > 0,4}$$

10.3 táblázat alapján felvett méret

$$a_2 = 35 \text{ mm}$$

10.4 táblázat alapján felvett méret

$$a_3 = 40 \text{ mm}$$

10.5 táblázat alapján felvett méret

$$\Delta a_2 = IF((l_n / 1200) + 5 < 40; (l_n / 1200 + 5); 15) = 22,63 \text{ mm}$$

megnövelt toleranciaérték

$$\Delta a_3 = l_n / 2500 = 8,46 \text{ mm}$$

szükséges konzolmélység

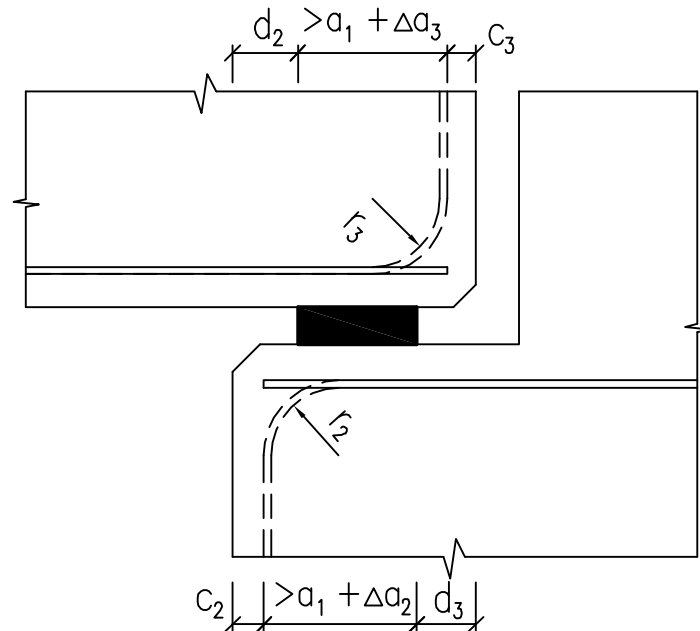
$$a = a_1 + a_2 + a_3 + \sqrt{(\Delta a_2^2 + \Delta a_3^2)} = \mathbf{239 \text{ mm}}$$

Felvett konzolmélység ellenőrzése:

$$a / (t_k - t_f) = \mathbf{0,9 < 1}$$

Vasalás lehorgonyzása a sarulemez alatt

A méretezés az MSZ EN 1992-1-1 10.9.4.7 fejezetében meghatározott módszerrel, a következő ábra szerint történik:



Számított értékek:

sarulemez távolsága a konzol szabad élétől $d_2 = a_2 + \Delta a_2 = 57,6 \text{ mm}$

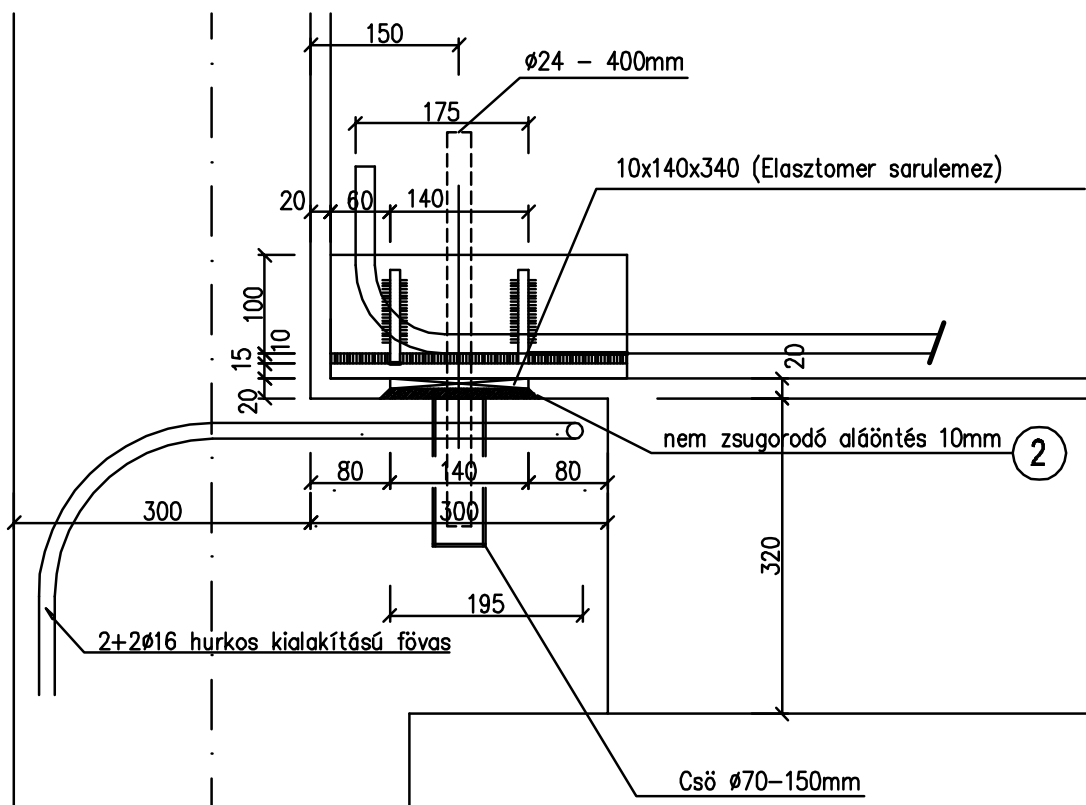
sarulemez távolsága a TT-panel szabad élétől $d_3 = a_3 + \Delta a_3 = 48,5 \text{ mm}$

Felfekvési geometria vizsgálata a TT- panelben, a sarulemez felett:

$$(a_1 + \Delta a_3) / (t_k - t_f - c_3 - d_2) = \underline{0,75 < 1}$$

Felfekvési geometria vizsgálata a monolit konzolban, a sarulemez alatt:

$$(a_1 + \Delta a_2) / (t_k - t_f - c_2 - d_3) = \underline{0,79 < 1}$$

Felfekvés részletraja:

A hurkos kialakítású 2+2 Ø16 fõvas lehorgonyzási hosszának ellenõrzése a sarulemez alatt:

$$\begin{aligned}
 \text{acel} &= && \mathbf{500\ S} \\
 f_{yk} &= \text{TAB}(\text{"reinf/Steel"; } \beta_s; \text{ Name=acel}) && = 500\ \text{N/mm}^2 \\
 f_{yd} &= f_{yk} / 1,15 && = 434,78\ \text{N/mm}^2 \\
 \text{felvett betonvasátmérõ } d_s &= \text{SEL}(\text{"reinf/As"; } d_s;) && = \mathbf{16\ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{beton} &= \text{SEL}(\text{"concrete/EC"; Name;} f_{ck} \leq 50) && = \mathbf{C25/30} \\
 \text{kapcsolati szilárdság "jó" tapadás esetén } f_{bd} &= && 2,7\ \text{N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{lehorgonyzandó szükséges vaskeresztmetszet } A_{s,requ} &= && 5,20\ \text{cm}^2 \\
 \text{tényleges vaskeresztmetszet } A_{s,prov} &= && 8,04\ \text{cm}^2
 \end{aligned}$$

lehorgonyzási hossz **alapértéke**

$$l_b = d_s / 4 * (f_{yd} / f_{bd}) = \mathbf{644\ mm}$$

$$\text{hurkos kialakítás szorzója } \alpha_a = \mathbf{0,7}$$

lehorgonyzási hossz

$$l_{b,eq} = \alpha_a * l_b = \mathbf{451\ mm}$$

$$l_{b,min} = \text{MAX}(10 * d_s; 100) = 160\ \text{mm}$$

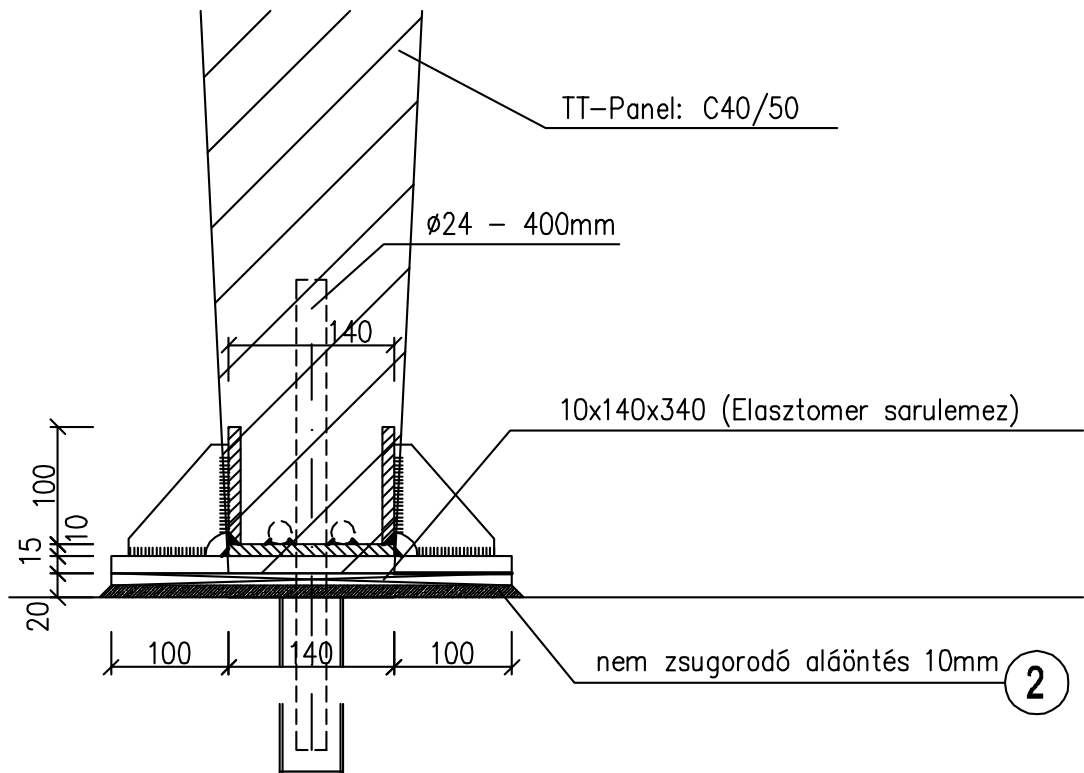
lehorgonyzási hossz tervezési értéke

$$l_{bd} = \text{MAX}(l_{b,eq} * A_{s,requ} / A_{s,prov}; l_{b,min}) = 292\ \text{mm}$$

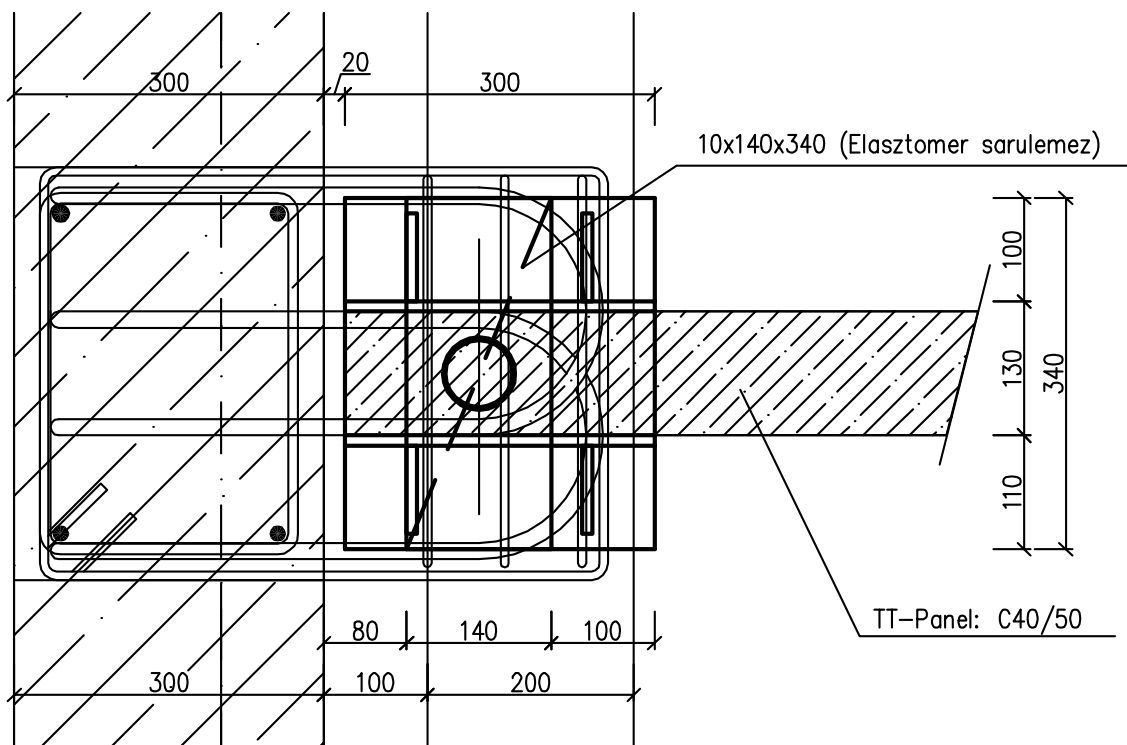
$$(2 * l_{bd} / 3) / (t_k - t_f - c_2 - d_3) = \mathbf{0,94 < 1}$$

A vizsgálat megfelelő, amennyiben a 2+2 Ø16 hurkos kialakítású fövas elrendezése a sarulemez formájának megfelelő, azaz a sarulemez takarja a 4 vasat.

A 2+2 Ø16 hurkos kialakítású fövas elrendezéséből adódik, hogy a TT-panel acélpapucsát ki kell szélesíteni:



Alaprajzban (vízszintes metszet):

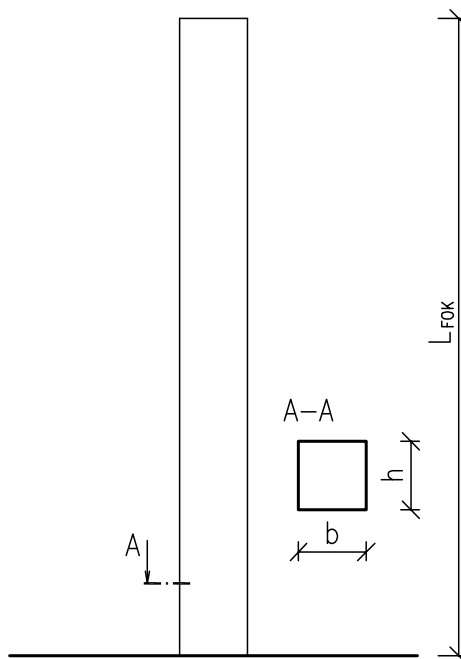


Oszlopok

Belső csarnokoszlop vizsgálata

az MSZ EN 1992-1-1 szabvány, annak 5.8.3 bekezdése alapján

A következőkben azt vizsgáljuk meg, hogy a csarnokoszlopot szükséges-e a másodrendű elmélet szerint megvizsgálni, vagy sem.



Az oszlop geometriája:

keresztmetszeti szélesség $b =$			0,55 m
keresztmetszeti magasság $h =$			0,55 m
oszlopmagasság az alap felső élétől $L_{FOK} =$			7,35 m
az oszlop statikus hossza $L =$	$L_{FOK} + b$	$=$	7,90 m
az oszlop kihajlási hossza $L_0 =$	$2,28 \cdot L$	$=$	18,01 m
karcsúsága $\lambda =$	$L_0 / (0,289 \cdot b)$	$=$	<u>113,3</u>

A **C40/50** betonminőségű oszlop jellemzői:

karakterisztikus betonszilárdság $f_{ck} =$			40 N/mm ²
beton biztonsági tényezője $\gamma_C =$			1,50
beton nyomószilárdságának terv. értéke $f_{cd} =$	f_{ck} / γ_C	$=$	27 N/mm ²
betonacél folyáshatárának karakt. értéke $f_{yk} =$			500 N/mm ²
betonacél szilárdságának biztonsági tényezője $\gamma_S =$			1,15
betonacél folyáshatárának tervezési értéke $f_{yd} =$	f_{yk} / γ_S	$=$	435 N/mm ²
betonacél rugalmassági modulusa $E_s =$			200000 N/mm ²
$\epsilon_{yd} =$	f_{yd} / E_s	$=$	0,00217500

Az 5.8.2 (6) bekezdésnek megfelelő alternatíva az 5.8.3.1(1) bekezdésben felállított követelmény igazolása:
 $\lambda \leq \lambda_{lim} < 75 \Rightarrow$ az oszlop vizsgálata során a másodrendű elméletből származó külpontosság elhanyagolható

Jellemző belső oszlop függőleges terhei:

belső oszlop terhelési felülete $A_{ST} =$	20*20	=	400 m ²
acélszerkezet önsúlya:			0,35 kN/m ²
tetőfelépítés:			0,65 kN/m ²
		$g_{k,1} =$	<u>1,00 kN/m²</u>
vasbeton főtartó önsúlya $g_{k,2} =$	307,92/20	=	<u>15,40 kN/m</u>
biztonsági tényező $\gamma_G =$			1,35
hóteher:			1,00 kN/m ²
szélnyomás a tetőn:			0,435 kN/m ²
		$p_{k,1} =$	<u>1,435 kN/m²</u>
biztonsági tényező $\gamma_Q =$			1,50
normálérő tervezési értéke			
$N_{Ed} = (g_{k,1} \cdot \gamma_G + p_{k,1} \cdot \gamma_Q) \cdot A_{ST} + g_{k,2} \cdot 20 \cdot \gamma_G + b \cdot h \cdot 25 \cdot L \cdot \gamma_G =$			1897 kN
hajlítónyomaték a szélethertől $M_{y,Ed} =$			528 kNm

A mennyiben pontosabb adatok nem állnak rendelkezésünkre, a 5.8.3.1 (1) bekezdés szerint felvehetők a következő értékek :

A =	0,7		
B =	1,1		
C =	0,7		
betonkeresztmetszet $A_C =$	$b \cdot h$	=	0,30 m ²
n =	$N_{Ed} / (A_C \cdot f_{cd} \cdot 1000)$	=	0,2342
karcsúság határértéke $\lambda_{lim} =$	$20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{(n)}$	=	22,28
λ / λ_{lim}		=	<u>5,09 < 1</u>

A vizsgálat **nem** felelt meg \Rightarrow ezért a II. rendű elméletből származó e_2 külpontosság az oszlop vizsgálatánál figyelembe veendő!

Az 5.8.8.3 bekezdésben meghatározott módszerrel számítjuk az e_2 külpontosságot:

Az elsőrendű (deformálatlan oszlop) külpontosság			
$e_1 = \text{MAX}(M_{y,Ed} / N_{Ed}; h/30; 0,02)$		=	<u>0,278 m</u>
valamennyi nyomott oszlop darabszáma $m =$			4
az együttdolgozó oszlopok redukáló tényezője			
$\alpha_m = \sqrt{(0,5 \cdot (1 + 1/m))}$		=	0,7906
a magasság redukáló tényezője			
$\alpha_h = \text{MAX}(2/3; 2/\sqrt{(L_{FOK}))}$		=	0,7377 < 1
kezdeti görbeség (imperfekció)			
$\Theta_i = \alpha_h \cdot \alpha_m / 200$		=	0,00291613

kezdeti görbeségből származó külpontosság

$$e_i = \Theta_i * L_0 / 2 = \underline{0,026 \text{ m}}$$

vasbeton keresztmetszet statikus magassága

$$d = 0,9 * h = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{hosszanti vasalás keresztmetszete (felvett érték) } A_S = 0,016286 \text{ m}^2$$

mech. vashányad

$$\omega = A_S * f_{yd} / (A_C * f_{cd}) = 0,8746$$

$$n_u = 1 + \omega = 1,8746$$

$$n_{bal} = 0,4$$

normálerő tényezője

$$K_r = \text{MIN}((n_u - n) / (n_u - n_{bal}); 1) = 1,00$$

$$\beta = 0,35 + (f_{ck} / 200) - (\lambda / 150) = -0,2053$$

Hajlítónyomaték a kvázistatikus terhektől (karakterisztikus érték):

$$M_{0Eqp} = ((g_{k,1} + p_{k,1}) * A_{ST} + (b * h * 25 * L)) * (e_1 + e_i) = 314,26 \text{ kNm}$$

Hajlítónyomaték (tervezési érték):

$$M_{0Ed} = ((g_{k,1} * \gamma_G + p_{k,1} * \gamma_Q) * A_{ST} + (b * h * 25 * L * \gamma_G)) * (e_1 + e_i) = 450,42 \text{ kNm}$$

$$\text{kúszás } i \text{ tényező (felvett érték) } \varphi = 1,53$$

effektív kúszási tényező

$$\varphi_{ef} = M_{0Eqp} / M_{0Ed} * \varphi = 1,07$$

a kúszás hatása

$$K_\varphi = \text{MAX}((1 + \beta * \varphi_{ef}); 1) = 1,00$$

másodrendű nyomatékból keletkező külpontosság

$$e_2 = 1/10 * L_0^2 * K_r * K_\varphi * \epsilon_{yd} / (0,45 * d) = \underline{0,3135 \text{ m}}$$

külpontosságok összege

$$e_{tot} = e_1 + e_i + e_2 = \underline{0,6175 \text{ m}}$$

Az oszlopvizsgálat belső erői (a másodrendű elmélet figyelembevételével a kritikus keresztmetszetet vizsgáljuk):

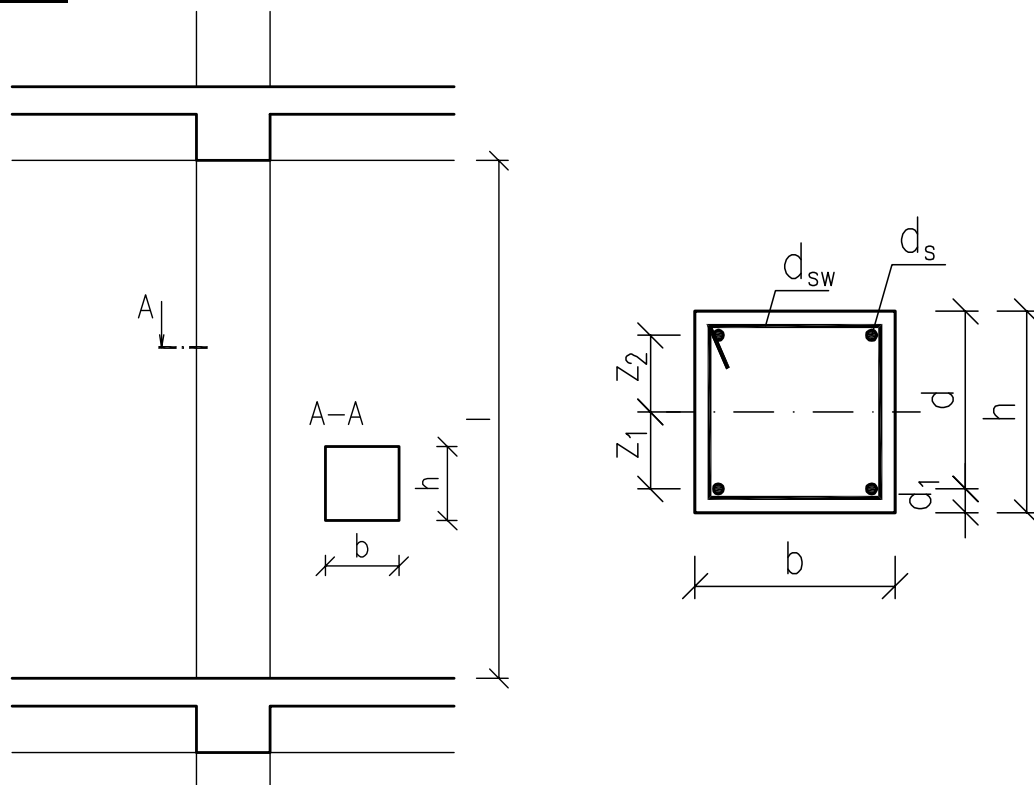
$$N_{Ed} = N_{Ed} = \underline{1897 \text{ kN}}$$

$$M_{Ed} = N_{Ed} * e_{tot} = \underline{1171 \text{ kNm}}$$

Vasbeton oszlop - A módszer

MSZ EN 1992-1-2 Betonszerkezetek tervezése 1-1. rész: Általános szabályok, Tervezés tűzterherre

Geometria:



Adatok:

oszlopmagasság $l = 2,80 \text{ m}$
 keresztmetszeti magasság $h = 0,40 \text{ m}$
 szélesség $b = 0,40 \text{ m}$

tűzállósági határérték követelmény: **R 60**

környezeti besorolás:

XC1
50 rokov

tervezett élettartam:

Oszlop terhei:

normálerő $N_{Ed} = -2600 \text{ kN}$

hajlítónyomaték $M_{Ed} = 65 \text{ kNm}$

Anyagjellemzők:

Beton = SEL("concrete/EC"; Name;) = **C25/30**
 $f_{ck} = \text{TAB}(\text{"concrete/EC"}; f_{ck}; \text{Name=Beton}) = 25,00 \text{ N/mm}^2$

Acel = SEL("reinf/steel"; Name;) = **500 S**
 $f_{yk} = \text{TAB}(\text{"reinf/steel"}; \beta_s; \text{Name=Acel}) = 500 \text{ N/mm}^2$

Biztonsági tényezők (20°C esetén):

$\gamma_c =$	1,50
$\gamma_s =$	1,15
$\gamma_G =$	1,35
$\gamma_Q =$	1,50

Beton:

beton tartós terhelését figyelembe vevő tényező $\alpha_{cc} =$		1,0
$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$	=	16,7 N/mm ²
$f_{ctm} = \text{TAB}(\text{"concrete/EC"; } f_{ctm}; \text{ Name=Beton})$	=	2,6 N/mm ²
$\epsilon_{cu,3} =$		3,5*10 ⁻³
$\eta =$		1,0
$\lambda =$		0,8

Betonacél:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	434,8 N/mm ²
$E_s =$		200000 N/mm ²
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$	=	2,174*10 ⁻³
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd})$	=	0,617
$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} - \epsilon_{yd})$	=	2,640

Betontakarás:

feltételezett hosszanti vasátmérő $d_s =$ 20 mm

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 20 \text{ mm}$$

Környezeti feltételek osztálya: **XC1** \Rightarrow az NA **E.1** táblázata szerint a min.betonminőség C 16/20, ami megfelel

A szerkezeti osztály **S4** (50 éves élettartam) \Rightarrow az NA **4.3N táblázat** szerint amennyiben a beton minősége \geq **C25/30** úgy a szerkezeti osztály eggyel csökkenthető, így a végső besorolás **S3**.

$$4.4N \text{ táblázatból az XC1 a S3 esetén } c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$$

valamennyi $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = 20 \text{ mm}$$

feltételezett kengyelátmérő $d_{sw} =$ 8 mm

$$c_{min,b,sw} = d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

valamennyi $\Delta c_{dur} = 0$

$$c_{min,sw} = \text{MAX}(c_{min,b,sw}; c_{min,dur}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,sw} + d_{sw} = 18 \text{ mm}$$

$c_{min} + d_{sw} < c_{min}$ vagyis a hosszanti vas takarása döntő

$$\text{tervezett takarástól való eltérés miatt } \Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 \text{ mm}$$

felvett betontakarás $c =$ (hosszanti vas takarása)		<u>30 mm</u>
$d_1 =$	$c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_s$	$= 0,040 \text{ m}$
$d_2 =$	d_1	$= 0,040 \text{ m}$
$d =$	$h - d_1$	$= 0,360 \text{ m}$
$z_1 =$	$(h/2) - d_1$	$= 0,160 \text{ m}$
$z_2 =$	$(h/2) - d_2$	$= 0,160 \text{ m}$

Szükséges vasalás:

külpontosság		
$e_{Ed} =$	$M_{Ed} / ABS(N_{Ed})$	$= 0,025 \text{ m}$
min. külpontosság		
$e_{0,min} =$	$MAX(h/30; 0,020)$	$= 0,020 \text{ m}$
$e_{Ed} < e_{0,min}$		
$e =$	$MAX(e_{Ed}; e_{0,min})$	$= 0,025 \text{ m}$
hajlítónyomaték tervezett értéke		
$M_{Ed} =$	$ABS(N_{Ed}) \cdot e$	$= 65,0 \text{ kNm}$
$N_{c,bal} =$	$\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3$	$= 1187,0 \text{ kN}$
$ABS(N_{Ed})$		$= 2600,0 \text{ kN}$
$ABS(N_{Ed}) / ABS(N_{c,bal})$		$= \underline{2,19 > 1}$

nyomás mérvadó

$M_{Ed2} =$	$M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z_2$	$= -351,0 \text{ kNm}$
$x =$	$\frac{d_2}{\lambda} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed2}}{b \cdot d_2^2 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3}} \right)$	$= 0,458 \text{ m}$
h/λ		$= 0,5 \text{ m}$
$x < h/\lambda$		
$\xi_{bal,1} \cdot d$		$= 0,222 \text{ m}$
$\xi_{bal,2} \cdot d_2$		$= 0,106 \text{ m}$
$(\xi_{bal,1} \cdot d) / x$		$= \underline{0,48 < 1}$
$(\xi_{bal,2} \cdot d_2) / x$		$= \underline{0,23 < 1}$

feltételek teljesülnek - nyomott vasalás

$$A_{s2,req} = \frac{-N_{Ed} - \lambda \cdot b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3}{f_{yd} \cdot 10^3} = 351 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Felvett vasalás: 2 Ø 20 (1 felületnél)

felvett keresztmetszet $A_{s2,prov} =$	$628 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
felvett keresztmetszet $A_{s1,prov} =$	$628 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
összesen $A_{s,prov} =$	$A_{s2,prov} + A_{s1,prov} = 1256 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

Vashányad ellenőrzése:

nyomott vasalás:		
$A_{s,min} =$	$MAX(0,1 \cdot ABS(N_{Ed}) / (f_{yd} \cdot 10^3); 0,002 \cdot b \cdot h)$	$= 598 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
$A_{s,max} =$	$0,04 \cdot b \cdot h$	$= 6400 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
$A_{s,min} / A_{s,prov}$		$= \underline{0,48 < 1}$
$A_{s,prov} / A_{s,max}$		$= \underline{0,20 < 1}$

MEGFELEL

Vasalás vizsgálata:

$$\begin{aligned} \text{felvett hosszanti vasátmérő } d_s &= & 20 \text{ mm} \\ \text{betontakarás } c &= & 35 \text{ mm} \\ d_1 &= c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_s & = & 0,045 \text{ m} \\ d_2 &= d_1 & = & 0,045 \text{ m} \\ d &= h - d_1 & = & 0,355 \text{ m} \\ z_1 &= (h/2) - d_1 & = & 0,155 \text{ m} \\ z_2 &= (h/2) - d_2 & = & 0,155 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd,bal} &= \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + (A_{s2,prov} + A_{s1,prov}) \cdot f_{yd} \cdot 10^3 & = & 1716,6 \text{ kN} \\ \text{ABS}(N_{Ed}) & & = & 2600,0 \text{ kN} \\ \text{ABS}(N_{Ed}) / \text{ABS}(N_{Rd,bal}) & & = & \underline{1,51 > 1} \end{aligned}$$

nyomás mérvadó

$$\begin{aligned} \varepsilon_{c3} &= 2 \cdot 10^{-3} & = & 2 \cdot 10^{-3} \\ \sigma_s &= \varepsilon_{c3} \cdot E_s & = & 400,0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

interakciós görbe - 0 pont

$$\begin{aligned} N_{Rd0} &= b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + A_{s,prov} \cdot \sigma_s \cdot 10^3 & = & 3174,4 \text{ kN} \\ M_{Rd0} & & = & 0 \text{ kNm} \end{aligned}$$

interakciós görbe - 1 pont

$$\begin{aligned} N_{Rd1} &= b \cdot \lambda \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 & = & 2170,2 \text{ kN} \\ M_{Rd1} &= b \cdot \lambda \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot d) + A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot z_2 & = & 152,4 \text{ kNm} \end{aligned}$$

 $N_{Rd0} > N_{Ed} > N_{Rd1} \Rightarrow$ az interakciós görbe 0-1 részében található

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= M_{Rd0} + (M_{Rd1} - M_{Rd0}) \cdot (\text{ABS}(N_{Rd0}) - \text{ABS}(N_{Ed})) / (\text{ABS}(N_{Rd0}) - \text{ABS}(N_{Rd1})) & = & 87,2 \text{ kNm} \\ M_{Ed} & & = & 65,0 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = \underline{0,75 < 1}$$

MEGFELEL**Karcsúság vizsgálata:**

$$\begin{aligned} \beta &= & 0,75 \\ \text{oszlop effektív hossza } l_0 &= \beta \cdot l & = & 2,10 \text{ m} \\ \text{oszlop karcsúsága } \lambda_1 &= \frac{l_0 \cdot \sqrt{12}}{h} & = & 18,19 \\ A &= & 0,70 \\ B &= & 1,10 \\ M_{0Ed,1} &= & -65,0 \text{ kNm} \\ M_{0Ed,2} &= & 65,0 \text{ kNm} \\ C &= 1,7 - (M_{0Ed,1} / M_{0Ed,2}) & = & 2,70 \\ \text{viszonylagos normálerő } n &= \text{ABS}(N_{Ed}) / (b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot 1000) & = & 0,973 \\ \text{karcsúsági határérték } \lambda_{1,lim} &= \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} & = & 42,2 \\ \lambda_1 / \lambda_{1,lim} & & = & \underline{0,43 < 1} \end{aligned}$$

Vizsgálat tűzteher esetén: (A módszer)**1) Feltételek vizsgálata**

$$\begin{aligned} \text{oszlop effektív hossza } l_{0,fi} &= l_0 &= & 2,10 \text{ m} \\ l_{0,fi,max} &= & & 3 \text{ m} \\ l_{0,fi}/l_{0,fi,max} &= & & \underline{0,70 < 1} \\ \text{MEGFELEL} & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{külpontosság } e_{0,fi} &= M_{Ed}/ABS(N_{Ed}) &= & 0,025 \text{ m} \\ \text{max. külpontosság } e_{max} &= 0,15 \cdot h &= & 0,060 \text{ m} \\ e_{0,fi}/e_{max} &= & & \underline{0,42 < 1} \\ \text{MEGFELEL} & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s,max} &= 0,04 \cdot b \cdot h &= & 6400 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \\ A_{s,prov} &= & & 1256 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \\ A_{s,prov}/A_{s,max} &= & & \underline{0,20 < 1} \\ \text{MEGFELEL} & & & \end{aligned}$$

Feltételek teljesülnek \Rightarrow az A módszer alkalmazható

$$\begin{aligned} \text{redukciós tényező } \eta_{fi} &= & & 0,70 \\ \text{normálerő tervezési értéke tűz esetén:} & & & \\ N_{Ed,fi} &= \eta_{fi} \cdot N_{Ed} &= & -1820,0 \text{ kN} \\ \text{oszlop teherbírása normál hőmérséklet esetén:} & & & \\ N_{Rd} &= ABS(N_{Rd0}) - (M_{Ed} - M_{Rd0}) \cdot (ABS(N_{Rd0}) - ABS(N_{Rd1})) / (M_{Rd1} - M_{Rd0}) &= & 2746,1 \text{ kN} \\ \text{kihasználtság tűzteher esetén:} & & & \\ \mu_{fi} &= ABS(N_{Ed,fi}) / ABS(N_{Rd}) &= & 0,66 \end{aligned}$$

Táblázatból leolvasott értékek oszlopok esetében (MSZ EN 1992-1-2 **5.2a táblázat**):

$$\begin{aligned} b_{min} &= & & 350 \text{ mm} \\ b_{min} / (10^3 \cdot b) &= & & \underline{0,88 < 1} \\ \text{MEGFELEL} & & & \end{aligned}$$

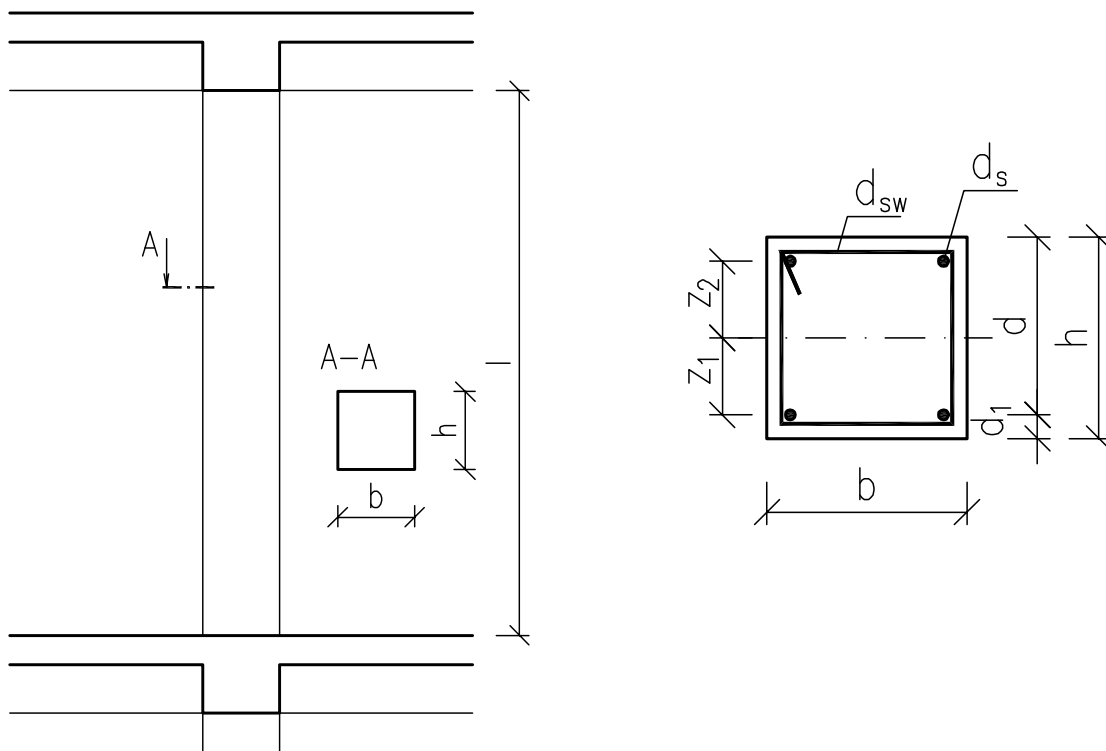
$$\begin{aligned} a_{min} &= & & 40 \text{ mm} \\ \text{vas tengelytávolsága az oszlop szélétől } a &= d_1 &= & 0,045 \text{ m} \\ a_{min} / (a \cdot 1000) &= & & \underline{0,89 < 1} \\ \text{MEGFELEL} & & & \end{aligned}$$

Az oszlop eleget tesz az R60 tűzállósági követelménynek.

Vasbeton oszlop - B módszer

MSZ EN 1992-1-2 Betonszerkezetek tervezése 1-1. rész: Általános szabályok, Tervezés tűzterherre

Geometria:



Adatok:

oszlopmagasság $l = 5,50$ m
 keresztmetszeti magasság $h = 0,45$ m
 szélesség $b = 0,45$ m

tűzállósági határérték követelmény: **R 90**

környezeti besorolás:

tervezett élettartam:

XC1

50 rokov

Oszlop terhei:

normálerő $N_{Ed} = -1200$ kN

hajlítónyomaték $M_{Ed} = 120$ kNm

Anyagjellemzők:

Beton = SEL("concrete/EC"; Name;) = **C30/37**
 $f_{ck} =$ TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton) = **30,00 N/mm²**

Acel = SEL("reinf/steel"; Name;) = **500 S**
 $f_{yk} =$ TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Acel) = **500 N/mm²**

Biztonsági tényezők (20°C esetén):

$\gamma_c =$	1,50
$\gamma_s =$	1,15
$\gamma_G =$	1,35
$\gamma_Q =$	1,50

Beton:

beton tartós terhelését figyelembe vevő tényező $\alpha_{cc} =$		1,0
$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$	=	20,0 N/mm ²
$f_{ctm} = \text{TAB}(\text{"concrete/EC"; } f_{ctm}; \text{ Name=Beton})$	=	2,9 N/mm ²
$\epsilon_{cu,3} =$		3,5*10 ⁻³
$\eta =$		1,0
$\lambda =$		0,8

Betonacél:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	434,8 N/mm ²
$E_s =$		200000 N/mm ²
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$	=	2,174*10 ⁻³
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd})$	=	0,617
$\xi_{bal,2} = \epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} - \epsilon_{yd})$	=	2,640

Betontakarás:

feltételezett hosszanti vasátmérő $d_s =$ 20 mm

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 20 \text{ mm}$$

Környezeti feltételek osztálya: **XC1** \Rightarrow az NA E.1 táblázata szerint a min. betonminőség C16/20, ami megfelel

A szerkezeti osztály **S4** (50 éves élettartam) \Rightarrow az NA 4.3N táblázat szerint amennyiben a beton minősége \geq **C25/30** úgy a szerkezeti osztály eggyel csökkenthető, így a végső besorolás **S3**.

$$4.4N \text{ táblázatból az XC1 a S3 esetén } c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{valamennyi } \Delta c_{dur} = 0 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = 20 \text{ mm}$$

$$\text{feltételezett kengyelátmérő } d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

$$c_{min,b,sw} = d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{valamennyi } \Delta c_{dur} = 0$$

$$c_{min,sw} = \text{MAX}(c_{min,b,sw}; c_{min,dur}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,sw} + d_{sw} = 18 \text{ mm}$$

$c_{min} + d_{sw} < c_{min}$ a hosszanti vas takarása döntő

$$c_{min} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{tervezett takarástól való eltérés miatt } \Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 \text{ mm}$$

felvett betontakarás $c =$ (hosszanti vas takarása)			<u>35 mm</u>
$d_1 =$	$c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_s$	=	0,045 m
$d_2 =$	d_1	=	0,045 m
$d =$	$h - d_1$	=	0,405 m
$z_1 =$	$(h/2) - d_1$	=	0,180 m
$z_2 =$	$(h/2) - d_2$	=	0,180 m
$z_s =$	$z_1 + z_2$	=	0,360 m

Szükséges vasalás:

külpontosság			
$e_{Ed} =$	$M_{Ed} / ABS(N_{Ed})$	=	0,100 m
min. külpontosság			
$e_{0,min} =$	$MAX(h/30; 0,020)$	=	0,020 m
$e_{Ed} > e_{0,min}$			
$e =$	$MAX(e_{Ed}; e_{0,min})$	=	0,100 m
hajlítónyomaték tervezési értéke			
$M_{Ed} =$	$ABS(N_{Ed}) \cdot e$	=	120,0 kNm
$N_{c,bal} =$	$\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3$	=	1799,2 kN
$ABS(N_{Ed})$		=	1200,0 kN
$ABS(N_{Ed}) / ABS(N_{c,bal})$		=	<u>0,67 < 1</u>
			húzás mérvadó (nagy)
külp.)			
$M_{Ed1} =$	$M_{Ed} - N_{Ed} \cdot z_1$	=	336,0 kNm
$x =$	$\frac{d}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed1}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3}} \right)$	=	0,133 m
h/λ		=	0,563 m
$x_{bal,1} =$	$\xi_{bal,1} \cdot d$	=	0,250 m
$x_{bal,2} =$	$\xi_{bal,2} \cdot d_2$	=	0,119 m
$x / (\xi_{bal,1} \cdot d)$		=	<u>0,53 < 1</u>
$(\xi_{bal,2} \cdot d_2) / x$		=	<u>0,89 < 1</u>
x		=	0,133 m
nyomott és húzott vasalás			
$F_c =$	$\lambda \cdot b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3$	=	957,6 kN
$M_c =$	$\lambda \cdot b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot x)$	=	164,5 kNm
$\Delta N =$	$-N_{Ed} - F_c$	=	242,4 kN
$\Delta M =$	$M_{Ed} - M_c$	=	-44,5 kNm
$A_{s1,req} =$	$(ABS((\Delta N/2) - (\Delta M/z_s))) / (f_{yd} \cdot 10^3)$	=	$563 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
$A_{s2,req} =$	$(ABS((\Delta N/2) + (\Delta M/z_s))) / (f_{yd} \cdot 10^3)$	=	$6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
Felvett vasalás: A_{s2}	2 Ø 20		
Felvett vasalás: A_{s1}	2 Ø 20		
felvett keresztmetszet $A_{s2,prov} =$			$628 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
felvett keresztmetszet $A_{s1,prov} =$			$628 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
összesen $A_{s,prov} =$	$A_{s2,prov} + A_{s1,prov}$	=	$1256 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

Vashányad ellenőrzése:**nyomott vasalás:**

$$A_{s2,min} = \text{MAX}(0,05 \cdot \text{ABS}(N_{Ed}) / (f_{yd} \cdot 10^3); 0,001 \cdot b \cdot h) = 203 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 8100 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s2,min} / A_{s2,prov} = \underline{0,32 < 1}$$

$$A_{s,prov} / A_{s,max} = \underline{0,16 < 1}$$

MEGFELEL**húzott vasalás:**

$$A_{s1,min} = \text{MAX}(0,26 \cdot f_{ctm} \cdot 10^3 \cdot b \cdot d / (f_{yk} \cdot 10^3); 0,0013 \cdot b \cdot d) = 275 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_{s1,min} / A_{s1,prov} = \underline{0,44 < 1}$$

MEGFELEL**Vasalás vizsgálata:**

$$\text{fevett hosszanti vasátmérő } d_{s1} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{felvett hosszanti vasátmérő } d_{s2} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{betontakarás } c = 35 \text{ mm}$$

$$d_1 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_{s1} = 0,045 \text{ m}$$

$$d_2 = c \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot d_{s2} = 0,045 \text{ m}$$

$$d = h - d_1 = 0,405 \text{ m}$$

$$z_1 = (h/2) - d_1 = 0,180 \text{ m}$$

$$z_2 = (h/2) - d_2 = 0,180 \text{ m}$$

$$N_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + (A_{s2,prov} - A_{s1,prov}) \cdot f_{yd} \cdot 10^3 = 1799,2 \text{ kN}$$

$$\text{ABS}(N_{Ed}) = 1200,0 \text{ kN}$$

$$\text{ABS}(N_{Ed}) / \text{ABS}(N_{Rd,bal}) = \underline{0,67 < 1}$$

húzás mérvadó

$$\varepsilon_{c3} = 2 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_s = \varepsilon_{c3} \cdot E_s = 400,0 \text{ N/mm}^2$$

feltételezzük $\sigma_{s2} = f_{yd}$

$$x = (\text{ABS}(N_{Ed}) - A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 + A_{s1,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3) / (\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3) = 0,167 \text{ m}$$

$$x_{bal,2} = \xi_{bal,2} \cdot d_2 = 0,119 \text{ m}$$

$$x_{bal,2} / x = \underline{0,71 < 1}$$

$$\sigma_{s2} = f_{yd}$$

$$M_{Rd} = \lambda \cdot b \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot (h - \lambda \cdot x) + (A_{s2,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot z_2) + (A_{s1,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot z_1) = 288,5 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 120,0 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} = \underline{0,42 < 1}$$

MEGFELEL

Vizsgálat tűzteher esetén:**1) az A módszer feltételeinek vizsgálata**legfelső emeleti effektív oszlophossz $0,5 \cdot l \leq l_{0,fi} \leq 0,7 \cdot l$

$$l = 5,50 \text{ m}$$

$$\text{oszlop effektív hossza } l_{0,fi} = 0,6 \cdot l = 3,30 \text{ m}$$

$$l_{0,fi,max} = 3 \text{ m}$$

$$l_{0,fi} / l_{0,fi,max} = \underline{1,10 > 1}$$

NEM FELEL MEG, az A módszer nem alkalmazható**2) a B módszer feltételeinek vizsgálata**

$$\text{külpontosság } e_{0,fi} = M_{Ed} / ABS(N_{Ed}) = 0,100 \text{ m}$$

$$\text{max. külpontosság (B módszer) } e_{max} = 0,100 \text{ m}$$

$$e_{0,fi} / b = \underline{0,22 < 0,25}$$

$$e_{0,fi} / e_{max} = \underline{1,00 < 1}$$

MEGFELEL

$$\text{oszlop karcsúsága } \lambda_{fi} = \frac{l_{0,fi} \cdot \sqrt{12}}{b} = 25,4$$

$$\lambda_{fi,max} = 30$$

$$\lambda_{fi} / \lambda_{fi,max} = \underline{0,85 < 1}$$

MEGFELEL**Feltételek teljesülnek \Rightarrow a B módszer alkalmazható**

$$\text{redukciós tényező } \eta_{fi} = 0,70$$

normálerő tervezési értéke tűzteher esetén:

$$N_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot N_{Ed} = -840,0 \text{ kN}$$

viszonylagos normálerő:

$$n = \frac{ABS(N_{Ed,fi})}{(0,7 \cdot (b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot 10^3 + A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot 10^3))} = 0,261$$

mechanikus vashányad:

$$\omega = \frac{(A_{s,prov} \cdot f_{yd})}{(b \cdot h \cdot f_{cd})} = 0,135$$

Táblázatból leolvasott értékek oszlopok esetében (MSZ EN 1992-1-2 5.2b táblázat):

$$b_{min} = 400 \text{ mm}$$

$$b = 0,45 \text{ m}$$

$$b_{min} / (10^3 \cdot b) = \underline{0,89 < 1}$$

MEGFELEL

$$a_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$\text{vas tengelytávolsága az oszlop szélétől } a = d_1 = 0,045 \text{ m}$$

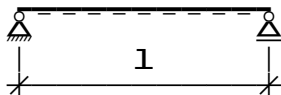
$$a_{min} / (10^3 \cdot a) = \underline{0,56 < 1}$$

MEGFELEL**Az oszlop eleget tesz az R90 tűzállósági követelménynek.**

Tartók

Vasbeton kéttámaszú tartó

MSZ EN 1992-1-2 Betonszerkezetek tervezése 1-1. rész: Általános szabályok, Tervezés tűzterherre



Geometria:

fesztáv l =		6,00 m
tartó magassága h =		0,60 m
tartó szélessége b =		0,30 m
tartó önsúlya g_0 =	$h \cdot b \cdot 25,0$	= 4,50 kN/m
egyéb állandó teher g_1 =		20,50 kN/m
állandó összteher g_k =	$g_0 + g_1$	= 25,00 kN/m
hasznos teher q_k =		15,00 kN/m
tűzállósági határérték követelmény:	R90	
környezeti besorolás:	XC1	
tervezett élettartam:	50 év	

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	25,00 N/mm ²
Acel =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S
f_{yk} =	TAB("reinf/steel"; β_s ; Name=Acel)	=	500 N/mm ²

Biztonsági tényezők (+20°C esetén):

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15
γ_G =	1,35
γ_Q =	1,50

Kvázi-állandó teherszint tényezője (MSZ EN 1990 szabvány A1.1 táblázata):

irodahelyiségek esetében $\psi_{2,1}$ =	0,3
---	------------

Méretezés normálhőmérsékleten, az MSZ EN 1992-1-1 szerint:

beton tartós terhelését figyelembe vevő tényező α_{cc} =		1,0
f_{cd} =	$\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= 16,7 N/mm ²
f_{ctm} =	TAB("concrete/EC"; fctm; Name=Beton)	= 2,6 N/mm ²
$\epsilon_{cu,3}$ =		$3,5 \cdot 10^{-3}$
η =		1,0
λ =		0,8
f_{yd} =	f_{yk} / γ_s	= 434,8 N/mm ²
E_s =		200000 N/mm ²
ϵ_{yd} =	f_{yd} / E_s	= $2,174 \cdot 10^{-3}$
$\xi_{bal,1}$ =	$\epsilon_{cu,3} / (\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{yd})$	= 0,617

Igénybevétel tervezési értéke:

$$M_{Ed} = (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k) \cdot l^2 / 8 = 253,1 \text{ kNm}$$

Betontakarás:

$$\text{feltételezett hosszanti vasátmérő } d_s = 20 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm})$$

$$c_{min,b} = d_s = 20 \text{ mm}$$

Környezeti feltételek osztálya: **XC1** \Rightarrow az NA **E.1** táblázata szerint a min. betonminőség C16/20, ami megfelel

A szerkezeti osztály **S4** (50 éves élettartam) \Rightarrow az NA **4.3N** táblázata szerint amennyiben a beton minősége \geq **C25/30** úgy a szerkezeti osztály eggyel csökkenthető, így a végső besorolás **S3**.

$$4.4N \text{ táblázatból az XC1 és S3 esetén } c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{valamennyi } \Delta c_{dur} = 0$$

$$c_{min} = \text{MAX}(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = 20 \text{ mm}$$

$$\text{feltételezett kengyelátmérő } d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

$$c_{min,b,sw} = d_{sw} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{valamennyi } \Delta c_{dur} = 0$$

$$c_{min,sw} = \text{MAX}(c_{min,b,sw}; c_{min,dur}; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,sw} + d_{sw} = 18 \text{ mm}$$

$$c_{min,sw} + d_{sw} < c_{min} \text{ vagyis a hosszanti vas takarása döntő}$$

$$\text{tervezett takarástól való eltérés miatt } \Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} - d_{sw} + \Delta c_{dev} = 22 \text{ mm}$$

$$\text{felvett betontakarás, ami a tervre kerül } c = \underline{25 \text{ mm}}$$

$$d_1 = c + d_{sw} + 0,5 \cdot d_s = 43 \text{ mm}$$

$$d = h - (0,001 \cdot d_1) = 0,557 \text{ m}$$

Szükséges vasalás:

$$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 10^3) = 0,163$$

$$\mu_{d,hr} = 0,371$$

$$\mu / \mu_{d,hr} = \underline{0,439 < 1}$$

MEGFELEL

$$\zeta = 1/2 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2,0554 \cdot \mu}) = 0,9077$$

$$A_{s,req} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd} \cdot 10^3) = 1151 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Felvett vasalás: 4 \varnothing 20

$$\text{felvett keresztmetszet } A_{s,prov} = 1257 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Tartó szélessége és a vashányad ellenőrzése:

$$\begin{aligned} \text{felvett betétek száma } n &= 4 \\ b_{\min} &= 2 \cdot c + 2 \cdot d_{\text{sw}} + n \cdot d_s + (n-1) \cdot 1,2 \cdot d_s = 218 \text{ mm} \\ b_{\min} / (1000 \cdot b) &= \underline{0,73 < 1} \\ \text{MEGFELEL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s,\min} &= \text{MAX}(0,26 \cdot f_{\text{ctm}} \cdot b \cdot d / f_{yk}; 0,0013 \cdot b \cdot d) = 226 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \\ A_{s,\max} &= 0,04 \cdot b \cdot h = 7200 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \\ A_{s,\min} / A_{s,\text{prov}} &= \underline{0,18 < 1} \\ \text{MEGFELEL} \end{aligned}$$

Vizsgálat +20°C esetén:

$$\begin{aligned} x &= A_{s,\text{prov}} \cdot f_{yd} / (b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 0,136 \text{ m} \\ \xi &= x / d = 0,244 \\ \xi / \xi_{\text{bal},1} &= \underline{0,40 < 1} \\ \text{MEGFELEL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{Rd}} &= A_{s,\text{prov}} \cdot f_{yd} \cdot 10^3 \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 274,7 \text{ kN/m} \\ M_{\text{Ed}} / M_{\text{Rd}} &= \underline{0,92 < 1} \\ \text{MEGFELEL} \end{aligned}$$

Vizsgálat tűz esetén (elvárás R90):**a) Táblázati értékek betartásának vizsgálata**

Kéttámaszú tartók esetében az MSZ EN 1992-1-2 szabvány **5.5 jelű táblázatából** leolvasott értékek (a 2-5 oszlopok egyikében szereplő kombinációnak elég megfelelni):

$$\begin{aligned} b_{\min} &= 300 \text{ mm} \\ b_{\min} / (1000 \cdot b) &= \underline{1,00 < 1} \\ \text{MEGFELEL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_{\min} &= 40 \text{ mm} \\ \text{betonacél tengelyének távolsága a tartó alsó élétől} \\ a &= d_1 = 43 \text{ mm} \\ a_{\min} / a &= \underline{0,93 < 1} \\ \text{MEGFELEL} \end{aligned}$$

min. tengelytávolság a tartó oldalsó élétől:

$$\begin{aligned} a_{\text{sd},\min} &= a_{\min} + 10 = 50 \text{ mm} \\ a_{\text{sd}} &= a = 43 \text{ mm} \\ a_{\text{sd},\min} / a_{\text{sd}} &= \underline{1,16 > 1} \end{aligned}$$

NEM FELEL MEG

Ha **nem felel meg** akkor az előírt a_{\min} , $a_{\text{sd},\min}$ értékek csökkenthetők, ha a keresztmetszet nincs teljesen kihasználva.

Az MSZ EN 1992-1-2 szabvány (2.5) összefüggése szerint megállapított tényező, ami a terhelés szintjét fejezi ki:

$$\begin{aligned} \eta_{fi} &= (g_k + \psi_{2,1} \cdot q_k) / (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k) = 0,524 \\ \text{Feszültség a betonvasban:} \\ \sigma_{s,fi} &= (\eta_{fi} \cdot f_{yk} / \gamma_s) \cdot (A_{s,\text{req}} / A_{s,\text{prov}}) = 208,6 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

A $k_s(\Theta_{cr})$ jelű redukciós tényező az MSZ EN 1992-1-2 szabvány 5.1 jelű grafikonjából való leolvasáshoz:

$$k_s(\Theta_{cr}) = \sigma_{s,fi} / f_{yk} = 0,417$$

A kritikus hőmérsékletet vagy leolvassuk a fenti "1" jelű görbe alapján ($\cong 570^\circ\text{C}$), vagy az $500^\circ\text{C} < \Theta \leq 700^\circ\text{C}$ tartományra érvényes összefüggés alapján meghatározzuk:

$$\Theta_{cr} = 500 + 200 / 0,5 * (0,61 - (\sigma_{s,fi} / f_{yk})) = 577^\circ\text{C}$$

Az 5.2 (8) bekezdés szerint a $350^\circ\text{C} < \Theta_{cr} \leq 700^\circ\text{C}$ tartományban a betonvas tengelyének távolságát a betonfelülettől a következőképpen csökkenthetjük:

$$a_{min,red} = a_{min} + 0,1 * (500 - \Theta_{cr}) = 32,3 \text{ mm}$$

$$a_{sd,min,red} = a_{min,red} + 10 = 42,3 \text{ mm}$$

$$a_{sd,min,red} / a_{sd} = 0,98 < 1$$

MEGFELEL

A táblázatokban megadott értékeket betartottuk, így a tartó az **R 90** elvárásnak **megfelel**.

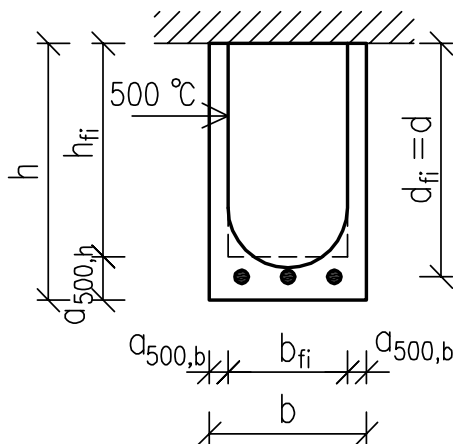
b) Vizsgálat az 500°C izoterma segítségével

Az MSZ EN 1992-1-2 szabvány **B.1 táblázatával** ellenőrizzük a módszer alkalmasságát:

$$\begin{aligned} \text{B.1 táblázatból leolvasott érték } b_{min,B.1} &= 120 \text{ mm} \\ b_{min,B.1} / (1000 * b) &= 0,40 < 1 \end{aligned}$$

MEGFELEL, az 500°C izoterma alkalmazható

Redukált keresztmetszet :



Az **A.7b (MSZ EN 1992-1-2)** grafikonból a betét pontos helyének ismeretében leolvassuk a betét tengelyében lévő hőmérsékletet:

$$\begin{aligned} \text{miután } a &= d_1 = 43 \text{ mm} \\ \text{a sarokvas leolvasott hőmérséklete } \Theta_{s,1} &= 590^\circ\text{C} \\ \text{a belső vasak leolvasott hőmérséklete } \Theta_{s,2} &= 400^\circ\text{C} \\ \text{az } 500^\circ\text{C izoterma távolsága a tartó oldalától } a_{500,b} &= 0,030 \text{ m} \end{aligned}$$

A betonvas szilárdságának csökkentő tényezőjét a szabvány **4.2a ábrája** szerint vagy a **3.2a táblázatából** interpolálással meghatározzuk:

Θ_s hőmérsékletnek megfelelő redukciós tényezők:

$$500 < \Theta_{s,1} \leq 600 \quad k_{s1} = 0,47 - 0,31 * ((\Theta_{s,1} - 600) / 100) = 0,501$$

$$\Theta_{s,2} \leq 400 \quad k_{s2} = 1,000$$

$$n = 4$$

$$\text{átlagérték } k_{s,v} = (2 * k_{s1} + 2 * k_{s2}) / n = 0,750$$

$$\text{tűz esetén a betonvas biztonsági tényezője } \gamma_{s,fi} = 1,0$$

$$\text{redukált betonvaszilárdság } f_{yd,fi} = k_{s,v} * (f_{yk} / \gamma_{s,fi}) = 375,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{tűz esetén a beton biztonsági tényezője } \gamma_{c,fi} = 1,0$$

500°C izoterma esetén a beton szilárdsága

$$f_{cd,fi} = f_{ck} / \gamma_{c,fi} = 25,0 \text{ N/mm}^2$$

A következőkben a vizsgálatot úgy végezzük el, mint + 20°C esetén, figyelembe véve a redukált keresztmetszetet és a csökkentett beton- ill. betonvaszilárdságot:

$$b_{fi} = b - 2 * a_{500,b} = 0,24 \text{ m}$$

$$d_{fi} = d = 0,557 \text{ m}$$

Neutrális tengely távolsága a nyomott beton felszínétől:

$$x_{fi} = A_{s,prov} * f_{yd,fi} / (b_{fi} * \lambda * \eta * f_{cd,fi}) = 0,098 \text{ m}$$

Tűz esetén a keresztmetszet nyomatékellenállása:

$$M_{Rd,fi} = A_{s,prov} * f_{yd,fi} * 10^3 * (d_{fi} - 0,5 * \lambda * x_{fi}) = 244,1 \text{ kNm}$$

Tűz esetén a nyomatékigénybevétel:

$$M_{Ed,fi} = \eta_{fi} * M_{Ed} = 132,6 \text{ kNm}$$

Vizsgálat tűz esetén:

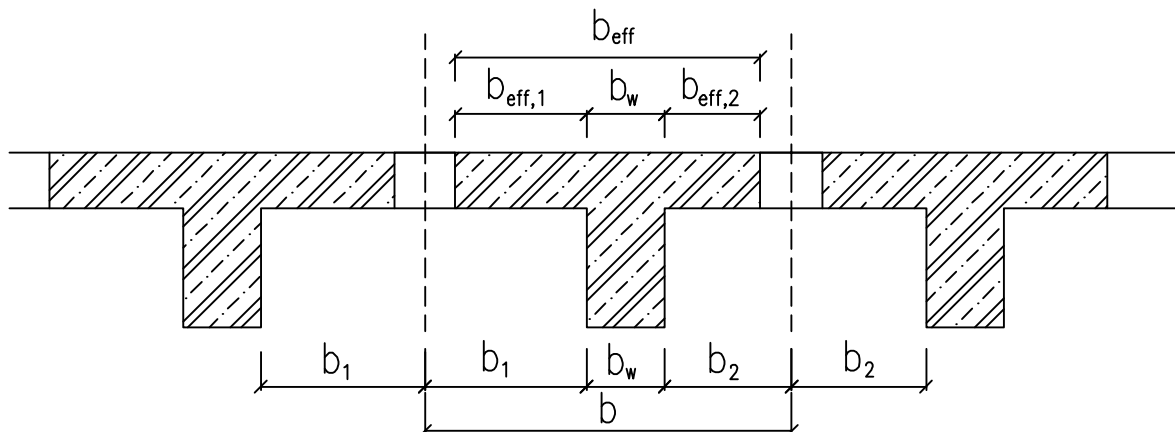
$$M_{Ed,fi} / M_{Rd,fi} = \underline{0,54 < 1}$$

MEGFELEL, a tartó az R90 követelménynek eleget tesz.

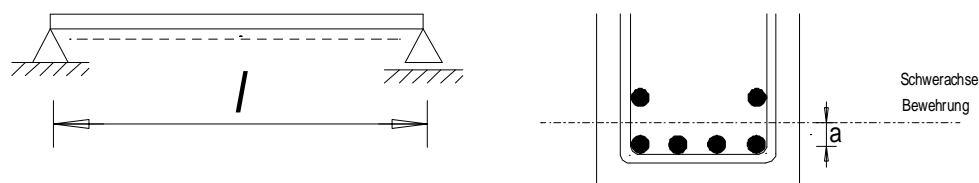
T-keresztmetszet

Kéttámaszú vasbeton födémgerenda vasalási méretezése
EN 1992-1-1 szerint

Tartószerkezet - keresztmetszet:



Tartószerkezet - hosszanti irány:



Adatok:

fesztáv $l_1 =$	6,26 m
felfekvés $t_1 =$	0,30 m
felfekvés $t_2 =$	0,30 m
gerenda magassága $h =$	0,45 m
gerenda szélessége $b_w =$	0,30 m
gerendához tartozó lemezszélesség $b_1 =$	1,75 m
gerendához tartozó lemezszélesség $b_2 =$	1,37 m
lemez vastagsága $h_f =$	0,15 m
vasbetétek távolsága a vasalás tengelyétől $a =$	0,02 m
feltételezett hosszantvas átmérő $d_{s1} =$	0,025 m
normálfeszültség $\sigma_{cp} =$	0,00
betontakarás $c =$	0,035 m
$a_1 =$	$\text{MIN}(1/2 \cdot h ; 1/2 \cdot t_1) = 0,15 \text{ m}$
$a_2 =$	$\text{MIN}(1/2 \cdot h ; 1/2 \cdot t_2) = 0,15 \text{ m}$

Együttdolgozó lemezszélesség meghatározása:

$$\begin{aligned}
 l_{\text{eff1}} &= l_1 + a_1 + a_2 & = & 6,56 \text{ m} \\
 l_0 &= l_{\text{eff1}} & = & \mathbf{6,56 \text{ m}} \\
 b &= b_1 + b_2 + b_w & = & 3,42 \text{ m} \\
 b_{\text{eff1}} &= \text{MIN}(0,2 * b_1 + 0,1 * l_0; 0,2 * l_0; b_1) & = & 1,01 \text{ m} \\
 b_{\text{eff2}} &= \text{MIN}(0,2 * b_2 + 0,1 * l_0; 0,2 * l_0; b_2) & = & 0,93 \text{ m} \\
 b_{\text{eff}} &= \text{MIN}(b_{\text{eff1}} + b_{\text{eff2}} + b_w; b) & = & \mathbf{2,24 \text{ m}} \\
 L &= l_{\text{eff1}} & = & 6,56 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Terhek:

$$\begin{aligned}
 \text{önsúly:} & (b * h_f + b_w * (h - h_f)) * 25 & = & 15,07 \text{ kN/m} \\
 \text{egyéb állandó teher:} & b * 1,50 & = & 5,13 \text{ kN/m} \\
 & & \mathbf{\max q_g =} & \mathbf{20,20 \text{ kN/m}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{hasznos teher:} & b * 1,50 & = & 5,13 \text{ kN/m} \\
 \text{válaszfalak terhe:} & b * 1,25 & = & 4,28 \text{ kN/m} \\
 & & \mathbf{\max q_q =} & \mathbf{9,41 \text{ kN/m}}
 \end{aligned}$$

Nyíróerők:

$$\begin{aligned}
 V_G &= \frac{q_g * L}{2} & = & 66,26 \text{ kN} \\
 V_Q &= \frac{q_q * L}{2} & = & 30,86 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Hajlítónyomaték:

$$\begin{aligned}
 M_G &= \frac{q_g * L^2}{8} & = & 108,66 \text{ kNm} \\
 M_Q &= \frac{q_q * L^2}{8} & = & 50,62 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Biztonsági tényezők:

$$\begin{aligned}
 \gamma_G &= 1,35 \\
 \gamma_Q &= 1,50
 \end{aligned}$$

Hajlítási vasalás méretezése:**Anyagjellemzők:**

$$\begin{aligned}
 \text{Beton} &= \text{SEL("concrete/EC"; Name; } f_{ck} \leq 50 \text{)} & = & \mathbf{C20/25} \\
 \text{Acel} &= \text{SEL("reinf/steel"; Name;)} & = & \mathbf{500 \text{ S}} \\
 f_{ck} &= \text{TAB("concrete/EC"; f_{ck}; Name=Beton)} & = & 20,00 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{yk} &= \text{TAB("reinf/steel"; } \beta_s \text{; Name=Acel)} & = & 500,00 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{yd} &= f_{yk} / 1,15 & = & 434,78 \text{ N/mm}^2 \\
 \alpha_{cc} &= & & 1,00 \\
 f_{cd} &= \frac{f_{ck} * \alpha_{cc}}{1,5} & = & 13,33 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Számítás:

mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_G + \gamma_Q * M_Q = 222,62 \text{ kNm}$$

hatékony magasság

$$d = h - c - a - d_{s1} / 2 = 0,383 \text{ m}$$

$$M_{Ed,s} = ABS(M_{Ed}) = 222,62 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed,s} * 10^{-3}}{b_{eff} * d^2 * f_{cd}} = 0,051$$

$$\omega = TAB("reinf/Ecmy"; \omega; \mu = \mu_{Ed,s}) = 0,053$$

$$\zeta = TAB("reinf/Ecmy"; \zeta; \mu = \mu_{Ed,s}) = 0,971$$

$$\xi = TAB("reinf/Ecmy"; \xi; \mu = \mu_{Ed,s}) = 0,077$$

$$A_{s1_req} = \frac{\omega * d * b_{eff} * f_{cd} * 10^4}{f_{yd}} = 13,94 \text{ cm}^2$$

felvett vasalás: 4 Ø 25

$$\text{fővas átmérője } d_s = SEL("reinf/As"; ds;) = 25 \text{ mm}$$

$$A_s = SEL("reinf/As"; Name; d_s = d_s; As \geq A_{s1_req}) = 4 \text{ Ø } 25$$

$$A_{s1_prov} = TAB("reinf/As"; As; Name=A_s) = 19,63 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1_req} / A_{s1_prov} = \underline{\underline{0,71 < 1}}$$

A nyomott zóna ellenőrzése:

$$x = \xi * d = 0,029 \text{ m}$$

$$x/h_f = \underline{\underline{0,19 < 1}}$$

Nyírási vasalás méretezése:

$$\max_V_{Ed} = V_G * \gamma_G + V_Q * \gamma_Q = 135,74 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \max_V_{Ed} - (q_g * \gamma_G + q_q * \gamma_Q) * (a_1 + d) = 113,68 \text{ kN}$$

$$v_1 = 0,6 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,55$$

$$\alpha_{cw} = 1,00$$

$$z = \zeta * d = 0,37 \text{ m}$$

Nyomott beton rácsrúd dőlésszöge ($1 \leq \cot \Theta \leq 2,5$, $21,8^\circ \leq \Theta \leq 45^\circ$)

$$\text{felvett érték } \cot \Theta \quad x = 1,50$$

$$\Theta = \text{atan}\left(\frac{1}{x}\right) = 33,69^\circ$$

Nyírási vasalás és tartó hosszanti tengelye közti szög:

$$\alpha = 90,00^\circ$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} * b_w * z * f_{cd} * v_1}{\left(\frac{1}{\tan(\Theta)} + \tan(\Theta)\right)} * 10^3 = 375,60 \text{ kN}$$

$$\max_{V_{Ed}} / V_{Rd,max} = \underline{0,36 < 1}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$a_{sw_req} = \frac{V_{Ed}}{z * f_{yd} * \sin(90) * \left(\frac{1}{\tan(\Theta)} + \frac{1}{\tan(90)} \right)} * 10 = 4,71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

felvett vasalás: kengyel Ø 8-15 2-nyírású

$$d_s = \text{SEL}(\text{"reinf/AsArea"; ds; }) = 8 \text{ mm}$$

$$a_s = \text{SEL}(\text{"reinf/AsArea"; Name; d_s=d_s; a_s \ge a_{sw_req}/2}) = \text{Ø } 8 / e = 15$$

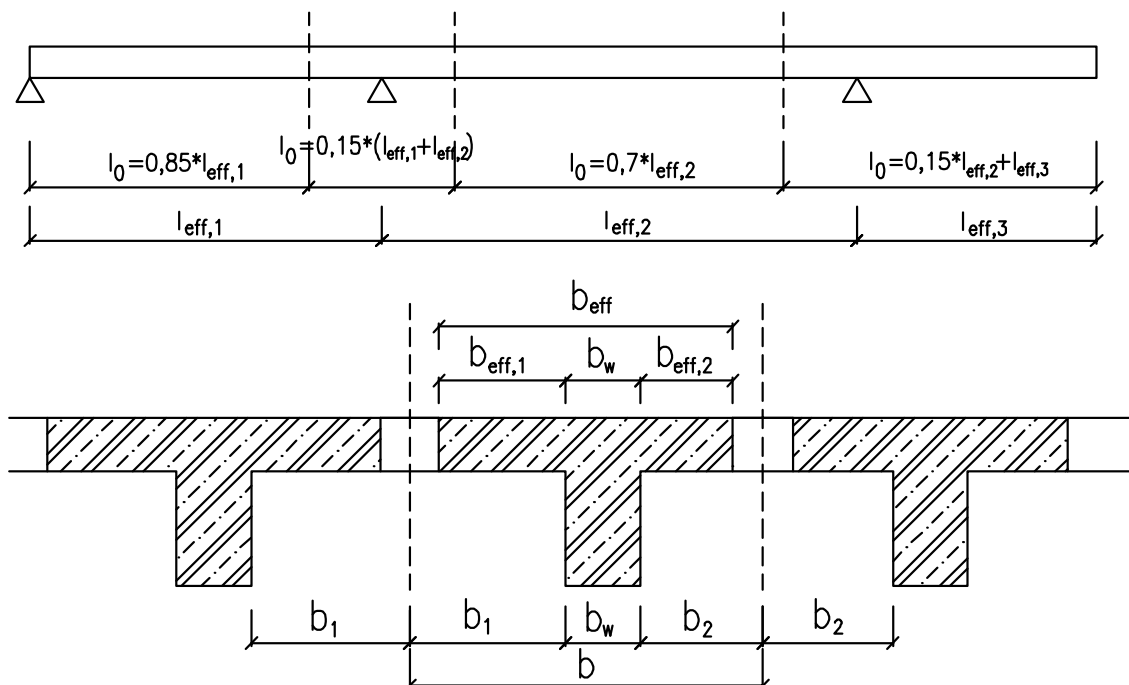
$$a_{sw_prov} = 2 * \text{TAB}(\text{"reinf/AsArea"; as; Name=a_s}) = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{sw_req} / a_{sw_prov} = \underline{0,70 < 1}$$

megfelel

Vasbeton földemgerenda - együttható lemezszélesség meghatározása
EN 1992-1-1 szerint

Tartószerkezet - általánosan:



Adatok:

fesztáv $l_1 =$		6,26 m
felfekvés $t_1 =$		0,30 m
felfekvés $t_2 =$		0,30 m
gerenda magassága $h =$		0,50 m
gerenda szélessége $b_w =$		0,30 m
gerendához tartozó lemezszélesség $b_1 =$		1,75 m
gerendához tartozó lemezszélesség $b_2 =$		1,37 m
lemez vastagsága $h_f =$		0,15 m
$a_1 =$	$\text{MIN}(1/2 * h ; 1/2 * t_1)$	$=$ 0,15 m
$a_2 =$	$\text{MIN}(1/2 * h ; 1/2 * t_2)$	$=$ 0,15 m

Együttdolgozó lemezszélesség meghatározása (b_{eff}):

1. Középső mező:

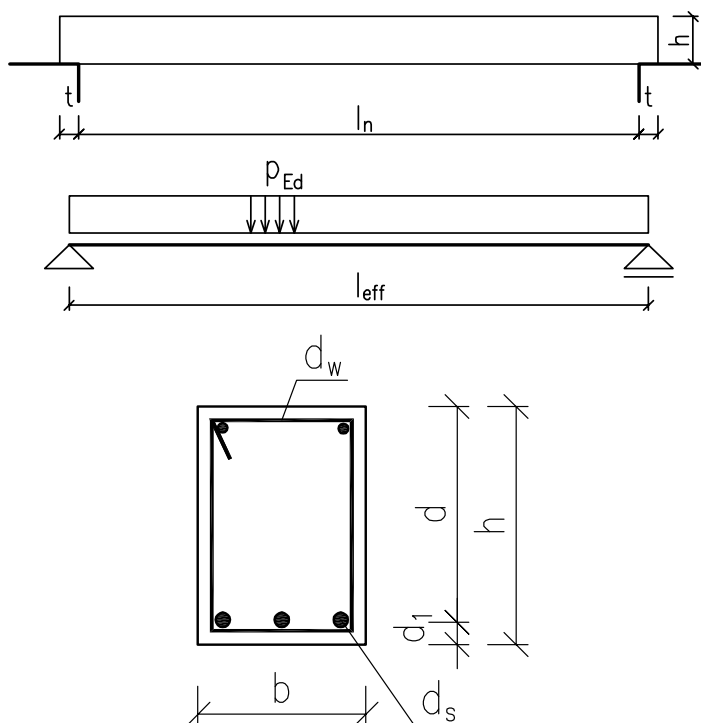
$l_{\text{eff}2} =$	$l_1 + a_1 + a_2$	$=$	6,56 m
középső mező $l_0 =$	$0,7 * l_{\text{eff}2}$	$=$	4,59 m
$b =$	$b_1 + b_2 + b_w$	$=$	3,42 m
$b_{\text{eff}1} =$	$\text{MIN}(0,2 * b_1 + 0,1 * l_0 ; 0,2 * l_0 ; b_1)$	$=$	0,81 m
$b_{\text{eff}2} =$	$\text{MIN}(0,2 * b_2 + 0,1 * l_0 ; 0,2 * l_0 ; b_2)$	$=$	0,73 m
$b_{\text{eff}} =$	$\text{MIN}(b_{\text{eff}1} + b_{\text{eff}2} + b_w ; b)$	$=$	1,84 m

2. Szélső mező:

$l_{\text{eff1}} =$	$l_1 + a_1 + a_2$	=	6,56 m
szélső mező $l_0 =$	$0,85 \cdot l_{\text{eff1}}$	=	5,58 m
$b =$	$b_1 + b_2 + b_w$	=	3,42 m
$b_{\text{eff1}} =$	$\text{MIN}(0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0; 0,2 \cdot l_0; b_1)$	=	0,91 m
$b_{\text{eff2}} =$	$\text{MIN}(0,2 \cdot b_2 + 0,1 \cdot l_0; 0,2 \cdot l_0; b_2)$	=	0,83 m
$b_{\text{eff}} =$	$\text{MIN}(b_{\text{eff1}} + b_{\text{eff2}} + b_w ; b)$	=	2,04 m

Vasalás

Vasbeton keresztmetszet automatizált tervezése a TS (EC2) alapján (BME, 2000)



Anyagok:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C25/30
Betonacél =	SEL("reinf/steel"; Name;)	=	500 S

Geometriai adatok:

szabad nyílás l_n =		5,80 m
feltámaszkodás t =		0,20 m
betonfedés c =		20 mm
az alkalmazott kengyel átmérője d_w =		8 mm

Keresztmetszeti méretek meghatározása:

az elméleti fesztáv l_{eff} =	$l_n + 2 \cdot t / 2$	=	6,00 m
a keresztmetszet magassága h =	$l_{eff} / 12$	=	0,50 m
a keresztmetszet szélessége b =	$h / 1,5$	=	0,33 m

Mértékadó nyomaték meghatározása:

- önsúly és állandó terhek			
a vasbeton térfogsúlya ρ_{rc} =			25,00 kN/m³
az önsúly $g_{0,k}$ =	$b \cdot h \cdot \rho_{rc}$	=	4,13 kN/m
egyenletesen megoszló állandó teher (az önsúlyon felül) $g_{1,k}$ =			15,0 kN/m
az önsúly és az állandó terhek biztonsági tényezője γ_G =			1,35
- egyenletesen megoszló hasznos terhek			
egyenletesen megoszló hasznos teher $p_{1,k}$ =			40,0 kN/m
a hasznos terhek biztonsági tényezője γ_Q =			1,50

- a mértékadó teher

$$P_{Ed} = (g_{0,k} + g_{1,k}) * \gamma_G + P_{1,k} * \gamma_Q = \underline{85,83 \text{ kN/m}}$$

- a mértékadó nyomaték

$$M_{Ed} = 0,125 * P_{Ed} * l_{eff}^2 = \underline{386,24 \text{ kNm}}$$

A vasalás tervezése:

- a beton szilárdsági jellemzői

a nyomószilárdság karakter. értéke

$$f_{ck} = \text{TAB}(\text{"concrete/EC"}; f_{ck}; \text{Name=Beton}) = \underline{25,00 \text{ N/mm}^2}$$

a beton biztonsági tényezője $\gamma_c =$

$$1,50$$

a nyomószilárdság tervezési értéke

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = \underline{16,67 \text{ N/mm}^2}$$

a beton határösszenyomódása $\epsilon_{cu} =$

$$3,50 \text{ ‰}$$

a tartós terhelés nyomószilárdságra gyakorolt hatását figyelembe vevő tényező $\alpha =$ **0,85**

- a betonacél szilárdsági tényezői:

a folyáshatár karakter. értéke

$$f_{yk} = \text{TAB}(\text{"reinf/steel"}; \beta_s; \text{Name=Betonacel}) = \underline{500 \text{ N/mm}^2}$$

a betonacél biztonsági tényezője $\gamma_s =$

$$1,15$$

a folyáshatár tervezési értéke

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = \underline{434,78 \text{ N/mm}^2}$$

a rugalmassági modulus értéke $E_s =$

$$200000 \text{ N/mm}^2$$

a rugalmas nyúlás határa

$$\epsilon_{sy} = 1000 * f_{yd} / E_s = \underline{2,17 \text{ ‰}}$$

a relatív nyomott betonzónamagasság határhelyzete a **húzott** acélbetétek szempontjából:

$$\xi_{c0} = 560 / (700 + f_{yd}) = \underline{0,493}$$

a relatív nyomott betonzónamagasság határhelyzete a **nyomott** acélbetétek szempontjából:

$$\xi'_{c0} = 560 / (700 - f_{yd}) = \underline{2,111}$$

Szükséges vasmennyiségek számítása:

- a keresztmetszet hasznos magassága a következő hosszbetétek alkalmazását feltételezve:

$$d_s = \underline{28 \text{ mm}}$$

$$d = 1000 * h - c - d_w - (d_s / 2) = \underline{458,0 \text{ mm}}$$

- nyomatéki egyensúlyi egyenlet a húzott acélbetétek súlypontjára felírva (feltételezve, hogy nincs nyomott vasalás a keresztmetszetben):

$$M_{Ed} = b * x_c * \alpha * f_{cd} * (d - x_c / 2)$$

- a nyomott zóna magassága a fenti egyenletből meghatározva:

$$x_c = d - \sqrt{(d^2 - (2 * 1000 * M_{Ed}) / (b * \alpha * f_{cd}))} = \underline{246,9 \text{ mm}}$$

- a relatív nyomott betonzónamagasság:

$$\xi_c = x_c / d = \underline{0,539}$$

- a relatív nyomott betonzónamagasság helyzete:

amennyiben $\xi_c / \xi_{c0} < 1,0 \Rightarrow$ az acélbetétek képlékeny állapotban vannak.

$$\xi_c / \xi_{c0} = \underline{1,093 > 1}$$

vagyis az acélbetétek rugalmas állapotban vannak.

Amennyiben csak húzott vasalás van a keresztmetszetben, úgy a vetületi egyensúlyi egyenletből kifejezve:

$$A_s = 1000 \cdot b \cdot x_c \cdot \alpha \cdot f_{cd} / f_{yd} = \underline{2655 \text{ mm}^2}$$

Amennyiben nyomott vasalásra is szükség van a keresztmetszetben, a vasalást úgy vesszük fel, hogy a húzott acélbetétek a folyási állapot határán legyenek.

A maximális nyomaték, amit a keresztmetszet nyomott vasalás nélkül el tud viselni úgy, hogy a húzott acélbetétek folyási állapotba kerüljenek:

$$M_0 = \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 \cdot \xi_{c0} \cdot (1 - \xi_{c0} / 2) / 1000 = \underline{364,36 \text{ kNm}}$$

M_0 és M_{Sd} közötti különbség felvételéhez szükséges nyomott acélbetétmennyiség:

$$A_{sc} = (M_{Ed} - M_0) \cdot 1000 \cdot 1000 / (f_{yd} \cdot (d - 50)) = \underline{123 \text{ mm}^2}$$

A szükséges húzott acélbetét mennyiség:

$$A_{st} = A_{sc} + (1000 \cdot b \cdot d \cdot \xi_{c0} \cdot \alpha \cdot f_{cd}) / f_{yd} = \underline{2551 \text{ mm}^2}$$

Amennyiben $M_{Ed} < M_{c0}$ nyomott vasalásra van szükség:

B500B acélbetét esetében

$$x_{c0} = 0,5 \cdot d = 229,00 \text{ mm}$$

$$M_{c0} = x_{c0} \cdot b \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_{c0} / 2)) / 1000 = 367,82 \text{ kNm}$$

$$A_{s,req} = IF(M_{Ed} < M_{c0}; A_s; A_{st}) / 100 = \underline{25,51 \text{ cm}^2}$$

Alkalmazandó acélbetétek darabszámának és átmérőjének meghatározása:

választott vasalás

$$B = \text{TAB}(\text{"reinf/As"; Name; } d_s = d_s; A_s > A_{s,req}) = \underline{5 \text{ } \varnothing 28}$$

választott acélbetét mennyiség

$$A_s = \text{TAB}(\text{"reinf/As"; } A_s; \text{ Name=B}) = \underline{30,79 \text{ cm}^2}$$

választott darabszám

$$n = \text{TAB}(\text{"reinf/As"; } n; d_s = d_s; A_s > A_{s,req}) = \underline{5}$$

$$\text{kihasználtság: } A_{s,req} / A_s = \underline{0,83 < 1}$$

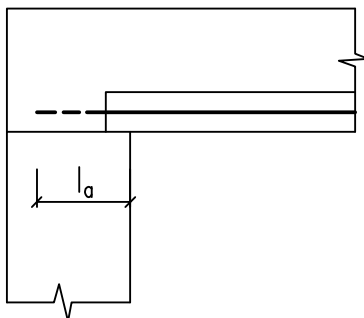
A választott acélbetétek elrendezése, a keresztmetszet szélességének ellenőrzése (bordázat nélkül!):

$$\text{min}_b = (2 \cdot n - 1) \cdot d_s + 2 \cdot (d_w + c) = 308,00$$

$$\text{min}_b / (1000 \cdot b) = \underline{0,93 < 1}$$

választott alsó vasalás:	5Ø 28	$A_s = 30,79 \text{ cm}^2$
--------------------------	-------	----------------------------

Kéregpanel vasalásának lehorgonyzási hossza a felfekvésben



tervezett lehorgonyzási hossz $l_a =$ 125 mm

Igénybevételek:

függőleges reakció $V_{Ed} =$ 29,33 kN/m
 repedés hajlásszöge $\Theta =$ 45 °
 nyírási vasalás vízszintessel bezáró szöge $\alpha =$ 90 °
 lehorgonyzandó húzóerő
 $F_{Ed} =$ $0,5 \cdot V_{Ed} \cdot (1/\tan(\Theta) - 1/\tan(\alpha)) =$ 14,7 kN/m

Anyagminőségek

Beton = SEL("concrete/EC"; Name;) = C25/30
 Betonacél = SEL("reinf/steel"; Name;) = 500 S
 $f_{ctk,0,05} =$ TAB("concrete/EC"; fctk05; Name=Beton) = 1,80 N/mm²
 $\gamma_c =$ 1,50

Keresztmetszeti értékek

betonvas átmérője $d_s =$ 12 mm
 betonvas keresztmet. a felfekvésben $A_{s,prov} =$ 7,54 cm² / m
 beton húzószilárdsági együtthatója $\alpha_{ct} =$ 1,00
 $f_{ctd} =$ $\alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} =$ 1,20 N/mm²
 tapadási szorzó (jó feltételek = 1, rossz feltételek = 0,7):
 $\eta_1 =$ 1,0
 hosszanti vasátmérő szorzója:
 $\eta_2 =$ IF($d_s \leq 32$; 1,0; ($132 - d_s$)/100) = 1,0
 f_{bd} a tapadófeszültség tervezési értéke
 $f_{bd} =$ $2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} =$ 2,70 N/mm²
 feszültség a betonvasban
 $f_s =$ $10 \cdot F_{Ed} / A_{s,prov} =$ 19,5 N/mm²
 lehorgonyzási hossz alapértéke
 $l_{b,rqd} =$ $\frac{d_s \cdot f_s}{4 \cdot f_{bd}} =$ 22 mm

$$\text{minimális lehorgonyzási hossz} \\ l_{b,\min} = \text{MAX}(0,3 \cdot l_{b,\text{rqd}}; 10 \cdot d_s; 10) = 120 \text{ mm}$$

Betonacél jellemző lehorgonyzási módja:

$$\alpha_1 = 0,70 \text{ kampó } \alpha < 90^\circ \text{ szög alatt}$$

$$\alpha_1 = 0,70 \text{ kampó } 90^\circ$$

$$\alpha_1 = 0,70 \text{ hurok}$$

$$\alpha_1 = 0,70 \text{ legalább 1 hegesztett keresztbetéttel}$$

$$\alpha_1 = 1,00 \text{ egyenes vasvég}$$

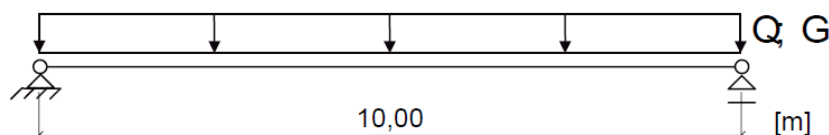
$$\text{tervezési érték } l_{b,\text{eq}} = \alpha_1 \cdot \text{MAX}(l_{b,\text{rqd}}; l_{b,\min}) = \underline{120 \text{ mm}}$$

$$l_{b,\text{eq}} / l_a = \underline{0,96 < 1}$$

megfelel !

EC-3**Anyag**

Acél anyagminőségének meghatározása - EN 1993-1-10

Kéttámaszú acél tartó**Geometria:****Adatok:**

fesztáv $l =$	10,00 m
tartók távolsága egymástól $l_1 =$	6,00 m
betonlemez vastagsága $h_0 =$	0,15 m

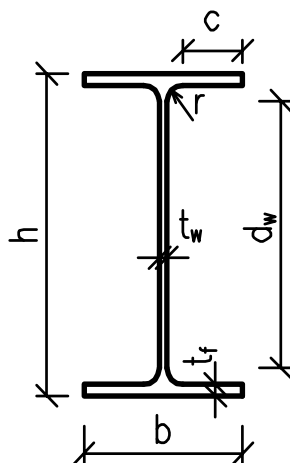
válaszfalak terhe $g_{pr} =$	0,75 kN/m ²
hasznos teher $q_k =$	2,50 kN/m ²
beton fajsúlya $\gamma =$	24,0 kN/m ³

Tartó anyagának meghatározása:

acél =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$f_y =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acél)	=	355 N/mm ²
$E =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acél)	=	210000 N/mm ²
$\varepsilon =$	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81
$\lambda_1 =$	$93,90 * \varepsilon$	=	76,06

Tartó keresztmetszeti értékei:

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	IPÉ
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	IPE 500
$A =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	116,0 cm ²
$h =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	500,0 mm
$t_w =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	10,2 mm
gerincmagasság $d_w =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	426,0 mm
$b =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	200,0 mm
$t_f =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	16,0 mm
$r =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	21,0 mm
$I_y =$	TAB("steel/"Typ; Iy; Name=Profil)	=	48200,0 cm ⁴
$I_z =$	TAB("steel/"Typ; Iz; Name=Profil)	=	2140,0 cm ⁴
$I_t =$	TAB("steel/"Typ; It; Name=Profil)	=	89,3 cm ⁴
$W_{el,y} =$	TAB("steel/"Typ; Wy; Name=Profil)	=	1930,0 cm ³
önsúly $g =$	TAB("steel/"Typ; g; Name=Profil)	=	0,907 kN/m

**Terhelés számítása:**

betonlemez önsúlya $g_0 =$	$h_0 \cdot \gamma$	=	3,60 kN
acéltartó önsúlya $g =$	g	=	0,907 kN/m
állandó teher $G_k =$	$g + (g_0 + g_{pr}) \cdot l_1$	=	27,01 kN/m
hasznos teher $Q_k =$	$q_k \cdot l_1$	=	15,00 kN/m

Referenciahőmérséklet meghatározása T_{Ed} (EN 1993-1-10, 2.2)

legalacsonyabb levegőhőmérséklet (EN 1991-1-5, NA) $T_{md} =$	-25 °C
legalacsonyabb veszteség sugárzással (EN 1991-1-5, NA) $\Delta T_r =$	-5 °C
(EN 1993-1-10, 2.2) $\Delta T_\sigma =$	0 °C
biztonsági feltétel (EN 1993-1-10, 2.2) $\Delta T_R =$	0 °C
(EN 1993-1-10, 2.2) $\Delta T_\varepsilon =$	0 °C
nem hidegen alakított szelvény (EN 1993-1-10, 2.2) $\Delta T_{\varepsilon,cf} =$	0 °C

$$T_{Ed} = T_{md} + \Delta T_r + \Delta T_\sigma + \Delta T_R + \Delta T_\varepsilon + \Delta T_{\varepsilon,cf} = \mathbf{-30 \text{ °C}}$$

Hajlítónyomaték számítása:

$$(EN 1990, A1.2.2) \psi_1 = 0,5$$

$$M_{y,Ed} = \frac{(G_k + \psi_1 \cdot Q_k) \cdot l^2}{8} = \mathbf{431,4 \text{ kNm}}$$

Hajlítónyomaték általi feszültség:

$$\sigma_{Ed} = \frac{M_{y,Ed} \cdot 10^{-3}}{W_{el,y} \cdot 10^{-6}} = \mathbf{223,5 \text{ N/mm}^2}$$

Feszültség szint a folyáshatárhoz viszonyítva:

$$t_0 = 1 \text{ mm}$$

$$f_{y,t} = f_y - 0,25 \cdot (t_f / t_0) = 351 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Ed} / f_{y,t} = \mathbf{0,64}$$

ACÉL ANYAGMINŐSÉGÉNEK KIVÁLASZTÁSA**1.Konzervatív módszer:**

$$\begin{aligned} \sigma_{Ed} / f_{y,t} &= \underline{0,64 < 0,75} \\ T_{Ed} &= \underline{-30 \text{ } ^\circ\text{C}} \\ \text{szelvény övének vastagsága } t_f &= \underline{16 \text{ mm}} \end{aligned}$$

2.1 táblázat (EN 1993-1-10) szerint:

az **S355J0** minőségű acél esetében a megengedett vastagság $t = 25 \text{ mm}$
 $t_f / t = \underline{0,64 < 1}$

MEGFELEL, acél anyagminősége: S355J0

2.Pontos módszer:

A **2.1 táblázat** alapján (**EN 1993-1-10**) interpoláció segítségével meghatározható a megengedett vastagság:

a megengedett anyagvastagságok **S355JR** acél esetében:

$\sigma_{Ed}/f_{y,t}=0,75$ esetében:

$$t_a = 15 \text{ mm}$$

$\sigma_{Ed}/f_{y,t}=0,50$ esetében:

$$t_b = 30 \text{ mm}$$

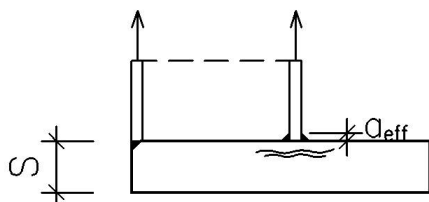
$\sigma_{Ed}/f_{y,t}=0,64$ esetében:

$$t = t_a + \left(\frac{t_b - t_a}{0,75 - 0,50} \right) * (0,75 - 0,64) = 21,6 \text{ mm}$$

$$t_f / t = \underline{0,74 < 1}$$

MEGFELEL, acél anyagminősége: S355JR

Réteges tépődés EN 1993-1-10



Alakváltozó képesség meghatározása (EN 1993-1-10 3.2 táblázat, 16.old):

Vizsgált lemezvastagság $s =$ **35 mm**

a) Acél vetemedésével befolyásolt varrat magasság:

Varrat $a_w =$ **5 mm**

$a_{eff} = a_w \cdot \sqrt{2} =$ **7 mm**

$Z_A =$ **3**

b) Varrat elhelyezése és kiképzése:

$Z_B =$ **0**

c) Lemezvastagság befolyása a lokális vetemedésre:

$Z_C =$ **8**

d) Szerkezet befolyása a vetemedésre:

$Z_D =$ **3**

e) Előmelegítés hatása:

S235 - előmelegítés nélkül ($Z=0$); S355-előmelegítéssel ($Z=-8$):

$Z_E =$ **-8**

Alakváltozó képesség:

$\Sigma Z_{Ed} = Z_A + Z_B + Z_C + Z_D + Z_E =$ **6.0**

Minőségi osztály meghatározása az EN 10164 szerint (EN 1993-1-1 3.2 táblázat, 29.old.):

$\Sigma Z_{Ed} < 10 \Rightarrow$ nincs szükség megnövelt alakváltozási képességű acélra

$11 < \Sigma Z_{Ed} < 20 \Rightarrow$ acélminőség **Z 15** (EN 10164)

$21 < \Sigma Z_{Ed} < 30 \Rightarrow$ acélminőség **Z 25** (EN 10164)

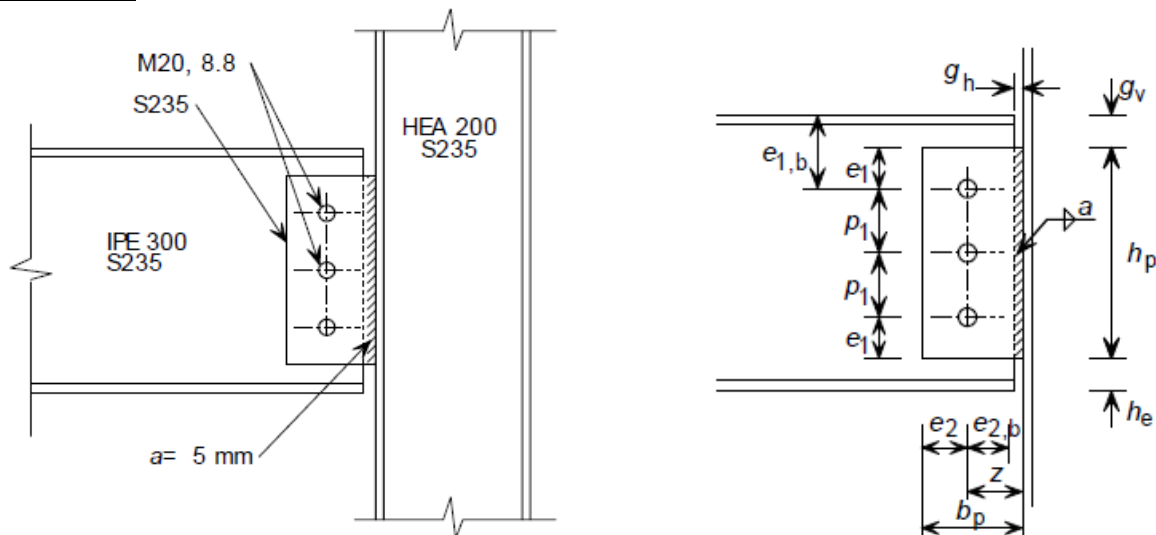
$30 < \Sigma Z_{Ed} \Rightarrow$ acélminőség **Z 35** (EN 10164)

Előmelegítés nélkül \Rightarrow Megnövelt alakváltozási képességgel bíró acélfajta szükséges EN 10164 szerint - Z 15!

Csavarozott_kapcsolatok

Csavarkapcsolat vizsgálata oszlop és tartó között

Geometria:



Adatok:

fesztáv $l =$	6,0 m
teher tervezési értéke $q_{Ed} =$	33,3 kN/m
Nyíróerő tervezési értéke: $V_{Ed} =$	100,0 kN

Anyagjellemzők:

acél =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
$f_y =$	TAB("steel/EC"; f_y ; NameEN=acél)	=	235 N/mm ²
$f_u =$	TAB("steel/EC"; f_u ; NameEN=acél)	=	360 N/mm ²
$E =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acél)	=	210000 N/mm ²
$\varepsilon =$	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	1,00
biztonsági tényező $\gamma_{M0} =$			1,00
biztonsági tényező $\gamma_{M2} =$			1,25

Oszlop keresztmetszeti értékei:

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 200
A_c =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	53,8 cm ²
h_c =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	190,0 mm
b_{fc} =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	200,0 mm
t_{wc} =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	6,5 mm
gerincmagasság d_{wc} =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	134,0 mm
t_{fc} =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	10,0 mm
r =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	18,0 mm
I_{yc} =	TAB("steel/"Typ; Iy; Name=Profil)	=	3690,0 cm ⁴
folyáshatár f_{yc} =	f_y	=	235 N/mm ²
szilárdság f_{uc} =	f_u	=	360 N/mm ²

Tartó keresztmetszeti értékei:

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	IPE
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	IPE 300
A_{b1} =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	53,8 cm ²
h_{b1} =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	300,0 mm
b_{b1} =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	150,0 mm
t_{wb1} =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	7,1 mm
gerincmagasság d_{wb1} =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	248,0 mm
t_{fb1} =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	10,7 mm
r =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	15,0 mm
I_{yb1} =	TAB("steel/"Typ; Iy; Name=Profil)	=	8360,0 cm ⁴
folyáshatár f_{yb1} =	f_y	=	235 N/mm ²
szilárdság f_{ub1} =	f_u	=	360 N/mm ²

Lemez méretei:

magasság h_p =		=	230 mm
szélesség b_p =		=	110 mm
vastagság t_p =		=	10 mm
függőleges rés g_v =		=	35 mm
vízszintes rés g_h =		=	10 mm
folyáshatár f_{yp} =	f_y	=	235 N/mm ²
szilárdság f_{up} =	f_u	=	360 N/mm ²

Felvett csavarok:

csavarméret KS =	SEL("steel/bolt"; BS;)	=	M 20
csavarosztály SC =	SEL("steel/bolt"; SC;)	=	8.8
húzási keresztmetszet A_s =	TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100	=	245 mm ²
átmérő d =	TAB("steel/bolt"; d; BS=KS)	=	20 mm
furatátmérő d_0 =		=	22 mm
folyáshatár f_{yb} =	TAB("steel/bolt"; fymb; SC=SC)	=	640 N/mm ²
szakítászilárdság f_{ub} =	TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC)	=	800 N/mm ²

Csavarok elhelyezkedése:

terhelés irányában (1):

csavarsorok száma $n_1=$	3
első csavarsor távolsága a lemez szélétől $e_1=$	45 mm
csavartávolság a tartó felső élétől $e_{1,b}=$	80 mm
csavarok távolsága egymástól $p_1=$	70 mm

terhelés irányára merőlegesen (2):

csavarsorok száma függőlegesen $n_2=$	1		
első csavar távolsága a lemez szélétől $e_2=$	50 mm		
csavarok távolsága a tartó élétől $e_{2,b}=$	50 mm		
erőkar $z=$	60 mm		
csavarok száma $n=$	$n_1 \cdot n_2$	=	3

Elfordulási képesség vizsgálata:1.feltétel: $h_p \leq d_{wb1}$

d_{wb1}	=	248,0 mm
h_p	=	230,0 mm
$\frac{h_p}{d_{wb1}}$	=	<u>0,93 < 1</u>

2.feltétel: $\Phi_{available} > \Phi_{required}$

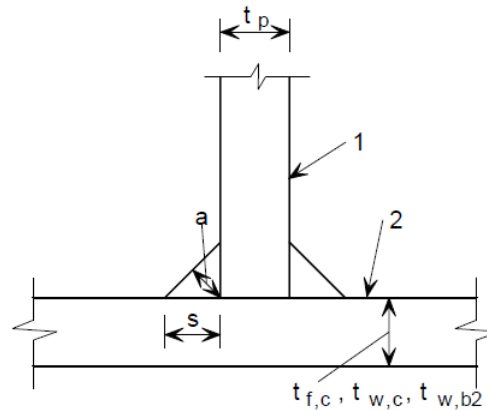
kéttámaszú tartó:

elfordulás $\Phi_{req} =$	$\frac{q_{Ed} \cdot l^3}{24 \cdot E \cdot 10^3 \cdot I_{yb1} \cdot 10^{-8}}$	=	0,017
$h_e =$	$\frac{h_{b1} - g_v - h_p}{2}$	=	35 mm
$\sqrt{\frac{(z - g_h)^2 + \left(\frac{h_p}{2} + h_e\right)^2}{z}}$		=	158,1 mm
$\sqrt{\frac{(z - g_h)^2 + \left(\frac{h_p}{2} + h_e\right)^2}{z}}$		=	<u>0,38 < 1</u>
$\Phi_{avail} =$	$\text{asin} \left(\frac{z}{\sqrt{(z - g_h)^2 + \left(\frac{h_p}{2} + h_e\right)^2}} \right) - \text{atan} \left(\frac{z - g_h}{\frac{h_p}{2} + h_e} \right)$	=	3,866
$\Phi_{req} / \Phi_{avail}$		=	<u>0,004 < 1</u>

feltételek teljesülnek

Varratok:varratméret $a =$

5 mm

S235 acéllemez esetében a varrat mérete $a \geq 0,46 \cdot t_p$

$$0,46 \cdot t_p$$

$$= 4,6 \text{ mm}$$

$$(0,46 \cdot t_p) / a$$

$$= \underline{\underline{0,92 < 1}}$$

Csatlakozás nyírési teherbírása**Csavarok nyírési teherbírása:**

1 csavar nyírési teherbírása:

$$\alpha_v = \text{TAB("steel/bolt"; alphaa; SC=SC)} = 0,60$$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot 10^{-3} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 94,1 \text{ kN}$$

csavarok 1 függőleges sorban:

$$\alpha = 0$$

$$\beta = \frac{6 \cdot z}{n \cdot (n+1) \cdot p_1} = 0,43$$

$$V_{Rd,1} = \frac{n \cdot F_{v,Rd}}{\sqrt{(1 + \alpha \cdot n)^2 + (\beta \cdot n)^2}} = \underline{\underline{173,0 \text{ kN}}}$$

Lemez palástnyomásban:

1 csavar teherbírása palástnyomásban függőleges irányban:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1,0\right) = 0,68$$

$$k_1 = \text{MIN}(2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7; 2,5) = 2,50$$

$$F_{b,Rd,ver} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_{up} \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = 97,9 \text{ kN}$$

1 csavar teherbírása palástnyomásban vízszintes irányban:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_2}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(\frac{2,8 \cdot e_1}{d_0} - 1,7; \frac{1,4 \cdot p_1}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd,hor} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_{up} \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = 109,4 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,2} = \frac{n}{\sqrt{\left(\frac{1 + \alpha \cdot n}{F_{b,Rd,ver}}\right)^2 + \left(\frac{\beta \cdot n}{F_{b,Rd,hor}}\right)^2}} = \underline{\underline{192,3 \text{ kN}}}$$

Tartó gerince palástnyomásban:

1 csavar teherbírása palástnyomásban függőleges irányban:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{p_1}{3 \cdot d_0} \cdot \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{ub1}}; 1,0\right) = 0,81$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(\frac{2,8 \cdot e_{2,b}}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd,ver} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_{ub1} \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot t_{wb1}}{\gamma_{M2}} = 82,8 \text{ kN}$$

1 csavar teherbírása palástnyomásban vízszintes irányban:

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{e_{2,b}}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_{ub1}}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(\frac{1,4 \cdot p_1}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd,hor} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_{ub1} \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot t_{wb1}}{\gamma_{M2}} = 77,7 \text{ kN}$$

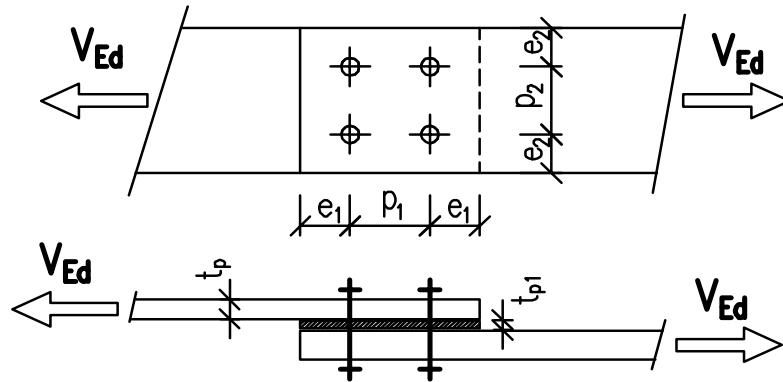
$$V_{Rd,8} = \frac{n}{\sqrt{\left(\frac{1 + \alpha \cdot n}{F_{b,Rd,ver}}\right)^2 + \left(\frac{\beta \cdot n}{F_{b,Rd,hor}}\right)^2}} = \underline{\underline{146,1 \text{ kN}}}$$

csatlakozás nyírési teherbírása:

$$V_{Rd} = \text{MIN}(V_{Rd,1}; V_{Rd,2}; V_{Rd,8}) = \underline{\underline{146,1 \text{ kN}}}$$

$$V_{Ed} / V_{Rd} = \underline{\underline{0,68 < 1}}$$

Csavarvizsgálat - nyírás

**Adatok:**

lemezvastagság $t_p = 20 \text{ mm}$

$V_{Ed} = 320 \text{ kN}$

$acel =$ SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S235**
 $f_y =$ TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel) = 235 N/mm²
 $f_u =$ TAB("steel/EC"; fu; NameEN=acel) = 360 N/mm²

Biztonsági tényezők:

$\gamma_{M0} = 1,10$

$\gamma_{M2} = 1,25$

Felvett csavarok:

csavarméret KS = SEL("steel/bolt"; BS;) = **M 20**
 minőség SC = SEL("steel/bolt"; SC;) = **10.9**
 csavarok száma n = **4**

húzási keresztmetszet $A_s =$ TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100 = 245 mm²

keresztmetszeti terület $A =$ TAB("steel/bolt"; Asch; BS=KS)*100 = 314 mm²

csavarátmérő $d =$ TAB("steel/bolt"; d; BS=KS) = 20 mm

furatátmérő $d_0 =$ d+2 = 22 mm

folyáshatár $f_{yb} =$ TAB("steel/bolt"; fybk; SC=SC) = 900 N/mm²

szakítószilárdság $f_{ub} =$ TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC) = 1000 N/mm²

Hézagoló lemezek negatív hatása (EN 1993-1-8, 3.6.1 (12)):

hézagoló lemez vastagsága $t_{p1} = 8 \text{ mm}$

$\frac{d/3}{t_{p1}} = 0,83 < 1$

$t_{p1} > d/3 \Rightarrow$ nem kell a hézagoló lemezt a kapcsolódó lemezekhez hegeszteni

$\beta_p = \text{MIN}\left(\frac{9 \cdot d}{8 \cdot d + 3 \cdot t_{p1}}; 1,0\right) = 0,98$

Csavar nyírási ellenállása:

Csavar terhelése nyírásban:

$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{n} = 80,0 \text{ kN}$$

$$\text{nyírási síkok száma } n_1 = 1$$

1) a nyírási sík áthalad a menetes részen:

 $\alpha_v = 0,6$ (4.6, 5.6, 8.8 csavarok esetében) $\alpha_v = 0,5$ (4.8, 5.8, 6.8, 10.9 csavarok esetében)

$$\alpha_v = \text{IF}(f_{ub} < 1000 ; 0,6 ; 0,5) = 0,5$$

$$F_{v,Rd,1} = \beta_p * n_1 * \frac{\alpha_v * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} * 0,001 = 96,0 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,1}} = 0,83 < 1$$

megfelel

2) a nyírási síkban a teljes csavarszár van:

$$\alpha_v = 0,6$$

$$F_{v,Rd,2} = \beta_p * n_1 * \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} * 0,001 = 147,7 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,2}} = 0,54 < 1$$

megfelel

Csavar palástnyomási ellenállása:

Csavarkép:

mimimális értékek:

$$e_1 = 1,2 * d_0 = 26,4 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,2 * d_0 = 26,4 \text{ mm}$$

$$p_1 = 2,2 * d_0 = 48,4 \text{ mm}$$

$$p_2 = 2,4 * d_0 = 52,8 \text{ mm}$$

optimális értékek:

$$e_1 = 2 * d_0 = 44,0 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5 * d_0 = 33,0 \text{ mm}$$

$$p_1 = 3 * d_0 = 66,0 \text{ mm}$$

$$p_2 = 3 * d_0 = 66,0 \text{ mm}$$

Felvett értékek:

$e_1 =$	50 mm
$e_2 =$	40 mm
$p_1 =$	70 mm
$p_2 =$	70 mm

$$\text{min. lemezvastagság } t = t_{p1} = 8 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \cdot \beta_p \cdot 0,001 = 85,8 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = 0,93 < 1$$

megfelel

Nyírási ellenállás:

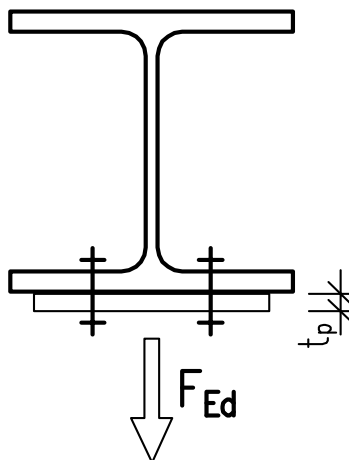
$$F_{v,Rd} = \text{MIN}(F_{v,Rd,1}; F_{v,Rd,2}; F_{b,Rd}) = 85,8 \text{ kN}$$

Csavarvizsgálat - kölcsönhatás:

egyidejűleg **húzott és nyírt** csavarok esetében az alábbi feltételnek is teljesülnie kell:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1,0$$

Csavarvizsgálat - húzás

**Adatok:**

lemezvastagság $t_p =$			15 mm
$F_{Ed} =$			600 kN
acél =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
$f_y =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acél)	=	235 N/mm ²
$f_u =$	TAB("steel/EC"; fu; NameEN=acél)	=	360 N/mm ²

Biztonsági tényezők:

$\gamma_{M0} =$			1,10
$\gamma_{M2} =$			1,25

Felvett csavarok:

csavarméret $KS =$	SEL("steel/bolt"; BS;)	=	M 20
minőség $SC =$	SEL("steel/bolt"; SC;)	=	10.9
csavarok száma $n =$			4
húzási keresztmetszet $A_s =$	TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100	=	245 mm ²
keresztmetszeti terület $A =$	TAB("steel/bolt"; Asch; BS=KS)*100	=	314 mm ²
csavarátmérő $d =$	TAB("steel/bolt"; d; BS=KS)	=	20 mm
furatátmérő $d_0 =$	d+2	=	22 mm
folyáshatár $f_{yb} =$	TAB("steel/bolt"; fybk; SC=SC)	=	900 N/mm ²
szakítószilárdság $f_{ub} =$	TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC)	=	1000 N/mm ²

Csavar húzási ellenállása:

Csavar terhelése húzásban:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_{Ed}}{n} = 150,0 \text{ kN}$$

húzott csavarok tényezője:

$$k_2 = 0,9$$

$k_2 = 0,63$ süllyesztett fejű csavarok esetén

$$k_2 = 0,9$$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} * 0,001 = 176,4 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = 0,85 < 1$$

megfelel

Csavarhígobolódás vizsgálata:

kisebbik lemezvastagság $t_p = t_p = 15 \text{ mm}$
 kulcsméret $s = 32 \text{ mm}$
 csavarfej max. mérete $e_{min} = 35,0 \text{ mm}$

$$d_m = \frac{s + e_{min}}{2} = 33,50 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 * \pi * d_m * t_p * f_u}{\gamma_{M2}} * 0,001 = 272,8 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = 0,55 < 1$$

megfelel

Csavar min. ellenállása húzási igénybevétel esetén:

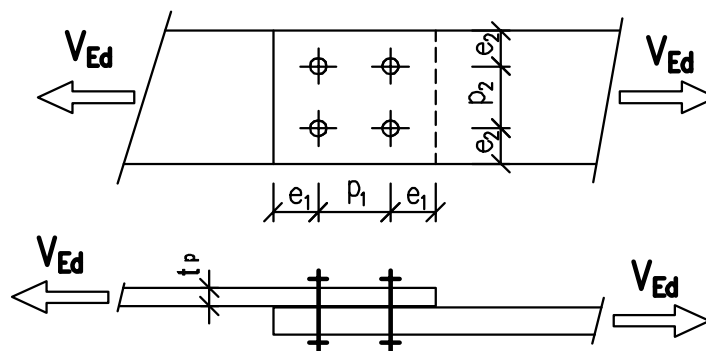
$$F_{t,Rd} = \text{MIN}(F_{t,Rd}; B_{p,Rd}) = 176,4 \text{ kN}$$

Csavarvizsgálat - kölcsönhatás:

egyidejűleg **húzott és nyírt** csavarok esetében az alábbi feltételnek is teljesülnie kell:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 * F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1,0$$

Csavarvizsgálat - nyírás

Adatok:lemezvastagság $t_p =$ 20 mm $V_{Ed} =$ 360 kN

$acel =$ SEL("steel/EC"; NameEN;) = S235
 $f_y =$ TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel) = 235 N/mm²
 $f_u =$ TAB("steel/EC"; fu; NameEN=acel) = 360 N/mm²

Biztonsági tényezők: $\gamma_{M0} =$ 1,10 $\gamma_{M2} =$ 1,25Felvett csavarok:

csavarméret KS = SEL("steel/bolt"; BS;) = M 20

minőség SC = SEL("steel/bolt"; SC;) = 10.9

csavarok száma n = 4

húzási keresztmetszet $A_s =$ TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100 = 245 mm²keresztmetszeti terület $A =$ TAB("steel/bolt"; Asch; BS=KS)*100 = 314 mm²

csavarátmérő d = TAB("steel/bolt"; d; BS=KS) = 20 mm

furatátmérő $d_0 =$ d+2 = 22 mmfolyáshatár $f_{yb} =$ TAB("steel/bolt"; fybk; SC=SC) = 900 N/mm²szakítószilárdság $f_{ub} =$ TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC) = 1000 N/mm²Csavar nyírési ellenállása:

Csavar terhelése nyírásban:

$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{n} = 90,0 \text{ kN}$$
nyírési síkok száma $n_1 =$ 1

1) a nyírási sík áthalad a menetes részen: $\alpha_v = 0,6$ (4.6, 5.6, 8.8 csavarok esetében) $\alpha_v = 0,5$ (4.8, 5.8, 6.8, 10.9 csavarok esetében)

$$\alpha_v = \text{IF}(f_{ub} < 1000 ; 0,6 ; 0,5) = 0,5$$

$$F_{v,Rd,1} = n_1 \cdot \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 98,0 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,1}} = 0,92 < 1$$

$F_{v,Rd,1}$
megfelel

2) a nyírási síkban a teljes csavarszár van:

$$\alpha_v = 0,6$$

$$F_{v,Rd,2} = n_1 \cdot \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 150,7 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,2}} = 0,60 < 1$$

$F_{v,Rd,2}$
megfelel

Csavar palástnyomási ellenállása:**Csavarkép:**mimimális értékek:

$$e_1 = 1,2 \cdot d_0 = 26,4 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,2 \cdot d_0 = 26,4 \text{ mm}$$

$$p_1 = 2,2 \cdot d_0 = 48,4 \text{ mm}$$

$$p_2 = 2,4 \cdot d_0 = 52,8 \text{ mm}$$

optimális értékek:

$$e_1 = 2 \cdot d_0 = 44,0 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5 \cdot d_0 = 33,0 \text{ mm}$$

$$p_1 = 3 \cdot d_0 = 66,0 \text{ mm}$$

$$p_2 = 3 \cdot d_0 = 66,0 \text{ mm}$$

Felvett értékek:

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$\text{min. lemezvastagság } t = t_p = 20 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \text{MIN}\left(\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = 0,76$$

$$k_1 = \text{MIN}\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,50$$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha_b \cdot k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 218,9 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = 0,41 < 1$$

megfelel

Csavar min. ellenállása nyírási igénybevétel esetén:

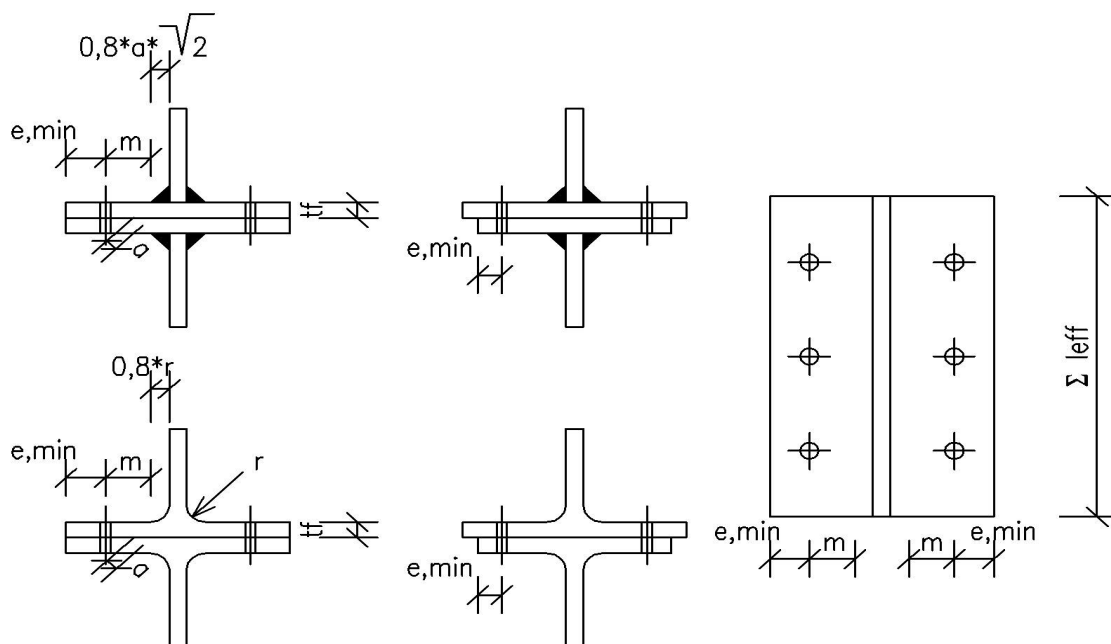
$$F_{v,Rd} = \text{MIN}(F_{v,Rd,1}; F_{v,Rd,2}; F_{b,Rd}) = 98,0 \text{ kN}$$

Csavarvizsgálat - kölcsönhatás:

egyidejűleg **húzott és nyírt** csavarok esetében az alábbi feltételnek is teljesülnie kell:

$$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1,0$$

Homloklemez méretezése T - kapcsolatként (EN 1993-1-8)



$$F_{T,Ed} =$$

300,0 kN

$$\text{parc. biztonsági tényező } \gamma_{M0} =$$

1,10

$$\text{parc. biztonsági tényező } \gamma_{M2} =$$

1,25

$$\text{acel} =$$

SEL("steel/EC"; NameEN;)

= S355

$$f_u =$$

TAB("steel/EC"; fu; NameEN=acel)

= 510 N/mm²

$$f_y =$$

TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel)

= 355 N/mm²**Felvett csavarok:**

$$\text{csavarméret KS} =$$

SEL("steel/bolt"; BS;)

= M 20

$$\text{minőség SC} =$$

SEL("steel/bolt"; SC;)

= 10.9

$$\text{húzási keresztmetszet } A_s = \text{TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100}$$

= 245 mm²

$$\text{keresztmetszeti terület } A = \text{TAB("steel/bolt"; Asch; BS=KS)*100}$$

= 314 mm²

$$\text{csavarátmérő } d = \text{TAB("steel/bolt"; d; BS=KS)}$$

= 20 mm

$$\text{furatátmérő } d_0 = d + 2$$

= 22 mm

$$\text{folyáshatár } f_{yb} = \text{TAB("steel/bolt"; fybk; SC=SC)}$$

= 900 N/mm²

$$\text{szakítószilárdság } f_{ub} = \text{TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC)}$$

= 1000 N/mm²

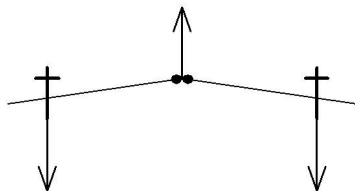
T - elem:

hatékony szélesség $L_{eff} =$	110 mm
csavar távolsága a gerinctől $p =$	50,25 mm
lemezvastagság $t_f =$	40 mm
távolság a lemez szélétől $e_{min} =$	40 mm
rádiusz $r =$	0,0 mm
varratméret $a =$	5,0 mm

$$m = p - 0,8 \cdot r - 0,8 \cdot \sqrt{(2) \cdot a} = 44,59 \text{ mm}$$

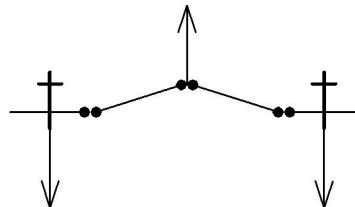
$$n = e_{min} = 40,0 \text{ mm}$$

Csavarok db/sor $n_{csavar} =$	2
kulcsméret $s =$	32 mm
csavarfej max. mérete $e_{min,b} =$	35,0 mm
$d_m = \frac{s + e_{min,b}}{2}$	$= 33,5 \text{ mm}$

1. Az öv teljes folyása (EN 1993-1-8, Tab.6.2)

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot L_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y / \gamma_{M0} / 10^6 = 14,20 \text{ kNm}$$

$$F_{t,Rd,1} = 1000 \cdot 4 \cdot M_{pl,1,Rd} / m = \underline{\underline{1273,8 \text{ kN}}}$$

2. Csavartörés + övfolyás (EN 1993-1-8, Tab.6.2)**Csavar húzási ellenállása:**

húzott csavarok tényezője:

$k_2 = 0,9$

 $k_2 = 0,63$ süllyesztett fejű csavarok esetén

$$k_2 = 0,9$$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 176,4 \text{ kN}$$

Csavarkigombolódás vizsgálata:

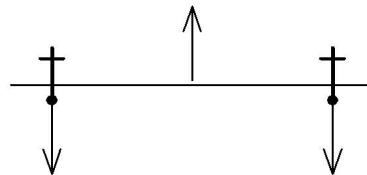
$$\text{kisebbik lemezvastagság } t_p = t_f = 40 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 1030,5 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,Ed}}{n_{csavar} \cdot B_{p,Rd}} = 0,15 < 1$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \cdot L_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y / \gamma_{M0} / 10^6 = 14,20 \text{ kNm}$$

$$F_{t,Rd,2} = 2 \cdot (M_{pl,2,Rd} + 10^{-3} \cdot n \cdot F_{t,Rd}) / (10^{-3} \cdot (m+n)) = 502,6 \text{ kN}$$

3. Csak csavartörés (EN 1993-1-8, Tab 6.2)

$$F_{t,Rd,3} = n_{csavar} \cdot F_{t,Rd} = 352,8 \text{ kN}$$

Vizsgálat:

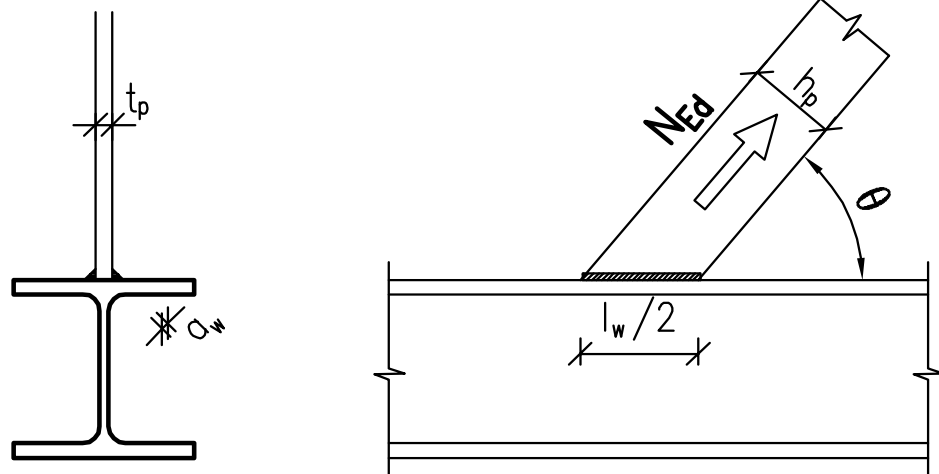
$$F_{t,Rd} = \text{MIN}(F_{t,Rd,1}; F_{t,Rd,2}; F_{t,Rd,3}) = 352,8 \text{ kN}$$

$$F_{T,Ed} / F_{t,Rd} = 0,85 < 1$$

MEGFELEL

Hegesztett_kapcsolatok

Sarokvarrat méretezése



Adatok:

lemezvastagság $t_p = 15 \text{ mm}$

lemez magassága $h_p = 80 \text{ mm}$

$N_{Ed} = 250 \text{ kN}$

$\Theta = 50^\circ$

Biztonsági tényezők:

$\gamma_{M0} = 1,10$

$\gamma_{M2} = 1,25$

csomóponti minimális anyagminőség:

$acel = SEL(\text{"steel/EC"; NameEN; }) = \text{S235}$

$f_y = TAB(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=acel}) = 235 \text{ N/mm}^2$

$f_u = TAB(\text{"steel/EC"; } f_u; \text{ NameEN=acel}) = 360 \text{ N/mm}^2$

EN 1993 -1-8 **4.1 táblázat** szerint:

S 235 $\Rightarrow \beta_w = 0,8$

S 275 $\Rightarrow \beta_w = 0,85$

S 355 $\Rightarrow \beta_w = 0,9$

$\beta_w = 0,8$

Varratvizsgálat - 1.módszer:

$$\text{varratméret } a_w = 6,0 \text{ mm}$$

$$\text{varrathossz } l_w = 2 \cdot \frac{h_p}{\sin(\Theta)} = 208,9 \text{ mm}$$

$$A_w = a_w \cdot l_w = 1253,4 \text{ mm}^2$$

Varrat teherbírása:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \cdot A_w}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} \cdot 0,001 = 260,5 \text{ kN}$$

Vizsgálat:

$$N_{Ed} / F_{w,Rd} = 0,96 < 1$$

MEGFELEL**Varratvizsgálat - 2.módszer:**

$$\text{varratméret } a_w = 6,0 \text{ mm}$$

$$\text{varrathossz } l_w = 2 \cdot \frac{h_p}{\sin(\Theta)} = 208,9 \text{ mm}$$

$$A_w = a_w \cdot l_w = 1253,4 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{mer} = \frac{N_{Ed} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta)}{A_w \cdot \sqrt{2}} = 108,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{mer} = \sigma_{mer} = 108,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = \frac{N_{Ed} \cdot 10^3 \cdot \cos(\Theta)}{A_w} = 128,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 \cdot (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)} = 309,8 \text{ N/mm}^2$$

Vizsgálat:

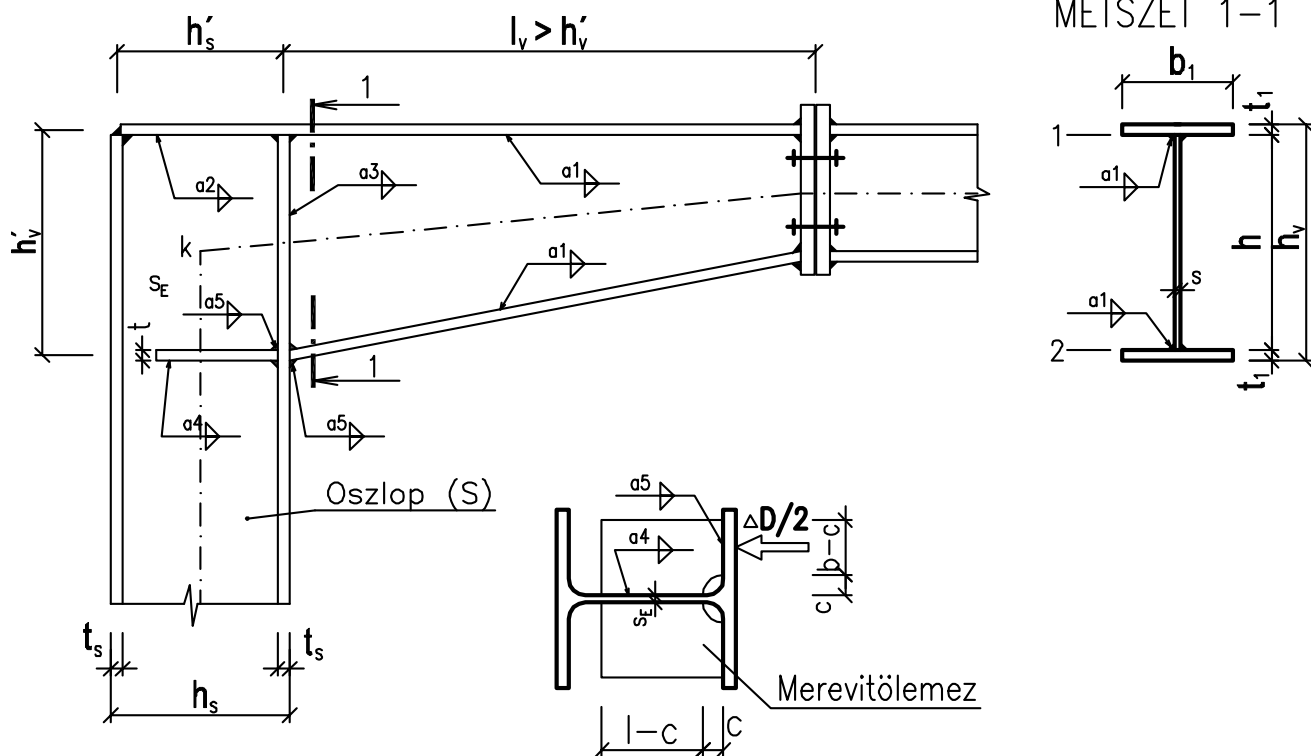
$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}} = 0,42 < 1$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 \cdot (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})} = 0,86 < 1$$

megfelel

Keret

Acél keretsarok vizsgálata

**Adatok:**

Anyagminőség, Keresztmetszet, Geometria:

acél = SEL("steel/EC"; NameEN;) = S355

Acélszelvény:

Typ1 = SEL("steel/Profils"; Name;) = HEB

Méret NH1 = SEL("steel/"Typ1; NH;) = 320

Könyök méretei:

Övszélesség b_1 = 30,00 cm

Övvastagság t_1 = 1,90 cm

Magasság h_v = 39,00 cm

Gerincvastagság s = 1,10 cm

Merevítőlemez méretei:

Szélesség b = 14,00 cm

Lemezhossz l = 27,00 cm

Vastagság t = 2,00 cm

Sarokkiharapás c = 3,00 cm

Varratméretek:Sarrokvarratok a könyökön $a_1 =$

0,40 cm

Gerincvarrat $a_2 =$

0,40 cm

Gerincvarrat $a_3 =$

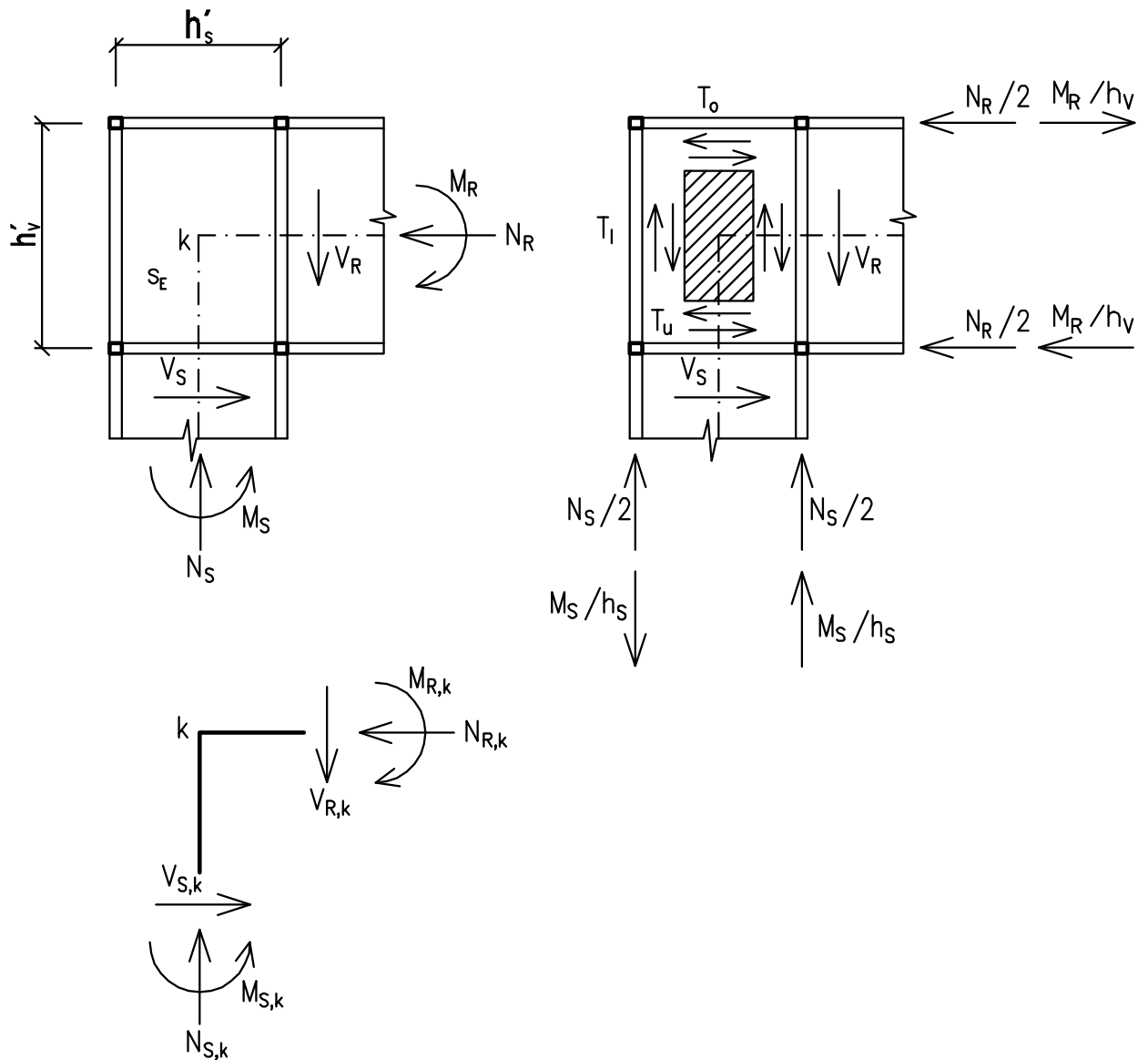
0,30 cm

Varratméret a lemezen $a_4 =$

0,80 cm

Varratméret $a_5 =$

0,80 cm

Statikai modell

Csomóponti igénybevételek:

$$\begin{aligned}
 N_{R,k} &= 80,0 \text{ kN} \\
 V_{R,k} &= 166,0 \text{ kN} \\
 M_{R,k} &= 460,0 \text{ kNm} \\
 N_{S,k} &= 198,0 \text{ kN} \\
 V_{S,k} &= 79,0 \text{ kN} \\
 M_{S,k} &= 464,0 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Anyagjellemzők:

acél szakítószilárdság:

$$f_u = \text{TAB("steel/EC"; fu; NameEN=acel)/10} = 51,0 \text{ kN/cm}^2$$

folyáshatár karakterisztikus értéke:

$$f_{y,k} = \text{TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel)/10} = 35,5 \text{ kN/cm}^2$$

parciális biztonsági tényezők (MSZ EN 1993-1-1):

$$\gamma_{M0} = 1,10$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{y,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_{M0}} = 32,27 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{Rd} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_{M0}} = 32,27 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_{M0} * \sqrt{3}} = 18,63 \text{ kN/cm}^2$$

Keresztmetszeti adatok:

Oszlop (S) (HEB 320):

$$h_S = \text{TAB("steel/Typ1; h; NH=NH1)/10} = 32,00 \text{ cm}$$

$$b_S = \text{TAB("steel/Typ1; b; NH=NH1)/10} = 30,00 \text{ cm}$$

$$t_S = \text{TAB("steel/Typ1; t; NH=NH1)/10} = 2,05 \text{ cm}$$

$$s_S = \text{TAB("steel/Typ1; s; NH=NH1)/10} = 1,15 \text{ cm}$$

$$r_S = \text{TAB("steel/Typ1; r; NH=NH1)/10} = 2,70 \text{ cm}$$

$$A_S = \text{TAB("steel/Typ1; A; NH=NH1)} = 161,00 \text{ cm}^2$$

$$I_{y,S} = \text{TAB("steel/Typ1; Iy; NH=NH1)} = 30820,00 \text{ cm}^4$$

Könyök (V):

$$\begin{aligned}
 h &= h_V - 2 * t_1 &= & 35,20 \text{ cm} \\
 A_V &= s * h + 2 * b_1 * t_1 &= & 152,72 \text{ cm}^2 \\
 A_{Vz} &= s * h &= & 38,72 \text{ cm}^2 \\
 I_{y,V} &= s * \frac{h^3}{12} + 2 * \left(b_1 * \frac{t_1^3}{12} + b_1 * t_1 * \frac{(h+t_1)^2}{4} \right) &= & 43259,95 \text{ cm}^4 \\
 W_{y,V} &= 2 * \frac{I_{y,V}}{h_V} &= & 2218,46 \text{ cm}^3 \\
 W_{y,1} &= 2 * \frac{I_{y,V}}{h} &= & 2457,95 \text{ cm}^3 \\
 W_{y,2} &= 2 * \frac{I_{y,V}}{h} &= & 2457,95 \text{ cm}^3 \\
 S_{y,a1} &= b_1 * t_1 * \frac{h+t_1}{2} &= & 1057,35 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Belső erők:

$$\begin{aligned}
 h_{S'} &= h_S - t_S &= & 29,95 \text{ cm} \\
 h_{V'} &= h_V - t_1 &= & 37,10 \text{ cm} \\
 N_R &= N_{R,k} &= & 80,00 \text{ kN} \\
 V_R &= V_{R,k} &= & 166,00 \text{ kN} \\
 N_S &= N_{S,k} &= & 198,00 \text{ kN} \\
 V_S &= V_{S,k} &= & 79,00 \text{ kN} \\
 M_R &= M_{R,k} - \frac{V_{R,k} * h_{S'}}{2 * 100} &= & 435,14 \text{ kNm} \\
 M_S &= M_{S,k} - \frac{V_{S,k} * h_{V'}}{2 * 100} &= & 449,35 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Könyök keresztmetszetének vizsgálata:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\max} &= \frac{N_R}{A_V} + \frac{M_R * 100}{W_{y,V}} &= & 20,14 \text{ kN/cm}^2 \\
 \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{Rd}} & &= & \underline{\underline{0,62 < 1}} \\
 \text{megfelel} & & & \\
 \tau_m &= \frac{V_R}{A_{Vz}} &= & 4,29 \text{ kN/cm}^2 \\
 \frac{\tau_m}{\tau_{Rd}} & &= & \underline{\underline{0,23 < 1}} \\
 \text{megfelel} & & &
 \end{aligned}$$

$$\sigma_1 = \frac{N_R}{A_V} + \frac{M_R * 100}{W_{y,1}} = 18,23 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{N_R}{A_V} - \frac{M_R * 100}{W_{y,2}} = -17,18 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_x = \frac{\text{MAX}(\text{ABS}(\sigma_1); \text{ABS}(\sigma_2))}{\sigma_{Rd}} = 18,23 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = \frac{\sqrt{\sigma_x^2 + 3 * \tau_m^2}}{\sigma_{Rd}} = 19,69 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_{Rd}} = \underline{0,61 < 1}$$

megfelel

Sarokvarrat vizsgálata a_1 :

$$\tau_w = \frac{V_R * S_{y,a1}}{I_{y,v} * 2 * a_1} = 5,07 \text{ kN/cm}^2$$

EN 1993-1-8 4.1 táblázatból:

$$\beta_w = 0,9$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3 * \beta_w * \gamma_{M2}}} = 26,17 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau_w}{f_{vw,d}} = \underline{0,19 < 1}$$

megfelel

Gerinclemez vastagságának vizsgálata:

$$\text{erf.s}_1 = 0,07 * \sqrt{\frac{V_R}{\sqrt{f_{y,k}}}} = 0,37 \text{ cm}$$

$$\text{erf.s}_2 = h * \frac{\sqrt{f_{y,k}}}{670} = 0,31 \text{ cm}$$

$$\text{erf.s} = \text{MAX}(\text{erf.s}_1 ; \text{erf.s}_2) = 0,37 \text{ cm}$$

$$\frac{\text{erf.s}}{s} = \underline{0,34 < 1}$$

Saroklemez vizsgálata:

Nyíróerők: ($T_o = T_u$, $T_l = T_r$)

$$T_o = \frac{M_R}{h_v} * 100 - \frac{N_R}{2} = 1132,88 \text{ kN}$$

$$T_r = \frac{M_S}{h_s} * 100 - \frac{N_S}{2} = 1401,33 \text{ kN}$$

Nyírófeszültség:

 s_E : Saroklemez vastagsága = oszlop gerincének vastagsága

$$s_E = s_S = 1,15 \text{ cm}$$

választott vastagság:

$$s_E = 2,20 \text{ cm}$$

$$\tau_E = \frac{T_o}{h_{S'} \cdot s_E} = 17,19 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Ellenőrzés } \tau_r = \frac{T_r}{h_{V'} \cdot s_E} = 17,17 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau_E}{\tau_{Rd}} = \underline{0,92 < 1}$$

megfelel

Normálfeszültségek:

$$W_{y,S'} = \frac{I_{y,S}}{0,5 \cdot (h_S - 2 \cdot t_S - 2 \cdot r_S)} = 2739,56 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_x = \frac{N_R}{A_V} + \frac{M_R \cdot 100}{W_{y,1}} = 18,23 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_z = \frac{N_S}{A_S} + \frac{M_S \cdot 100}{W_{y,S'}} = 17,63 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \cdot \sigma_z + 3 \cdot (0,75 \cdot \tau_E)^2} = 28,64 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_{Rd}} = \underline{0,89 < 1}$$

megfelel

$$\alpha = \text{IF}(h_{V'} > h_{S'}; \frac{h_{V'}}{h_{S'}}; \frac{h_{S'}}{h_{V'}}) = 1,239$$

$$V_{z,d} = \text{IF}(h_{V'} > h_{S'}; T_o; T_r) = 1132,88 \text{ kN}$$

$$\text{erf. } s_E = \sqrt{\frac{V_{z,d} \cdot \alpha}{80 \cdot \sqrt{(5,34 \cdot \alpha^2 + 4,0) \cdot f_{y,k}}}} = 0,92 \text{ cm}$$

$$\frac{\text{erf. } s_E}{s_E} = \underline{0,42 < 1}$$

megfelel

Gerincvarrat vizsgálata a_3 :

$$A_{w3} = 2 * a_3 * (h - 2 * a_1) = 20,64 \text{ cm}^2$$

$$\tau_w = \frac{V_R}{A_{w3}} = 8,04 \text{ kN/cm}^2$$

EN 1993-1-8 4.1 táblázatból:

$$\beta_w = 0,9$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = 26,17 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau_w}{f_{vw,d}} = \underline{0,31 < 1}$$

megfelel

Merevítőlemez varratainak vizsgálata:D - Nyomóerő az övben, az a_5 jelű sarokvarraton keresztül lesz bevezetve az oszlopba.

$$D = \frac{M_R}{h_V} * 100 + \frac{N_R}{2} = 1212,88 \text{ kN}$$

$$\text{varrathossz } l_5 = 2 * b_1 - s = 58,90 \text{ cm}$$

$$A_{w5} = l_5 * a_5 = 47,12 \text{ cm}^2$$

Varratvizsgálat - 1.módszer:

Varrat teherbírása:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u * A_{w5}}{\sqrt{2} * \beta_w * \gamma_{M2}} = 1510,5 \text{ kN}$$

$$\frac{D}{F_{w,Rd}} = \underline{0,80 < 1}$$

megfelel

Varratvizsgálat - 2.módszer:

$$\sigma_{mer} = \frac{D}{A_{w5} * \sqrt{2}} = 18,20 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{mer} = \sigma_{mer} = 18,20 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{par} = 0,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)} = 36,40 \text{ kN/cm}^2$$

Vizsgálat:

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,50 < 1}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,80 < 1}$$

megfelel

A nyomóerő egy része közvetlenül az oszlop gerincébe jut. A maradék erőt ΔD a merevítőbordák vezetik be az oszlopba.

Varratvizsgálat a_4 :

$$\Delta D = D * 2 * \frac{b - c}{2 * b + s_E} = 883,55 \text{ kN}$$

$$\Delta M = \Delta D * \frac{b + c}{4} = 3755,09 \text{ kNcm}$$

$$A_{w4} = 2 * a_4 * (l - c) = 38,40 \text{ cm}^2$$

$$W_{w4} = 2 * a_4 * (l - c)^2 / 6 = 153,60 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{mer} = \Delta M / (\sqrt{2} * W_{w4}) = 17,29 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{mer} = \sigma_{mer} = 17,29 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{par} = \Delta D / (2 * A_{w4}) = 11,50 \text{ kN/cm}^2$$

Vizsgálat:

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,47 < 1}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,88 < 1}$$

megfelel

Nyírófeszültség az oszlopgerinben:

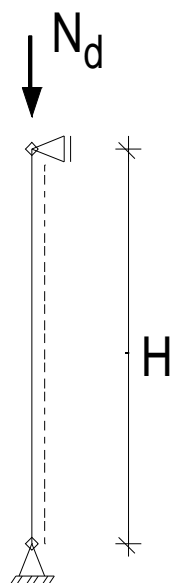
$$\tau = \Delta D / ((l - c) * s_E) = 16,73 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau}{\tau_{Rd}} = \underline{0,90 < 1}$$

megfelel

Oszlopok

Nyomott oszlop



oszlop magassága $H =$		7,50 m
Y-tengelyre merőleges irányban $I_y = H/2$	=	3,75 m
Z-tengelyre merőleges irányban $I_z = H/3$	=	2,50 m

Anyagjellemzők:

acél =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S275
$f_y =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acél)	=	275 N/mm ²
$E =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acél)	=	210000 N/mm ²
$\varepsilon =$	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,92

Keresztmetszeti értékek:

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	IPÉ
Profil =	SEL("steel/Typ; Name;)	=	IPÉ 300
keresztmetszeti terület $A =$	TAB("steel/Typ; A; Name=Profil)	=	53,80 cm ²
magasság $h =$	TAB("steel/Typ; h; Name=Profil)	=	300,00 mm
gerincmagasság $h_1 =$	TAB("steel/Typ; h1; Name=Profil)	=	248,00 mm
gerincvastagság $s =$	TAB("steel/Typ; s; Name=Profil)	=	7,10 mm
öv szélesség $b =$	TAB("steel/Typ; b; Name=Profil)	=	150,00 mm
övvastagság $t =$	TAB("steel/Typ; t; Name=Profil)	=	10,70 mm
inerciasugár $i_y =$	TAB("steel/Typ; iy; Name=Profil)	=	12,50 cm
inerciasugár $i_z =$	TAB("steel/Typ; iz; Name=Profil)	=	3,35 cm

Keresztmetszet besorolása 5.2 tábl. szerint (43-44.old. MSZ EN 1993-1-1):

Gerinc:

$$\frac{h_1}{s \cdot 33 \cdot \varepsilon} = 1,15 < 1$$

$$\frac{h_1}{s \cdot 38 \cdot \varepsilon} = 1,00 < 1$$

2.keresztmetszeti osztály

Öv:

$$\frac{b}{2 * t * 10 * \epsilon} = 0,76 < 1$$

1.keresztmetszeti osztály

A magasabb osztály a mérvadó, tehát **2.keresztmetszeti osztály.**

Vizsgálatok:

efektív keresztmetszeti tényező $\beta_A = 1,00$

stabilitási biztonsági tényező $\gamma_{M1} = 1,10$

Kifordulás vizsgálata, az Y-Y tengelyre merőleges irányban:

$$\begin{aligned} h / b &= 2,00 > 1,2 \\ t / 10 &= 1,07 \text{ cm} < 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

6.2 tábl. alapján (58.oldal) "a" kifordulási görbe:

$$\begin{aligned} \lambda_y &= l_y * \frac{100}{i_y} = 30,00 \\ \lambda_1 &= 93,9 * \epsilon = 86,39 \\ \lambda_{trans,y} &= \frac{\lambda_y}{\lambda_1} * \sqrt{\beta_A} = 0,347 \end{aligned}$$

6.1 tábl. alapján (57. old.) $\alpha = 0,21$

$$\varphi = \frac{0,5 * (1 + \alpha * (\lambda_{trans,y} - 0,2) + \lambda_{trans,y}^2)}{1} = 0,576$$

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda_{trans,y}^2}} = 0,9655$$

$$N_{b,y,Rd} = \chi * \beta_A * A * \frac{f_y}{10 * \gamma_{M1}} = 1298,60 \text{ kN}$$

Kifordulás vizsgálata, az Z-Z tengelyre merőleges irányban:

$$\begin{aligned} h / b &= 2,00 > 1,2 \\ t / 10 &= 1,07 \text{ cm} < 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

6.2 tábl. alapján (58.odal) "b" kifordulási görbe:

$$\lambda_z = \frac{l_z * 100}{i_z} = 74,63$$

$$\lambda_{trans,z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} * \sqrt{\beta_A} = 0,864$$

$$6.1 \text{ tábl. alapján (57.old.) } \alpha = 0,34$$

$$\varphi = \frac{0,5 * (1 + \alpha * (\lambda_{trans,z} - 0,2) + \lambda_{trans,z}^2)}{1} = 0,986$$

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda_{trans,z}^2}} = 0,6844$$

$$N_{b,z,Rd} = \chi * \beta_A * A * \frac{f_y}{10 * \gamma_{M1}} = 920,52 \text{ kN}$$

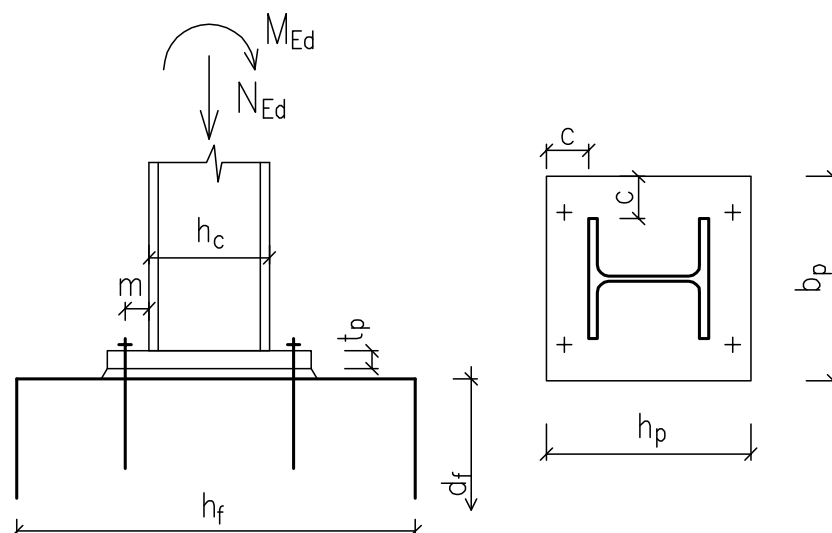
$$\max_N_d = \text{MIN}(N_{b,y,Rd}; N_{b,z,Rd}) = \underline{920,52 \text{ kN}}$$

Oszloptalp

Oszlop befogott talplemezzel - hajlítónyomaték + normálerő

Befogás hajlítási teherbírásának meghatározása adott normálerőnél.

Geometria:



Adatok:

Teher:

$N_{Ed} = 500,0 \text{ kN}$

Talplemez méretei:

vastagság $t_p = 30 \text{ mm}$

szélesség $b_p = 340 \text{ mm}$

magasság $h_p = 340 \text{ mm}$

Betonalap méretei:

szélesség $b_f = 1600 \text{ mm}$

hossz $h_f = 1600 \text{ mm}$

mélység $d_f = 1000 \text{ mm}$

Anyagjellemzők:

Oszlop és talplemez:

acél = SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S235**

$f_y = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=acél}) = 235 \text{ N/mm}^2$

$E = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } E; \text{ NameEN=acél}) = 210000 \text{ N/mm}^2$

$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 1,00$

biztonsági tényező $\gamma_{M0} = 1,10$

biztonsági tényező $\gamma_{M2} = 1,25$

$\lambda_1 = 93,90 * \epsilon = 93,90$

Alap:

Beton =	SEL("concrete/EC"; Name;)	=	C12/15
f_{ck} =	TAB("concrete/EC"; fck; Name=Beton)	=	12,0 N/mm ²
beton tartós igénybevételét kifejező tényező α_{cc} =		=	1,0
anyag biztonsági tényezője (beton) γ_c =		=	1,5
f_{cd} =	$\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$	=	8,0 N/mm ²
f_{ctm} =	TAB("concrete/EC"; fctm; Name=Beton)	=	1,6 N/mm ²

Oszlop keresztmetszeti értékei:

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEB
Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEB 200
A_0 =	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	78,10 cm ²
h_c =	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	200,00 mm
t_{wc} =	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	9,00 mm
gerincmagasság d_{wc} =	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	134,00 mm
b_{fc} =	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	200,00 mm
t_{fc} =	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	15,00 mm
r =	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	18,00 mm
i_y =	TAB("steel/"Typ; iy; Name=Profil)	=	8,54 cm
i_z =	TAB("steel/"Typ; iz; Name=Profil)	=	5,07 cm

Befogó csavarok:

csavar KS =	SEL("steel/bolt"; BS;)	=	M 24
csavarosztály SC =	SEL("steel/bolt"; SC;)	=	4.6
f_{ub} =	TAB("steel/bolt"; fubk; SC=SC)	=	400 N/mm ²
A_s =	TAB("steel/bolt"; Asp; BS=KS)*100	=	353 mm ²

Csavarok húzási teherbírása:

$$F_{2s,Rd} = \frac{0,9 * f_{ub} * 10^{-3} * A_s}{\gamma_{M2}} = 203,3 \text{ kN}$$

Talplemez teherbírása hajlításban:

m =		=	40 mm
W_{el} =	$b_p * t_p^2 / 6$	=	51000 mm ³
$F_{p,Rd}$ =	$\frac{W_{el} * f_y * 10^{-3}}{m * \gamma_{M0}}$	=	272,4 kN
$F_{2s,Rd} / F_{p,Rd}$		=	<u>0,75 < 1</u>

Nyomott rész:

talplemez elhelyezkedése:

e_h =	$(h_f - h_p) / 2$	=	630 mm
e_b =	$(b_f - b_p) / 2$	=	630 mm
anyag együtttható β_j =	2/3	=	0,667

szilárdságnövelő tényező $\alpha = \sqrt{A_{c1} / A_{c0}}$

α =	$\text{MIN}(1 + (d_f / \text{MAX}(h_p; b_p)); 1 + 2 * (e_h / h_p); 1 + 2 * (e_b / b_p); 3)$	=	3,0
(ha az alaptest méretei nem ismertek \Rightarrow $\alpha = 1,5$)			

$$\text{alaptest szilárdságának tervezési értéke } f_{jd} = \alpha \cdot \beta_j \cdot f_{cd} = 16,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{oszlop méretéhez hozzáadott érték } c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot f_{jd} \cdot \gamma_{MO}}} = 63,3 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = A_{eff} \cdot f_{jd} - F_{2s,Rd}$$

$$A_{eff} = \frac{N_{Ed} + F_{2s,Rd}}{f_{jd} \cdot 10^{-3}} = 43956 \text{ mm}^2$$

$$b_{eff} = \frac{A_{eff}}{b_{fc} + 2 \cdot c} = 134,6 \text{ mm}$$

$$d_b = h_c / 2 + m = 140 \text{ mm}$$

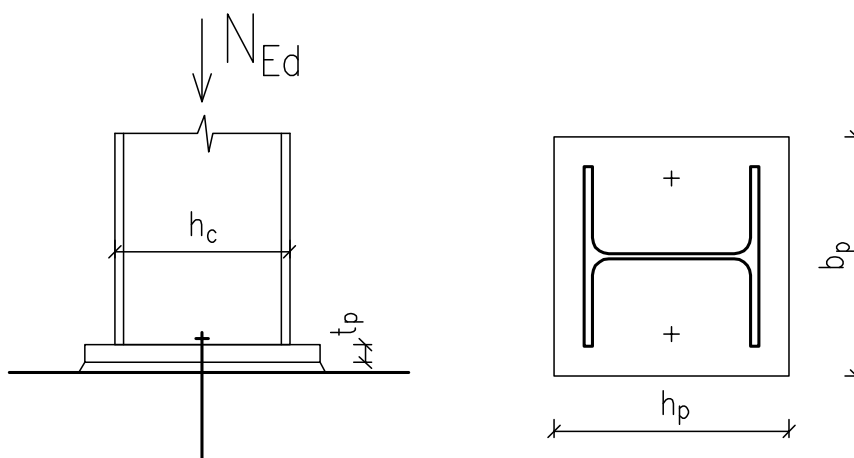
$$d_c = \frac{h_c}{2} + c - \frac{b_{eff}}{2} = 96,0 \text{ mm}$$

talplemez hajlítási teherbírása az adott N_{Ed} normálerő esetén:

$$M_{Rd} = F_{2s,Rd} \cdot d_b \cdot 10^{-3} + A_{eff} \cdot 10^{-6} \cdot f_{jd} \cdot d_c = \underline{\underline{96,0 \text{ kNm}}}$$

Acél oszlop csuklós talplemezzel

Geometria:



Anyagminőség:

Oszlop és talplemez:

Acel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S235**

f_y = TAB("steel/EC"; f_y ; NameEN=Acel) = 235 N/mm²

E = TAB("steel/EC"; E ; NameEN=Acel) = 210000 N/mm²

ε = $\sqrt{\frac{235}{f_y}}$ = 1,00

parc. biztonsági tényező γ_{M5} = 1,00

parc. biztonsági tényező γ_{M0} = 1,00

λ_1 = 93,90 * ε = 93,90

Alap:

Beton = SEL("concrete/EC"; Name;) = **C25/30**

f_{ck} = TAB("concrete/EC"; f_{ck} ; Name=Beton) = 25,0 N/mm²

beton tartós igénybevételét kif. tényező α_{cc} = 1,0

beton parc. biztonsági tényezője γ_c = 1,5

f_{cd} = $\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ = 16,7 N/mm²

f_{ctm} = TAB("concrete/EC"; f_{ctm} ; Name=Beton) = 2,6 N/mm²

Oszlop igénybevétele (tervezési érték):

$N_{j,Ed}$ = 1500 kN

Keresztmetszeti értékek:

keresztmetszet típusa Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
felvett Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 360
$A_0 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	143,00 cm ²
$h_c =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	350,00 mm
$t_{wc} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	10,00 mm
gerincmagasság $d_{wc} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	261,00 mm
$b_{fc} =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	300,00 mm
$t_{fc} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	17,50 mm
$r =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	27,00 mm
$i_y =$	TAB("steel/"Typ; iy; Name=Profil)	=	15,20 cm
$i_z =$	TAB("steel/"Typ; iz; Name=Profil)	=	7,43 cm

Betonszilárdság:

anyag együttható $\beta_j =$	2/3	=	0,667
szilárdság növelő tényezője $\alpha = \sqrt{A_{c1} / A_{c0}}$			
alaptest méretei nem ismertek $\Rightarrow \alpha =$			1,5
alaptest szilárdságának tervezési értéke $f_{jd} = \alpha * \beta_j * f_{cd}$		=	16,7 N/mm ²

Alaplemez szükséges méretei:

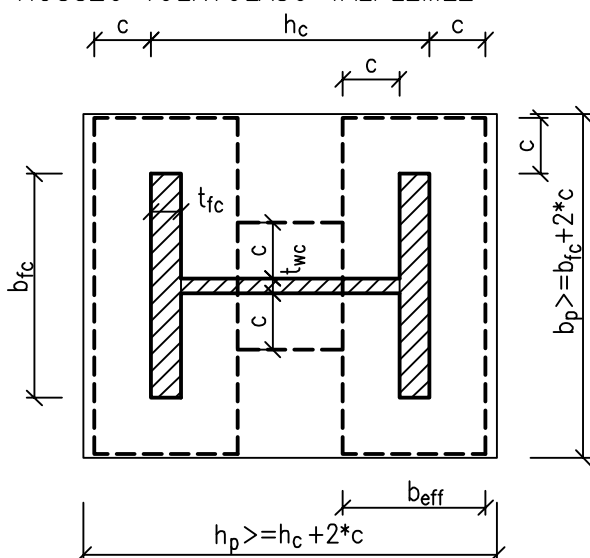
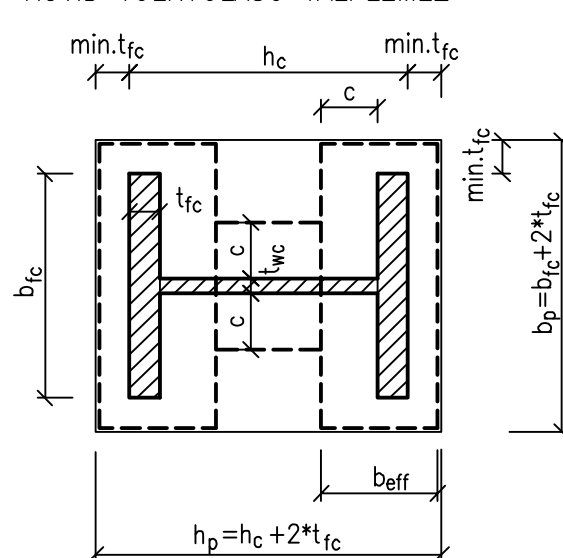
$$A_{c0} = \text{MAX} \left(\frac{1}{h_c * b_{fc}} * \left(\frac{N_{j,Ed} * 10^3}{f_{cd}} \right)^2 ; \frac{N_{j,Ed} * 10^3}{f_{cd}} \right) = 89820 \text{ mm}^2$$

$$0,95 * h_c * b_{fc} = 99750 \text{ mm}^2$$

$$A_{c0} / (0,95 * h_c * b_{fc}) = \mathbf{0,90 < 1}$$

$A_{c0} < 0,95 * h_c * b_{fc} \Rightarrow$ talplemez rövid túlnyúlása

$A_{c0} \geq 0,95 * h_c * b_{fc} \Rightarrow$ talplemez hosszú túlnyúlása

HOSSZÚ TÚLNÝULÁSÚ TALPLEMEZ**RÖVID TÚLNÝULÁSÚ TALPLEMEZ**

rövid túlnyúlású talplemez szükséges méretei:

$$b_p = b_{fc} + 2 \cdot t_{fc} = 335 \text{ mm}$$

$$h_p = h_c + 2 \cdot t_{fc} = 385 \text{ mm}$$

$$\text{felvett szélesség } b_p = \underline{340 \text{ mm}}$$

$$\text{felvett hossz } h_p = \underline{390 \text{ mm}}$$

$$A_{c0} = b_p \cdot h_p = 132600 \text{ mm}^2$$

Felfekvés teherbírásvizsgálata:

$$N_{j,Rd} = f_{jd} \cdot (2 \cdot (b_{fc} + 2 \cdot t_{fc}) \cdot (c + 2 \cdot t_{fc}) + (h_c - 2 \cdot c - 2 \cdot t_{fc}) \cdot (2 \cdot c + t_{wc}))$$

$$\text{az oszlop alaprajzi vetületéhez hozzáadott érték } c = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A}$$

Állandó	Rövid túlnyúlású talplemez	Hosszú túlnyúlású talplemez	
	T-elemek nem fedik egymást	T-elemek nem fedik egymást	T-elemek átfedéssel
A	2	2	2
B	$-(b_{fc} - t_{wc} + h_c)$	$+(2 \cdot b_{fc} - t_{wc} + h_c)$	$+(b_{fc} + h_c)$
C	$+(N_{j,Ed} / 2 \cdot f_{jd}) - (2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + 4 \cdot t_{fc}^2 + 0,5 \cdot h_c \cdot t_{wc} - t_{fc} \cdot t_{wc})$	$+(b_{fc} \cdot t_{fc} + 0,5 \cdot h_c \cdot t_{wc} - t_{fc} \cdot t_{wc}) - (N_{j,Ed} / 2 \cdot f_{jd})$	$+(b_{fc} \cdot h_c) / 2 - (N_{j,Ed} / 2 \cdot f_{jd})$

rövid túlnyúlású lemezre érvényes:

$$A = 2$$

$$B = -(b_{fc} - t_{wc} + h_c) = -640,0 \text{ mm}$$

$$C = 0,5 \cdot N_{j,Ed} \cdot 10^3 / f_{jd} - (2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + 4 \cdot t_{fc}^2 + 0,5 \cdot h_c \cdot t_{wc} - t_{fc} \cdot t_{wc}) = 31610 \text{ mm}^2$$

$$c = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} = \underline{61 \text{ mm}}$$

Lemezméretek vizsgálata:

$$(h_c - 2 \cdot t_{fc}) / 2 = 157,5 \text{ mm}$$

$$c / ((h_c - 2 \cdot t_{fc}) / 2) = \underline{0,39 < 1}$$

MEGFELEL

$$(b_p - t_{wc}) / 2 = 165,0 \text{ mm}$$

$$c / ((b_p - t_{wc}) / 2) = \underline{0,37 < 1}$$

MEGFELEL

$$N_{j,Rd} = f_{jd} \cdot 10^{-3} \cdot \left(2 \cdot \left(b_p \cdot \left(\frac{h_p - h_c}{2} + t_{fc} + c \right) \right) + (h_c - 2 \cdot c - 2 \cdot t_{fc}) \cdot (2 \cdot c + t_{wc}) \right) = \underline{1544,0 \text{ kN}}$$

$$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} = \underline{0,97 < 1}$$

MEGFELEL

Talplemezvastagság:

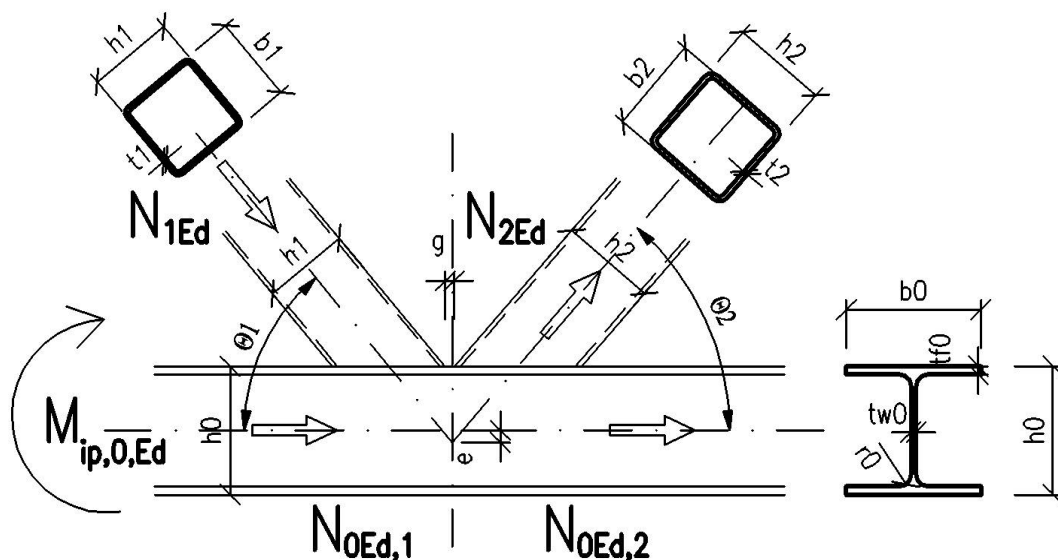
$$\text{min. vastagság } t_{p,min} = \frac{c}{\sqrt{f_y / (3 \cdot f_{jd} \cdot \gamma_{M0})}} = 28,2 \text{ mm}$$

$$\text{felvett talplemezvastagság } t_p = \underline{30 \text{ mm}}$$

Rácsos_tartók

Rácsos tartó - csomópont ellenőrzése

EN 1993-1-8



Csomópont:

csomópont típusa: **hegesztett, hézagos N csomópont**

hézag $g = 34,0$ mm
 tengelykülpontosság $e = 0,0$ mm

parc. bizton. tényező $\gamma_{M5} = 1,00$

parc. bizton. tényező $\gamma_{M0} = 1,10$

Övrúd adatai:

$N_{0,Ed} = 238,2$ kN

$M_{ip,0,Ed} = 0,0$ kNm

$V_{0,Ed} = 1,6$ kN

acel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = S235

$f_{y0} = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=acel}) = 235$ N/mm²

$E = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } E; \text{ NameEN=acel}) = 210000$ N/mm²

$\varepsilon_0 = \sqrt{\frac{235}{f_{y0}}} = 1,00$

$\lambda_{1,0} = 93,90 * \varepsilon_0 = 93,90$

keresztmetszet Typ = SEL("steel/Profils"; Name;) = HEA

szelvény Profil = SEL("steel/"Typ; Name;) = HEA 120

$A_0 = \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; } A; \text{ Name=Profil}) = 25,30$ cm²

$h_0 = \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; } h; \text{ Name=Profil}) = 114,00$ mm

$t_w = \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; } s; \text{ Name=Profil}) = 5,00$ mm

gerincmagasság $d_w =$	TAB("steel"/Typ; h1; Name=Profil)	=	74,00 mm
$b_0 =$	TAB("steel"/Typ; b; Name=Profil)	=	120,00 mm
$t_f =$	TAB("steel"/Typ; t; Name=Profil)	=	8,00 mm
$r =$	TAB("steel"/Typ; r; Name=Profil)	=	12,00 mm
$i_y =$	TAB("steel"/Typ; iy; Name=Profil)	=	4,89 cm
$i_z =$	TAB("steel"/Typ; iz; Name=Profil)	=	3,02 cm

Rácsrudak adatai:**1. rácsrúd:**

$N_{1,Ed} =$	-60,0 kN
$M_{ip,1,Ed} =$	1,3 kNm
$V_{1,Ed} =$	0,0 kN

acel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
$f_{y1} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel)	=	235 N/mm ²
$E =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acel)	=	210000 N/mm ²
$\varepsilon_1 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y1}}}$	=	1,00
$\lambda_{1,1} =$	$93,90 * \varepsilon_1$	=	93,90
szelvény1 =	SEL("steel/SHS"; Name;)	=	SHS 80x4
$A_1 =$	TAB("steel/SHS"; A; Name=szelvény1)	=	12,00 cm ²
$h_1 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=szelvény1)	=	80,00 mm
$b_1 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=szelvény1)	=	80,00 mm
$t_1 =$	TAB("steel/SHS"; t; Name=szelvény1)	=	4,00 mm
$i_1 =$	TAB("steel/SHS"; i; Name=szelvény1)	=	3,09 cm
ovrúddal bezárt szög $\Theta_1 =$	90 °		

2. rácsrúd:

$N_{2,Ed} =$	-114,4 kN
$M_{ip,2,Ed} =$	1,5 kN
$V_{2,Ed} =$	0,0 kN

acel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
$f_{y2} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel)	=	235 N/mm ²
$E =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acel)	=	210000 N/mm ²
$\varepsilon_2 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y2}}}$	=	1,00
$\lambda_{1,2} =$	$93,90 * \varepsilon_2$	=	93,90
szelvény2 =	SEL("steel/SHS"; Name;)	=	SHS 100x4
$A_2 =$	TAB("steel/SHS"; A; Name=szelvény2)	=	15,20 cm ²
$h_2 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=szelvény2)	=	100,00 mm
$b_2 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=szelvény2)	=	100,00 mm
$t_2 =$	TAB("steel/SHS"; t; Name=szelvény2)	=	4,00 mm
$i_2 =$	TAB("steel/SHS"; i; Name=szelvény2)	=	3,91 cm
ovrúddal bezárt szög $\Theta_2 =$	41 °		

Geometriai feltételek vizsgálata: (EN 1993-1-8 tab. 7.20)

keresztmetszet besorolása: (tab. 5.2 EN 1993-1-1)

övrúd:

$$d_w / (t_w * 33 * \varepsilon_0) = 0,45 < 1$$

1.osztaly, megfelel

$$0,5 * (b_0 - t_w - 2 * r) / (t_f * 9 * \varepsilon_0) = 0,63 < 1$$

1.osztaly, megfelel

$$d_w / 400 = 0,19 < 1$$

 $d_w \leq 400$ mm, megfelel

rácsrudak:

$$\frac{h_1 - 2 * t_1}{t_1 * 33 * \varepsilon_1} = 0,55 < 1$$

1.osztaly, megfelel

$$\frac{h_2 - 2 * t_2}{t_2 * 33 * \varepsilon_2} = 0,70 < 1$$

1.osztaly, megfelel

$$h_1 / t_1 = 20,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ megfelel

$$b_1 / t_1 = 20,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ megfelel

$$h_2 / t_2 = 25,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ megfelel

$$b_2 / t_2 = 25,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ megfelel

$$h_1 / b_1 = 1,0$$

megfelel

$$h_2 / b_2 = 1,0$$

megfelel

CSEMÓPONT ELLENÁLLÁS VIZSGÁLATA (EN 1993-1-8 tab. 7.21)**Az övrúd gerincének folyása:**

$$b_{w,1} = \text{MIN}\left(\frac{h_1}{\sin(\Theta_1)} + 5 * (t_f + r); 2 * t_1 + 10 * (t_f + r)\right) = 180,0 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd,1} = f_{y0} * 10^{-3} * t_w * b_{w,1} / (\text{SIN}(\Theta_1) * \gamma_{M5}) = 211,5 \text{ kN}$$

$$b_{w,2} = \text{MIN}\left(\frac{h_2}{\sin(\Theta_2)} + 5 * (t_f + r); 2 * t_2 + 10 * (t_f + r)\right) = 208,0 \text{ mm}$$

$$N_{2,Rd,1} = f_{y0} * 10^{-3} * t_w * b_{w,2} / (\text{SIN}(\Theta_2) * \gamma_{M5}) = 372,5 \text{ kN}$$

Rácsrudak tonkretenetele:

amennyiben teljesülnek az alábbi feltételek \Rightarrow nem kell számítással vizsgálni

$$\gamma = b_0 / (2 \cdot t_f) = 7,50$$

$$\beta = 1,0 - 0,03 \cdot \gamma = 0,775$$

$$20 - 28 \cdot \beta = -1,70$$

$$g / t_f = 4,25$$

$g / t_f \leq 20 - 28 \cdot \beta \Rightarrow$ nem felel meg

$$b_1 / b_2 = 0,80$$

$$0,75 / (b_1 / b_2) = 0,94 < 1$$

$$(b_1 / b_2) / 1,33 = 0,60 < 1$$

Övrúd merevítőlemez nélkül:

$$p_{\text{eff},1} = \text{MIN}(t_w + 2 \cdot r + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y1}; b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1) = 85,0 \text{ mm}$$

$$N_{1,\text{Rd}_2} = 2 \cdot f_{y1} \cdot 10^{-3} \cdot t_1 \cdot p_{\text{eff},1} / \gamma_{M5} = 159,8 \text{ kN}$$

$$p_{\text{eff},2} = \text{MIN}(t_w + 2 \cdot r + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y2}; b_2 + h_2 - 2 \cdot t_2) = 85,0 \text{ mm}$$

$$N_{2,\text{Rd}_2} = 2 \cdot f_{y2} \cdot 10^{-3} \cdot t_2 \cdot p_{\text{eff},2} / \gamma_{M5} = 159,8 \text{ kN}$$

Övrúd merevítőlemezzel:

$$\text{merevítőlemez vastagsága } t_s = 8,0 \text{ mm}$$

$$t_w / t_s = 0,63 < 1$$

megfelel

$$\text{varratméret } a = 4,0 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},1} = \text{MIN}(t_w + 2 \cdot r + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y1}; b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1) = 85,0 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},s,1} = \text{MIN}(t_s + 2 \cdot a + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y1}; b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1) = 72,0 \text{ mm}$$

$$b_{\text{EFF},1} = \text{MIN}(b_{\text{eff},1} + b_{\text{eff},s,1}; b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1) = 152,0 \text{ mm}$$

$$N_{1,\text{Rd}_3} = 2 \cdot f_{y1} \cdot 10^{-3} \cdot t_1 \cdot (b_{\text{EFF},1}) / \gamma_{M5} = 285,8 \text{ kN}$$

$$b_{\text{eff},2} = \text{MIN}(t_w + 2 \cdot r + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y2}; b_2 + h_2 - 2 \cdot t_2) = 85,0 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff},s,2} = \text{MIN}(t_s + 2 \cdot a + 7 \cdot t_f \cdot f_{y0} / f_{y2}; b_2 + h_2 - 2 \cdot t_2) = 72,0 \text{ mm}$$

$$b_{\text{EFF},2} = \text{MIN}(b_{\text{eff},2} + b_{\text{eff},s,2}; b_2 + h_2 - 2 \cdot t_2) = 157,0 \text{ mm}$$

$$N_{2,\text{Rd}_3} = 2 \cdot f_{y2} \cdot 10^{-3} \cdot t_2 \cdot (b_{\text{EFF},2}) / \gamma_{M5} = 295,2 \text{ kN}$$

Övrúd nyírási tonkretenetele:

RHS rácsrudak esetében:

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \cdot g^2 / (3 \cdot t_f^2)}} = 0,200$$

$$A_v = \frac{A_0 \cdot 10^2 - (2 - \alpha) \cdot b_0 \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f}{f_{y0} \cdot 10^{-3}} \cdot A_v = 1034,0 \text{ mm}^2$$

$$N_{1,\text{Rd}_4} = \frac{f_{y0} \cdot 10^{-3} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin(\Theta_1) \cdot \gamma_{M5}} = 140,3 \text{ kN}$$

$$N_{2,\text{Rd}_4} = \frac{f_{y0} \cdot 10^{-3} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin(\Theta_2) \cdot \gamma_{M5}} = 213,8 \text{ kN}$$

Övrúd:

$$A_{v0} = A_0 \cdot 10^2 - 2 \cdot b_0 \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 842,0 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{v0} \cdot f_{y0} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 103,9 \text{ kN}$$

$$N_{0,Rd} = \left((A_0 \cdot 10^2 - A_v) \cdot f_{y0} \cdot 10^{-3} + A_v \cdot f_{y0} \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,Rd}} \right)^2} \right) / \gamma_{M5} = 594,5 \text{ kN}$$

NYOMATÉK ELLENÁLLÁS VIZSGÁLATA (EN 1993-1-8 tab. 7.22)**Az övrúd gerincének folyása:**

$$M_{ip,1,Rd_1} = (0,5 \cdot f_{y0} \cdot 10^{-6} \cdot t_w \cdot b_{w,1} \cdot (h_1 - t_1)) / \gamma_{M5} = 8,04 \text{ kNm}$$

$$M_{ip,2,Rd_1} = (0,5 \cdot f_{y0} \cdot 10^{-6} \cdot t_w \cdot b_{w,2} \cdot (h_2 - t_2)) / \gamma_{M5} = 11,73 \text{ kNm}$$

Rácsrudak tonkretenetele:

$$h_{z,1} = h_1 - t_1 = 76,0 \text{ mm}$$

$$h_{z,2} = h_2 - t_2 = 96,0 \text{ mm}$$

$$M_{ip,1,Rd_2} = f_{y1} \cdot 10^{-6} \cdot t_1 \cdot p_{eff,1} \cdot h_{z,1} / \gamma_{M5} = 6,07 \text{ kNm}$$

$$M_{ip,2,Rd_2} = f_{y2} \cdot 10^{-6} \cdot t_2 \cdot p_{eff,2} \cdot h_{z,2} / \gamma_{M5} = 7,67 \text{ kNm}$$

VIZSGÁLAT:

Övrúd:

$$N_{0,Rd} = 594,5 \text{ kN}$$

$$ABS(N_{0,Ed} / N_{0,Rd}) = 0,40 < 1$$

MEGFELEL

Rácsrudak:

$$N_{1,Rd} = \text{MIN}(N_{1,Rd_1}; N_{1,Rd_2}; N_{1,Rd_3}; N_{1,Rd_4}) = 140,3 \text{ kN}$$

$$N_{2,Rd} = \text{MIN}(N_{2,Rd_1}; N_{2,Rd_2}; N_{2,Rd_3}; N_{2,Rd_4}) = 159,8 \text{ kN}$$

$$M_{ip,1,Rd} = \text{MIN}(M_{ip,1,Rd_1}; M_{ip,1,Rd_2}) = 6,07 \text{ kNm}$$

$$M_{ip,2,Rd} = \text{MIN}(M_{ip,2,Rd_1}; M_{ip,2,Rd_2}) = 7,67 \text{ kNm}$$

$$ABS(N_{1,Ed} / N_{1,Rd}) + ABS(M_{ip,1,Ed} / M_{ip,1,Rd}) = 0,64 < 1$$

MEGFELEL

$$ABS(N_{2,Ed} / N_{2,Rd}) + ABS(M_{ip,2,Ed} / M_{ip,2,Rd}) = 0,91 < 1$$

MEGFELEL**VIZSGÁLAT: (merevítőlemez esetén)**

$$N_{1,Rd} = \text{MIN}(N_{1,Rd_1}; N_{1,Rd_3}; N_{1,Rd_4}) = 140,3 \text{ kN}$$

$$ABS(N_{1,Ed} / N_{1,Rd}) + ABS(M_{ip,1,Ed} / M_{ip,1,Rd}) = 0,64 < 1$$

MEGFELEL

$$N_{2,Rd} = \text{MIN}(N_{2,Rd_1}; N_{2,Rd_3}; N_{2,Rd_4}) = 213,8 \text{ kN}$$

$$ABS(N_{2,Ed} / N_{2,Rd}) + ABS(M_{ip,2,Ed} / M_{ip,2,Rd}) = 0,73 < 1$$

MEGFELEL

VARRATOK MÉRETEZÉSE

$$g = 34,0 \text{ mm}$$

$$(t_1+t_2) / g = 0,24 < 1$$

csomóponti minimális anyagminőség:

$$\text{acel} = \text{SEL}(\text{"steel/EC"; NameEN;}) = \text{S235}$$

$$f_u = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; fu; NameEN=acel}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{biztonsági tényező } \gamma_{M2} = 1,25$$

EN 1993-1-8 **4.1 táblázat** szerint:

$$\beta_w = 0,8$$

1. rácsrúd:**varratok hossza:**

$$l_{1,w_1} = 2 \cdot \frac{h_1}{\sin(\Theta_1)} = 160,0 \text{ mm}$$

$$l_{1,w_2} = b_1 = 80,0 \text{ mm}$$

$$l_{1,w_3} = b_1 = 80,0 \text{ mm}$$

$$\Sigma l_{1,w} = l_{1,w_1} + l_{1,w_2} + l_{1,w_3} = 320,0 \text{ mm}$$

Varrat_1:**varratméret a = 4,0 mm**

$$N_{1,N} = \text{ABS}(N_{1,Ed}) \cdot l_{1,w_1} / \Sigma l_{1,w} = 30,0 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{1,w_1} \cdot a = 640,0 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{mer} = \frac{N_{1,N} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_1)}{A_w \cdot \sqrt{2}} = 33,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{mer} = \frac{N_{1,N} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_1)}{A_w \cdot \sqrt{2}} = 33,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = \frac{N_{1,N} \cdot 10^3 \cdot \cos(\Theta_1)}{A_w} = -0 \text{ N/mm}^2$$

vizsgálat:

$$\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 \cdot (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)} = 66,20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 \cdot (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})} = \underline{0,18 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,13 < 1}$$

MEGFELEL

Varrat_2:**varratméret a =**

$N_{1,N} =$	$ABS(N_{1,Ed}) * l_{1,w_2} / \Sigma l_{1,w}$	=	4,0 mm
$N_{1,M} =$	$ABS(M_{ip,1,Ed}) / (h_1 * 10^{-3})$	=	15,0 kN
$\Sigma N =$	$N_{1,N} + N_{1,M}$	=	16,3 kN
$A_w =$	$l_{1,w_2} * a$	=	31,3 kN
$\alpha =$	$(180 - \Theta_1) / 2$	=	320,0 mm ²
$\sigma_{mer} =$	$(\Sigma N * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w$	=	45 °
$\tau_{mer} =$	$(\Sigma N * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w$	=	69,2 N/mm ²
$\tau_{par} =$		=	69,2 N/mm ²
		=	0 N/mm ²

vizsgálat:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 138,40 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{\underline{0,38 < 1}}$$

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{\underline{0,27 < 1}}$$

MEGFELEL**Varrat_3:****varratméret a =**

$N_{1,N} =$	$ABS(N_{1,Ed}) * l_{1,w_3} / \Sigma l_{1,w}$	=	4,0 mm
$N_{1,M} =$	$ABS(M_{ip,1,Ed}) / (h_1 * 10^{-3})$	=	15,0 kN
$\Sigma N =$	$N_{1,N} + N_{1,M}$	=	16,3 kN
$A_w =$	$l_{1,w_3} * a$	=	31,3 kN
$\alpha =$	$\Theta_1 / 2$	=	320,0 mm ²
$\sigma_{mer} =$	$(\Sigma N * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w$	=	45 °
$\tau_{mer} =$	$(\Sigma N * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w$	=	69,2 N/mm ²
$\tau_{par} =$		=	69,2 N/mm ²
		=	0 N/mm ²

vizsgálat:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 138,40 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{\underline{0,38 < 1}}$$

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{\underline{0,27 < 1}}$$

MEGFELEL

2. rácsrúd:

varratok hossza:

$$l_{2,w_1} = 2 \cdot \frac{h_2}{\sin(\Theta_2)} = 304,9 \text{ mm}$$

$$l_{2,w_2} = b_2 = 100,0 \text{ mm}$$

$$l_{2,w_3} = b_2 = 100,0 \text{ mm}$$

$$\Sigma l_{2,w} = l_{2,w_1} + l_{2,w_2} + l_{2,w_3} = 504,9 \text{ mm}$$

Varrat_1:

varratméret a =

$$N_{2,N} = \text{ABS}(N_{2,Ed}) \cdot l_{2,w_1} / \Sigma l_{2,w} = 69,1 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{2,w_1} \cdot a = 1219,6 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{mer} = \frac{N_{2,N} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_2)}{A_w \cdot \sqrt{2}} = 26,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{mer} = \frac{N_{2,N} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_2)}{A_w \cdot \sqrt{2}} = 26,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = \frac{N_{2,N} \cdot 10^3 \cdot \cos(\Theta_2)}{A_w} = 42,8 \text{ N/mm}^2$$

vizsgálat:

$$\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 \cdot (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)} = 90,90 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 \cdot (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})} = \underline{0,25 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,10 < 1}$$

MEGFELEL**Varrat_2:**

varratméret a =

$$N_{2,N} = \text{ABS}(N_{2,Ed}) \cdot l_{2,w_2} / \Sigma l_{2,w} = 22,7 \text{ kN}$$

$$N_{2,M} = \text{ABS}(M_{ip,2,Ed}) / (h_2 \cdot 10^{-3}) = 15,0 \text{ kN}$$

$$\Sigma N = N_{2,N} + N_{2,M} = 37,7 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{2,w_2} \cdot a = 400,0 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = (180 - \Theta_2) / 2 = 69,5^\circ$$

$$\sigma_{mer} = (\Sigma N \cdot 10^3 \cdot \sin(\alpha)) / A_w = 88,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{mer} = (\Sigma N \cdot 10^3 \cdot \cos(\alpha)) / A_w = 33,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = 0 \text{ N/mm}^2$$

vizsgálat:

$$\sqrt{\sigma_{\text{mer}}^2 + 3 * (\tau_{\text{mer}}^2 + \tau_{\text{par}}^2)} = 105,19 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\text{mer}}^2 + 3 * (\tau_{\text{mer}}^2 + \tau_{\text{par}}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,29 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{\text{mer}}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,34 < 1}$$

MEGFELEL**Varrat_3:****varratméret a =**

$$N_{2,N} = \text{ABS}(N_{2,Ed}) * l_{2,w,3} / \Sigma l_{2,w} = 4,0 \text{ mm}$$

$$N_{2,M} = \text{ABS}(M_{ip,2,Ed}) / (h_2 * 10^{-3}) = 22,7 \text{ kN}$$

$$\Sigma N = N_{2,N} + N_{2,M} = 15,0 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{2,w,3} * a = 37,7 \text{ kN}$$

$$\alpha = \Theta_2 / 2 = 400,0 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{mer}} = (\Sigma N * 10^3 * \text{SIN}(\alpha)) / A_w = 20,5^\circ$$

$$\tau_{\text{mer}} = (\Sigma N * 10^3 * \text{COS}(\alpha)) / A_w = 33,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{par}} = 0 \text{ N/mm}^2$$

vizsgálat:

$$\sqrt{\sigma_{\text{mer}}^2 + 3 * (\tau_{\text{mer}}^2 + \tau_{\text{par}}^2)} = 156,46 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\text{mer}}^2 + 3 * (\tau_{\text{mer}}^2 + \tau_{\text{par}}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{0,43 < 1}$$

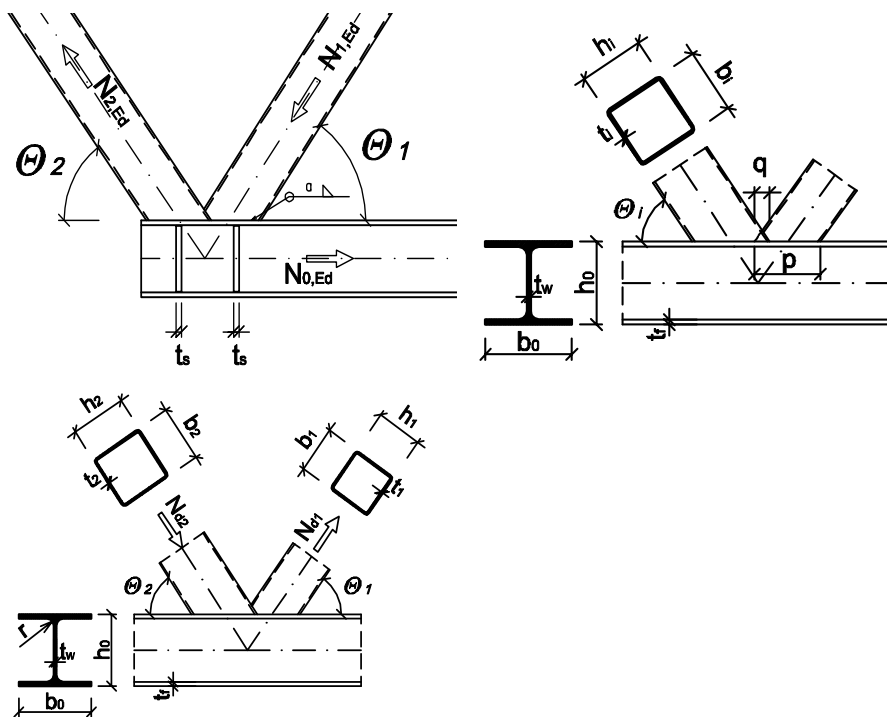
$$\frac{\sigma_{\text{mer}}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,13 < 1}$$

MEGFELEL

Rácsos tartó - csomópont ellenőrzése EN 1993 - 1 - 8 alapján

Megjegyzések:

Anyagminőség: **S355** (övrudak, lemezek)
S235 (valamennyi rácsrúd)

Hegesztett K csomópont, átfedéssel**Biztonsági tényezők:**

$$\gamma_{M0} = 1,10$$

$$\gamma_{M5} = 1,00$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

A1) ADATOK - GEOMETRIA**Övrúd adatai:**

acél =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
f_{y0} =	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acél)	=	355 N/mm ²
E_0 =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acél)	=	210000 N/mm ²
ϵ_0 =	$\sqrt{\frac{235}{f_{y0}}}$	=	0,81
$\lambda_{1,0}$ =	$93,90 * \epsilon_0$	=	76,06

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
szelvény Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 140
$A_0 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	31,40 cm ²
$W_{y,0} =$	TAB("steel/"Typ; Wy; Name=Profil)	=	155,00 cm ³
$h_0 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	133,00 mm
$t_{w0} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	5,50 mm
gerincmagasság $d_{w0} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	92,00 mm
$b_0 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	140,00 mm
$t_{f0} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	8,50 mm
$r_0 =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	12,00 mm
$i_y =$	TAB("steel/"Typ; iy; Name=Profil)	=	5,73 cm
$i_z =$	TAB("steel/"Typ; iz; Name=Profil)	=	3,52 cm

Rácsrudak adatai :

Csak a ráfekvő rudat vizsgáljuk, az átfedett rúd maximális kihasználhatósága ezzel megegyező!

!!! "2" jelölés mindig az átfedett rudat jelenti !!!

1. rácsrúd - Ráfekvő rúd:

acel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
$f_{y1} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel)	=	235 N/mm ²
$E_1 =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acel)	=	210000 N/mm ²
$\varepsilon_1 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y1}}}$	=	1,00
$\lambda_{1,1} =$	$93,90 * \varepsilon_1$	=	93,90
szelvény1 =	SEL("steel/SHS"; Name;)	=	SHS 100x4
$A_1 =$	TAB("steel/SHS"; A; Name=szelvény1)	=	15,20 cm ²
$h_1 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=szelvény1)	=	100,00 mm
$b_1 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=szelvény1)	=	100,00 mm
$t_1 =$	TAB("steel/SHS"; t; Name=szelvény1)	=	4,00 mm
$i_1 =$	TAB("steel/SHS"; i; Name=szelvény1)	=	3,91 cm
ovruddal bezárt szög $\Theta_1 =$	55,2 °		

2. rácsrúd - Átfedett rúd:

acel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S235
$f_{y2} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel)	=	235 N/mm ²
$E_2 =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acel)	=	210000 N/mm ²
$\varepsilon_2 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y2}}}$	=	1,00
$\lambda_{1,2} =$	$93,90 * \varepsilon_2$	=	93,90

szelvény2 =	SEL("steel/SHS"; Name;)	=	SHS 120x4
$A_2 =$	TAB("steel/SHS"; A; Name=szelvény2)	=	18,40 cm ²
$h_2 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=szelvény2)	=	120,00 mm
$b_2 =$	TAB("steel/SHS"; a; Name=szelvény2)	=	120,00 mm
$t_2 =$	TAB("steel/SHS"; t; Name=szelvény2)	=	4,00 mm
$i_2 =$	TAB("steel/SHS"; i; Name=szelvény2)	=	4,72 cm
ovrúddal bezárt szög $\Theta_2 =$			53,9 °

A2) ADATOK - CSOMÓPONTI ERŐK

Övrúd adatai:

$N_{0,Ed} =$		183,0 kN
$M_{ip,0,Ed} =$		0,0 kNm
$V_{0,Ed} =$		-20,0 kN

1. rácsrúd - Ráfekvő rúd:

$N_{1,Ed} =$		-128,0 kN
$N_{1,H,Ed} =$	$N_{1,Ed} \cdot \cos(\Theta_1)$	= -73,05 kN
$N_{1,V,Ed} =$	$N_{1,Ed} \cdot \sin(\Theta_1)$	= -105,11 kN
$M_{ip,1,Ed} =$		0,0 kNm
$V_{1,Ed} =$		0,0 kN
Keresztmetszeti kihasználtság:		
	$(10 \cdot \text{ABS}(N_{1,Ed}) / A_1) / (f_{y1} / \gamma_{M0})$	= <u>0,39 < 1</u>

2. rácsrúd - Átfedett rúd:

$N_{2,Ed} =$		177,00 kN
$N_{2,H,Ed} =$	$N_{2,Ed} \cdot \cos(\Theta_2)$	= 104,29 kN
$N_{2,V,Ed} =$	$N_{2,Ed} \cdot \sin(\Theta_2)$	= 143,01 kN
$M_{ip,2,Ed} =$		0,00 kN
$V_{2,Ed} =$		0,00 kN
Keresztmetszeti kihasználtság:		
	$(10 \cdot \text{ABS}(N_{2,Ed}) / A_2) / (f_{y2} / \gamma_{M0})$	= <u>0,45 < 1</u>

Átfedés mértéke λ_{ov} :

$q =$		30,00 mm
$p =$	$h_1 / \sin(\Theta_1)$	= 121,78 mm
$\lambda_{ov} =$	$(q / p) \cdot 100$	= 25 %

B) GEOMETRIAI FELTÉTELEK VIZSGÁLATA: (EN 1993-1-8 tab. 7.20)Keresztmetszet besorolása: (tab. 5.2 EN 1993-1-1)

Övrúd:

$$\frac{d_{w0}/t_{w0}}{33 \cdot \varepsilon_0} = 0,63 < 1$$

Gerinc - 1.osztaly - megfelel

$$\frac{\left(\frac{0,5 \cdot (b_0 - t_{w0} - 2 \cdot r_0)}{t_{f0}} \right)}{9 \cdot \varepsilon_0} = 0,89 < 1$$

Öv - 1.osztaly - megfelel

Rácsrudak / Diagonale:

$$\frac{h_1 - 2 \cdot t_1}{t_1 \cdot 33 \cdot \varepsilon_1} = 0,70 < 1$$

1. rácsrúd - 1.osztály - megfelel

$$\frac{h_2 - 2 \cdot t_2}{t_2 \cdot 33 \cdot \varepsilon_2} = 0,85 < 1$$

2. Rácsrúd - 1.osztaly - megfelel

EN1993-1-8 - tab.7.20:

$$d_{w0}/400 = 0,23 < 1$$

 $d_{w0} \leq 400$ mm, megfelel

$$h_1/t_1 = 25,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ megfelel

$$b_1/t_1 = 25,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ megfelel

$$h_2/t_2 = 30,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ megfelel

$$b_2/t_2 = 30,0 < 35$$

 $\leq 35 \Rightarrow$ megfelel

$$h_1/b_1 = 1,0$$

$$0,5 / (h_1/b_1) = 0,50 < 1$$

$$(h_1/b_1) / 2,0 = 0,50 < 1$$

megfelel

$$h_2/b_2 = 1,0$$

$$0,5 / (h_2/b_2) = 0,50 < 1$$

$$(h_2/b_2) / 2,0 = 0,50 < 1$$

megfelel

$$b_1/b_2 = 0,8$$

$$0,75 / (b_1/b_2) = 0,90 < 1$$

megfelel

C) CSOMÓPONT ELLENÁLLÁS VIZSGÁLATA (EN 1993-1-8 tab. 7.21)**c1) Rácsrudak tonkretenetele:**

$$25\% \leq \lambda_{ov} < 50\% \Rightarrow N_{i,Rd} = f_{yi} \cdot t_i \cdot (p_{eff} + b_{e,ov} + 2 \cdot h_i \cdot (\lambda_{ov} / 50) - 4 \cdot t_i) / \gamma_{M5}$$

$$50\% \leq \lambda_{ov} < 80\% \Rightarrow N_{i,Rd} = f_{yi} \cdot t_i \cdot (p_{eff} + b_{e,ov} + 2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i) / \gamma_{M5}$$

$$80\% \leq \lambda_{ov} \Rightarrow N_{i,Rd} = f_{yi} \cdot t_i \cdot (b_i + b_{e,ov} + 2 \cdot h_i - 4 \cdot t_i) / \gamma_{M5}$$

$$\lambda_{ov} = 25,0$$

Övrúd merevítőlemez nélkül:

$$p_{eff,1} = \text{MIN}(t_{w0} + 2 \cdot r_0 + 7 \cdot t_{f0} \cdot f_{y0} / f_{y1}; b_1) = 100,0 \text{ mm}$$

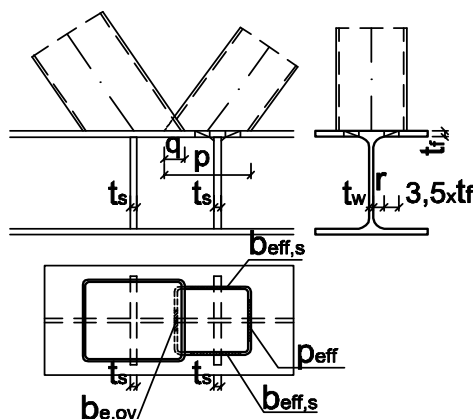
$$b_{e,ov,1} = \text{MIN}\left(\frac{10}{b_2/t_2} \cdot \frac{f_{y2} \cdot t_2}{f_{y1} \cdot t_1} \cdot b_1; b_1\right) = 33,3 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd} = f_{y1} \cdot 10^{-3} \cdot t_1 \cdot (p_{eff,1} + b_{e,ov,1} + 2 \cdot h_1 \cdot (\lambda_{ov} / 50) - 4 \cdot t_1) / \gamma_{M5} = 204,3 \text{ kN}$$

$$h_1 \cdot (\lambda_{ov} / 50) = 50,0 \text{ mm}$$

$$(\text{MAX}(N_{1,Ed}; N_{2,Ed})) / N_{1,Rd} = \underline{0,87 < 1 \text{ Megfelel}}$$

amennyiben a feltétel nem teljesül merevítőlemez beépítése szükséges

Övrúd merevítőlemezrel:

$$\text{Merevítőlemez vastagsága } t_s = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Varratméret } a_s = 4,0 \text{ mm}$$

$$b_{eff,s,1} = \text{MIN}(t_s + 2 \cdot a_s + 7 \cdot t_{f0} \cdot f_{y0} / f_{y1}; p - q) = 91,8 \text{ mm}$$

$$L_{eff,1} = \text{MIN}(p_{eff,1} + 2 \cdot b_{eff,s,1} + b_{e,ov,1}; 2 \cdot (b_1 + h_1 - 2 \cdot t_1)) = 316,9 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd,s} = f_{y1} \cdot 10^{-3} \cdot t_1 \cdot L_{eff,1} / \gamma_{M5} = 297,9 \text{ kN}$$

$$(\text{MAX}(N_{1,Ed}; N_{2,Ed})) / N_{1,Rd,s} = \underline{0,59 < 1 \text{ Megfelel}}$$

c2) Övrúd nyírásí tönkremenetele:

Hatékony gerincfelület nyírásban:

$$A_v = A_0 \cdot 10^2 - 2 \cdot b_0 \cdot t_{f0} + (t_{w0} + 2 \cdot r_0) \cdot t_{f0} = 1010,8 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{Ed} = \frac{|N_{2,Ed}| \cdot \sin(\Theta_2)}{A_v} \cdot 10^3 = 141,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 186,3 \text{ N/mm}^2$$

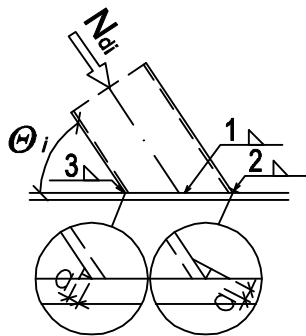
$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} = \underline{0,76 < 1}$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0 \cdot 100} \cdot 10^3 = 58,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Rd} = f_{y0} / \gamma_{M0} = 322,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{Ed}}{\sigma_{Rd}} = \underline{0,18 < 1}$$

$$\frac{(\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2}{1} = \underline{0,61 < 1} \text{ Megfelel}$$

D) VARRATOK MÉRETEZÉSE**Csomóponti minimális anyagminőség:**

$$\text{acel} = \text{SEL}(\text{"steel/EC"; NameEN; }) = \text{S235}$$

$$f_u = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; fu; NameEN=acel}) = 360 \text{ N/mm}^2$$

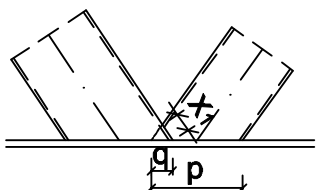
EN 1993-1-8 4.1 táblázat szerint:

$$\beta_w = 0,8$$

1. rácsrúd:

Keresztmetszet kihasználtsága:

$$(10 \cdot \text{ABS}(N_{1,\text{Ed}}) / A_1) / (f_{y1} / \gamma_{M0}) = \underline{0,39 < 1} \text{ Megfelel}$$



1. Rácsrúd csatlakozásának méretezésénél vízszintes varrat csak (p-q) értékkel van figyelembevéve!

Ráfekvő rész hossza:

$$x_1 = 24,50 \text{ mm}$$

Varratméret:

$$a_1 = 4,0 \text{ mm}$$

Varrat valós keresztmetszete:

$$A_w = a_1 \cdot (2 \cdot (p-q) + 2 \cdot b_1 + 2 \cdot x_1) = 1730,24 \text{ mm}^2$$

$$100 \cdot A_1 / A_w = 0,88 \leq 1$$

Mivel a varrat valós keresztmetszete az 1.rácsrúd rögzítésénél nagyobb mint a rúd keresztmetszete, a biztonságos oldalon vagyunk, amennyiben a varrat nettó keresztmetszetét x_1 értéke nélkül vesszük figyelembe.

Varratok hossza:

$$l_{1,w_1} = 2 \cdot (p-q) = 183,6 \text{ mm}$$

$$l_{1,w_2} = b_1 = 100,0 \text{ mm}$$

$$l_{1,w_3} = b_1 = 100,0 \text{ mm}$$

$$\Sigma l_{1,w} = l_{1,w_1} + l_{1,w_2} + l_{1,w_3} = 383,6 \text{ mm}$$

Varrat 1:

$$\text{varratméret } a = 4,0 \text{ mm}$$

$$N_{1,\text{Ed}} = -128,0 \text{ kN}$$

$$N_{1.1} = \text{ABS}(N_{1,\text{Ed}}) \cdot l_{1,w_1} / \Sigma l_{1,w} = 61,3 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{1,w_1} \cdot a = 734,4 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{mer}} = \frac{N_{1.1} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_1)}{A_w \cdot \sqrt{2}} = 48,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{mer}} = \frac{N_{1.1} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_1)}{A_w \cdot \sqrt{2}} = 48,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\text{par}} = \frac{N_{1.1} \cdot 10^3 \cdot \cos(\Theta_1)}{A_w} = 47,6 \text{ N/mm}^2$$

Vizsgálat:

$$\frac{\sigma_{\text{mer}}}{0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}} = \underline{0,19 < 1} \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\text{mer}}^2 + 3 \cdot (\tau_{\text{mer}}^2 + \tau_{\text{par}}^2)}}{f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})} = \underline{0,35 < 1} \text{ Megfelel}$$

Varrat 2:

varratméret a =			4,0 mm
$N_{1,2} =$	$ABS(N_{1,Ed}) * l_{1,w_2} / \Sigma l_{1,w}$	=	33,4 kN
$A_w =$	$l_{1,w_2} * a$	=	400,0 mm ²
$\alpha =$	$(180 - \Theta_1) / 2$	=	62,4 °
$\sigma_{mer} =$	$(N_{1,2} * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w$	=	74,0 N/mm ²
$\tau_{mer} =$	$(N_{1,2} * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w$	=	38,7 N/mm ²
$\tau_{par} =$			0 N/mm ²

Vizsgálat:

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{\underline{0,29 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{\underline{0,28 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

Varrat 3:

varratméret a =			4,0 mm
$N_{1,3} =$	$ABS(N_{1,Ed}) * l_{1,w_3} / \Sigma l_{1,w}$	=	33,4 kN
$A_w =$	$l_{1,w_3} * a$	=	400,0 mm ²
$\alpha =$	$\Theta_1 / 2$	=	27,6 °
$\sigma_{mer} =$	$(N_{1,3} * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w$	=	38,7 N/mm ²
$\tau_{mer} =$	$(N_{1,3} * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w$	=	74,0 N/mm ²
$\tau_{par} =$			0 N/mm ²

Vizsgálat:

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{\underline{0,15 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{\underline{0,37 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

2. rácsrúd:**Keresztmetszet kihasználtsága:**

$$(10 * ABS(N_{2,Ed}) / A_2) / (f_{y2} / \gamma_{M0}) = \underline{\underline{0,45 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

Varratok hossza:

$l_{2,w_1} =$	$2 * \frac{h_2}{\sin(\Theta_2)}$	=	297,0 mm
$l_{2,w_2} =$	b_2	=	120,0 mm
$l_{2,w_3} =$	b_2	=	120,0 mm
$\Sigma l_{2,w} =$	$l_{2,w_1} + l_{2,w_2} + l_{2,w_3}$	=	537,0 mm

Varrat 1:

varratméret a =			4,0 mm
$N_{2.1} =$	$ABS(N_{2,Ed}) * l_{2,w_1} / \Sigma l_{2,w}$	=	97,9 kN
$A_w =$	$l_{2,w_1} * a$	=	1188,0 mm²
$\sigma_{mer} =$	$\frac{N_{2.1} * 10^3 * \sin(\Theta_2)}{A_w * \sqrt{2}}$	=	47,1 N/mm²
$\tau_{mer} =$	$\frac{N_{2.1} * 10^3 * \sin(\Theta_2)}{A_w * \sqrt{2}}$	=	47,1 N/mm²
$\tau_{par} =$	$\frac{N_{2.1} * 10^3 * \cos(\Theta_2)}{A_w}$	=	48,6 N/mm²

Vizsgálat:

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{\underline{0,18 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{\underline{0,35 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

Varrat 2:

varratméret a =			4,0 mm
$N_{2.2} =$	$ABS(N_{2,Ed}) * l_{2,w_2} / \Sigma l_{2,w}$	=	39,6 kN
$A_w =$	$l_{2,w_2} * a$	=	480,0 mm²
$\alpha =$	$(180 - \Theta_2) / 2$	=	63,0 °
$\sigma_{mer} =$	$(N_{2.2} * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w$	=	73,5 N/mm²
$\tau_{mer} =$	$(N_{2.2} * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w$	=	37,5 N/mm²
$\tau_{par} =$		=	0 N/mm²

Vizsgálat:

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{\underline{0,28 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{\underline{0,27 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

Varrat 3:

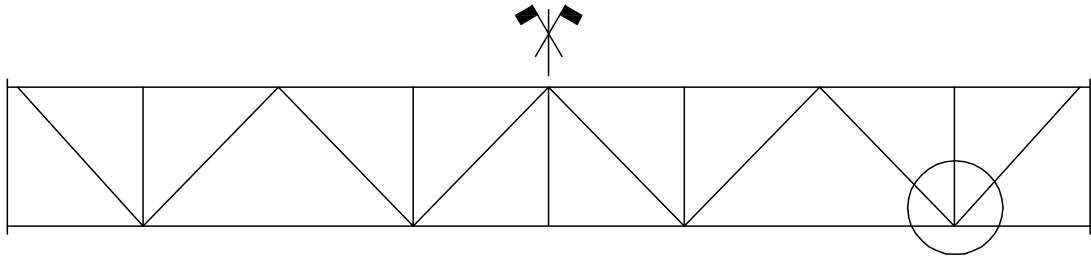
varratméret a =			4,0 mm
$N_{2,3} =$	$ABS(N_{2,Ed}) * l_{2,w_3} / \Sigma l_{2,w}$	=	39,6 kN
$A_w =$	$l_{2,w_3} * a$	=	480,0 mm ²
$\alpha =$	$\Theta_2 / 2$	=	26,9 °
$\sigma_{mer} =$	$(N_{2,3} * 10^3 * \sin(\alpha)) / A_w$	=	37,3 N/mm ²
$\tau_{mer} =$	$(N_{2,3} * 10^3 * \cos(\alpha)) / A_w$	=	73,6 N/mm ²
$\tau_{par} =$			0 N/mm ²

Vizsgálat:

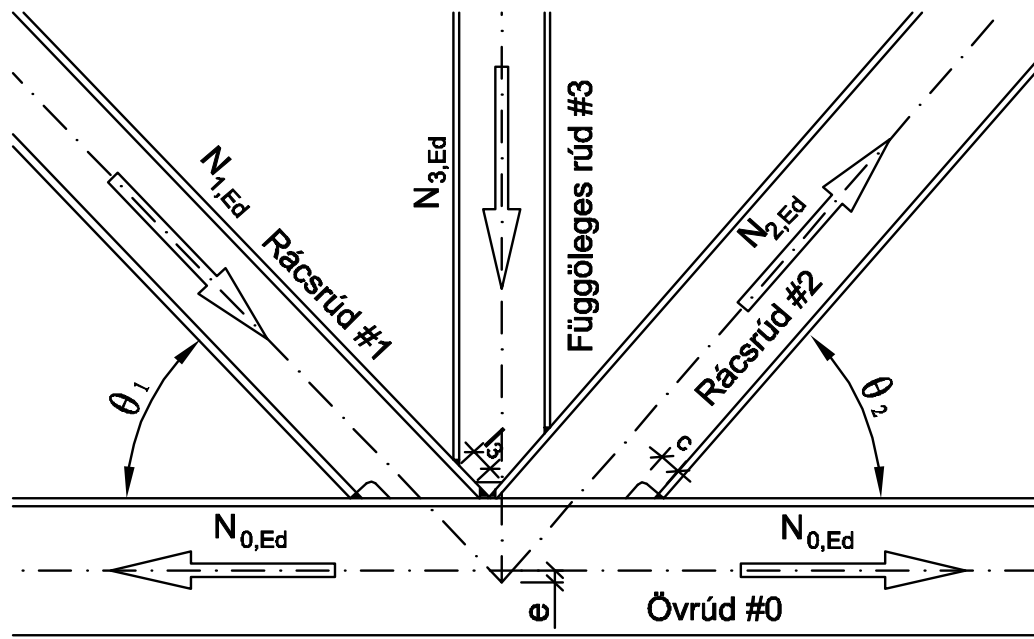
$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = \underline{\underline{0,14 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = \underline{\underline{0,37 < 1 \text{ Megfelel}}}$$

Rácsos tartó - csomópont ellenőrzése EN 1993 - 1 - 8 alapján

Geometria:Csomópont:csomópont típusa: **hegesztett, KT csomópont**

Parciális biztonsági tényezők (MSZ EN 1993-1-1):

parc. bizton. tényező $\gamma_{M5} = 1,00$ parc. bizton. tényező $\gamma_{M0} = 1,10$ Övrúd adatai ("0" index): $N_{0,Ed} = 1600,0 \text{ kN}$ $M_{ip,0,Ed} = 0,0 \text{ kNm}$ $V_{0,Ed} = 0,0 \text{ kN}$ acel = SEL("steel/EC"; NameEN;) = **S355** $f_{y0} = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } f_y; \text{ NameEN=acel}) = 355 \text{ N/mm}^2$ $E = \text{TAB}(\text{"steel/EC"; } E; \text{ NameEN=acel}) = 210000 \text{ N/mm}^2$ $\varepsilon_0 = \sqrt{\frac{235}{f_{y0}}} = 0,81$

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
szelvény Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 240
$A_0 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	76,80 cm ²
$h_0 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	230,00 mm
$t_{w,0} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	7,50 mm
gerincmagasság $d_{w,0} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	164,00 mm
$b_0 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	240,00 mm
$t_{f,0} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	12,00 mm
$r_0 =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	21,00 mm

Rácsrudak adatai :**1. rácsrúd:**

$N_{1,Ed} =$	-800,0 kN
$M_{ip,1,Ed} =$	0,0 kNm
$V_{1,Ed} =$	0,0 kN

acel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$f_{y1} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel)	=	355 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acel)	=	210000 N/mm ²
$\varepsilon_1 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y1}}}$	=	0,81

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEB
szelvény Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEB 160
$A_1 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	54,30 cm ²
$h_1 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	160,00 mm
$t_{w,1} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	8,00 mm
gerincmagasság $d_{w,1} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	104,00 mm
$b_1 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	160,00 mm
$t_{f,1} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	13,00 mm
$r_1 =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	15,00 mm
$A_{w1} =$	$(h_1 - t_{f,1}) * t_{w,1}$	=	1176 mm ²
$A_{f1} =$	$(A_1 * 100 - A_{w1}) / 2$	=	2127 mm ²
ovrúddal bezárt szög $\Theta_1 =$	46 °		

2. rácsrúd:

$N_{2,Ed} =$	1350,0 kN
$M_{ip,2,Ed} =$	0,0 kNm
$V_{2,Ed} =$	0,0 kN

acel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$f_{y2} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel)	=	355 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acel)	=	210000 N/mm ²
$\varepsilon_2 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y2}}}$	=	0,81

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
szelvény Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 220
$A_2 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	64,30 cm ²
$h_2 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	210,00 mm
$t_{w,2} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	7,00 mm
gerincmagasság $d_{w,2} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	152,00 mm
$b_2 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	220,00 mm
$t_{f,2} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	11,00 mm
$r_2 =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	18,00 mm
$A_{w2} =$	$(h_2 - t_{f,2}) * t_{w,2}$	=	1393 mm ²
$A_{f2} =$	$(A_2 * 100 - A_{w2}) / 2$	=	2519 mm ²
ovruddal bezárt szög $\Theta_2 =$	49 °		

3. rácsrúd:

$N_{3,Ed} =$	-350,0 kN
$M_{ip,3,Ed} =$	0,0 kNm
$V_{3,Ed} =$	0,0 kN

acel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$f_{y3} =$	TAB("steel/EC"; fy; NameEN=acel)	=	355 N/mm ²
E =	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acel)	=	210000 N/mm ²
$\epsilon_3 =$	$\sqrt{\frac{235}{f_{y3}}}$	=	0,81

keresztmetszet Typ =	SEL("steel/Profils"; Name;)	=	HEA
szelvény Profil =	SEL("steel/"Typ; Name;)	=	HEA 160
$A_3 =$	TAB("steel/"Typ; A; Name=Profil)	=	38,80 cm ²
$h_3 =$	TAB("steel/"Typ; h; Name=Profil)	=	152,00 mm
$t_{w,3} =$	TAB("steel/"Typ; s; Name=Profil)	=	6,00 mm
gerincmagasság $d_{w,3} =$	TAB("steel/"Typ; h1; Name=Profil)	=	104,00 mm
$b_3 =$	TAB("steel/"Typ; b; Name=Profil)	=	160,00 mm
$t_{f,3} =$	TAB("steel/"Typ; t; Name=Profil)	=	9,00 mm
$r_3 =$	TAB("steel/"Typ; r; Name=Profil)	=	15,00 mm
$A_{w3} =$	$(h_3 - t_{f,3}) * t_{w,3}$	=	858 mm ²
$A_{f3} =$	$(A_3 * 100 - A_{w3}) / 2$	=	1511 mm ²
ovruddal bezárt szög $\Theta_3 =$	90 °		

a) Varratok méretezése**csomóponti minimális anyagminőség:**

acel =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$f_u =$	TAB("steel/EC"; fu; NameEN=acel)	=	510 N/mm ²
biztonsági tényező $\gamma_{M2} =$			1,25
EN 1993-1-8 4.1 táblázat szerint:			
$\beta_w =$	0,9		

1. jelű rácsrúd:**Varrat_1 (gerincen):**kivágás mérete $c =$

32 mm

varratméret $a =$

5,0 mm

$$\text{varrathossz } l_{1,w_1} = \frac{2 \cdot (h_1 - 2 \cdot t_{f,1} - r_1 - c)}{\sin(\Theta_1)}$$

= 241,9 mm

$$e_1 = \frac{(c - r_1) / 2}{\sin(\Theta_1)}$$

= 11,8 mm

$$N_{1w,Ed} = |N_{1,Ed}| \cdot \frac{A_{w1}}{A_1 \cdot 100}$$

= 173,3 kN

$$A_w = l_{1,w_1} \cdot a$$

= 1209,5 mm²

$$\sigma_{mer} = \frac{N_{1w,Ed} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_1)}{A_w \cdot \sqrt{2}} + \frac{N_{1w,Ed} \cdot 10^3 \cdot \sin(\Theta_1) \cdot e_1}{\sqrt{2} \cdot \left(\frac{2 \cdot a \cdot (l_{1,w_1} / 2)^2}{6} \right)}$$

= 115,5 N/mm²

$$\tau_{mer} = \frac{\sigma_{mer}}{2}$$

= 115,5 N/mm²

$$\tau_{par} = \frac{N_{1w,Ed} \cdot 10^3 \cdot \cos(\Theta_1)}{A_w}$$

= 99,5 N/mm²

$$\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 \cdot (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}$$

= 288,2 N/mm²

$$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$$

= 453 N/mm²

$$0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

= 367,2 N/mm²**Vizsgálat:**

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}}$$

= 0,31 < 1

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 \cdot (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})}$$

= 0,64 < 1**MEGFELEL****Varrat_2 (az övön):**varratméret $a =$ $t_{f,1} - 1$

= 12,0 mm

varrathossz $l_{1,w_2} =$ b_1

= 160,0 mm

$$N_{1f,Ed} = |N_{1,Ed}| \cdot \frac{A_{f1}}{A_1 \cdot 100}$$

= 313,4 kN

Varrat teherbírása:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u \cdot a \cdot l_{1,w_2}}{\sqrt{2} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} \cdot 0,001$$

= 615,5 kN

Vizsgálat:

$$N_{1f,Ed} / F_{w,Rd}$$

= 0,51 < 1**MEGFELEL**

Varrat_3 (az övön):

$$\text{varratméret } a = t_{f,1} - 1 = 12,0 \text{ mm}$$

$$\text{varrathossz } l_{1,w_3} = b_1 = 160,0 \text{ mm}$$

$$N_{1f,Ed} = |N_{1,Ed}| * \frac{A_{f1}}{A_1 * 100} = 313,4 \text{ kN}$$

Varrat teherbírása:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u * a * l_{1,w_3}}{\sqrt{2} * \beta_w * \gamma_{M2}} * 0,001 = 615,5 \text{ kN}$$

Vizsgálat:

$$N_{1f,Ed} / F_{w,Rd} = 0,51 < 1$$

MEGFELEL**2. jelű rácsrúd:****Varrat_1 (gerincen):**

$$\text{kivágás mérete } c = 34 \text{ mm}$$

$$\text{varratméret } a = 4,0 \text{ mm}$$

$$\text{varrathossz } l_{2,w_1} = 2 * \frac{(h_2 - 2 * t_{f,2} - r_2 - c)}{\sin(\Theta_2)} = 360,4 \text{ mm}$$

$$e_2 = \frac{(c - r_2) / 2}{\sin(\Theta_2)} = 10,6 \text{ mm}$$

$$N_{2w,Ed} = |N_{2,Ed}| * \frac{A_{w2}}{A_2 * 100} = 292,5 \text{ kN}$$

$$A_w = l_{2,w_1} * a = 1441,6 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{mer} = \frac{N_{2w,Ed} * 10^3 * \sin(\Theta_2)}{A_w * \sqrt{2}} + \frac{N_{2w,Ed} * 10^3 * \sin(\Theta_2) * e_2}{\sqrt{2} * \left(\frac{2 * a * (l_{2,w_1} / 2)^2}{6} \right)} = 146,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{mer} = \frac{\sigma_{mer}}{N_{2w,Ed} * 10^3 * \cos(\Theta_2)} = 146,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{par} = \frac{N_{2w,Ed} * 10^3 * \cos(\Theta_2)}{A_w} = 133,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)} = 372,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 453 \text{ N/mm}^2$$

$$0,9 * f_u / \gamma_{M2} = 367,2 \text{ N/mm}^2$$

Vizsgálat:

$$\frac{\sigma_{mer}}{0,9 * f_u / \gamma_{M2}} = 0,40 < 1$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{mer}^2 + 3 * (\tau_{mer}^2 + \tau_{par}^2)}}{f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})} = 0,82 < 1$$

MEGFELEL

Varrat_2 (az övön):

$$\begin{aligned} \text{varratméret } a &= t_{f,2} - 1 &= & 10,0 \text{ mm} \\ \text{varrathossz } l_{2,w_2} &= b_2 &= & 220,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$N_{2f,Ed} = |N_{2,Ed}| * \frac{A_{f2}}{A_2 * 100} = 528,9 \text{ kN}$$

Varrat teherbírása:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u * a * l_{2,w_2}}{\sqrt{2} * \beta_w * \gamma_{M2}} * 0,001 = 705,2 \text{ kN}$$

Vizsgálat:

$$N_{2f,Ed} / F_{w,Rd} = 0,75 < 1$$

MEGFELEL**Varrat_3 (az övön):**

$$\begin{aligned} \text{varratméret } a &= t_{f,2} - 1 &= & 10,0 \text{ mm} \\ \text{varrathossz } l_{2,w_3} &= b_2 &= & 220,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$N_{2f,Ed} = |N_{2,Ed}| * \frac{A_{f2}}{A_2 * 100} = 528,9 \text{ kN}$$

Varrat teherbírása:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u * a * l_{2,w_3}}{\sqrt{2} * \beta_w * \gamma_{M2}} * 0,001 = 705,2 \text{ kN}$$

Vizsgálat:

$$N_{2f,Ed} / F_{w,Rd} = 0,75 < 1$$

MEGFELEL**3. jelű rácsrúd:****Varrat_1 (az övön):**

$$\begin{aligned} \text{varratméret } a &= t_{f,3} &= & 9,0 \text{ mm} \\ \text{varrathossz } l_{3,w_1} &= b_3 - (t_{w,3} + 2 * r_3) &= & 124,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$N_{3f,Ed} = |N_{3,Ed}| / 2 = 175,0 \text{ kN}$$

Varrat teherbírása:

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u * a * l_{3,w_1}}{\sqrt{2} * \beta_w * \gamma_{M2}} * 0,001 = 357,7 \text{ kN}$$

Vizsgálat:

$$N_{3f,Ed} / F_{w,Rd} = 0,49 < 1$$

MEGFELEL

b) Övrúd gerincének folyása:

1.rácsrúd:

$$b_{w,1} = \frac{h_1}{\sin(\Theta_1)} + 5 \cdot (t_{f,0} + r_0) = 387,4 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} \cdot t_{w,0} \cdot b_{w,1}}{\sin(\Theta_1) \cdot \gamma_{M5}} \cdot 10^{-3} = 1433,9 \text{ kN}$$

$$\frac{|N_{1,Ed}|}{N_{1,Rd}} = \underline{0,56 < 1}$$

MEGFELEL

2.rácsrúd:

$$b_{w,2} = \frac{h_2}{\sin(\Theta_2)} + 5 \cdot (t_{f,0} + r_0) = 443,3 \text{ mm}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{f_{y0} \cdot t_{w,0} \cdot b_{w,2}}{\sin(\Theta_2) \cdot \gamma_{M5}} \cdot 10^{-3} = 1563,9 \text{ kN}$$

$$\frac{|N_{2,Ed}|}{N_{2,Rd}} = \underline{0,86 < 1}$$

MEGFELEL

3.rácsrúd csatlakozásának vizsgálata az 1.rácsrúdra:

csatlakozási hossz $l_3 = 36 \text{ mm}$

$$b_{w,3} = \frac{t_{f,3}}{\sin(90 - \Theta_1)} + 2,5 \cdot (t_{f,1} + r_1) + l_3 = 119,0 \text{ mm}$$

$$N_{3,Rd} = \frac{f_{y1} \cdot t_{w,1} \cdot b_{w,3}}{\sin(90 - \Theta_1) \cdot \gamma_{M5}} \cdot 10^{-3} = 486,5 \text{ kN}$$

$$\frac{|N_{3,Ed}| / 2}{N_{3,Rd}} = \underline{0,36 < 1}$$

MEGFELEL**c) Övrúd nyírási tönkremenetele:**

Hatékony gerincfelület nyírásban:

$$A_v = A_0 \cdot 10^2 - 2 \cdot b_0 \cdot t_{f,0} + (t_{w,0} + 2 \cdot r_0) \cdot t_{f,0} = 2514,0 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{Ed} = \frac{|N_{2,Ed}| \cdot \sin(\Theta_2)}{A_v} \cdot 10^3 = 405,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 186,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} = \underline{2,18 > 1}$$

Gerincmegerősítés szükséges

Felvett gerincmegerősítő lemez egyoldalasan:

$$t_{\text{add},0} = 25 \text{ mm}$$

$$\tau_{\text{Ed}} = \frac{|N_{2,\text{Ed}}| \cdot \sin(\Theta_2)}{A_v + t_{\text{add},0} \cdot d_{w,0}} \cdot 10^3 = 154,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\tau_{\text{Ed}}}{\tau_{\text{Rd}}} = 0,83 < 1$$

$$\sigma_{\text{Ed}} = \frac{|N_{0,\text{Ed}}| \cdot 1000}{A_0 \cdot 100 + t_{\text{add},0} \cdot d_{w,0}} = 135,8 \text{ N/mm}^2$$

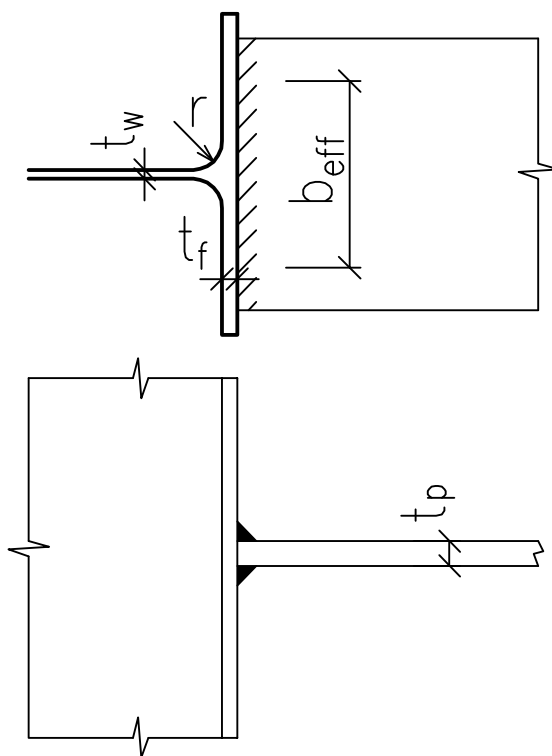
$$\frac{\sqrt{\sigma_{\text{Ed}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{Ed}}^2}}{f_{y0}} = 0,93 < 1$$

γ_{M0}

MEGFELEL

d) A 2. jelű rácsrúdból származó erő bevezetése

Az MSZ EN 1993-1-8 szabvány 4.8 ábrája alapján:



2. rácsrúd adatai:

$$\begin{aligned} \text{rácsrúd folyáshatára } f_{y1} &= f_{y2} &= 355 \text{ N/mm}^2 \\ \text{szakítószilárdsága } f_{u1} &= f_u &= 510 \text{ N/mm}^2 \\ b_1 &= b_2 &= 220 \text{ mm} \\ t_{p1} &= t_{r,2} &= 11,0 \text{ mm} \\ k &= \text{MIN}\left(\frac{t_{f,0}}{t_{p1}} \cdot \frac{f_{y0}}{f_{y1}}; 1,0\right) &= 1,0 \end{aligned}$$

Az övrúd hatékony szélessége:

$$b_{\text{eff}} = t_{w,0} + 2 \cdot r_0 + 7 \cdot k \cdot t_{f,0} = 134 \text{ mm}$$
$$\frac{f_{y1} \cdot b_1}{f_{u1} \cdot b_{\text{eff}}} = 1,14 > 1$$

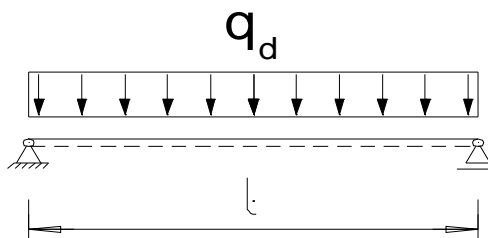
Merevítőborda szükséges

Külpontosságvizsgálat (húzott övrúd):

$$e = 20 \text{ mm} < 0,25 \cdot h_0 = 57,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{megfelel}$$

Tartók

Kéttámaszú tartó:



Fesztáv $l = 7,50 \text{ m}$

Terhelés:

Tartó önsúlya $g_{0,k} = 0,36 \text{ kN/m}$

Állandó padlórétegek $g_{1,k} = 2,64 \text{ kN/m}$

Hasznos teher $q_{1,k} = 5,00 \text{ kN/m}$

Anyagminőség:

Acel = SEL("Steel/EC"; NameEN;) = **S235**

$E_s =$ TAB("Steel/EC"; E; NameEN=Acel) = 210000 N/mm²

$f_y =$ TAB("Steel/EC"; f_y ; NameEN=Acel) = 235 N/mm²

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 1,00$

Parciális biztonsági tényezők:

$\gamma_G = 1,35$

$\gamma_Q = 1,50$

$\psi = 0,90$

$\gamma_{M0} = 1,10$

Terhelés tervezési értéke:

$q_{ULS} = \gamma_G \cdot (g_{0,k} + g_{1,k}) + \gamma_Q \cdot q_{1,k} = 11,55 \text{ kN/m}$

Hajlítónyomaték tervezési értéke:

$M_{Ed} = \frac{q_{ULS} \cdot l^2}{8} = 81,21 \text{ kNm}$

Profil Typ = SEL("steel/Profils"; Name;) = IPE

Felvett Profil = SEL("steel/Typ; Name; Mplyd \geq M_{Ed}) = **IPE 270**

plasztikus nyomaték

$M_{pl,Rd} =$ TAB("steel/Typ; Mplyd; Name=Profil) = 107,00 kNm

$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \underline{\underline{0,76 < 1}}$

Keresztmetszeti értékek:

ker. terület A =	TAB("steel"/"Typ; A; Name=Profil)	=	45,90 cm ²
magasság h =	TAB("steel"/"Typ; h; Name=Profil)	=	270,00 mm
geincmagasság d_w =	TAB("steel"/"Typ; h1; Name=Profil)	=	219,00 mm
gerincvastagság t_w =	TAB("steel"/"Typ; s; Name=Profil)	=	6,60 mm
öv szélesség b =	TAB("steel"/"Typ; b; Name=Profil)	=	135,00 mm
övvastagság t_f =	TAB("steel"/"Typ; t; Name=Profil)	=	10,20 mm
rádíusz r =	TAB("steel"/"Typ; r; Name=Profil)	=	15,00 mm
inercianyomaték I =	TAB("steel"/"Typ; ly; Name=Profil)	=	5790,00 cm ⁴

Lemezek besorolása az 5.2 táblázat szerint (lásd az MSZ EN 1993-1-1 szabvány 43-44. oldalát):

Gerinc:

$$\frac{d_w}{t_w} = 72 * \epsilon = 0,46 < 1$$

Öv:

$$\frac{b}{2 * t_f} = 9 * \epsilon = 0,74 < 1$$

⇒ 1.keresztmetszeti osztály

Nyírásvizsgálat:

$$V_{Ed} = 0,5 * q_{ULS} * l = 43,31 \text{ kN}$$

$$A_v = A * 10^2 - 2 * b * t_f + (t_w + 2 * r) * t_f = 2209,3 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} * 10^{-3} = 272,50 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = 0,16 < 1$$

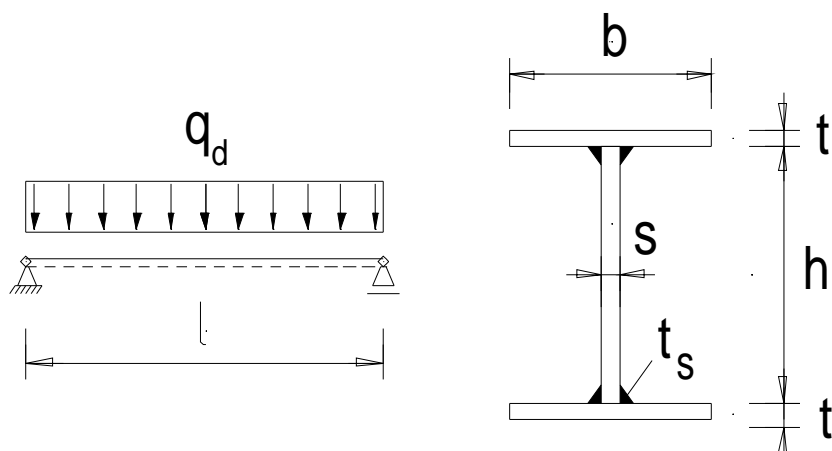
Használhatósági vizsgálat:

$$q_{SLS} = q_{0,k} + g_{1,k} + q_{1,k} = 8,00 \text{ kN/m}$$

$$\delta_{max} = \frac{5}{384} * \frac{q_{SLS} * (l * 100)^4}{E_s * I * 10} = 2,71 \text{ cm}$$

$$\frac{\delta_{max}}{l * \frac{100}{250}} = 0,90 < 1$$

Kéttámaszú tartó, kifordulás vizsgálata, terhelés az alsó övön:



Geometria:

Fesztáv $l =$	8,00 m
övszélesség $b =$	20,00 cm
gerincmagasság $h =$	50,00 cm
övvastagság $t =$	2,50 cm
gerincvastagság $s =$	1,20 cm
varratméret $t_s =$	0,50 cm

Teher tervezési értéke:

$q_d =$	50,00 kN/m
---------	-------------------

Anyagjellemzők:

acél =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$E_s =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acél)	=	210000 N/mm ²
$G =$	TAB("steel/EC"; G; NameEN=acél)	=	81000 N/mm ²
$f_y =$	TAB("steel/EC"; f_y ; NameEN=acél)	=	355 N/mm ²
$\varepsilon =$	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81
Anyag biztonsági tényezője:			
$\gamma_M =$			1,10

Keresztmetszeti besorolás 5.2 táblázat alapján (43-44.oldal MSZ EN 1993-1-1):

Öv:

$$c = \frac{\frac{b}{2} - t_s \cdot \sqrt{2}}{t} = 3,72 \text{ cm}$$

$$\frac{c}{9 \cdot \varepsilon} = 0,51 < 1$$

1.keresztmetszeti osztály

Gerinc:

$$d = h - 2 * t_s * \sqrt{2} = 48,59 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{s * 72 * \epsilon} = 0,69 < 1$$

1.keresztmetszeti osztály

Vizsgálat hajlításban:

$$W_{pl} = \left(b * t * \frac{h+t}{2} + \frac{h}{2} * s * \frac{h}{4} \right) * 2 = 3375,00 \text{ cm}^3$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_M * 10^3} = 1089,20 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{q_d * l^2}{8} = 400,00 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = 0,37 < 1$$

Vizsgálat nyírásban:

$$A_v = h * s = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_M * 10} = 1117,96 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = q_d * \frac{l}{2} = 200,00 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = 0,18 < 1$$

Kifordulási vizsgálat:

$$I_z = 2 * t * \frac{b^3}{12} = 3333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_w = I_z * \frac{(h+t)^2}{4} = 2,297 * 10^6 \text{ cm}^6$$

$$I_t = \frac{1}{3} * (2 * b * t^3 + h * s^3) = 237,13 \text{ cm}^4$$

Kritikus nyomaték meghatározásához használt tényező (MSZ EN 1993-1-1/ NA, táb.NB.3.2, 15. oldal):

NB.4.1 tábl. szerint $k=$	1,00
NB.4.1 tábl. szerint $k_w=$	1,00
NB.3.2 tábl. szerint $C_1=$	1,13
NB.3.2 tábl. szerint $C_2=$	0,46
NB.3.2 tábl. szerint $C_3=$	0,53
alsó öv terhének koordinátája $z_a=$	-27,50 cm
súlypont távolsága a forgási középponttól $z_s=$	0,00 cm
kéttengelyű szimmetria esetén $z_j=$	0,00 cm
$z_g=$	$z_a - z_s = -27,50$ cm

Kritikus kifordulási nyomaték M_{cr} :

$$P_1 = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z}{(k \cdot l \cdot 100)^2} = 12198,18$$

$$P_2 = \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot l \cdot 100)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2} = 51,27$$

$$P_3 = C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j = -12,65$$

$$M_{cr} = P_1 \cdot \frac{P_2 - P_3}{10^3} = 779,71 \text{ kNm}$$

1. keresztmetszeti osztály esetében $\beta_w = 1,00$

$$\lambda_{trans,LT} = \sqrt{\beta_w \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{10^3 \cdot M_{cr}}} = 1,240$$

Kifordulási görbe 6.4 tábl. alapján (61. old) "c" \Rightarrow a 6.3 táblázatból leolvassa:

$$\alpha_{LT} = 0,49$$

$$\phi_{LT} = \frac{0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{trans,LT} - 0,2) + \lambda_{trans,LT}^2)}{1} = 1,524$$

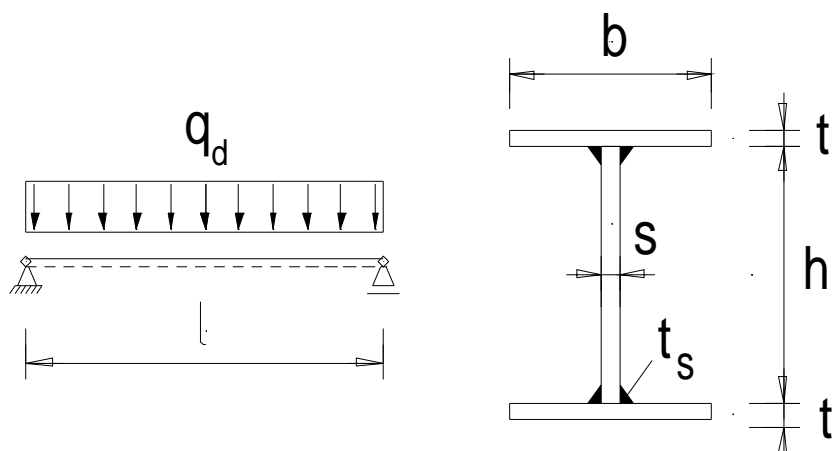
$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{trans,LT}^2}} = 0,415$$

$$M_{b,Rd} = \beta_w \cdot \chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_M \cdot 10^3} = 452,02 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0,88 < 1$$

MEGFELEL

Kéttámaszú tartó, kifordulás vizsgálata, terhelés a felső övön:



Geometria:

Fesztáv $l =$	8,00 m
övszélesség $b =$	20,00 cm
geincmagasság $h =$	50,00 cm
övvastagság $t =$	2,50 cm
gerincvastagság $s =$	1,20 cm
varratméret $t_s =$	0,50 cm

Teher tervezési értéke:

$q_d =$	36,00 kN/m
---------	-------------------

Anyagjellemzők:

acél =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$E_s =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acél)	=	210000 N/mm ²
$G =$	TAB("steel/EC"; G; NameEN=acél)	=	81000 N/mm ²
$f_y =$	TAB("steel/EC"; f_y ; NameEN=acél)	=	355 N/mm ²
$\varepsilon =$	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81
Anyag biztonsági tényezője:			
$\gamma_M =$			1,10

Keresztmetszeti besorolás 5.2 táblázat alapján (43-44.oldal MSZ EN 1993-1-1):

Öv:

$$c = \frac{\frac{b}{2} - t_s \cdot \sqrt{2}}{t} = 3,72 \text{ cm}$$

$$\frac{c}{9 \cdot \varepsilon} = 0,51 < 1$$

1.keresztmetszeti osztály

Gerinc:

$$d = h - 2 * t_s * \sqrt{2} = 48,59 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{s * 72 * \epsilon} = 0,69 < 1$$

1.keresztmetszeti osztály

Vizsgálat hajlításban:

$$W_{pl} = \left(b * t * \frac{h+t}{2} + \frac{h}{2} * s * \frac{h}{4} \right) * 2 = 3375,00 \text{ cm}^3$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_M * 10^3} = 1089,20 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{q_d * l^2}{8} = 288,00 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = 0,26 < 1$$

Vizsgálat nyírásban:

$$A_v = h * s = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_M * 10} = 1117,96 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = q_d * \frac{l}{2} = 144,00 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = 0,13 < 1$$

Kifordulási vizsgálat:

$$I_z = 2 * t * \frac{b^3}{12} = 3333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_w = I_z * \frac{(h+t)^2}{4} = 2,297 * 10^6 \text{ cm}^6$$

$$I_t = \frac{1}{3} * (2 * b * t^3 + h * s^3) = 237,13 \text{ cm}^4$$

Kritikus nyomaték meghatározásához használt tényező (MSZ EN 1993-1-1/ NA, táb.NB.3.2, 15. oldal):

NB.4.1 tábl. szerint $k=$	1,00
NB.4.1 tábl. szerint $k_w=$	1,00
NB.3.2 tábl. szerint $C_1=$	1,13
NB.3.2 tábl. szerint $C_2=$	0,46
NB.3.2 tábl. szerint $C_3=$	0,53
felső öv terhének koordinátája $z_a=$	27,50 cm
súlypont távolsága a forgási középponttól $z_s=$	0,00 cm
kéttengelyű szimmetria esetén $z_j=$	0,00 cm
$z_g=$	$z_a - z_s = 27,50$ cm

Kritikus kifordulási nyomaték M_{cr} :

$$P_1 = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z}{(k \cdot l \cdot 100)^2} = 12198,18$$

$$P_2 = \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot l \cdot 100)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2} = 51,27$$

$$P_3 = C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j = 12,65$$

$$M_{cr} = P_1 \cdot \frac{P_2 - P_3}{10} = 471,09 \text{ kNm}$$

1. keresztmetszeti osztály esetében $\beta_w = 1,00$

$$\lambda_{\text{trans,LT}} = \sqrt{\beta_w \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{10^3 \cdot M_{cr}}} = 1,595$$

Kifordulási görbe 6.4 tábl. alapján (61. old) "c" \Rightarrow a 6.3 táblázatból leolvasva:

$$\alpha_{LT} = 0,49$$

$$\phi_{LT} = \frac{0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{\text{trans,LT}} - 0,2) + \lambda_{\text{trans,LT}}^2)}{1} = 2,114$$

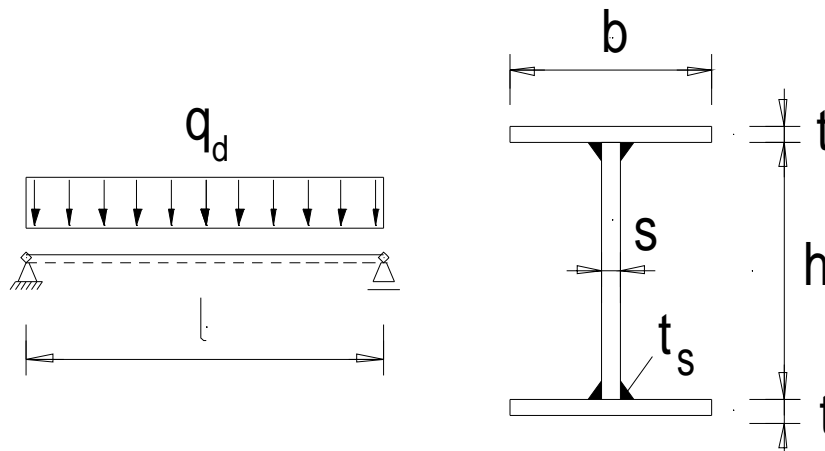
$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{\text{trans,LT}}^2}} = 0,286$$

$$M_{b,Rd} = \beta_w \cdot \chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_M \cdot 10^3} = 311,51 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0,92 < 1$$

MEGFELEL

Kéttámaszú tartó, kifordulás vizsgálata, terhelés súlypontban



Geometria:

Fesztáv $l =$	8,00 m
Övszélesség $b =$	20,00 cm
gerincmagasság $h =$	50,00 cm
övvastagság $t =$	2,50 cm
gerincvastagság $s =$	1,20 cm
varatméret $t_s =$	0,50 cm

Teher tervezési értéke:

$q_d =$	45,00 kN/m
---------	-------------------

Anyagjellemzők:

acél =	SEL("steel/EC"; NameEN;)	=	S355
$E_s =$	TAB("steel/EC"; E; NameEN=acél)	=	210000 N/mm ²
$G =$	TAB("steel/EC"; G; NameEN=acél)	=	81000 N/mm ²
$f_y =$	TAB("steel/EC"; f_y ; NameEN=acél)	=	355 N/mm ²
$\varepsilon =$	$\sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81
Anyag biztonsági tényezője:			
$\gamma_M =$			1,10

Keresztmetszeti besorolás 5.2 táblázat alapján (43-44.oldal MSZ EN 1993-1-1):

Öv:

$$c = \frac{\frac{b}{2} - t_s \cdot \sqrt{2}}{t} = 3,72 \text{ cm}$$

$$\frac{c}{9 \cdot \varepsilon} = 0,51 < 1$$

1.keresztmetszeti osztály

Gerinc:

$$d = h - 2 * t_s * \sqrt{2} = 48,59 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{s * 72 * \epsilon} = 0,69 < 1$$

1.keresztmetszeti osztály

Vizsgálat hajlításban:

$$W_{pl} = \left(b * t * \frac{h+t}{2} + \frac{h}{2} * s * \frac{h}{4} \right) * 2 = 3375,00 \text{ cm}^3$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_M * 10^3} = 1089,20 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{q_d * l^2}{8} = 360,00 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = 0,33 < 1$$

Vizsgálat nyírásban:

$$A_v = h * s = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_M * 10} = 1117,96 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = q_d * \frac{l}{2} = 180,00 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = 0,16 < 1$$

Kifordulási vizsgálat:

$$I_z = 2 * t * \frac{b^3}{12} = 3333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_w = I_z * \frac{(h+t)^2}{4} = 2,297 * 10^6 \text{ cm}^6$$

$$I_t = \frac{1}{3} * (2 * b * t^3 + h * s^3) = 237,13 \text{ cm}^4$$

Kritikus nyomaték meghatározásához használt tényező (MSZ EN 1993-1-1/ NA, táb.NB.3.2, 15. oldal):

NB.4.1 tábl. szerint $k=$	1,00
NB.4.1 tábl. szerint $k_w=$	1,00
NB.3.2 tábl. szerint $C_1=$	1,13
NB.3.2 tábl. szerint $C_2=$	0,46
NB.3.2 tábl. szerint $C_3=$	0,53
teher koordinátája $z_a=$	0,00 cm
súlypont távolsága a forgási középponttól $z_s=$	0,00 cm
kéttengelyű szimmetria esetén $z_j=$	0,00 cm

Kritikus kifordulási nyomaték M_{cr} :

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z}{(k \cdot l \cdot 10^2)^2} \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot l \cdot 10^2)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E_s \cdot I_z}}}{10^3} = 606,05 \text{ kNm}$$

1. keresztmetszeti osztály esetében $\beta_w = 1,00$

$$\lambda_{trans,LT} = \sqrt{\beta_w \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{10^3 \cdot M_{cr}}} = 1,406$$

Kifordulási görbe 6.4 tábl. alapján (61. old) "c" \Rightarrow a 6.3 táblázatból leolvassa:

$$\alpha_{LT} = 0,49$$

$$\varphi_{LT} = \frac{0,5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{trans,LT} - 0,2) + \lambda_{trans,LT}^2)}{1} = 1,784$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{trans,LT}^2}} = 0,347$$

$$M_{b,Rd} = \beta_w \cdot \chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_M \cdot 10^3} = 377,95 \text{ kNm}$$

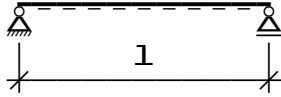
$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \underline{0,95 < 1}$$

MEGFELEL

Kéttámaszú acéltartó

MSZ EN 1993-1-2 Acélszerkezetek tervezése tűzteher esetén

Az acéltartó egy irodaépület födém szerkezetének a része. Folytonos, egyenletesen megoszló terhelést kap, kifordulás ellen vasbetonlemezzel van biztosítva. A kívánt tűzállósági határérték R15.

**Adatok:**

$$\text{Fesztáv } l = 7,40 \text{ m}$$

Terhek:

$$\text{állandó } g_k = 4,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{változó } q_k = 7,8 \text{ kN/m}$$

Anyagjellemzők:

$$\begin{aligned} \text{acél} &= \text{SEL("steel/EC"; NameEN;)} &= \mathbf{S275} \\ E_s &= \text{TAB("steel/EC"; E; NameEN=acél)} &= 210000 \text{ N/mm}^2 \\ f_y &= \text{TAB("steel/EC"; f_y; NameEN=acél)} &= 275 \text{ N/mm}^2 \\ \varepsilon &= \sqrt{\frac{235}{f_y}} &= 0,924 \end{aligned}$$

Biztonsági tényezők:

$$\begin{aligned} \gamma_G &= 1,35 \\ \gamma_Q &= 1,50 \\ \gamma_{M0} &= 1,00 \\ \gamma_{M,fi} &= 1,00 \end{aligned}$$

Redukciós tényező (A1.1 táblázat MSZ EN 1990):

$$\text{irodaépületek esetében } \psi_{2,1} = 0,3$$

Vizsgálat normálhőmérséklet esetén MSZ EN 1993-1-1 szerint:

Terhelés karakterisztikus értéke:

$$v_k = g_k + q_k = 12,60 \text{ kN/m}$$

Terhelés tervezési értéke:

$$v_d = g_k \cdot \gamma_G + q_k \cdot \gamma_Q = 18,18 \text{ kN/m}$$

Hajlítónyomaték és nyíróerő:

$$M_{Ed} = v_d \cdot l^2 / 8 = 124,4 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = v_d \cdot l / 2 = 67,3 \text{ kNm}$$

Vizsgálat hajlításban normálhőmérséklet esetén:

$$\begin{aligned} \text{Profil Typ} &= \text{SEL}(\text{"steel/Profils"; Name; }) &= & \text{IPE} \\ \text{felvett Profil} &= \text{SEL}(\text{"steel/"Typ; Name; Mplyd} \geq M_{Ed}) &= & \text{IPE 300} \end{aligned}$$

plasztikus nyomaték S235

$$M_{pl,yd} = \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; Mplyd; Name=Profil}) = 139,00 \text{ kNm}$$

plasztikus nyomaték S275

$$M_{pl,yd} = f_y * M_{pl,yd} / 235 = 162,66 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,yd}} = \underline{0,76 < 1}$$

MEGFELEL, mivel a vasbetonlemez biztosít kifordulás ellen.

Keresztmetszeti értékek:

$$\begin{aligned} \text{magasság } h &= \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; h; Name=Profil}) &= & 300,0 \text{ mm} \\ \text{gerincmagasság } d_w &= \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; h1; Name=Profil}) &= & 248,0 \text{ mm} \\ \text{gerincvastagság } t_w &= \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; s; Name=Profil}) &= & 7,1 \text{ mm} \\ \text{övszélesség } b &= \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; b; Name=Profil}) &= & 150,0 \text{ mm} \\ \text{övvastagság } t_f &= \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; t; Name=Profil}) &= & 10,7 \text{ mm} \\ \text{rádusz } r &= \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; r; Name=Profil}) &= & 15,0 \text{ mm} \\ \text{kereszt. terület } A &= \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; A; Name=Profil}) &= & 53,8 \text{ cm}^2 \\ \text{Inercianyomaték } I &= \text{TAB}(\text{"steel/"Typ; I_y; Name=Profil}) &= & 8360,0 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Keresztmetszet besorolása 5.2 táb. alapján (43-44. oldal MSZ EN 1993-1-1):

Gerinc:

$$\frac{\frac{d_w}{t_w}}{72 * \epsilon} = 0,53 < 1$$

Öv:

$$\frac{\frac{b}{2 * t_f}}{10 * \epsilon} = 0,76 < 1$$

⇒ 1. keresztmetszeti osztály

Vizsgálat nyírásban normálhőmérséklet esetén:

$$A_v = 1,04 * h * t_w / 100 = 22,15 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v * \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0} * 10} = 351,68 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \underline{0,19 < 1}$$

Lehajlás vizsgálata:

$$\delta_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{v_k \cdot (l \cdot 100)^4}{E_s \cdot I \cdot 10} = 2,80 \text{ cm}$$

$$\frac{\delta_{\max}}{l \cdot \frac{100}{250}} = 0,95 < 1$$

Keresztmetszet normálhőmérsékleten **MEGFELEL.**

Teherbírás vizsgálata tűzteher esetén MSZ EN 1993-1-2:

Redukciós tényező MSZ EN 1993-1-2 (2.5) szerint:

$$\eta_{fi} = \frac{(g_k + \psi_{2,1} \cdot q_k) / (\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k)}{1} = 0,393$$

Hajlítónyomaték és nyíróerő:

$$M_{fi,Ed} = \eta_{fi} \cdot M_{Ed} = 48,9 \text{ kNm}$$

$$V_{fi,Ed} = \eta_{fi} \cdot V_{Ed} = 26,4 \text{ kN}$$

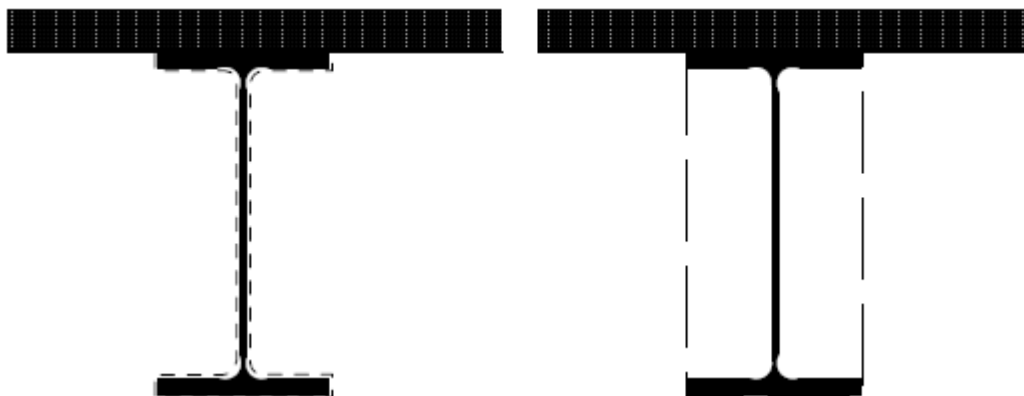
Hőmérséklet számítása:

A MSZ EN 1991-1-2 §3.2.1 szerinti hőmérsékleti görbét alkalmazva:

$$\Theta_g = 20 + 345 \cdot \log_{10}(\delta \cdot t + 1) \text{[}^\circ\text{C]} \text{ kde } t \text{ je čas [min.]}$$

A tartó hőmérsékletének meghatározása:

A keresztmetszeti tényező meghatározásához a keresztmetszet kerületének azon részét vesszük figyelembe, amelyik közvetlenül tűztehernek van kitéve, az alábbi ábrán szaggatott vonallal jelölve:



Segédérték nem védett acélkeresztmetszetek tényezőjének meghatározásához: $X = A_m / V$

$$X = \frac{3 \times b + 2 \times (h - t_w - 4 \times r) + 2 \cdot \pi \cdot r}{A \times 100} = 0,188 \text{ mm}^{-1}$$

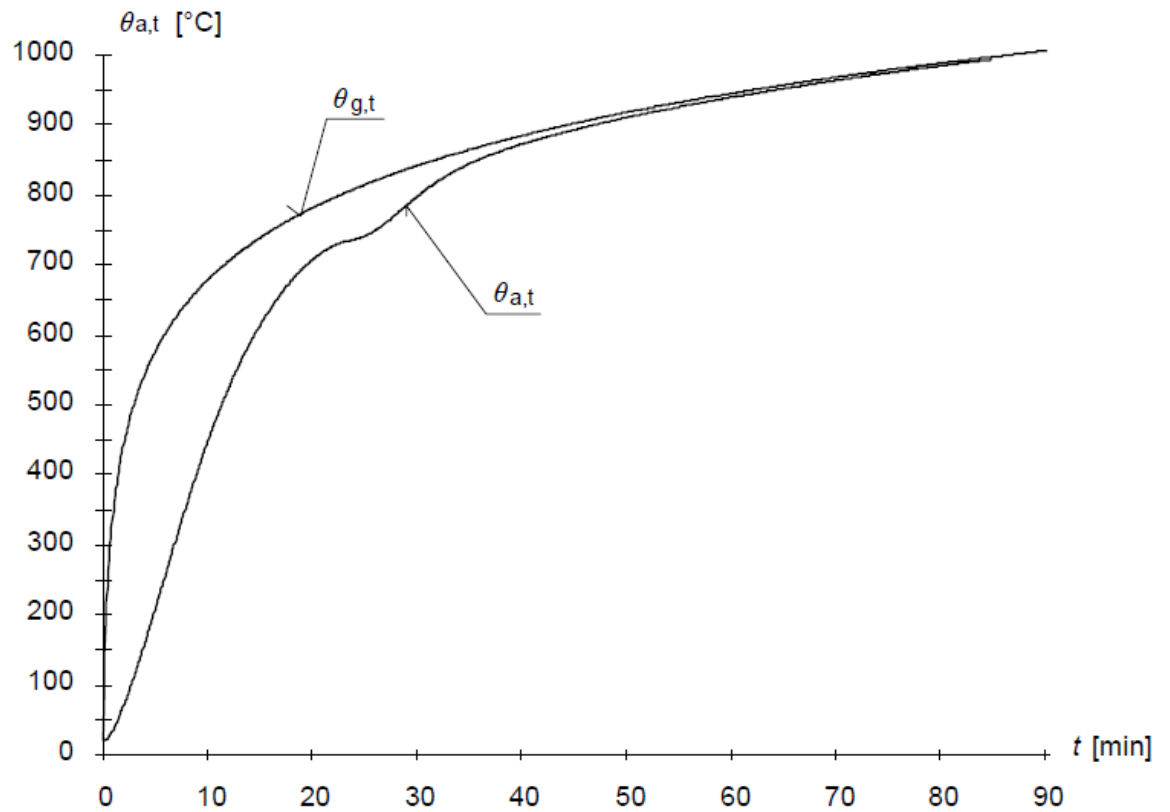
Tényező I - keresztmetszetek esetében:

$$k_{sh} = 0,9 \times \frac{b + 2 \times h}{A \times 100} = 0,667$$

A hőmérséklet növekedése a keresztmetszetben (lásd. § 4.2.5.1 EN 1993-1-2):

$$\Delta\Theta_{a,t} = k_{sh} \cdot \frac{X \times h_{net} \times \text{delta } t}{c_a \times \rho_a}$$

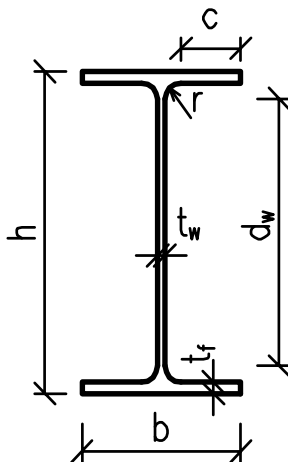
Keresztmetszeti hőmérséklet $t = 15$ perc elteltével az alábbi görbe alapján:



Keresztmetszet hőmérsékleté 15perc eltelével $\Theta_a = 614$ °C

Teherbírás vizsgálata:

Keresztmetszet besorolása megnövekedett hőmérséklet esetén:



$$c = \frac{b - (2 \cdot r + t_w)}{2} = 56,45 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_f} = 5,28 < 9$$

5.2 táblázatban normálhőmérséklet esetén az öv karcsúsági határa $9 \cdot \epsilon$

Megnövekedett hőmérséklet esetén keresztmetszet besorolásakor ϵ érték 85% -át vesszük figyelembe.

Tehát a nyomott öv karcsúságának vizsgálatakor:

$$(c/t_f) / (9 \cdot 0,85 \cdot \epsilon) = \underline{0,75 < 1}$$

⇒ MEGFELEL, **1.osztály**

5.2 táblázatban normálhőmérséklet esetén a gerinc karcsúsági határa $72 \cdot \epsilon$

Megnövekedett hőmérséklet esetén keresztmetszet besorolásakor ϵ érték 85% -át vesszük figyelembe.

Tehát a nyomott gerinc karcsúságának vizsgálatakor:

$$(c/t_w) / (72 \cdot 0,85 \cdot \epsilon) = \underline{0,14 < 1}$$

⇒ MEGFELEL, **1.osztály**

Redukciós tényező $k_{y,\theta}$ $\Theta_a = 614 \text{ °C}$ hőmérséklet esetén a **3.1 táblázat** szerint interpolálva:

$$k_{y,\theta} = 0,436$$

Amennyiben a tartó 3 oldalról van kitéve tűzterhelnek, felülről pedig betonlemezzel védve, az egyenlőtlen hőmérsékleteloszlást figyelembe vevő tényező a keresztmetszetben **§ 4.2.3.3 (7)** szerint:

$$\kappa_1 = 0,7$$

Az egyenlőtlen hőmérsékleteloszlást figyelembe vevő tényező a tartó hosszanti irányában **§ 4.2.3.3 (8)**:

$$\kappa_2 = 1,0$$

Teherbírás hajlításban $\Theta_a = 614 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet esetén:

$$M_{fi,t,Rd} = \frac{1}{\kappa_1 \cdot \kappa_2} \cdot (k_{y,\Theta} \cdot M_{pl,yd} / \gamma_{M,fi}) = 101,3 \text{ kNm}$$

$$M_{fi,Ed} / M_{fi,t,Rd} = \underline{0,48 < 1}$$

MEGFELEL

$$\text{gerincfelület } A_{V,z} = (h-t_f) \cdot t_w = 2054 \text{ mm}^2$$

Teherbírás nyírásban $\Theta_a = 614 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet esetén:

$$V_{fi,t,Rd} = k_{y,\Theta} \cdot \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,fi} \cdot 1000} = 142 \text{ kN}$$

$$V_{fi,Ed} / V_{fi,t,Rd} = \underline{0,19 < 1}$$

MEGFELEL