

Проверка на верховете на стълб в 90° за монтаж
на OPGW 20B42z

I Товари: товарно натоварване $302/2 = 151 \text{ m}'$

- с.т. OPGW $g_s = 419 \text{ kg/km} = 0,00419 \text{ kN/m}'$

- с.т. окабчаване - приемане по $g_{ок} = 1 \text{ kN}$

$$\Sigma g_s + g_{ок} = 0,00419 \cdot 151 + 1 = 1,63 \text{ kN (от всяка страна)}$$

- обмряване по OPGW

с.т. лед $= 900 \text{ kg/m}^3$; $t_{лед} = 15 \text{ mm}$ (III кл. р.)

$$\Rightarrow \text{с.т. лед в/у OPGW} = (42^2 \cdot 314/4 - 12^2 \cdot 314/4) \cdot 151 \cdot 9 = 1,73 \text{ kN}$$

с.т. лед в/у окабчаването - приема се 1 kN

$$\Sigma \text{лед} = 2,73 \text{ kN (от всяка страна)}$$

- вятър: $\begin{cases} V = 30 \text{ m/s} - \text{ без лед} \\ V = 15 \text{ m/s} - \text{ с лед} \end{cases}$

$$q^{\#} = \frac{30^2}{16} = 56,25 \text{ kg/m}^2 = \frac{0,56 \text{ kN}}{\text{m}^2} - \text{ без лед}$$

$$q^{\#}_{\text{лед}} = \frac{15^2}{16} = 9,14 \text{ kN/m}^2 - \text{ с лед}$$

Сила от вятър в/у м.з.в. ($d = 12 \text{ mm} = 0,012 \text{ m}$)

- с лед: $0,012 \cdot 9,14 \cdot 151 = 0,89 \text{ kN} = F_w^{\text{лр.}}$

- без лед: $0,012 \cdot 0,56 \cdot 151 = 1,02 \text{ kN} = F_w^{\text{лр.}}$

} от всяка
страна

- съвкупно усилие за 1 м.з.в.

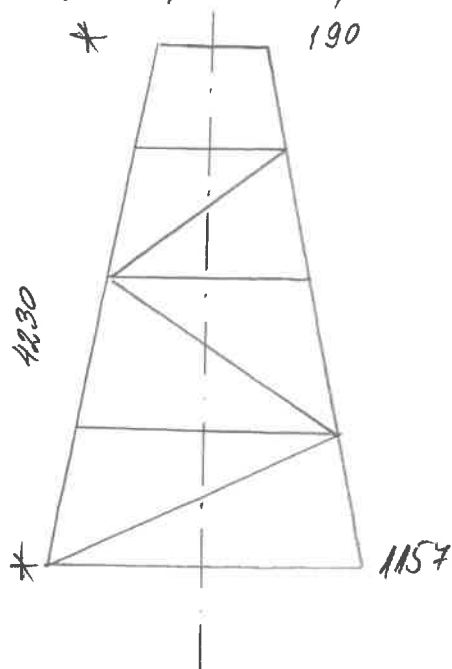
Согласно размерването по смет Електро:

$$T_{\text{max}} = 20,7 \text{ kN}$$

Мак. допустимото за това OPGW е $23,8 \text{ kN}$.

①

- вятър върху върха:



$h = 23,5 \text{ м}$ от терена

за местност тип А $\Rightarrow K_z = 1,30$

$$W_{cr}^* = C_t \cdot q^* \cdot S \cdot K_z - \perp \text{ на скъба}$$

$$W_x = W_y = 0,707 \cdot W_{cr}^* - \text{вятър под } 45^\circ \text{ спрямо ос скъб.}$$

C_t - аеродинамичен коефициент

$$C_t = C_x (1 + \gamma_1) \cdot K_1$$

за квадратно сечение $K_1 = 1$; $C_{xi} = 1,4$

$$\gamma = \frac{2 \cdot 4,29 \cdot 0,09 + 0,045 \cdot (0,18 + 0,42 + 0,67 + 0,91 + 4,01)}{2,85} = 0,37 < 0,8$$

$$\text{при } h/b = 1 \Rightarrow \gamma = 0,48 - \text{заслоняване}$$

$$\Rightarrow C_t = 1,4 (1 + 0,48) \cdot 1 = 2,07$$

$$\Rightarrow W_{cr}^* = 2,07 \cdot 0,56 \cdot 1,30 = 1,51 \text{ кН/м}^2 - \text{без лег}$$

$$W_{cr}^* = 2,07 \cdot 0,14 \cdot 1,30 = 0,38 \text{ кН/м}^2 - \text{с лег}$$

Коефициенти за натоварване:

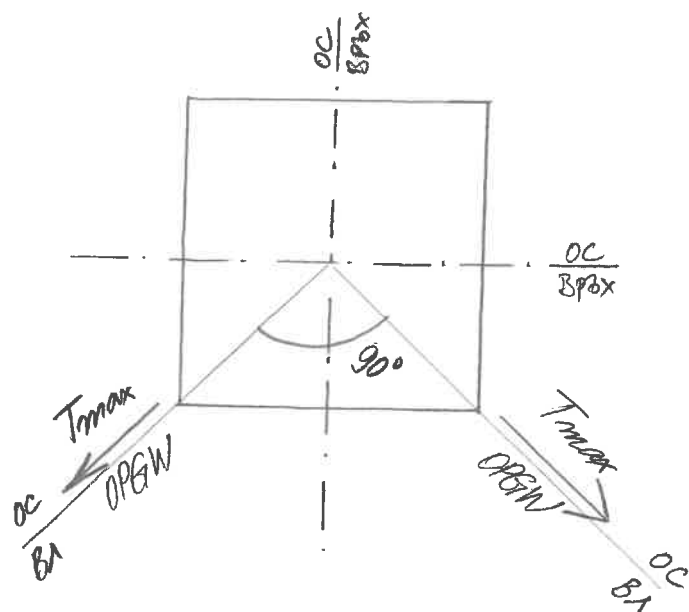
- с. тегла $f_g = 1,1$

- лег $f_{leg} = 2$

- вятър $f_w = 1,4$

- оттаване $f_m = 1,3$

Схема на действие на опъването:



Сравнение на уселията за основата на стълба

Стълбът е размерен за II, III и IV кл. район, за проводници 1х3АС400 и 1м.з.в. С50.

В разглеждания проект проводниците се заменят с АСО400 (облечени), а м.з.в. с въже тип OPGW.

По справочни данни:

АС 400:

$$\begin{aligned} A &= 4672 \text{ mm}^2 \\ d &= 28 \text{ mm} \\ g &= 1.66 \text{ kg/m} \\ F_{\text{раз.}} &= 143.6 \text{ kN} \end{aligned}$$

АСО 400:

$$\begin{aligned} A &= 4415 \text{ mm}^2 \\ d &= 27.2 \text{ mm} \\ g &= 1.472 \text{ kg/m} \\ F_{\text{раз.}} &= 112.51 \text{ kN} \end{aligned}$$

м.з.в. С-50:

$$\begin{aligned} A &= 48.64 \text{ mm}^2 \\ d &= 9.1 \text{ mm} \\ g &= 0.418 \text{ kg/m} \\ F_{\text{раз.}} &= 61.2 \text{ kN} \end{aligned}$$

м.з.в. тип OPGW 20B42E

$$\begin{aligned} A &= 83.1 \text{ mm}^2 \\ d &= 12 \text{ mm} \\ g &= 0.419 \text{ kg/m} \\ F_{\text{раз.}} &= 59.6 \text{ kN} \end{aligned}$$

Както е видно, по отношение на вертикалните товари проблем няма.

$$g_{AC400} = 1,66 \text{ кг/м} > g_{AC0100} = 1,472 \text{ кг/м}.$$

Диаметърът обаче е по-малък \Rightarrow по-малко тегло от обледяване.

Аналогично:

$$g_{C-50} = 0,418 \text{ кг/м} \approx g_{OP6W} = 0,419 \text{ кг/м}$$

Диаметърът на OP6W е по-голям \Rightarrow глед е по-голям
За 1 м' и $\delta_{лед} = 15 \text{ мм}$:

$$g_{лед}^{C-50} = \frac{1135,11}{1000^2} \cdot 9 = 0,0102 \text{ кН/м'}$$

$$g_{лед}^{OP6W} = 0,0113 \text{ кН/м'}$$

Разликата е $\approx 10\%$. Това няма да доведе до претоварване на монтажните, тъй като коеф. за натоварване за лед е прет $f_{лед} = 2$.

По отношение на хориз. товари от отбояване:

Стеблото е размерен за опън от 3 AC400, за което съгласно справочниците е формулимо:

$$\text{AC400: при } \varphi = -5^\circ \text{ и обледяване } T_{max} = 45,8 \text{ кН}$$

$$\text{при } \varphi = -30^\circ \text{ без лед } T_{max} = 41,92 \text{ кН}$$

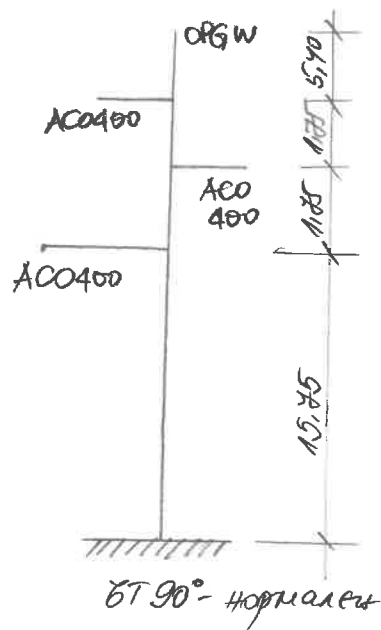
$$\text{За и.з.в. C-50: } T_{max} = 15,4 \text{ кН}$$

В проекта залагаме AC0400, за което знаем, че:

$$\text{при } \varphi = -5^\circ \text{ и обледяване } T_{max} = 40,96 \text{ кН}$$

$$\text{при } \varphi = -30^\circ \text{ без лед } T_{max} = 38,3 \text{ кН}$$

$$\text{За и.з.в. при OP6W dB122: } T_{max} = 23,8 \text{ кН}$$



РАЗГЛЕЖДАМЕ САМО ЕДНА РАВНИНА
НА ДЕЙСТВИЕ НА ОБИЧНИТЕ
СИЛИ.

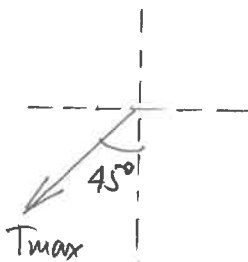
$$M^{(1)} = 49,96 \cdot (15,75 + 14,5 + 19,25) + 23,8 \cdot 24,65 = 2737,1 \text{ kNm}$$

$$M^{(2)} = 45,8 (15,75 + 14,5 + 19,25) + 15,4 \cdot 24,65 = 2784,1 \text{ kNm}$$

- момент от уалмата
заложени в проекта.

$$2784,1 > 2737,1 \text{ kNm}$$

⇒ НЕ Е НЕОБХОДИМО УПОКОЯВНО ПРЕИВНАСЯВАНЕ
НЕ НА СТЪЛБА.



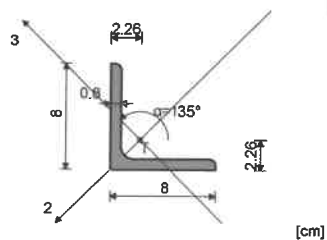
Входни данни - Конструкция

Таблица на материалите

No	Наименование на материала	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	Стомана	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Съвкупности на гредите

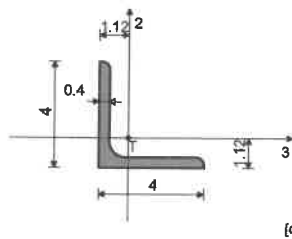
№: 1 Сечение: L 80x80x8, Фиктивен ексцентрицитет



Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Стомана	1.230e-3	6.400e-4	6.400e-4	2.730e-8	1.150e-6	2.960e-7

[cm]

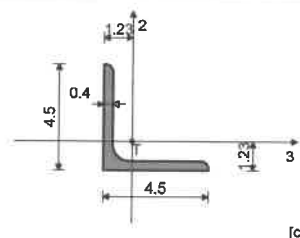
№: 2 Сечение: L 40x40x4, Фиктивен ексцентрицитет



[cm]

Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Стомана	3.080e-4	1.600e-4	1.600e-4	1.700e-9	4.475e-8	4.475e-8

№: 3 Сечение: L 45x45x4, Фиктивен ексцентрицитет

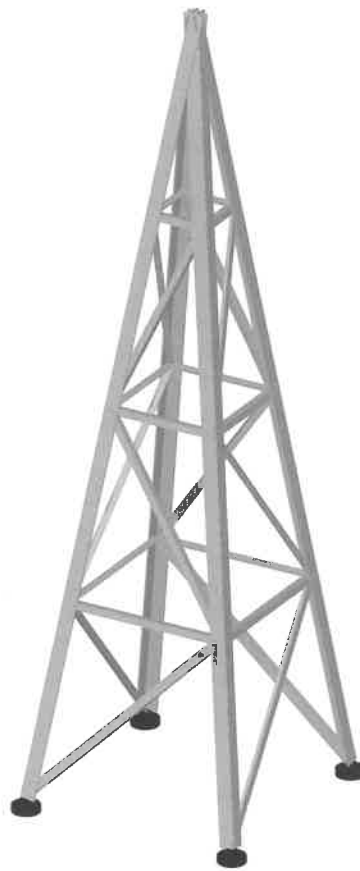


[cm]

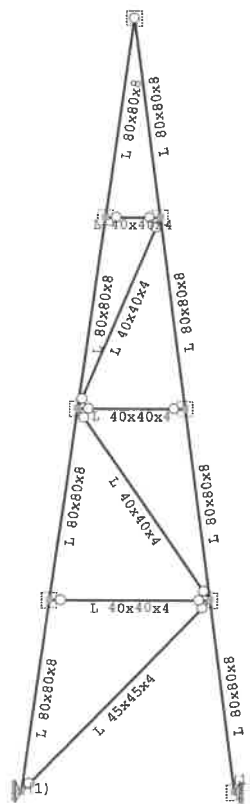
Мат.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Стомана	3.490e-4	1.800e-4	1.800e-4	1.900e-9	6.440e-8	6.440e-8

Съвкупности на точковите опори

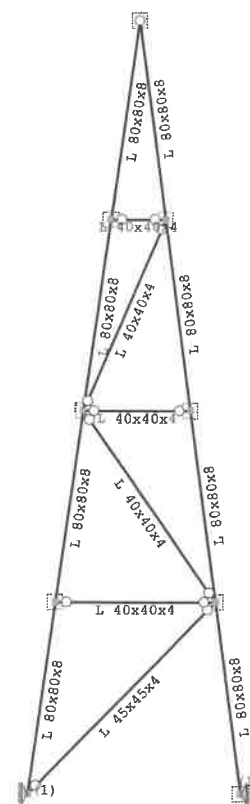
	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			



Изометрия

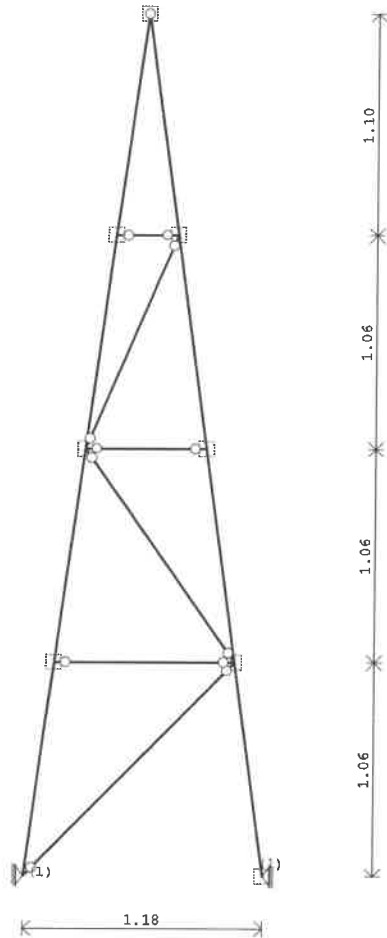


Изглед: 1

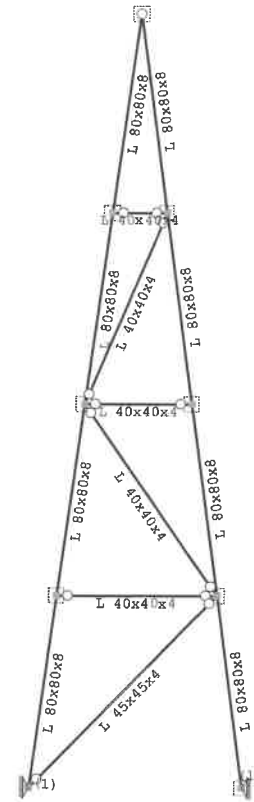


Изглед: 2

Входни данни - Натоварване



Изглед: 3



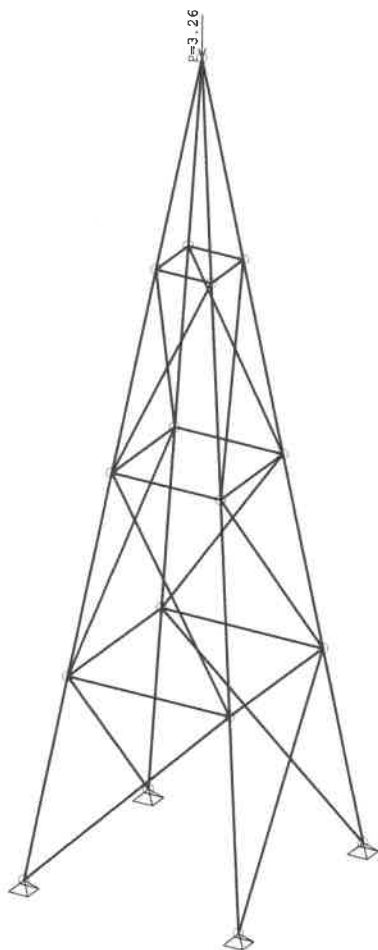
Изглед: 4

Случаи на натоварване

LC	Наименование
1	с.т. (g)
2	лед
3	вятър без лед
4	опъване 1
5	опъване 2

LC	Наименование
6	вятър с лед
7	Комб.: 1.1xI+1.4xIII+1.3xIV
8	Комб.: 1.1xI+1.4xIII+1.3xV
9	Комб.: 1.1xI+2xII+1.3xIV+1.4xVI
10	Комб.: 1.1xI+2xII+1.3xV+1.4xVI

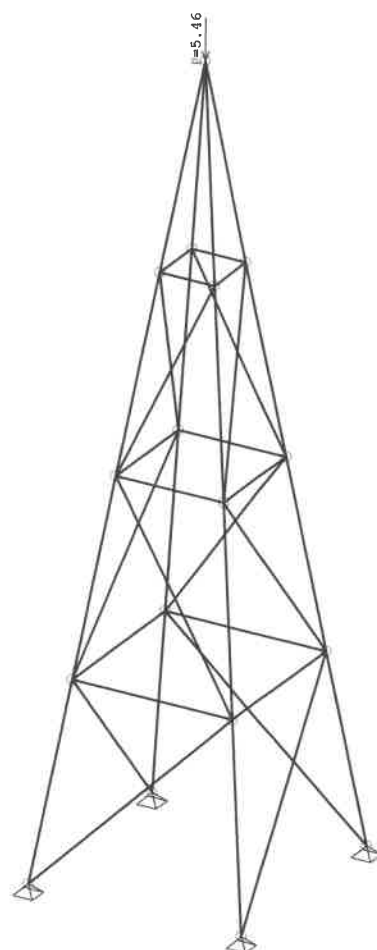
Натов. 1: с.т. (g)



Изометрия

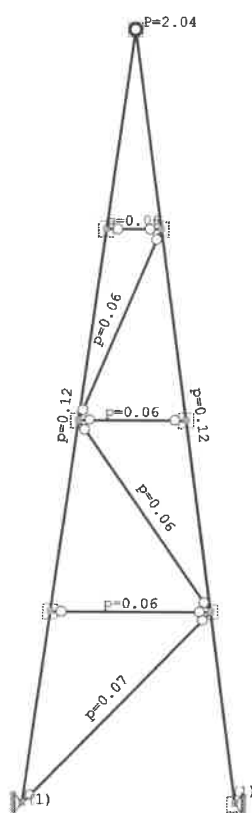
Натов. 3: вятър без лед

Натов. 2: лед

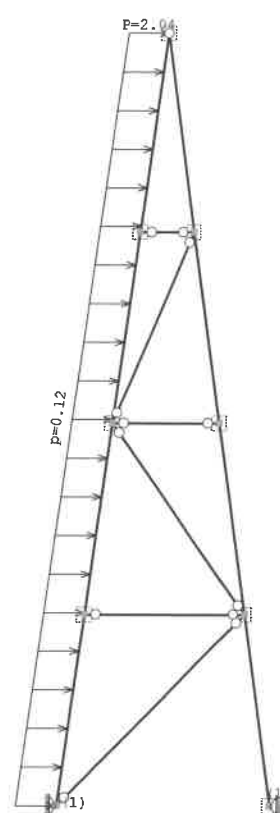


Изометрия

Натов. 3: вятър без лед

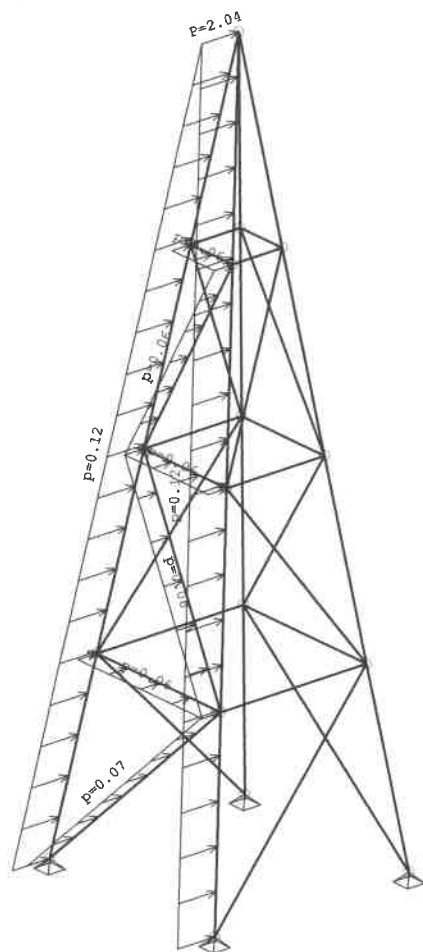


Изглед: 1



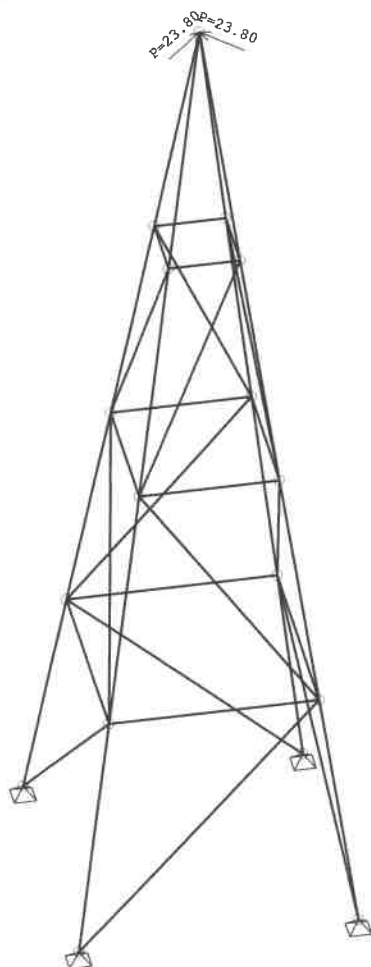
Изглед: 2

Натов. 3: вятър без лед



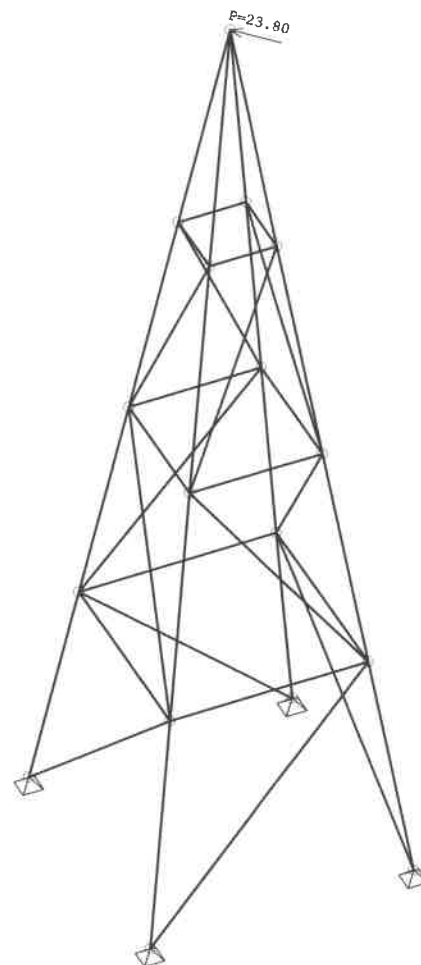
Изометрия

Натов. 5: олъване 2



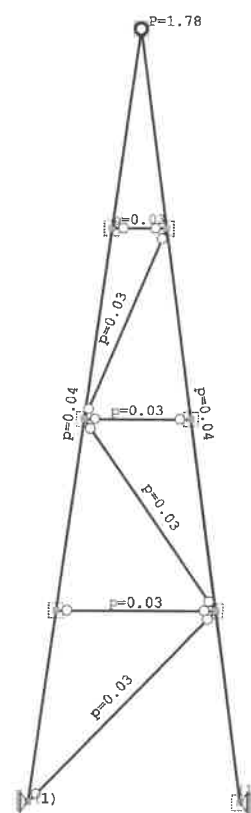
Изометрия

Натов. 4: олъване 1



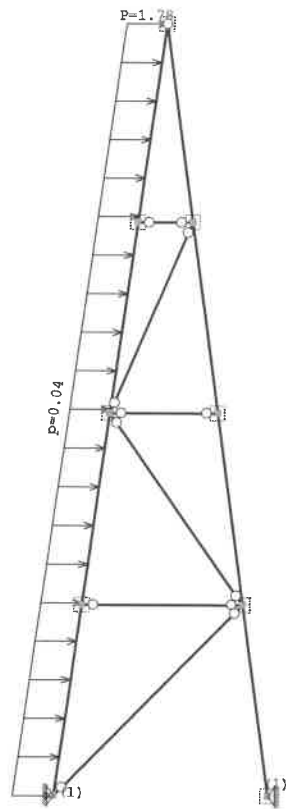
Изометрия

Натов. 6: вятър с лед



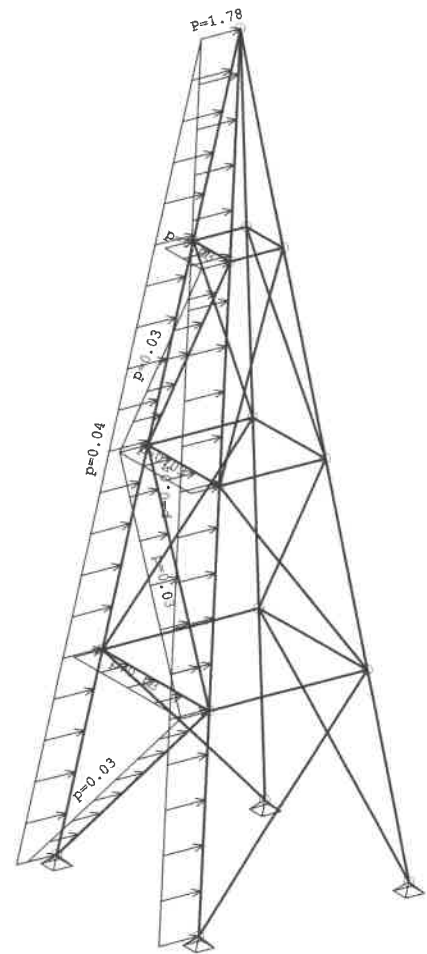
Изглед: 1

Натов. 6: вятър с лед



Изглед: 2

Натов. 6: вятър с лед



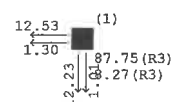
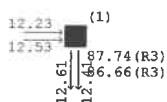
Изометрия

Изчисление - Статика

Разрезни усилия в гредите - Екстремни стойности - Натоварване: 7-10

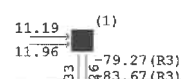
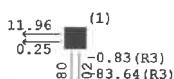
Обозначение	С.Н.	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	T3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
Съкупност 1: L 80x80x8								
(1 - 4)	8	1.068	+84.854	0.193	0.000	0.000	-0.071	-0.128
(2 - 5)	8	1.068	+84.574	0.062	-0.449	0.000	-0.412	0.012
(2 - 5)	7	1.068	+84.473	0.122	-0.312	0.000	-0.265	-0.052
(5 - 10)	7	1.068	+83.970	0.065	0.490	0.000	0.325	-0.044
(4 - 8)	8	1.068	+83.855	-0.105	0.559	0.000	0.458	0.062
(5 - 10)	8	1.068	+83.674	0.210	0.535	0.000	0.227	-0.135
(8 - 13)	8	1.068	+82.726	0.396	0.035	0.000	0.428	-0.283
(15 - 17)	8	1.109	+82.120	-0.035	0.829	0.000	0.000	0.000
(10 - 15)	7	1.068	+80.678	0.216	-0.682	0.000	-0.336	-0.197
(15 - 17)	7	1.109	+80.522	-0.101	0.237	0.000	0.000	0.000
(3 - 6)	10	0.000	-88.882	0.016	0.399	0.000	0.000	0.000
(7 - 9)	10	0.000	-88.858	-0.111	0.108	0.000	0.000	0.000
(3 - 6)	9	0.000	-88.781	-0.044	0.262	0.000	0.000	0.000
(9 - 12)	10	0.000	-87.991	0.157	-0.563	0.000	0.116	0.107
(6 - 11)	9	0.000	-87.828	0.000	-0.614	0.000	0.279	0.035
(7 - 9)	8	0.000	-87.793	-0.112	0.097	0.000	0.000	0.000
(6 - 11)	10	0.000	-87.532	-0.150	-0.659	0.000	0.426	-0.029
(3 - 6)	8	0.000	-87.515	0.017	0.391	0.000	0.000	0.000
(3 - 6)	7	0.000	-87.414	-0.043	0.253	0.000	0.000	0.000
(6 - 11)	7	0.000	-86.496	0.000	-0.588	0.000	0.270	0.034
Съкупност 2: L 40x40x4								
(16 - 10)	8	0.000	+4.557	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(16 - 10)	10	0.000	+4.088	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(16 - 10)	7	0.000	+4.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(16 - 10)	9	0.000	+3.558	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(15 - 8)	8	0.000	+2.961	0.000	0.050	0.000	0.000	0.000
(15 - 8)	10	0.000	+2.788	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000
(8 - 5)	8	0.000	+1.882	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000
(8 - 5)	10	0.000	+1.773	0.000	0.029	0.000	0.000	0.000
(14 - 13)	10	0.303	+1.526	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(14 - 13)	8	0.303	+1.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(13 - 11)	8	1.149	-4.613	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(13 - 11)	10	1.149	-4.459	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(13 - 11)	7	1.149	-4.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(13 - 11)	9	1.149	-3.929	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(14 - 12)	10	1.149	-3.202	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(14 - 12)	8	1.149	-3.102	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(12 - 6)	10	1.292	-2.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(12 - 6)	8	1.292	-1.984	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(15 - 16)	8	0.303	-1.775	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(15 - 16)	10	0.303	-1.565	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Съкупност 3: L 45x45x4								
(9 - 2)	7	0.000	+1.295	-0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(9 - 2)	8	0.000	+1.172	-0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(9 - 2)	9	0.000	+0.812	-0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(5 - 1)	8	0.000	+0.699	0.000	0.075	0.000	0.000	0.000
(9 - 2)	10	0.000	+0.689	-0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(5 - 1)	10	0.000	+0.661	-0.012	0.034	0.000	0.000	0.000
(5 - 1)	7	0.000	+0.163	0.000	0.075	0.000	0.000	0.000
(5 - 1)	9	0.000	+0.125	-0.012	0.034	0.000	0.000	0.000
(4 - 3)	7	1.479	-1.245	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(4 - 3)	8	1.479	-1.122	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(4 - 3)	9	1.479	-0.877	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(6 - 7)	10	1.479	-0.766	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(4 - 3)	10	1.479	-0.753	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(6 - 7)	8	1.479	-0.744	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(6 - 7)	9	1.479	-0.231	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
(6 - 7)	7	1.479	-0.209	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000

Натов. 11: [Екстр.] 7-10



Ниво: [0.00 m]

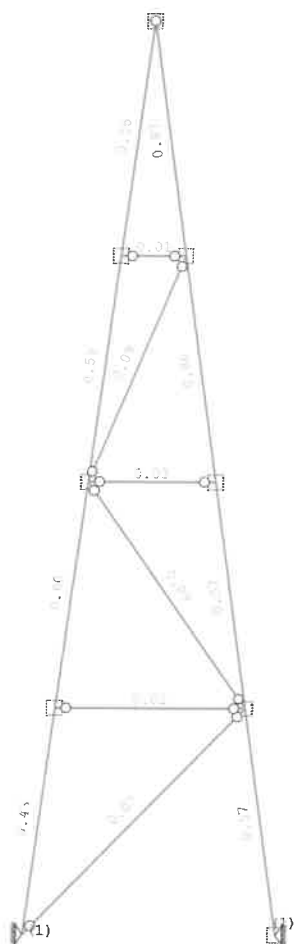
Реакции в опорите (Min/Max)



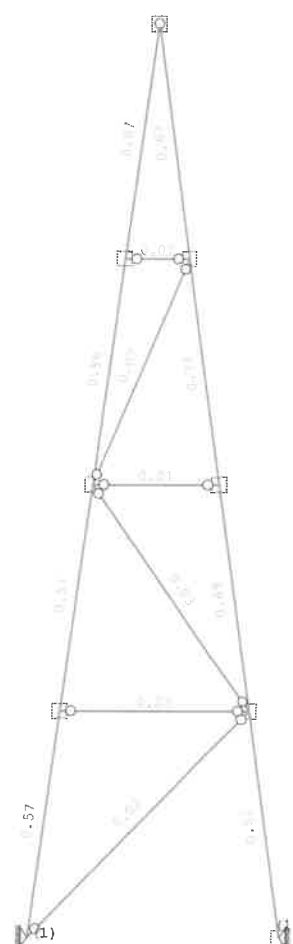
Оразмеряване (стомана)

Контрол на напреженията - EUROCODE 3 (ENV)

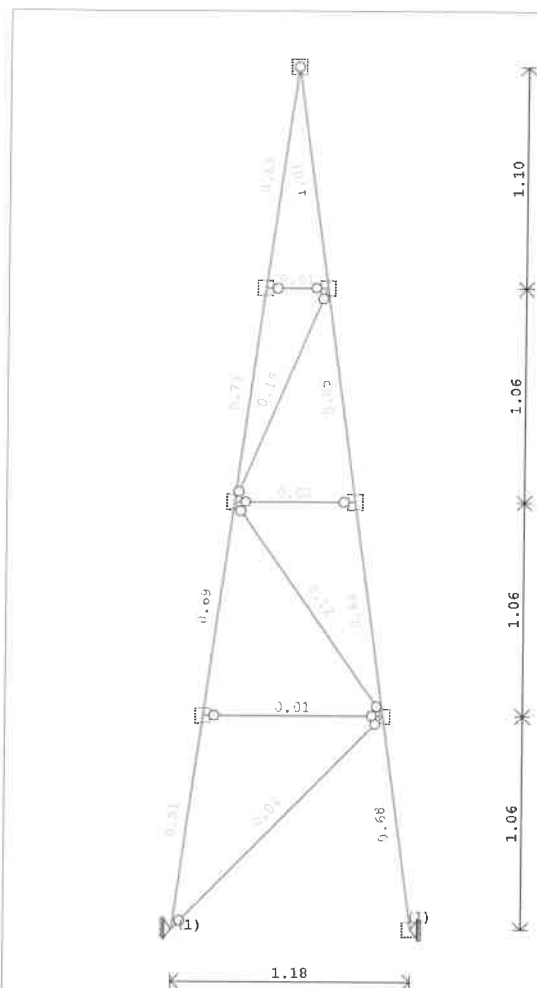
Описание	С.Н.	σ [kN/cm ²]	τ [kN/cm ²]	σ_{II} [kN/cm ²]	Описание	С.Н.	σ [kN/cm ²]	τ [kN/cm ²]	σ_{II} [kN/cm ²]
Съвкупност 1: L 80x80x8					(13 - 11)	8	1.585	0.005	1.585
(14 - 17)	10	14.496	0.200	14.500	(8 - 5)	8	1.532	0.038	1.532
(11 - 14)	10	14.256	0.265	14.263	(16 - 10)	8	1.514	0.005	1.514
(15 - 17)	8	14.012	0.212	14.016	(14 - 12)	10	1.127	0.005	1.127
(10 - 15)	8	13.782	0.266	13.790	(12 - 6)	10	0.731	0.008	0.731
(9 - 12)	10	10.970	0.124	10.972	(15 - 16)	8	0.576	0.002	0.576
(12 - 16)	7	5.368	0.109	5.371	(8 - 10)	8	0.524	0.018	0.524
	10	10.854	0.071	10.854	(14 - 13)	10	0.496	0.002	0.496
(3 - 6)	10	10.651	0.088	10.652	(12 - 11)	10	0.455	0.005	0.455
(6 - 11)	10	10.550	0.146	10.553	(4 - 5)	8	0.447	0.028	0.447
(4 - 8)	8	10.408	0.124	10.411	(5 - 9)	7	0.374	0.008	0.374
(8 - 13)	7	5.373	0.132	5.378	(10 - 9)	9	0.358	0.008	0.358
	8	10.310	0.087	10.310	(9 - 6)	10	0.347	0.008	0.347
(2 - 5)	8	10.139	0.099	10.140	(11 - 4)	8	0.342	0.008	0.342
(5 - 10)	8	10.069	0.146	10.062	(6 - 4)	9	0.340	0.008	0.340
(16 - 17)	7	5.143	0.133	5.148	(13 - 15)	7	0.196	0.009	0.197
	10	8.761	0.076	8.762		9	0.210	0.006	0.211
(13 - 17)	7	5.628	0.154	5.634	(16 - 14)	7	0.199	0.002	0.199
	8	8.724	0.100	8.726	(10 - 12)	7	0.195	0.005	0.195
(7 - 9)	7	1.421	0.027	1.422	(11 - 8)	9	0.176	0.005	0.176
	10	7.757	0.025	7.757	Съвкупност 3: L 45x45x4				
(1 - 4)	7	1.369	0.048	1.372	(5 - 1)	8	1.449	0.046	1.449
	8	7.465	0.043	7.465	(4 - 3)	7	0.595	0.010	0.595
Съвкупност 2: L 40x40x4					(9 - 2)	7	0.464	0.010	0.464
(15 - 8)	8	1.783	0.033	1.783	(6 - 7)	10	0.457	0.010	0.457



Изглед: 1
Контрол на устойчивостта



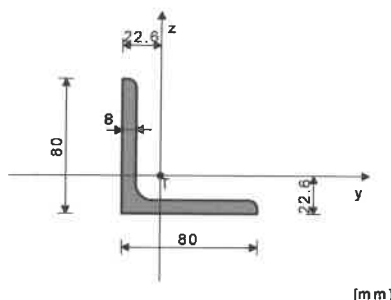
Изглед: 2
Контрол на устойчивостта



Изглед: 3
Контрол на устойчивостта
Греда 17-14

НАПРЕЧНО СЕЧЕНИЕ: L 80x80x8 [S 235] [Съвкупност: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

ГЕОМЕТРИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СЕЧЕНИЕ



($f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$, $f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$)

A_x	12.300 cm ²
A_y	6.400 cm ²
A_z	6.400 cm ²
I_x	2.730 cm ⁴
I_y	29.600 cm ⁴
I_z	115.00 cm ⁴
I_{xy}	72.300 cm ⁴
I_{yz}	72.300 cm ⁴
W_y	12.596 cm ³
W_z	12.596 cm ³
$W_{y,pl}$	23.296 cm ³
$W_{z,pl}$	27.776 cm ³
γ_{M0}	1.100
γ_{M1}	1.100
γ_{M2}	1.250
A_{net}/A	0.900

[mm]

Коефициент на използване за всички товарни състояния
10. $\gamma = 1.01$ 8. $\gamma = 1.00$ 9. $\gamma = 0.63$
7. $\gamma = 0.61$

ПРЪТ ПОДЛОЖЕН НА НАТИСК И ОГЪВАНЕ
(случай на натоварване 10, начало на пръта)

Изчислителна нормална сила	$N_{sd} = -86.031 \text{ kN}$
Срязваща сила в y посока	$V_{sd,y} = 0.582 \text{ kN}$
Срязваща сила в z посока	$V_{sd,z} = -0.698 \text{ kN}$
Момент на огъване около y ос	$M_{sd,y} = -0.783 \text{ kNm}$
Момент на огъване около z ос	$M_{sd,z} = 0.637 \text{ kNm}$
Системна дължина на пръта	$L = 110.89 \text{ cm}$

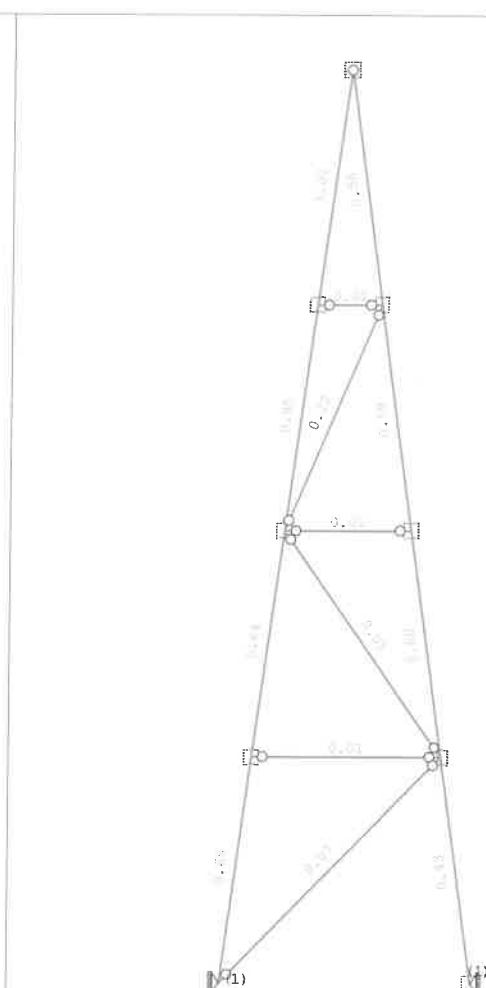
5.3 КЛАСИФИКАЦИЯ НА НАПРЕЧНИТЕ СЕЧЕНИЯ
Категория сечение 3

5.4 СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА НАПРЕЧНИТЕ СЕЧЕНИЯ
5.4.4 Натиск

Изч. съпротив. на пластичността	$N_{pl,Rd} = 262.77 \text{ kN}$
Изч. съпротив. на натиск	$N_{c,Rd} = 262.77 \text{ kN}$

Условие 5.16: $N_{sd} \leq N_{c,Rd}$ (86.03 <= 262.77)

5.4.5 Огъване y-y



Изглед: 4
Контрол на устойчивостта

Изч. пластичен момент
Изч. съпротивление на лок. изкълчване
Изч. еластичен момент
Изч. съпротивление на огъване

$M_{pl,Rd}$	4.977 kNm
$M_{o,Rd}$	2.691 kNm
$M_{el,Rd}$	2.691 kNm
$M_{c,Rd}$	2.691 kNm

Условие 5.17: $M_{sd,y} \leq M_{c,Rd,y}$ (0.78 <= 2.69)

5.4.5 Огъване z-z

Изч. пластичен момент
Изч. съпротивление на лок. изкълчване
Изч. еластичен момент
Изч. съпротивление на огъване

$M_{pl,Rd}$	5.934 kNm
$M_{o,Rd}$	2.691 kNm
$M_{el,Rd}$	2.691 kNm
$M_{c,Rd}$	2.691 kNm

Условие 5.17: $M_{sd,z} \leq M_{c,Rd,z}$ (0.64 <= 2.69)

5.4.6 Срязване

Изч. пл. съпротивление на срязване z-z
Условие 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl,Rd,z}$ (0.70 <= 78.94)

$V_{pl,Rd} = 78.940 \text{ kN}$

Изч. пл. съпротивление на срязване y-y

Условие 5.20: $V_{sd,y} \leq V_{pl,Rd,y}$ (0.58 <= 78.94)

$V_{pl,Rd} = 78.940 \text{ kN}$

5.4.9 Огъване, срязване и осова сила

Не е необходима редукция на съпр. мом.

Условие: $V_{sd,z} \leq 50\% V_{pl,Rd,z}$ и $V_{sd,y} \leq 50\% V_{pl,Rd,y}$

5.4.8 Огъване и осова сила

Условие 5.38: (0.89 <= 1)

5.5 СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА ОГЪВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

5.5.1.1 Съпротивление на огъване

Дължина на изкълчване ξ - ξ

$l_{\xi} = 110.89 \text{ cm}$

Инерционен радиус ξ - ξ

$i_{\xi} = 1.551 \text{ cm}$

Изкълчване ξ - ξ

$\lambda_{\xi} = 71.481$

Относителна стройност ξ - ξ

$\lambda_{\xi} = 0.761$

Крива на изкълчването за ос ξ - ξ : B

$\alpha = 0.340$

Редукционен коефициент

$\chi_{\xi} = 0.748$

Коефициент на ефективното сечение

$\beta_A = 1.000$

Изч. съпротивление на огъване

$N_{b,Rd_{\xi}} = 196.56 \text{ kN}$

Условие 5.45: $N_{sd} \leq N_{b,Rd_{\xi}}$ (86.03 <= 196.56)

Дължина на изкълчване η - η

$l_{\eta} = 110.89 \text{ cm}$

Инерционен радиус η - η

$i_{\eta} = 3.058 \text{ cm}$

Изкълчване η - η

$\lambda_{\eta} = 36.265$

Относителна стройност η - η

$\lambda_{\eta} = 0.386$

Крива на изкълчването за ос η - η : B

$\alpha = 0.340$

Редукционен коефициент

$\chi_{\eta} = 0.932$

Коефициент на ефективното сечение

$\beta_A = 1.000$

Изч. съпротивление на огъване

$N_{b,Rd_{\eta}} = 244.78 \text{ kN}$

Условие 5.45: $N_{sd} \leq N_{b,Rd_{\eta}}$ (86.03 <= 244.78)

44

5.5.2 Ог.-усукв. заг. на уст.

Коефициент	C1 =	1.879
Коефициент	C2 =	0.000
Коефициент	C3 =	0.939
Коеф. на еф. дължина на стран. измятане.	k =	1.000
Коеф. на ефек. дължина на усукване	kw =	1.000
Координата	zg =	0.000 cm
Координата	zj =	0.000 cm
Разстояние на странично подпиране	L =	110.89 cm
Секториален ин. мом.	Iw =	0.000 cm6
Крит. мом. за ог.-усукв. заг. на уст.	Mcr =	97.404 kNm
Коефициент	βw =	0.541
Коефициент на несъвършенство.	αLT =	0.210
Бездемensionна стройност	λLT =	0.174
Редукционен коефициент	χLT =	1.000
Изч. съпротивление на огъване	Mb.Rd =	2.691 kNm
Не се налага да се разчита на стр.-усук. изкълч.	λLT ≤	0.4

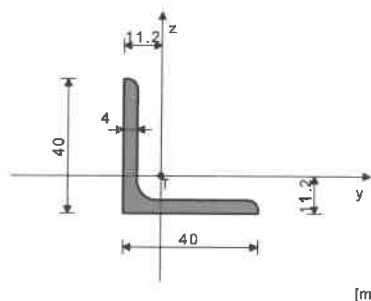
5.5.4 Огъване и осов натиск

Редукционен коефициент	χ _{LT} =	0.748
Nsd / ...		0.438
Коефициент на унифициран момент	βy =	1.800
Коефициент	μy =	-0.304
Коефициент	ky =	1.121
ky * My / ...		0.176
Коефициент на унифициран момент	βz =	1.800
Коефициент	μz =	-0.154
Коефициент	kz =	1.049
kz * Mz / ...		0.113
Условие 5.53: (1.01 ≤ 1)		
Надхвърляне 1.2% ≤ 3%		
Редукционен коефициент	χ _z =	0.932
Nsd / ...		0.351

Греда 11-13

НАПРЕЧНО СЕЧЕНИЕ: L 40x40x4 [S 235] [Съвкупност: 2]
EUROCODE 3 (ENV)

ГЕОМЕТРИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СЕЧЕНИЕ



Ax =	3.080 cm ²
Ay =	1.600 cm ²
Az =	1.600 cm ²
Ix =	0.170 cm ⁴
I _ξ =	1.860 cm ⁴
I _η =	7.090 cm ⁴
Iy =	4.475 cm ⁴
Iz =	4.475 cm ⁴
Wy =	1.554 cm ³
Wz =	1.554 cm ³
Wy.pl =	2.912 cm ³
Wz.pl =	3.472 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

Коефициент на използване за всички товарни състояния	8. γ=0.22	10. γ=0.21	7. γ=0.20
	9. γ=0.19		

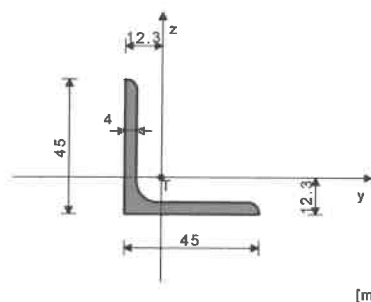
ПРЪТ ПОДЛОЖЕН НА ЦЕНТРИЧЕН НАТИСК
(случай на натоварване 8, край на пръта)

Изчислителна нормална сила	Nsd =	-4.613 kN
Системна дължина на пръта	L =	114.91 cm

Греда 1-5

НАПРЕЧНО СЕЧЕНИЕ: L 45x45x4 [S 235] [Съвкупност: 3]
EUROCODE 3 (ENV)

ГЕОМЕТРИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СЕЧЕНИЕ



Ax =	3.490 cm ²
Ay =	1.800 cm ²
Az =	1.800 cm ²
Ix =	0.190 cm ⁴
I _ξ =	2.680 cm ⁴
I _η =	10.200 cm ⁴
Iy =	6.440 cm ⁴
Iz =	6.440 cm ⁴
Wy =	1.969 cm ³
Wz =	1.969 cm ³
Wy.pl =	3.722 cm ³
Wz.pl =	4.362 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

Коефициент на използване за всички товарни състояния	8. γ=0.07	7. γ=0.06	10. γ=0.04
	9. γ=0.04		

Редукционен коефициент	χLT =	1.000
Коеф. на униф. мом. за стр.-усукв. изкъл.	βM.LT =	1.800
Коефициент	μLT =	-0.046
Коефициент	kLT =	1.015
kLT * My / ...		0.295
Коефициент на унифициран момент	βz =	1.800
Коефициент	μz =	-0.154
Коефициент	kz =	1.049
kz * Mz / ...		0.248
Условие 5.54: (0.89 ≤ 1)		

5.6.7 Взаимодействие на срязваща сила, огъване и осовасила
за срязване в равнината z-z
Изч. пластичен момент на пояса
Условията 5.66a и 5.66b са задоволени

Mf.Rd = 2.402 kNm

ПРОВЕРКА НА СЪПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ СРЯЗВАНЕ
(случай на натоварване 10, край на пръта)

Изчислителна нормална сила	Nsd =	-85.915 kN
Срязваща сила в y посока	Vsd_y =	0.566 kN
Срязваща сила в z посока	Vsd_z =	-0.714 kN
Системна дължина на пръта	L =	110.89 cm

5.4 СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА НАПРЕЧНИТЕ СЕЧЕНИЯ

5.4.6 Срязване

Изч. пл. съпротивление на срязване z-z
Условие 5.20: Vsd_z ≤ Vpl.Rd_z (0.71 ≤ 78.94)

Vpl.Rd = 78.940 kN

Изч. пл. съпротивление на срязване y-y
Условие 5.20: Vsd_y ≤ Vpl.Rd_y (0.57 ≤ 78.94)

Vpl.Rd = 78.940 kN

5.3 КЛАСИФИКАЦИЯ НА НАПРЕЧНИТЕ СЕЧЕНИЯ Категория сечение 3

5.4 СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА НАПРЕЧНИТЕ СЕЧЕНИЯ

5.4.4 Натиск

Изч. съпротив. на пластичността
Изч. съпротивление на натиск
Условие 5.16: Nsd ≤ Nc.Rd (4.61 ≤ 65.80)

Npl.Rd = 65.800 kN

Nc.Rd = 65.800 kN

5.5 СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА ОГЪВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

5.5.1.1 Съпротивление на огъване

Дължина на изкълчване ξ-ξ
Инерционен радиус ξ-ξ
Изкълчване ξ-ξ
Относителна стройност ξ-ξ
Крива на изкълчването за ос ξ-ξ: B
Редукционен коефициент
Коефициент на ефективното сечение
Изч. съпротивление на огъване
Условие 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_ξ (4.61 ≤ 20.80)

I_ξ = 114.91 cm

i_ξ = 0.777 cm

λ_ξ = 147.87

λ_ξ = 1.575

α = 0.340

χ_ξ = 0.316

βA = 1.000

Nb.Rd_ξ = 20.801 kN

Дължина на изкълчване η-η
Инерционен радиус η-η
Изкълчване η-η
Относителна стройност η-η
Крива на изкълчването за ос η-η: B
Редукционен коефициент
Коефициент на ефективното сечение
Изч. съпротивление на огъване
Условие 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_η (4.61 ≤ 47.40)

I_η = 114.91 cm

i_η = 1.517 cm

λ_η = 75.737

λ_η = 0.807

α = 0.340

χ_η = 0.720

βA = 1.000

Nb.Rd_η = 47.402 kN

ПРЪТ ПОДЛОЖЕН НА ОПЪН И ОГЪВАНЕ
(случай на натоварване 8, на 63.4 cm от началото на пръта)

Изчислителна нормална сила	Nsd =	0.691 kN
Срязваща сила в y посока	Vsd_y =	0.010 kN
Момент на огъване около z ос	Msd_z =	-0.024 kNm
Системна дължина на пръта	L =	147.89 cm

5.3 КЛАСИФИКАЦИЯ НА НАПРЕЧНИТЕ СЕЧЕНИЯ Категория сечение 3

5.4 СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА НАПРЕЧНИТЕ СЕЧЕНИЯ

5.4.3 Опън

Пласт. изч. съпротивление на бр. сеч.
Гран. изч. съпротивление на нето сеч.
Изч. съпротивление на опън
Условие 5.13: Nsd ≤ Nt.Rd (0.69 ≤ 74.56)

Npl.Rd = 74.559 kN

Nu.Rd = 81.415 kN

Nt.Rd = 74.559 kN

5.4.5 Огъване z-z

Изч. пластичен момент
Изч. съпротивление на лок. изкълчване
Изч. еластичен момент
Изч. съпротивление на огъване
Условие 5.17: Msd_z ≤ Mc.Rd_z (0.02 ≤ 0.42)

Mpl.Rd = 0.932 kNm

Mo.Rd = 0.421 kNm

MeI.Rd = 0.421 kNm

Mc.Rd = 0.421 kNm

5.4.6 Срязване

Изч. пл. съпротивление на срязване y-y
Условие 5.20: Vsd_y ≤ Vpl.Rd_y (0.01 ≤ 22.20)

Vpl.Rd = 22.202 kN

5.4.9 Огъване, срязване и осова сила
Не е необходима редукция на съпр. мом.
Условие: $V_{sd_y} \leq 50\% V_{pl.Rd_y}$

5.4.8 Огъване и осова сила
Условие 5.38: $(0.07 \leq 1)$

ПРОВЕРКА НА СЪПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ СРЯЗВАНЕ
(случай на натоварване 8, начало на пътя)

Изчислителна нормална сила
Срязваща сила в у посока
Системна дължина на пътя

$N_{sd} = 0.700 \text{ kN}$
 $V_{sd_y} = 0.075 \text{ kN}$
 $L = 147.89 \text{ cm}$

5.4 СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА НАПРЕЧНИТЕ СЕЧЕНИЯ

5.4.6 Срязване

Изч. пл. съпротивление на срязване у-у

Условие 5.20: $V_{sd_y} \leq V_{pl.Rd_y} (0.07 \leq 22.20)$

$V_{pl.Rd} = 22.202 \text{ kN}$

Връзка на върха към монтажните на I^{ва} част:

$$N_{max} = -89 \text{ kN}$$

Приети са 4 M20, кл. 5.6

$N_{1b} = n_s \cdot A_b \cdot f_b \cdot R_{bs}$ - пров на срязване

$n_s = 1$ - двой срезове

$A_b = 2.45 \text{ cm}^2$ - площ на болта

$f_b = 0.9$ - усл. из. работг

$R_{bs} = 190 \text{ MPa}$

$$N_{1b} = 1 \cdot 2.45 \cdot 0.9 \cdot 19 = 41.9 \text{ kN} > 89/4 = 22.25 \text{ kN}$$

$N_{1b} = d \cdot \sum t \cdot f_b \cdot R_{bp}$ - сматкване

$d = 20 \text{ mm}$

$\sum t = 8 \text{ mm}$

$f_b = 0.9$

$R_{bp} = 430 \text{ MPa}$

$$N_{1b} = 2 \cdot 0.8 \cdot 0.9 \cdot 43 = 61.9 \text{ kN} > 89/4 = 22.25 \text{ kN}$$