

OPIS TECHNICZNY I OBLICZENIA - CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA

Podkonstrukcje stalowe

W celu zamontowania central wentylacyjnych pod stropodachem wykonać należy w każdym pomieszczeniu z centralą stalową podkonstrukcję montowaną do dźwigarów żelbetowych konstrukcji dachu. Podkonstrukcje zostały zaprojektowane z profili walcowanych HEA 140 z blachami czołowymi po dwóch lub jednej stronie. Każda blacha o grubości 10mm kotwiona zostanie przy pomocy kotew wklejanych chemicznie M12. Pomiedzy belkami głównymi zastosowane zostaną belki poprzeczne wykonane również z profili HEA140. Belki wzajemnie zostaną skręcone przy pomocy śrub M12. Wszystkie elementy stalowe przed zamontowaniem należy zabezpieczyć antykorozyjnie poprzez ocynkowanie oraz powłokę malarską nanoszoną proszkowo w kolorystyce szarej RAL7035

Podkonstrukcja która z jednej strony opierać się będzie na ścianie nośnej powinna zostać osadzona w wykutej bruździe na podlewce betonowej o grubości ok 5cm. Głębokość oparcia powinna wynosić nie mniej niż 20cm. Poziom dolny belki powinien zostać dopasowany do wysokości projektowanych central. Z uwagi na różnice wymiarów central wentylacyjnych w zależności od wybranego producenta wymiary rozstawu belek należy dopasować do wybranego typu urządzenia. Przed wykonaniem podkonstrukcji należy wykonać pomiar szczegółowy długości elementów w miejscu planowanego zamontowania.

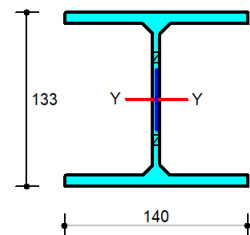
Obliczenia

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 0 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 0 (x=0.000m, y=0.000m); 1 (x=5.875m, y=0.000m)

Profil: HEA140 S235 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 27%

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 0 %

Zginanie: 27 %

Zginanie z siłą podłużną: 3 %

Zginanie ze ściskaniem: 27 %

Ścinanie: 7 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 4 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 17 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiedni a	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	27.1 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
2	0.000	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	2.5 %
3	0.000	max N	Zginanie ze ściskaniem	2.5 %
4	0.000	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	27.1 %

5	0.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	27.1 %
6	0.000	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	2.5 %
7	0.201	min Mx	Ścinanie	6.6 %
8	0.201	ext U	Ugięcia	6.9 %
9	0.201	min Ty	Ścinanie	0.5 %
10	0.201	max N	Ścinanie	0.5 %
11	0.201	max Ty	Ścinanie	6.6 %
12	0.201	min N	Ścinanie	6.6 %
13	0.201	max Mx	Ścinanie	0.5 %
14	0.250	min Mx	Ścinanie	0.4 %
15	0.250	ext U	Ugięcia	9.5 %
16	0.250	min Ty	Ścinanie	0.4 %
17	0.250	max N	Ścinanie	0.4 %
18	0.250	max Ty	Ścinanie	5.5 %
19	0.250	min N	Ścinanie	5.5 %
20	0.250	max Mx	Ścinanie	5.5 %
21	0.500	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	1.2 %
22	0.500	ext U	Ugięcia	17.3 %
23	0.500	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	15.8 %
24	0.500	max N	Zginanie ze ściskaniem	15.8 %
25	0.500	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	1.2 %
26	0.500	min N	Zginanie ze ściskaniem	1.2 %
27	0.500	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	15.8 %
28	0.750	min Mx	Ścinanie	0.4 %
29	0.750	ext U	Ugięcia	9.5 %
30	0.750	min Ty	Ścinanie	5.5 %
31	0.750	max N	Ścinanie	5.5 %
32	0.750	max Ty	Ścinanie	0.4 %
33	0.750	min N	Ścinanie	0.4 %
34	0.750	max Mx	Ścinanie	5.5 %
35	0.800	min Mx	Ścinanie	6.6 %
36	0.800	ext U	Ugięcia	6.9 %
37	0.800	min Ty	Ścinanie	6.6 %
38	0.800	max N	Ścinanie	6.6 %
39	0.800	max Ty	Ścinanie	0.5 %
40	0.800	min N	Ścinanie	0.5 %
41	0.800	max Mx	Ścinanie	0.5 %
42	1.000	min Mx	Zginanie ze ściskaniem	27.2 %
43	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
44	1.000	min Ty	Zginanie ze ściskaniem	27.2 %
45	1.000	max N	Zginanie ze ściskaniem	27.2 %
46	1.000	max Ty	Zginanie ze ściskaniem	2.5 %
47	1.000	min N	Zginanie ze ściskaniem	2.5 %
48	1.000	max Mx	Zginanie ze ściskaniem	2.5 %

Wyniki szczegółowe

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wybowczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 0.000$ $\eta_2 = 0.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 0.500$ oraz $l_{0,y} = 5.9m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 5.9m$

Wybowczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{0,\omega} = 5.9m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wybowczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E J_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{MPa} \cdot 1033.1 \text{cm}^4}{(0.500 \cdot 5.9m)^2} = 2481.5 \text{kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E J_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{MPa} \cdot 389.3 \text{cm}^4}{(1.000 \cdot 5.9m)^2} = 233.8 \text{kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left[\frac{\pi^2 E J_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{6.7^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{MPa} \cdot 15063.7 \text{cm}^6}{(1.000 \cdot 5.9m)^2} + 80769.2 \text{MPa} \cdot 7.7 \text{cm}^4 \right] = 1581.6 \text{kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)}$$

$$R = (233.8 + 1581.6)^2 - 4 \cdot 233.8 \cdot 1581.6 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 6.729^2) = 1816599.2 \text{kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(233.8 + 1581.6) - \sqrt{1816599.2}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 6.729^2)} = 233.8 \text{kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. F do ENV 1993-1-1:1992.

Wsp. długości wybowczeniowej: $\mu_{z,Mcr} = 1.00$, $\mu_{\omega,Mcr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.13$, $C_2 = 0.46$, $C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 6.7 \text{cm}$

Współrzędna środka ścinania: $z_s = 0.0 \text{cm}$

$$z_j = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z \, dA / J_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E J_z / (\mu_{z,Mcr} L)^2 = \pi^2 \cdot 210000.0 \cdot 389.3 / (1.00 \cdot 5.875)^2 = 233.8 \text{kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_{z,Mcr}}{\mu_{\omega,Mcr}} \right)^2 \frac{J_\omega}{J_z} + \frac{G J_T}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46 (6.7 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 3.05$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 233.8 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{15063.7}{389.3} + \frac{8076.9 \cdot 7.7}{233.8} + 3.05 \right]^{0.5} - 3.05 \right\} = 38.94 \text{kNm}$$

Ściskanie (0.0 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.88m$; Kombinacja: $\max N (+0, +1, +2,)$

Pole przekroju (klasa 1): $A = A_{brutto} = 31.4 \text{cm}^2$

Nośność obliczeniowa przekroju: $N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{31.4 \cdot 23.5}{1.0} = 738.3 \text{kN}$

Współczynniki wybowczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 738.3 / 2481.5 = 0.545 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.864 \text{ (gięte x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 738.3 / 233.8 = 1.777 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.240 \text{ (gięte y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,x}} = 738.3 / 1581.6 = 0.683 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.735 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 738.3 / 233.8 = 1.777 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.240 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.240$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.240 \cdot 31.4 \cdot 23.5}{1.0} = 176.9 \text{kN} > 0.0 \text{kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (6.9 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.88m$; Kombinacja: $\max N (+0, +1, +2,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 6.4 \text{cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z} / t_z = 21.1 < 60.0 = 72 \varepsilon / \eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{6.4 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 86.6 \text{ kN} > 6.0 \text{ kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 22.9 \text{ cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{22.9 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 310.2 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (27.0 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.88\text{m}$; Kombinacja: $\max N (+0, +1, +2,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{172.3 \cdot 23.5 \cdot 10^{-2}}{38.94}}, 3.0 \right] = 1.020 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.688$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 1):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.688 \frac{172.3 \cdot 23.5}{1.0} 10^{-2} = 27.8 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{7.5}{27.8} = 0.27 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 1):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{84.9 \cdot 23.5}{1.0} 10^{-2} = 19.9 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{0.0}{19.9} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (3.5 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.88\text{m}$; Kombinacja: $\max N (+0, +1, +2,)$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Y-Y z siłą podłużną

$$n = N_{Ed}/N_{pl,Rd} = 0.0/738.3 = 0.000$$

$$a_y = \min[(A - 2A_{bt,y})/A, 0.5] = \min[(31.4 - 2 \cdot 11.9)/31.4, 0.5] = 0.242$$

$$M_{N,y,Rd} = \min \left[M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0.5a_y)}, M_{pl,y,Rd} \right] = \min \left[40.5 \frac{(1-0.000)}{(1-0.5 \cdot 0.242)}, 40.5 \right] = 40.5 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Z-Z z siłą podłużną

$$a_z = \min[(A - 2A_{bt,z})/A, 0.5] = \min[(31.4 - 2 \cdot 11.9)/31.4, 0.5] = 0.242$$

$$n \leq a_z \rightarrow M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 19.9 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (klasa 1 i 2) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\alpha = 2.0, \beta = \max(5n, 1.0) = 1.0$$

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{7.5}{40.5} \right]^{2.0} + \left[\frac{0.0}{19.9} \right]^{1.0} = 0.03 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (27.2 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.88\text{m}$; Kombinacja: $\max N (+0, +1, +2,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 1, Załącznik A):

$$C_{my,0} = 1 + \left(\frac{\pi^2 E I_y |\rho_x|}{L^2 |M_{y,Ed}(x)|} - 1 \right) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}$$

$$C_{my,0} = 1 + \left(\frac{\pi^2 \cdot 2.100 \cdot 10^8 \cdot 1.033 \cdot 10^{-5} \cdot |4.194 \cdot 10^{-3}|}{5.9^2 \cdot |7.5|} - 1 \right) \frac{0.0}{2481.5} = 1.000$$

$$C_{mz,0} = 0.79 + 0.21 \psi_z + 0.36(\psi_z - 0.33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}$$

$$C_{mz,0} = 0.79 + 0.21 \cdot 0.000 + 0.36(0.000 - 0.33) \frac{0.0}{233.8} = 0.790$$

$$C_1 = \sqrt{k_c} = \sqrt{0.900} = 1.235$$

$$\begin{aligned}
\bar{\lambda}_0 &= 0.995 > 0.222 = 0.2\sqrt{1.235^4} \sqrt{\left(1 - \frac{0.0}{233.8}\right) \left(1 - \frac{0.0}{233.8}\right)} = 0.2\sqrt{C_1^4} \sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,<}}\right)} \\
\varepsilon_y &= \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \frac{A}{W_{el,y}} = \frac{7.5}{0.0} \frac{31.4}{155.4} = 66116807773.315 \\
a_{LT} &= \max\left(1 - \frac{I_T}{I_y}, 0\right) = \max\left(1 - \frac{7.7}{1033.1}, 0\right) = 0.993 \\
C_{my} &= C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \frac{\sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}} = 1.000 \frac{\sqrt{66116807773.315} \cdot 0.993}{1 + \sqrt{66116807773.315} \cdot 0.993} = 1.000 \\
C_{mz} &= C_{mz,0} = 0.790 \\
C_{mLT} &= \max\left[C_{my}^2 a \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}}, 1.0\right] \\
C_{mLT} &= \max\left[1.000^2 \frac{0.993}{\sqrt{\left(1 - \frac{0.0}{233.8}\right) \left(1 - \frac{0.0}{1581.6}\right)}}, 1.0\right] = 1.000 \\
\mu_y &= \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} = \frac{1 - \frac{0.0}{2481.5}}{1 - \frac{0.864 \cdot 0.0}{2481.5}} = 1.000 \\
\mu_z &= \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} = \frac{1 - \frac{0.0}{233.8}}{1 - \frac{0.864 \cdot 0.0}{233.8}} = 1.000 \\
\bar{\lambda}_{max} &= \max(\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z) = 1.777 \\
n_{pl} &= \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}/\gamma_{M1}} = \frac{0.0}{738.3/1.0} = 0.000 \\
w_y &= \max\left[\frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}}, 1.5\right] = \max\left[\frac{172.3}{155.4}, 1.5\right] = 1.109 \\
w_z &= \max\left[\frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}}, 1.5\right] = \max\left[\frac{84.9}{55.6}, 1.5\right] = 1.500 \\
a_{LT} &= \max\left(1 - \frac{I_T}{I_y}, 0\right) = \max\left(1 - \frac{7.7}{1033.1}, 0\right) = 0.993 \\
b_{LT} &= 0.5 a_{LT} \bar{\lambda}_0^2 \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = 0.5 \cdot 0.993 \cdot 0.995^2 \frac{7.5}{0.688 \cdot 40.5} \frac{0.000}{19.9} = 0.050 \\
C_{yy} &= \max\left\{1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2\right) n_{pl} - b_{LT}\right], \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}\right\} \\
C_{\bar{y}\bar{y}} &= 1 + (1.109 - 1) \left[\left(2 - \frac{1.6}{1.109} 1.000^2 \cdot 1.777 - \frac{1.6}{1.109} 1.000^2 \cdot 1.777^2\right) 0.000 - 0.050\right] \\
C_{yy} &= \max\left\{C_{\bar{y}\bar{y}}, \frac{155.4}{172.3}\right\} = 0.995 \\
c_{LT} &= 10 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \\
c_{LT} &= \frac{10 \cdot 0.993 \cdot 0.995^2}{5 + 1.777^4} \frac{7.5}{1.000 \cdot 0.688 \cdot 40.5} = 0.177 \\
C_{yz} &= \max\left\{1 + (w_z - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5}\right) n_{pl} - c_{LT}\right], 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}\right\} \\
C_{yz} &= \max\left\{1 + (1.500 - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{0.790^2 \cdot 1.777^2}{1.500^5}\right) 0.000 - 0.177\right], 0.6 \sqrt{\frac{1.500}{1.109}} \frac{55.6}{84.9}\right\} = 0.911 \\
d_{LT} &= 2 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{C_{mz} M_{pl,z,Rd}} \\
d_{LT} &= \frac{2 \cdot 0.993 \cdot 0.995}{0.1 + 1.777^4} \frac{7.5}{1.000 \cdot 0.688 \cdot 40.5} \frac{0.000}{0.790 \cdot 19.9} = 0.025 \\
C_{zy} &= \max\left\{1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5}\right) n_{pl} - d_{LT}\right], 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}\right\} \\
C_{zy} &= \max\left\{1 + (1.109 - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{1.000^2 \cdot 1.777^2}{1.109^5}\right) 0.000 - 0.025\right], 0.6 \sqrt{\frac{1.109}{1.500}} \frac{155.4}{172.3}\right\} = 0.997 \\
e_{LT} &= 1.7 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} = \frac{1.7 \cdot 0.993 \cdot 0.995}{0.1 + 1.777^4} \frac{7.5}{1.000 \cdot 0.688 \cdot 40.5} = 0.045 \\
C_{zz} &= \max\left\{1 + (w_z - 1) \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2\right) n_{pl} - e_{LT}\right], \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}\right\} \\
C_{zz} &= 1 + (1.500 - 1) \left[\left(2 - \frac{1.6}{1.500} 0.790^2 \cdot 1.777 - \frac{1.6}{1.500} 0.790^2 \cdot 1.777^2\right) 0.000 - 0.045\right] \\
C_{zz} &= \max\left\{C_{zz}, \frac{55.6}{84.9}\right\} = 0.977
\end{aligned}$$

$$k_{yy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}} = 1.000 \cdot 1.000 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{2481.5}} \frac{1}{0.995} = 1.006$$

$$k_{yz} = C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{yz}} 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} = 0.790 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{233.8}} \frac{1}{0.911} 0.6 \sqrt{\frac{1.500}{1.109}} = 0.605$$

$$k_{zy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} = 1.000 \cdot 1.000 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{2481.5}} \frac{1}{0.997} 0.6 \sqrt{\frac{1.109}{1.500}} = 0.517$$

$$k_{zz} = C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{zz}} = 0.790 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{233.8}} \frac{1}{0.977} = 0.808$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 1):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.27 < 1.0$$

$$\frac{\frac{YM1}{0.0}}{\frac{0.864 \cdot 738.3}{1.0}} + 1.006 \frac{\frac{YM1}{7.5+0.0}}{\frac{0.688 \cdot 40.5}{1.0}} + 0.605 \frac{\frac{YM1}{0.000+0.000}}{\frac{19.9}{1.0}} = 0.27 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.14 < 1.0$$

$$\frac{\frac{YM1}{0.0}}{\frac{0.240 \cdot 738.3}{1.0}} + 0.517 \frac{\frac{YM1}{7.5+0.0}}{\frac{0.688 \cdot 40.5}{1.0}} + 0.808 \frac{\frac{YM1}{0.000+0.000}}{\frac{19.9}{1.0}} = 0.14 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (3.9 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.88m$; Kombinacja: $max N (+0, +1, +2,)$

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 5.5$, $h_w = 116.0$, $t_f = 8.5$, $b_f = 127.5$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{116.0}{500.0} \right)^2 = 6.108$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 8.5(1 + \sqrt{23.2 + 0.0}), 500.0] = 118.9mm$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{118.9 \cdot 5.5 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.108 \cdot 210000.0 \cdot 5.5^3 / 116.0}} = 0.305$$

$$\chi_F = \min \left[\frac{0.5}{\bar{\lambda}_F}, 1.0 \right] = \min \left[\frac{0.5}{0.305}, 1.0 \right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 118.9 = 118.9mm$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 118.9 \cdot 5.5}{1.0} 1e-3 = 153.6kN > 6.0kN = F_{Ed}$$

Ugięcia (17.3 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.94m$; Kombinacja: $ext U (0, 1, 2,)$



Przeszyczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |2.9|mm < 16.8mm = u_{z,lim}$.

Przeszyczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0|mm < 16.8mm = u_{y,lim}$.

Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

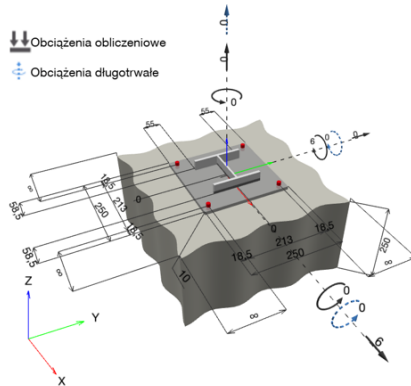
1 Projektowanie zamocowanie kotwowego

1.1 Wprowadzane dane

Typ i średnica kotwy:	HVZ M12x95	
Okres zwrotu (czas eksploatacji w latach):	50	
Nr artykułu:	308385 HAS-TZ M12x95/25 (pręt kotwy) / 2295596 HVU-TZ M12 (kapsuła)	
Tekst specyfikacji:	Hilti HAS-TZ 8.8 kotwa chemiczna o kontrolowanym momencie dokręcenia zHVZ patron foliowy z 110 mm osadzeniem hef, M12x95, Stal ocynkowana galwanicznie, Hollow drill bit (with automatic cleaning) montaż wg ETA 03/0032,	
Czynna głębokość zakotwienia:	$h_{ef} = 95,0 \text{ mm}$, $h_{nom} = 110,0 \text{ mm}$	
Materiał:	8.8	
Raport instytucji aprobowanej::	ETA 03/0032	
Wydanie i Ważność:	10.10.2024 -	
Obliczenia:	metoda wymiarowania EN 1992-4, mechaniczne	
Montaż dystansowy:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (brak dystansu); $t = 10,0 \text{ mm}$	
Blacha czołowa ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$;	
Profil:	IPBi/HEA, IPBI 140 / HE 140 A; (Dł. x Szer. x Gr.) = 133,0 mm x 140,0 mm x 5,5 mm x 8,5 mm	
Materiał podłoża:	zarysowany beton, C20/25, $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Temperatura krótkotrwała/długotrwała: 0/0 °C, Częściowy współczynnik bezpieczeństwa materiału $\gamma_c = 1,500$	
Montaż:	otwór wiercony metodą czyszczenia automatycznego, warunki montażu: Suche	
Zbrojenie:	brak zbrojenia lub rozstaw zbrojenia $\geq 150 \text{ mm}$ (dla wszystkich \varnothing) lub $\geq 100 \text{ mm}$ (dla $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) brak zbrojenia podłużnego krawędzi	

^{CBFEM} - Obliczenia kotew są wykonywane metodą CBFEM (Component Based Finite Element Method)

Geometria [mm] & Obciążenie [kN, kNm]



1.1.1 Kombinacja obciążeń

Przypadek	Opis	Siły [kN] / Momenty [kNm]	Obc. sejsm.	Obciążenie ogr.	Max. wyk. kotwy [%]
1	Kombinacja 1	N = 0,000; V _x = 6,000; V _y = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 6,000; M _z = 0,000;	nie	nie	84

1.2 Przypadek obc./Wynikowe siły w kotwach

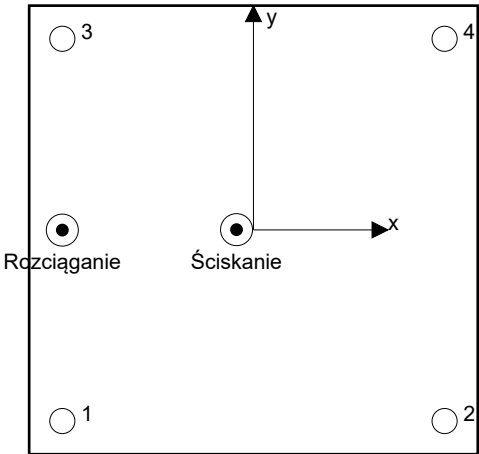
Reakcje w kotwach [kN]

Siła rozciągająca: (+Odrywanie, -Docisk)

Kotwa	Siła rozciągająca	Siła ścinająca	Siła ścinająca X	Siła ścinająca Y
1	20,355	1,595	1,562	0,321
2	0,000	1,441	1,439	-0,078
3	20,316	1,593	1,560	-0,320
4	0,000	1,441	1,439	0,077

Resulting tension force in (x/y)=(-106,5/-0,1): 40,671 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(-9,4/0,1): 42,373 [kN]



Siły kotwiące są obliczane metodą CBFEM (Component Based Finite Element Method)

1.3 Obciążenie rozciągające (EN 1992-4, Sekcja 7.2.1)

	Obciążenie [kN]	Wartość [kN]	Wykorzystanie β_N [%]	Status
Nośność Stali*	20,355	34,000	60	OK
Zniszczenie przez wyłamanie stożka betonu**	40,671	48,949	84	OK
Zniszczenie przez rozłupanie betonu**	N/A	N/A	N/A	N/A

*kotwa w najbardziej niekorzystnym położeniu **grupa kotew (kotwy rozciągane)

1.3.1 Nośność Stali

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabela 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
51,000	1,500	34,000	20,355

1.3.2 Zniszczenie przez wyłamanie stożka betonu

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tabela 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
141 941	81 225	142,5	285,0	20,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,0	1,000	0,1	0,999	1,000	1,000	97,1
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,319	7,700	31,885	1,500	48,949	40,671	

Identyfikator grupy kotew

1, 3

1.4 Obciążenie ścinające (EN 1992-4, Sekcja 7.2.2)

	Obciążenie [kN]	Wartość [kN]	Wykorzystanie β_v [%]	Status
Nośność Stali (bez udziału momentu zginającego)*	1,595	21,600	8	OK
Zniszczenie stali (przy udziale momentu zginającego)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Nośność na Wylupanie**	6,000	129,828	5	OK
Zniszczenie krawędzi betonu w kierunku **	N/A	N/A	N/A	N/A

*kotwa w najbardziej niekorzystnym położeniu **grupa kotew (istotne kotwy)

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Nośność Stali (bez udziału momentu zginającego)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabela 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
27,000	1,000	27,000	1,250	21,600	1,595

1.4.2 Nośność na Wylupanie

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabela 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.39a)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, równ. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
248 044	81 225	142,5	285,0	2,000	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	31,885	1.500	129,828	6.000		

Identyfikator grupy kotew

1-4

1.5 Kombinacja obciążeń rozciągającego i ścinającego (EN 1992-4, Sekcja 7.2.3)

Zniszczenie stali

β_N	β_V	α	Wykorzystanie $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,599	0,074	2,000	37	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Zniszczenie betonu

β_N	β_V	α	Wykorzystanie $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,831	0,046	1,000	74	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$$

1.6 Ostrzeżenia

- Zgodnie z obecnymi wytycznymi (ETAG 001/Załącznik C, EOTA TR029, itd.) metody projektowe zakotwień w PROFIS Anchor wymagają zastosowania sztywnej płyty czołowej. Oznacza to że nie bierze się pod uwagę redystrybucji obciążeń na kotwy ze względu na elastyczną deformację płyty czołowej - płyta jest wystarczająco sztywna, aby nie ulec odkształceniu pod działaniem obciążenia projektowego. PROFIS Engineering oblicza minimalną, wymaganą grubość płyty czołowej wg CBFEM ograniczając naprężenia w oparciu o powyższe założenia. PROFIS Engineering nie sprawdza poprawności założenia występowania sztywnej płyty podstawy. Dane wejściowe i ich wyniki muszą być sprawdzone pod względem zgodności z istniejącymi warunkami!
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- Sprawdzenie przekazywania obciążeń do podłoża jest wymagane zgodnie z EN 1992-4, Załącznik A!
- Obliczenia są ważne gdy wielkość szczeliny w mocowanym elemencie nie jest większa niż podana w Tabeli 6.1 normy EN 1992-4! Dla większych średnic patrz sekcja 6.2.2 normy EN 1992-4!
- Lista akcesoriów w raporcie podana została informacyjnie. W każdym przypadku instrukcje zamieszczone przy produkcji muszą być przestrzegane, aby montaż był wykonany prawidłowo.
- Do określenia $\psi_{re,v}$ (wyłamanie krawędzi betonu) jako otulinę zbrojenia przykrawędziowego przyjmuje się minimalną otulinę betonu określoną w ustawieniach projektu.
- Metody projektowania kotew w PROFIS Engineering wymagają zastosowania sztywnych płyt postawy zgodnie z wymaganiami aktualnych przepisów (AS 5216:2018, ETAG 001/Aneks C, EOTA TR029, itd.). Oznacza to, że płyta kotwiąca musi być wystarczająco sztywna, aby uniemożliwić przenoszenie obciążeń spowodowanych odkształceniami sprężystymi/niesprężystymi na kotwy. Użytkownik akceptuje, że na podstawie oceny inżynierskiej płyta kotwiąca jest traktowana jako bliska sztywnej."
- Nośność charakterystyczna wiązania chemicznego zależy od okresu zwrotu (czasu eksploatacji w latach): 50

1.7 Dane montażowe

Blacha czołowa, stal: S 235; $E = 210\,000,00\text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00\text{ N/mm}^2$
 Profil: IPBi/HEA, IPBI 140 / HE 140 A; (Dł. x Szer. x Gr.) = 133,0 mm x 140,0 mm x 5,5 mm x 8,5 mm
 Średnica otworu w elemencie mocowanym: $d_f = 14,0\text{ mm}$
 Grubość blachy (wprowadzona): 10,0 mm

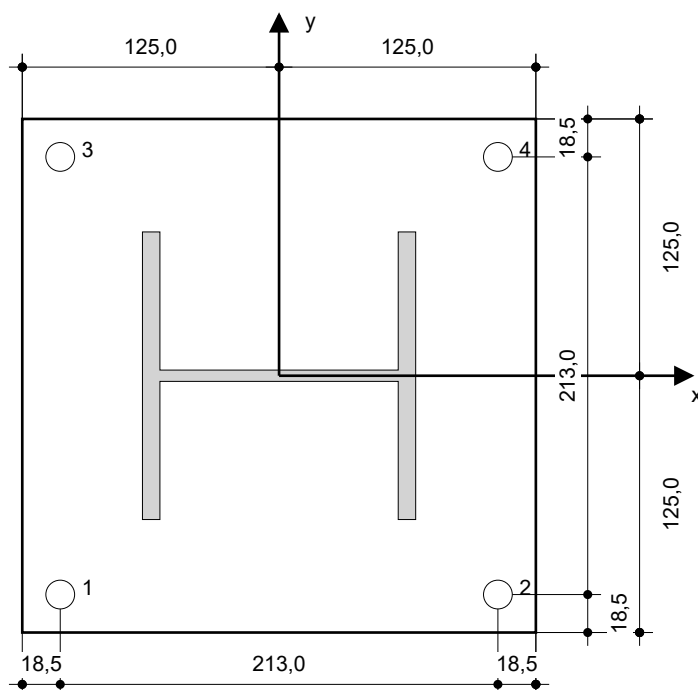
Metoda wiercenia: SafeSet - automatyczne czyszczenie
 Czyszczenie otworu: Wymagane wiercenie otworu metodą automatycznego czyszczenia

Typ i średnica kotwy: HVZ M12x95
 Nr artykułu: 308385 HAS-TZ M12x95/25 (pręt kotwy) / 2295596 HVU-TZ M12 (kapsuła)
 Maksymalny moment dokręcający: 50 Nm
 Średnica otworu w podłożu: 14,0 mm
 Głębokość otworu w podłożu: 110,0 mm
 Minimalna grubość podłoża: 190,0 mm

Hilti HAS-TZ 8.8 kotwa chemiczna o kontrolowanym momencie dokręcenia zHVZ patron foliowy z 110 mm osadzeniem hef, M12x95, Stal ocynkowana galwanicznie, Hollow drill bit (with automatic cleaning) montaż wg ETA 03/0032

1.7.1 Wymagane akcesoria

Wiercenie	Czyszczenie	Instalacja
<ul style="list-style-type: none"> Młot uderowy Czyszczenie odkurzaczem 	<ul style="list-style-type: none"> Akcesoria nie są wymagane 	<ul style="list-style-type: none"> Narzędzie sześciokątne do osadzenia pręta gwintowanego HSA z patronem foliowym HVU Klucz dynamometryczny



Współrzędne kotew [mm]

Kotwa	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-106,5	-106,5	-	-	-	-
2	106,5	-106,5	-	-	-	-
3	-106,5	106,5	-	-	-	-
4	106,5	106,5	-	-	-	-

2 Sprawdzenie sztywności płyty podstawy

2.1 Wprowadzane dane

Płyta podstawy:	Kształt: Prostokątna $I_x \times I_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Obliczenia: Sprawdzenie sztywności płyty podstawy Materiał: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Typ i rozmiar kotwy:	HVZ M12x95, $h_{ef} = 95,0 \text{ mm}$
Sztywność kotwy:	Kotwa jest modelowana z uwzględnieniem wartości sztywności określonych na podstawie ścieżek równowagi wyznaczonych w niezależnym laboratorium. Trzeba pamiętać, że nie ma możliwości prostego zastąpienia kotwy, ponieważ sztywność kotwy istotnie wpływa na wyniki rozkładu obciążeń.
Metoda projektowania:	Projektowanie oparte na EN przy użyciu metody CBFEM
Montaż dystansowy:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Bez mocowania dystansowego); $t = 10,0 \text{ mm}$
Profil:	IPBI 140 / HE 140 A; $(L \times W \times T \times FT) = 133,0 \text{ mm} \times 140,0 \text{ mm} \times 5,5 \text{ mm} \times 8,5 \text{ mm}$ Materiał: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Mimośród x: 0,0 mm Mimośród y: 0,0 mm
Materiał Podłoża:	Beton zarysowany; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30\,000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12\,500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Spoiny (profil z płytą podstawy):	Rodzaj redystrybucji: Plastyczne Materiał: S 235
Rozmiar siatki:	Liczba elementów na krawędzi: 8 Min. rozmiar elementu: 10,0 mm Maks. rozmiar elementu: 50,0 mm

2.2 Klasyfikacja płyt podstawy

Wyniki poniżej są wyświetlane dla decydujących kombinacji obciążeń: Kombinacja 1

Siły rozciągające działające na kotwę	Ekwiwalentna płyta podstawy o sztywnych parametrach (FEM)	Płyta podstawy o elastycznych parametrach (FEM)
Kotwa 1	14,579 kN	20,355 kN
Kotwa 2	-0,002 kN	0,000 kN
Kotwa 3	14,580 kN	20,316 kN
Kotwa 4	-0,002 kN	0,000 kN

Na podstawie własnej oceny inżynierskiej użytkownik zaakceptował uznanie wybranej płyty podstawy jako sztywnej. Oznacza to, że można stosować metody projektowania zakotwień.

2.3 Ostrzeżenia

- Korzystając z funkcji elastycznego dostosowania parametrów obliczeniowych w PROFIS Engineering możesz znaleźć się poza zakresem stosowanych kodów projektowych, a określona kotwa może nie zachowywać się jak sztywna. Prosimy skonsultować wyniki z wykwalifikowanym projektantem i / lub inżynierem konstruktorem, aby zapewnić przydatność i zgodność produktu oraz jego zastosowania z przepisami obowiązującymi w danej jurysdykcji oraz z wymaganiami projektu.
- Kotwa jest modelowana z uwzględnieniem wartości sztywności określonych na podstawie ścieżek równowagi wyznaczonych w niezależnym laboratorium. Trzeba pamiętać, że nie ma możliwości prostego zastąpienia kotwy, ponieważ sztywność kotwy istotnie wpływa na wyniki rozkładu obciążeń.

3 Zestawienie wyników

	Kombinacja obciążeń	Maks. wykorzystanie	Status
Kotwy	Kombinacja 1	84%	OK

Zamocowanie spełnia wymogi projektu!