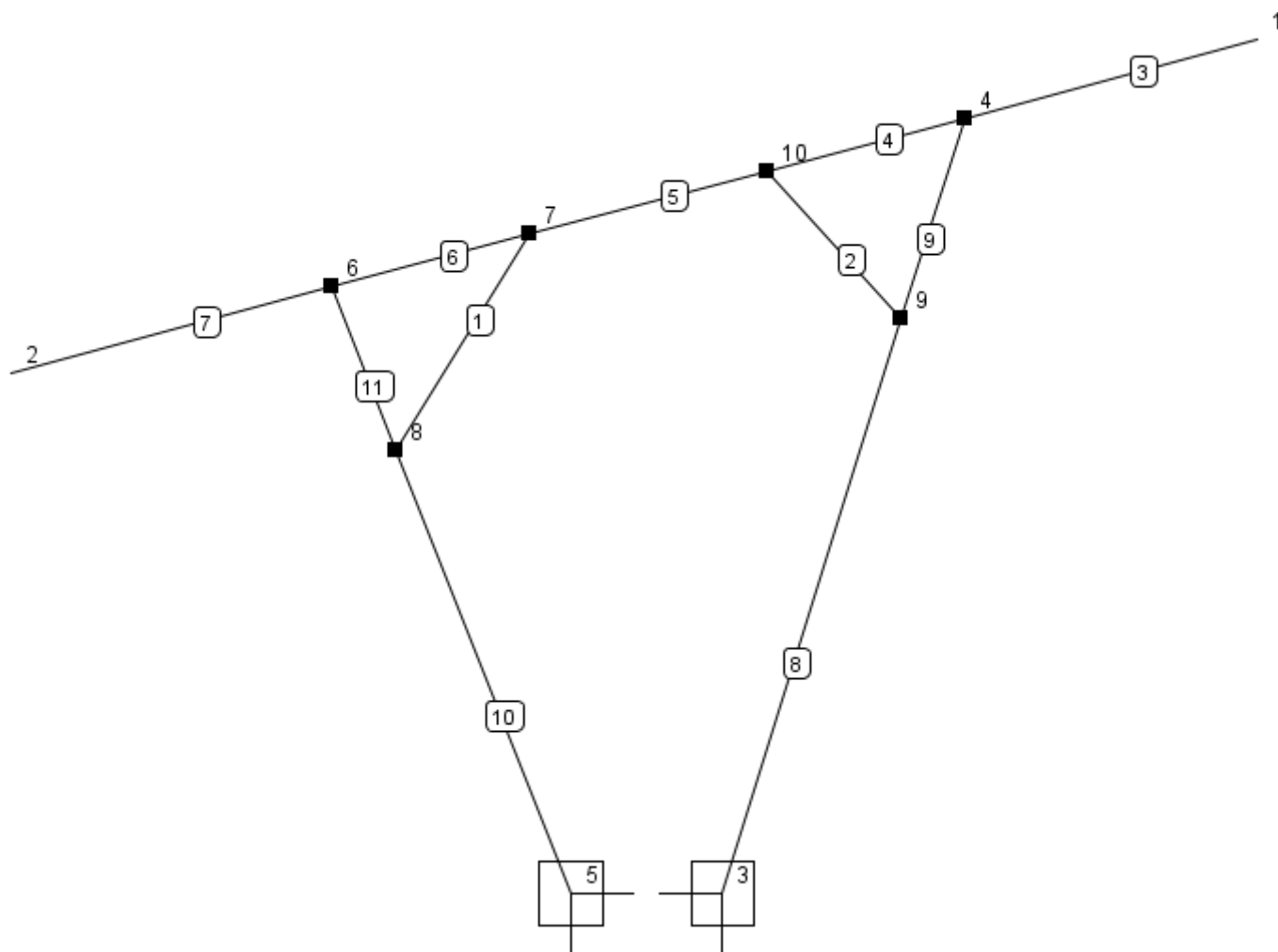


## OBLICZENIA KONSTRUKCYJNE

Obiekt zlokalizowany jest w następujących strefach oddziaływań środowiska:

- III strefa obciążenia wiatrem
- 3 strefa obciążenia śniegiem
- A=330 m n.p.m.

### R2D2-Rama 2D – Geometria



### Węzły w globalnym układzie współrzędnych:

Nr	x [m]	z [m]	Przegub
1	2,898	1,987	
2	-2,898	0,434	
3	0,409	-1,987	
4	1,536	1,622	
5	-0,294	-1,987	
6	-1,407	0,834	
7	-0,485	1,081	
8	-1,107	0,073	
9	1,243	0,686	

Nr	x [m]	z [m]	Przegub
10	0,615	1,376	

#### Pręty:

Nr	Węzły		Pręty zeszytnione w		Przekrój pręta	Długość [m]	Wsp. wybożenia	
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>			μ <sub>z</sub>	μ <sub>y</sub>
1: Niepogrupowane	7 (S)	8 (S)	wszystkie	wszystkie	R 60 x 5	1,184	1,000	1,000
2: Niepogrupowane	9 (S)	10 (S)	wszystkie	wszystkie	R 60 x 5	0,933	1,000	1,000
3: Niepogrupowane	1 (S)	4 (S)	wszystkie	wszystkie	HE 120 A	1,410	1,000	1,000
4: Niepogrupowane	4 (S)	10 (S)	wszystkie	wszystkie	HE 120 A	0,953	-	-
5: Niepogrupowane	10 (S)	7 (S)	wszystkie	wszystkie	HE 120 A	1,139	-	-
6: Niepogrupowane	7 (S)	6 (S)	wszystkie	wszystkie	HE 120 A	0,955	-	-
7: Niepogrupowane	6 (S)	2 (S)	wszystkie	wszystkie	HE 120 A	1,543	-	-
8: Niepogrupowane	3 (S)	9 (S)	wszystkie	wszystkie	R 100 x 6	2,800	-	-
9: Niepogrupowane	9 (S)	4 (S)	wszystkie	wszystkie	R 100 x 6	0,981	-	-
10: Niepogrupowane	5 (S)	8 (S)	wszystkie	wszystkie	R 100 x 6	2,215	-	-
11: Niepogrupowane	8 (S)	6 (S)	wszystkie	wszystkie	R 100 x 6	0,818	-	-

#### Podpory i osiadania podpór w globalnym układzie współrzędnych:

Nr	r <sub>x</sub>	r <sub>z</sub>	φ <sub>y</sub>	Spreżystość [kN/m]		Spreżystość [kN/rad]
				k <sub>x</sub>	k <sub>z</sub>	
3	+	+	+			
5	+	+	+			

#### Grupy obciążeń:

Nazwa grupy	Nr	Rodzaj obciążeń	Charakter	Grupa aktywna	Oddziaływanie
Stałe	1	Stałe	stały	+	stałe
Ciężar własny	2	Stałe	stały	+	stałe
Śnieg	3	Zmienne	średniotrwały	+	śnieg (do 1000 m n.p.m.)
Wiatr 1	4	Zmienne	krótkotrwały	+	wiatr
Wiatr1	5	Zmienne	krótkotrwały	+	wiatr

#### Oddziaływania grup obciążeń:

Oddziaływanie	γ <sub>f,inf(min)</sub>	γ <sub>f,sup(max)</sub>	Ψ <sub>0</sub> lub ξ	Wiodący
stałe	1.0	1.35	0.85	+
użytkowe (mieszkalne i biurowe)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (handlowe i zebrali)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (magazynowe)	-	1.5	1.0	+
użytkowe (pojazdy do 30kN)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (pojazdy 30 - 160kN)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (dachy)	-	1.5	0.0	+
śnieg (do 1000 m n.p.m.)	-	1.5	0.5	+
śnieg (> 1000 m n.p.m.)	-	1.5	0.7	+
wiatr	-	1.5	0.6	+

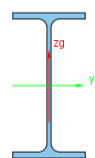
Oddziaływanie	$\gamma_{f,inf(min)}$	$\gamma_{f,sup(max)}$	$\Psi_0$ lub $\xi$	Wiodący
temperatura	-	1.5	0.6	+

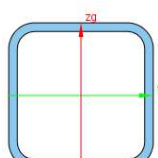
### Obciążenia układu:

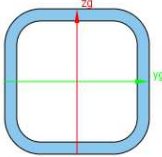
#### Obciążenia prętowe

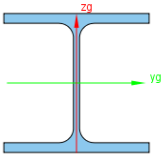
Grupa	Pręt	Typ	Wartość 1	Wartość 2	$x_1$ [m]	$x_2$ [m]	$\beta$ [°]	Lok.
Stałe	3	Obciążenie ciągłe	2,50kN/m	2,50kN/m	0,00	1,41	0,0	
	4	Obciążenie ciągłe	2,50kN/m	2,50kN/m	0,00	0,95	0,0	
	5	Obciążenie ciągłe	2,50kN/m	2,50kN/m	0,00	1,14	0,0	
	6	Obciążenie ciągłe	2,50kN/m	2,50kN/m	0,00	0,95	0,0	
	7	Obciążenie ciągłe	2,50kN/m	2,50kN/m	0,00	1,54	0,0	
Wiatr 1	3	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	1,41	90,0	
	4	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	0,95	90,0	
	5	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	1,14	90,0	
	6	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	0,95	90,0	
	7	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	1,54	90,0	
Wiatr 2	3	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	1,41	-90,0	
	4	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	0,95	-90,0	
	5	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	1,14	-90,0	
	6	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	0,95	-90,0	
	7	Obciążenie ciągłe	-4,00kN/m	-4,00kN/m	0,00	1,54	-90,0	
Śnieg	3	Obciążenie ciągłe	10,00kN/m	10,00kN/m	0,00	1,41	0,0	
	4	Obciążenie ciągłe	10,00kN/m	10,00kN/m	0,00	0,95	0,0	
	5	Obciążenie ciągłe	10,00kN/m	10,00kN/m	0,00	1,14	0,0	
	6	Obciążenie ciągłe	10,00kN/m	10,00kN/m	0,00	0,95	0,0	
	7	Obciążenie ciągłe	10,00kN/m	10,00kN/m	0,00	1,54	0,0	

### Parametry geometryczne i fizyczne elementów:

Nazwa	IPE 200				
Parametry przekroju	A = 28,49cm <sup>2</sup>				
	J <sub>x</sub> = 6,98cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 1 943,46cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 142,37cm <sup>4</sup>		
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 1 943,46cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 142,37cm <sup>4</sup>		
	W <sub>y max</sub> = 194,35cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 194,35cm <sup>3</sup>		
	W <sub>z max</sub> = 28,47cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 28,47cm <sup>3</sup>		
Materiał	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>	

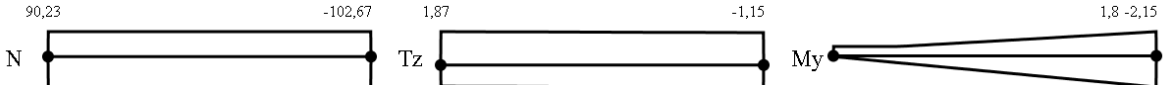
Nazwa	R 100 x 6				
Parametry przekroju	A = 21,01cm <sup>2</sup>				
	J <sub>x</sub> = 498,35cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 295,53cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 295,53cm <sup>4</sup>		
	α <sub>y-y<sub>g</sub></sub> = 0°	J <sub>y<sub>g</sub></sub> = 295,53cm <sup>4</sup>	J <sub>z<sub>g</sub></sub> = 295,53cm <sup>4</sup>		
	W <sub>y max</sub> = 59,11cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 59,11cm <sup>3</sup>		
	W <sub>z max</sub> = 59,11cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 59,11cm <sup>3</sup>		
Materiał	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m <sup>3</sup>	

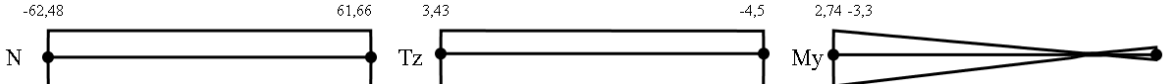
Nazwa	R 60 x 5				
Parametry przekroju	A = 9,92cm <sup>2</sup>				
	J <sub>x</sub> = 83,19cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 46,5cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 46,5cm <sup>4</sup>		
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 46,5cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 46,5cm <sup>4</sup>		
	W <sub>y max</sub> = 15,5cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 15,5cm <sup>3</sup>		
	W <sub>z max</sub> = 15,5cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 15,5cm <sup>3</sup>		
Materiał	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cież. = 78,5kN/m <sup>3</sup>	

Nazwa	HE 120 A				
Parametry przekroju	A = 25,34cm <sup>2</sup>				
	J <sub>x</sub> = 5,99cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> = 606,23cm <sup>4</sup>	J <sub>z</sub> = 230,9cm <sup>4</sup>		
	α <sub>y-yg</sub> = 0°	J <sub>yg</sub> = 606,23cm <sup>4</sup>	J <sub>zg</sub> = 230,9cm <sup>4</sup>		
	W <sub>y max</sub> = 106,36cm <sup>3</sup>		W <sub>y min</sub> = 106,36cm <sup>3</sup>		
	W <sub>z max</sub> = 38,48cm <sup>3</sup>		W <sub>z min</sub> = 38,48cm <sup>3</sup>		
Materiał	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cież. = 78,5kN/m <sup>3</sup>	

## Wyniki

### Obwiednia sił wewnętrznych:

Nr	x [m]	N [kN]	$T_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
1	0,00	<b>90,23</b>	1,85	0,02	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	1,18	<b>-102,67</b>	-1,13	1,79	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	89,87	<b>1,87</b>	0,03	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	1,18	-102,30	<b>-1,15</b>	1,80	4(1,50), 2(1,00), 3(0,75), 1(1,00)
	1,18	-102,30	-1,15	<b>1,80</b>	4(1,50), 2(1,00), 3(0,75), 1(1,00)
	1,18	89,78	1,82	<b>-2,15</b>	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
					

Nr	x [m]	N [kN]	$T_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
2	0,93	<b>61,66</b>	-4,47	0,86	4(1,50), 2(1,00), 3(0,75), 1(1,00)
	0,00	<b>-62,48</b>	3,40	2,73	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	0,00	-62,46	<b>3,43</b>	2,74	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,93	61,64	<b>-4,50</b>	0,87	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	-62,46	3,43	<b>2,74</b>	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,00	61,58	-4,45	<b>-3,30</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
					

Nr	x [m]	N [kN]	$T_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
----	-------	--------	------------	-------------	----------------------

Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
3	1,41	<b>7,19</b>	-5,87	4,13	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	1,41	<b>-12,04</b>	-12,24	8,63	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	-0,00	<b>-0,00</b>	-0,00	2(1,00), 1(1,00)
	1,41	-11,51	<b>-23,33</b>	16,45	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	1,41	-11,51	-23,33	<b>16,45</b>	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	0,00	-0,00	-0,00	<b>-0,00</b>	2(1,35), 1(1,35)

Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
4	0,95	<b>39,54</b>	-23,10	14,63	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	0,95	<b>-22,26</b>	27,78	-15,48	4(1,50), 2(1,00), 3(0,75), 1(1,00)
	0,00	9,86	<b>36,57</b>	17,37	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	0,95	39,02	<b>-23,24</b>	14,66	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,00	9,86	36,57	<b>17,37</b>	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	0,95	-21,74	27,92	<b>-15,51</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)

Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
5	1,14	<b>19,56</b>	28,72	-21,47	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	1,14	<b>-7,55</b>	-38,51	23,88	4(1,50), 2(1,00), 3(0,75), 1(1,00)
	0,00	13,87	<b>33,90</b>	14,21	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	1,14	-7,18	<b>-38,81</b>	23,94	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	1,14	-7,18	-38,81	<b>23,94</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	1,14	19,19	29,02	<b>-21,53</b>	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)

Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
6	0,00	<b>66,70</b>	32,37	23,46	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	<b>-45,17</b>	-34,25	-21,55	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,00	66,05	<b>32,43</b>	23,41	4(1,50), 2(1,00), 3(0,75), 1(1,00)

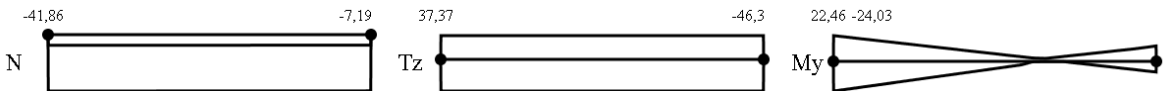
Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
	0,95	-39,76	<b>-38,65</b>	13,32	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	0,00	66,70	32,37	<b>23,46</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	-45,17	-34,25	<b>-21,55</b>	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)

Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
7	0,00	<b>13,17</b>	13,40	10,34	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	<b>-7,86</b>	6,42	4,95	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,00	12,59	<b>25,53</b>	19,70	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	1,54	-0,00	<b>-0,00</b>	0,00	2(1,35), 1(1,35)
	0,00	12,59	25,53	<b>19,70</b>	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	1,54	-0,00	-0,00	<b>0,00</b>	2(1,00), 1(1,00)

Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
8	2,80	<b>-8,91</b>	-0,29	0,23	2(1,00), 1(1,00)
	0,00	<b>-39,59</b>	22,37	40,06	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	0,00	-38,21	<b>22,39</b>	40,11	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	2,80	-5,32	<b>-23,61</b>	23,63	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	-38,21	22,39	<b>40,11</b>	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,00	-5,83	-23,45	<b>-42,26</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)

Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
9	0,98	<b>-3,10</b>	-29,96	9,74	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,00	<b>-62,22</b>	14,05	12,83	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	0,00	-38,94	<b>27,36</b>	20,31	4(1,50), 2(1,00), 3(0,75), 1(1,00)
	0,98	-4,40	<b>-30,05</b>	9,84	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	0,00	-40,27	27,29	<b>20,33</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	-3,25	-29,92	<b>-19,64</b>	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)

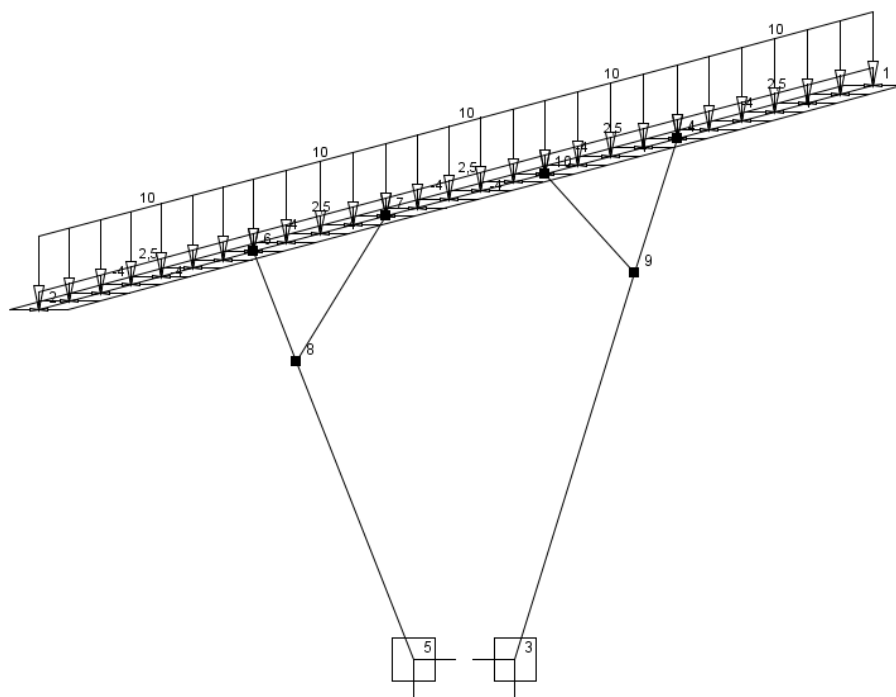
Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numery grup(współcz.)
10	2,21	<b>14,66</b>	-33,75	24,60	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,00	<b>-71,80</b>	22,75	33,69	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	0,00	-57,49	<b>35,46</b>	52,54	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	2,21	14,66	<b>-33,75</b>	24,60	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,00	-57,49	35,46	<b>52,54</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	14,32	-33,62	<b>-50,01</b>	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
					

Nr	x [m]	N [kN]	T <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	Numery grup(współcz.)
11	0,82	<b>-7,19</b>	-1,85	1,16	2(1,00), 1(1,00)
	0,00	<b>-41,86</b>	37,10	22,41	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	0,00	-40,78	<b>37,37</b>	22,46	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,82	5,45	<b>-46,30</b>	13,82	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	0,00	-40,78	37,37	<b>22,46</b>	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	0,00	5,30	-46,24	<b>-24,03</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
					

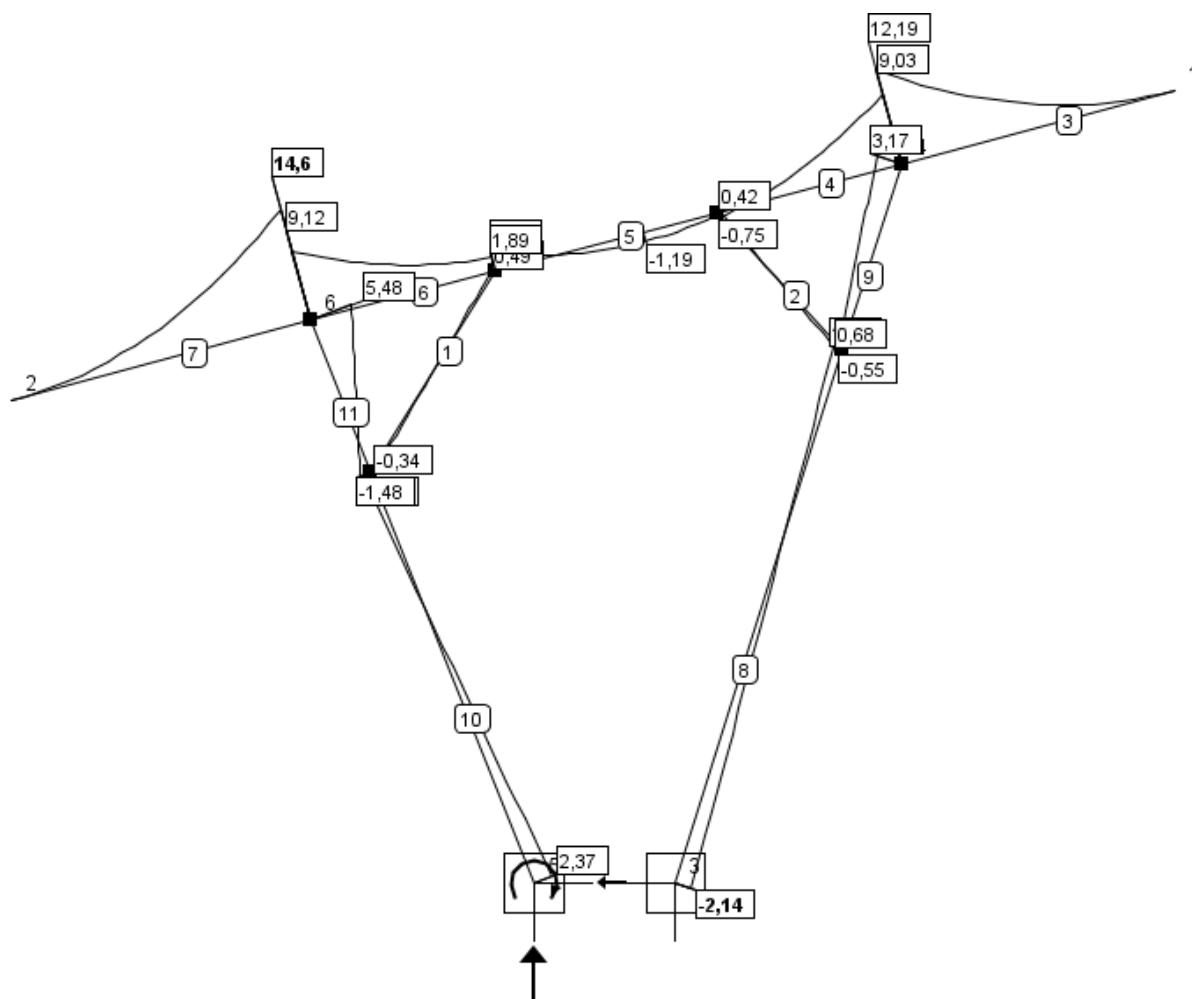
### Obwiednia reakcji:

	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	
3	<b>26,80</b>	34,92	27,38	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	<b>-9,98</b>	43,14	-40,11	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	-9,55	<b>44,45</b>	-40,06	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	2,93	<b>8,88</b>	0,39	2(1,00), 1(1,00)
	24,12	-1,43	<b>42,26</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	-9,98	43,14	<b>-40,11</b>	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
5	<b>12,31</b>	65,22	52,46	4(1,50), 2(1,00), 3(0,75), 1(1,00)
	<b>-26,45</b>	-24,39	-49,93	5(1,50), 2(1,15), 1(1,15)
	-5,20	<b>75,14</b>	33,69	4(0,90), 2(1,15), 3(1,50), 1(1,15)
	-26,02	<b>-25,66</b>	-50,01	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)
	11,88	66,49	<b>52,54</b>	4(1,50), 2(1,15), 3(0,75), 1(1,15)
	-26,02	-25,66	<b>-50,01</b>	5(1,50), 2(1,00), 1(1,00)

## R2D2-Rama 2D - Obciążenia



## R2D2-Rama 2D - Wyniki

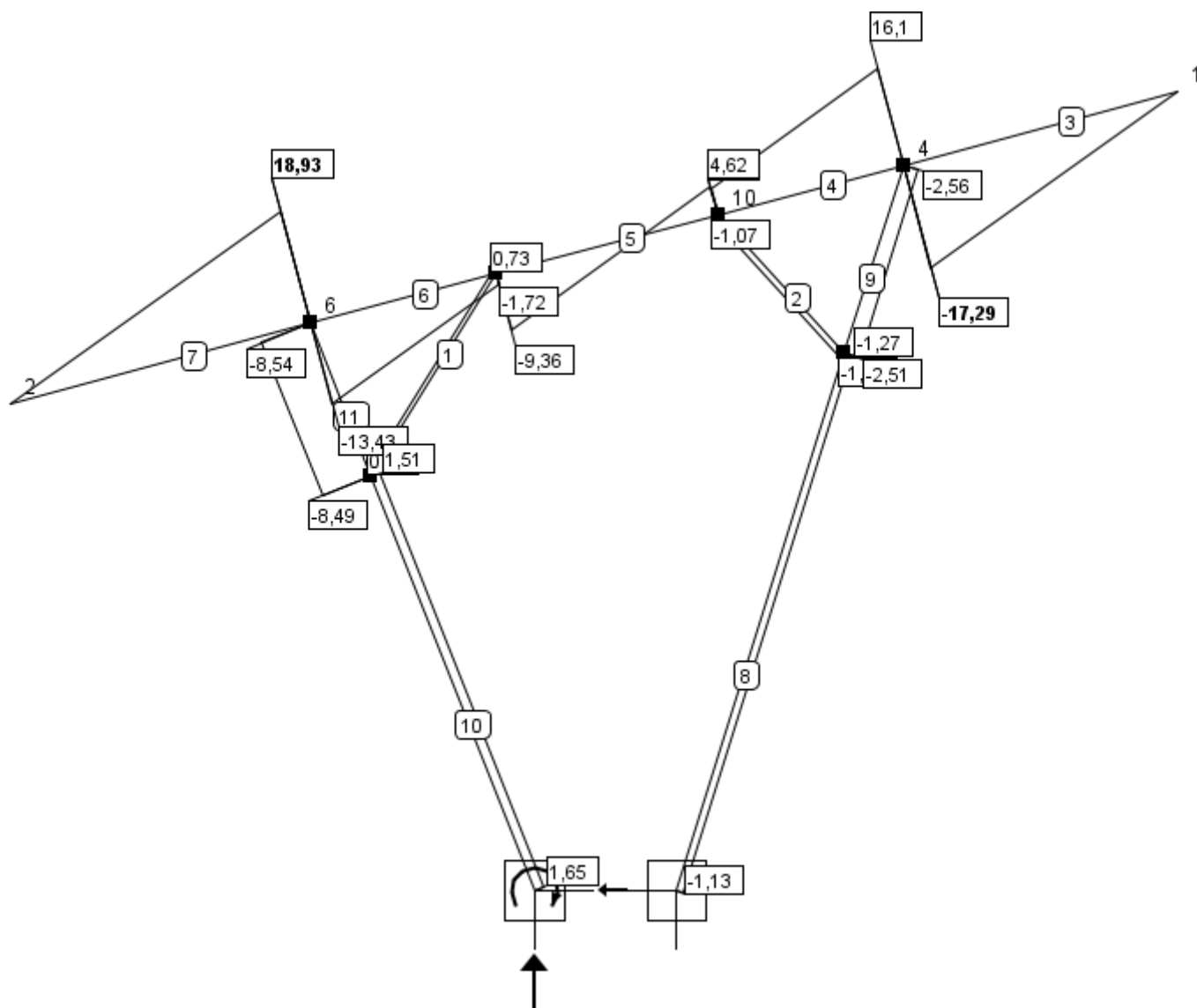




<b>Typ obciążenia:</b>	
Suma grup:	Ciężar własny, Stałe, Śnieg, Wiatr 1, Wiatr1

<b>Rodzaj oddziaływania:</b>		
Momenty gnące:	$M_v$	[kNm]

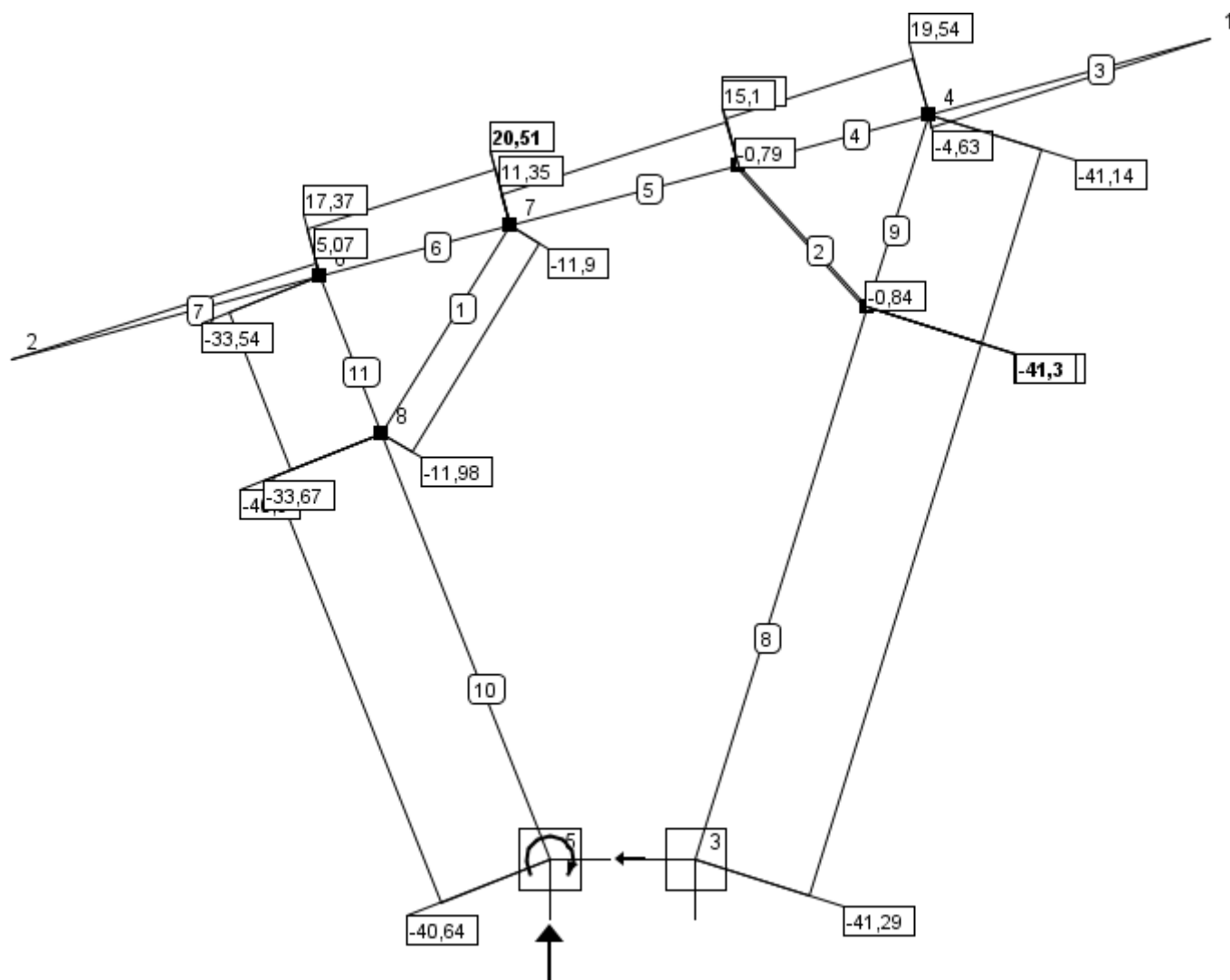
## R2D2-Rama 2D - Wyniki



<b>Typ obciążenia:</b>	
Suma grup:	Ciężar własny, Stałe, Śnieg, Wiatr 1, Wiatr1

<b>Rodzaj oddziaływania:</b>		
Siły tnące:	$T_z$	[kN]

## R2D2-Rama 2D - Wyniki



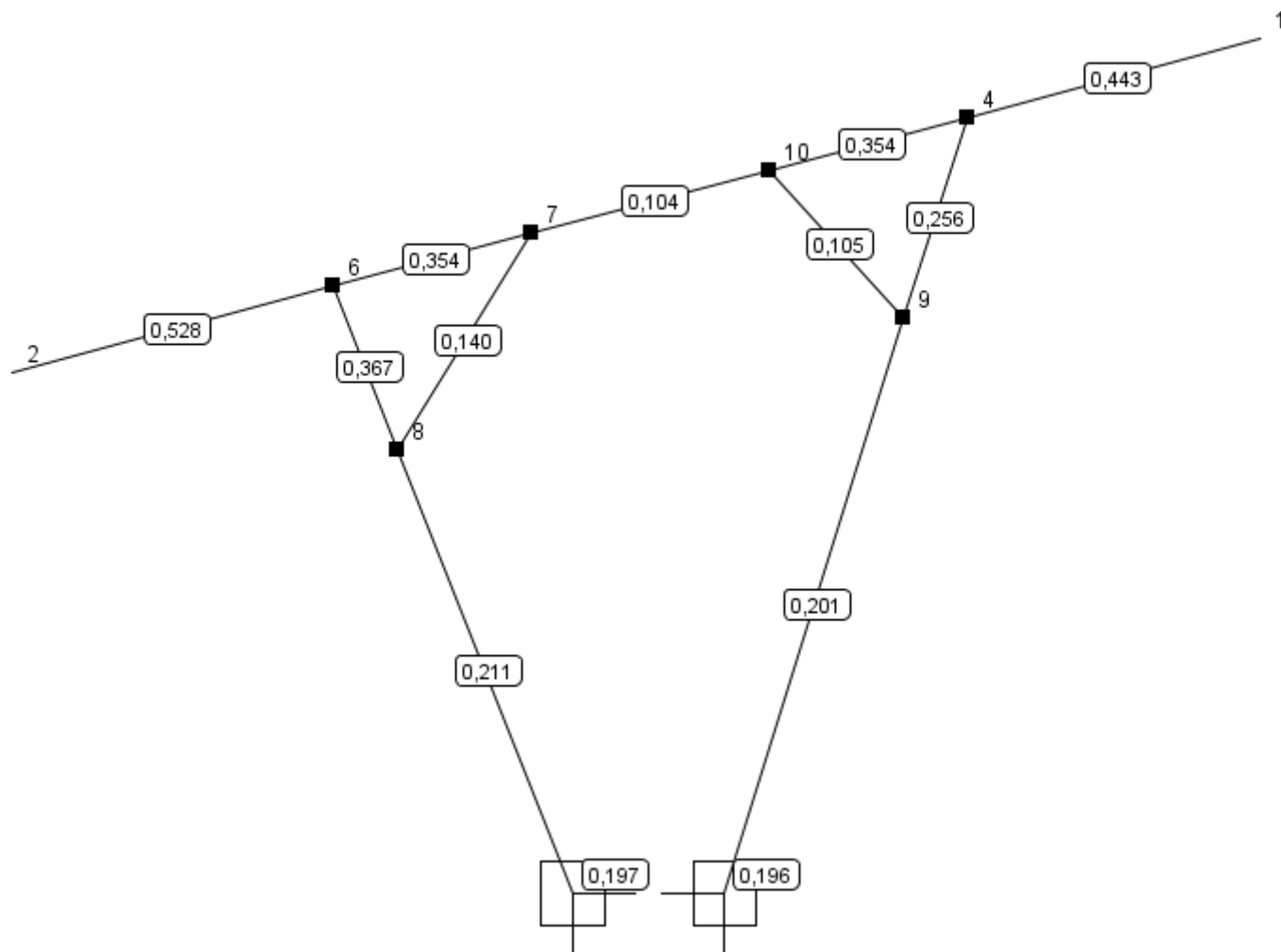
### Typ obciążenia:

Suma grup:	Ciężar własny, Stałe, Śnieg, Wiatr 1, Wiatr1
------------	--

### Rodzaj oddziaływania:

Siły normalne:	N	[kN]
----------------	---	------

## R2D2-Rama 2D - Wymiarowanie



<b>Typ:</b>		
Kombinacja:		Ekstremum kombinacji
<b>Stan graniczny nośności:</b>		
Stopień wykorzystania przekroju:		SGN

## Dane

### Grupy elementów modelu

Niepogrupowane (pręty: 1-11)

Materiał	Przekrój	Moduł wym.	Def. typu wym.	Napężenia graniczne	
				$\sigma_{\max}$	$\sigma_{\min}$
Stal EN S235	[..]	EuroStal	typowy	235,00	-235,00

Niepogrupowane (podpory: 3, 5)

Moduł wym.	Def. typu wym.
EuroStopa	typ1 1.8x2.4

### Definicje typów wymiarowania

typ1 1.8x2.4 (EuroStopa)

Typ fundamentu	Prostokątny
Szerokość fundamentu	1.800000

Długość fundamentu		2.400000
Poziom posadowienia		1.200000
Poziom wody gruntowej		2.000000
Klasa betonu		C25/30
Fundament prefabrykowany		Nie
Czas realizacji budynku		Powyżej roku
Ciężar objętościowy		24.000000
Ciężar zasypki		18.500000
Stal zbrojeniowa		
Granica plastyczności	[MPa]	500
Pręty zbrojenia fundamentu		
Średnica	[mm]	12.000000
Grubość otuliny	[mm]	45.000000
Warstwy gruntu		
Nazwa		Piasek średni (MSa)
Wysokość	[m]	3.000000
Ciężar właściwy	[kN/m <sup>3</sup> ]	18.000000
Kąt tarcia wewnętrznego	[rad]	0.489000
Spójność	[kPa]	0.000000
Wytrzymałość na ścinanie	[kPa]	0.0
Moduł sprężystości	[kPa]	99000.000000
Moduł sprężystości pierwotnej	[kPa]	100000.000000
Nazwa		Żwir (Gr)
Wysokość	[m]	5.000000
Ciężar właściwy	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.000000
Kąt tarcia wewnętrznego	[rad]	0.600000
Spójność	[kPa]	0.000000
Wytrzymałość na ścinanie	[kPa]	0.0
Moduł sprężystości	[kPa]	95000.000000
Moduł sprężystości pierwotnej	[kPa]	105000.000000

## Sprawdzenia nośności

Pręt 1			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,00	-11,90	-0,48	0,72	-1,000	-1,000	0,119
Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
0,00	-11,90	-0,48	0,72	0,140	0,011	0,089
1,18	-11,98	0,34	0,68	0,114	0,010	0,063

Pręt 2			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,00	-0,84	0,55	-1,02	-1,000	-1,000	0,065
Sprawdzenie nośności przekroju						

x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
0,00	-0,84	0,55	-1,02	0,105	0,015	0,101
0,93	-0,79	-0,42	-1,07	0,082	0,016	0,078

Pręt 3			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,00	0,00	-0,00	0,00	0,000	-1,000	-1,000
1,41	-4,63	-12,19	-17,30	-1,000	-1,000	0,443
Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
1,41	-4,63	-12,19	-17,30	0,442	0,151	0,434
1,41	-4,63	-12,19	-17,30	0,442	0,151	0,434

Pręt 4			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,00	19,54	-9,02	16,10	-1,000	0,321	-1,000
Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
0,00	19,54	-9,02	16,10	0,354	0,140	0,321
0,95	16,41	0,75	4,41	0,054	0,038	0,027

Pręt 5			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
1,14	11,35	-2,38	-9,36	-1,000	0,085	-1,000
Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
1,14	11,35	-2,38	-9,36	0,104	0,082	0,085
1,14	11,35	-2,38	-9,36	0,104	0,082	0,085

Pręt 6			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,96	17,37	-9,12	-13,42	-1,000	0,325	-1,000
Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
0,96	17,37	-9,12	-13,42	0,354	0,117	0,325
0,96	17,37	-9,12	-13,42	0,354	0,117	0,325

Pręt 7			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,00	5,07	-14,60	18,93	-1,000	0,520	-1,000
1,54	0,00	-0,00	0,00	0,000	-1,000	-1,000

Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
0,00	5,07	-14,60	18,93	0,528	0,165	0,520
1,54	0,00	-0,00	0,00	0,000	-1,000	-1,000

Pręt 8			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,00	-41,29	2,14	-1,13	-1,000	-1,000	0,201
Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
0,00	-41,29	2,14	-1,13	0,200	0,008	0,117
2,79	-40,85	-1,21	-1,27	0,149	0,009	0,066

Pręt 9			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,98	-41,14	-3,17	-2,56	-1,000	-1,000	0,191
Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
0,98	-41,14	-3,17	-2,56	0,256	0,018	0,173
0,98	-41,14	-3,17	-2,56	0,256	0,018	0,173

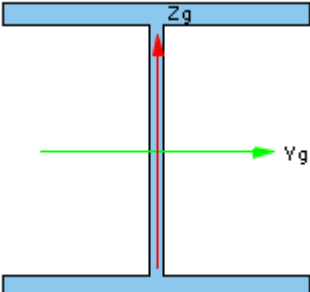
Pręt 10			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,00	-40,64	-2,37	1,65	-1,000	-1,000	0,188
Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
0,00	-40,64	-2,37	1,65	0,211	0,012	0,129
2,21	-40,30	1,12	1,52	0,143	0,011	0,061

Pręt 11			Moduł wym.	EuroStal		
			Def. typu wym.	typowy		
Sprawdzenie nośności elementu						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N	M	N + M
0,82	-33,54	-5,48	-8,54	-1,000	-1,000	0,249
Sprawdzenie nośności przekroju						
x [m]	N [kN]	My [kNm]	Tz [kN]	N + M	V	M(N + V)
0,82	-33,54	-5,48	-8,54	0,367	0,060	0,299
0,82	-33,54	-5,48	-8,54	0,367	0,060	0,299

## Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną  $Y_g$ , a oś Z oznacza oś główną  $Z_g$ .

### Geometria:

	Nazwa profilu:	HE 120 A	
	Długość pręta:	L = 1.41 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 25.34 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 606.23 \text{ cm}^4$	$J_z = 230.90 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 106.36 \text{ cm}^3$	$W_z = 38.48 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 119.51 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 58.86 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 5.99 \text{ cm}^4$	

### Element prosty, nr pręta: 3

#### Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

#### **Kombinacja1**

N = 0.00 kN

$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$

$M_y = 0.00 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

#### **Klasa przekroju na ściskanie:**

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

#### **Klasa przekroju na zginanie względem osi y:**

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

#### **Klasa przekroju na zginanie względem osi z:**

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

#### **Nośność na ściskanie**

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{25.34 \cdot 235}{1.0} = 595.49 \text{ [kN]}$$

#### **Nośność przekroju na rozciąganie**

$$N_{t,Rd} = 595.49 \text{ [kN]}$$

#### **Nośność na czyste zginanie względem osi y**

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{119.49 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 23.91 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi z**

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.85 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 845.99 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 114.78 \text{ [kN]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1920.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 260.50 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej**

$$M_{N,y,Rd} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.**

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \rho \cdot (M_{Cy,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 28.08 - 0.00 \cdot (28.08 - 23.91) = 28.08 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.**

$$M_{Vz,Rd} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej**

$$M_{N,V,Rd,y} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

**Warunki nośności:**



---


$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{0.00}{595.49} = 0.00$$

### Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

### Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{0.00}{595.49} = 0.00$$

### Element prosty, nr pręta: 3

### Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 1.41 m

### Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

#### Kombinacja 1

$$N = -4.63 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -17.30 \text{ kN}$$

$$M_y = 12.19 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

### Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

### Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

### Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

### Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{25.34 \cdot 235}{1.0} = 595.49 \text{ [kN]}$$

### Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{119.49 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

### Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 23.91 \text{ [kNm]}$$

### Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.85 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

#### Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 845.99 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 114.78 \text{ [kN]}$$

#### Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1920.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 260.50 \text{ [kN]}$$

#### Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

#### Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \rho \cdot (M_{Cy,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 28.08 - 0.00 \cdot (28.08 - 23.91) = 28.08 \text{ [kNm]}$$

#### Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

#### Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

#### Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{Cz,Rd}} = \frac{4.63}{595.49} + \frac{12.19}{28.08} + \frac{0.00}{13.83} = 0.44$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0.00}{260.50} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{17.30}{114.78} = 0.15$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{12.19}{28.08} + \frac{0.00}{13.83} = 0.43$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Ny}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Nz}} = \frac{12.19}{28.08} + \frac{0.00}{13.83} = 0.43$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{12.19}{28.08} = 0.43$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{12.19}{28.08} + \frac{0.00}{13.83} = 0.43$$

### Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 1.41 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 1.41 \text{ [m]}$$

### Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 6320.00 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 2407.15 \text{ [kN]}$$

### Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.31$$

$$\lambda_z = 0.50$$

### Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.96$$

$$\chi_z = 0.84$$

$$\chi_{min} = 0.84$$

### Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

### Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

### Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.60$$

$$k_{yz} = 0.54$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 0.90$$

### Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{4.63}{0.96 \cdot 595.49} \cdot 1.00 + 0.60 \cdot \frac{12.19}{1.00 \cdot 28.08} \cdot 1.00 + 0.54 \cdot \frac{0.00}{13.83} \cdot 1.00 = 0.27$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{4.63}{0.84 \cdot 595.49} \cdot 1.00 + 1.00 \cdot \frac{12.19}{1.00 \cdot 28.08} \cdot 1.00 + 0.90 \cdot \frac{0.00}{13.83} \cdot 1.00 = 0.44$$

### Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie:  $x = 1.41$  [m]

Lista grup obciążeń:

**Nazwa grupy obciążeń:**

**Kombinacja1**

Ciężar własny

Stałe

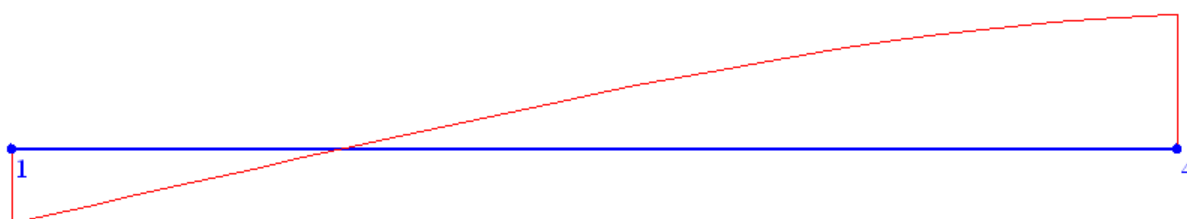
Śnieg

Wiatr 1

Wiatr1

$$u_z = \sum u_{(i)_z} = 0.002 + 0.076 + 0.302 + 5.523 + -5.523 = 0.380 [cm]$$

**Wykres przemieszczeń w kierunku Z:**



$$u_{max} = u_z = 0.380 \leq 0.564 [cm]$$

### Wyniki ugięcia względnego:

Położenie:  $x = 0.00$  [m]

Lista grup obciążeń:

**Nazwa grupy obciążeń:**

Stałe

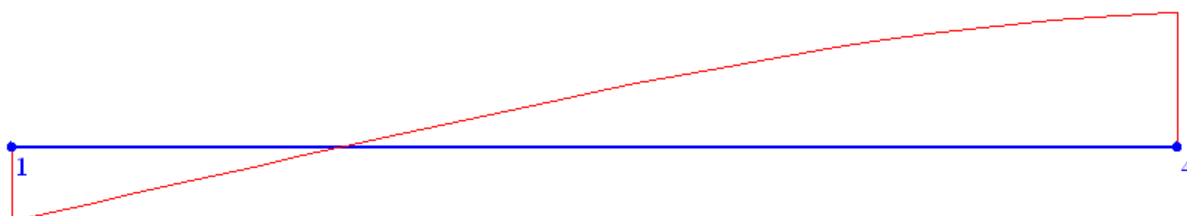
Ciężar własny

Śnieg

Wiatr 1

Wiatr1

**Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:**



$$u_b = u_{bz} = 0.251 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.460 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 0.460 \leq 0.564 [cm]$$

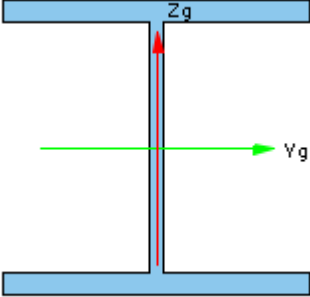
**Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:**

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.380 - 0.211| = 0.169 [cm]$$

## Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

### Geometria:

	Nazwa profilu:	HE 120 A	
	Długość pręta:	L = 1.54 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 25.34 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 606.23 \text{ cm}^4$	$J_z = 230.90 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 106.36 \text{ cm}^3$	$W_z = 38.48 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 119.51 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 58.86 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 5.99 \text{ cm}^4$	

### Element prosty, nr pręta: 7

#### Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

##### **Kombinacja1**

$N = 5.07 \text{ kN}$

$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 18.93 \text{ kN}$

$M_y = 14.60 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

#### **Klasa przekroju na ściskanie:**

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środknika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

#### **Klasa przekroju na zginanie względem osi y:**

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

#### **Klasa przekroju na zginanie względem osi z:**

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

#### **Nośność na ściskanie**

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{25.34 \cdot 235}{1.0} = 595.49 \text{ [kN]}$$

#### **Nośność przekroju na rozciąganie**

$$N_{t,Rd} = 595.49 \text{ [kN]}$$

### Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{119.49 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 23.91 \text{ [kNm]}$$

### Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.85 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

### Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 845.99 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 114.78 \text{ [kN]}$$

### Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1920.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 260.50 \text{ [kN]}$$

### Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

### Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \rho \cdot (M_{Cy,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 28.08 - 0.00 \cdot (28.08 - 23.91) = 28.08 \text{ [kNm]}$$

### Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

### Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

### Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{5.07}{595.49} + \frac{14.60}{28.08} + \frac{0.00}{13.83} = 0.53$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0.00}{260.50} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{18.93}{114.78} = 0.16$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{14.60}{28.08} + \frac{0.00}{13.83} = 0.52$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{14.60}{28.08} + \frac{0.00}{13.83} = 0.52$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{14.60}{28.08} = 0.52$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{14.60}{28.08} + \frac{0.00}{13.83} = 0.52$$

**Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie górnym.**

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

**Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie dolnym.**

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

**Współczynniki interakcji.**

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

**Stopień wykorzystania nośności elementu.**

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{14.60}{1.00 \cdot 28.08} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{13.83} \cdot 1.00 = 0.52$$

**Element prosty, nr pręta: 7**

**Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 1.54 m**

**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

**Kombinacja1**

$$N = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

---

### Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

### Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

### Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

### Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{25.34 \cdot 235}{1.0} = 595.49 \text{ [kN]}$$

### Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 595.49 \text{ [kN]}$$

### Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{119.49 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 28.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 23.91 \text{ [kNm]}$$

### Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.85 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.83 \text{ [kNm]}$$

### Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 845.99 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{cz,Rd} = 114.78 \text{ [kN]}$$

### Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1920.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie



$$V_{C,y,Rd} = 260.50 [kN]$$

#### Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 28.08 [kNm]$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.83 [kNm]$$

#### Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} - \rho \cdot (M_{C,y,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 28.08 - 0.00 \cdot (28.08 - 23.91) = 28.08 [kNm]$$

#### Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 13.83 [kNm]$$

#### Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 28.08 [kNm]$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.83 [kNm]$$

#### Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{0.00}{595.49} = 0.00$$

#### Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

#### Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{0.00}{595.49} = 0.00$$

#### Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 1.54 [m]

Lista grup obciążeń:

**Nazwa grupy obciążeń:**

**Kombinacja1**

Ciężar własny

Stałe

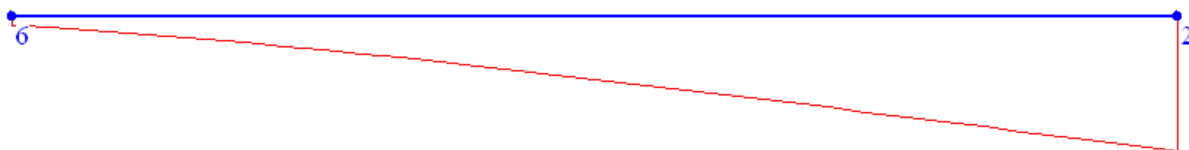
Śnieg

Wiatr 1

Wiatr1

$$u_x = \sum u(\hat{i})_x = -1.519 [cm]$$

#### Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = u_z = 1.519 > 0.617 \text{ [cm]}$$

Anuluj

### Wyniki ugięcia względnego:

Położenie:  $x = 1.54 \text{ [m]}$

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

Stałe

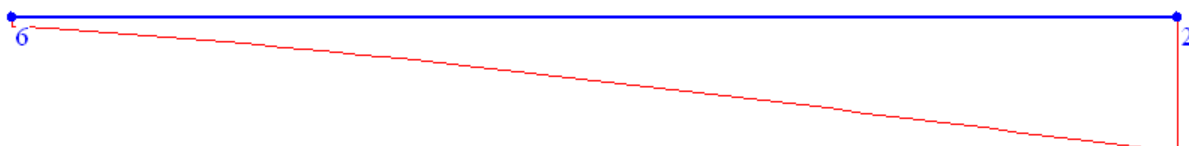
Ciężar własny

Śnieg

Wiatr 1

Wiatr1

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{bz} = -0.828 \text{ [cm]}$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.691 \text{ [cm]}$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 0.691 > 0.617 \text{ [cm]}$$

Anuluj

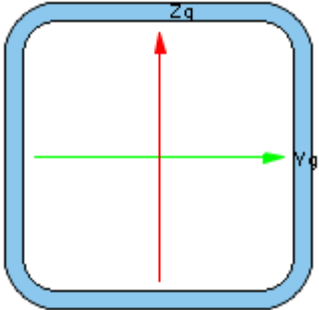
Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |1.519 - 0.104| = 1.415 \text{ [cm]}$$

## Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

### Geometria:

	Nazwa profilu:	R 100 x 6	
	Długość pręta:	L = 2.80 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 21.01 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 295.53 \text{ cm}^4$	$J_z = 295.53 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 59.11 \text{ cm}^3$	$W_z = 59.11 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 71.93 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 71.93 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 498.35 \text{ cm}^4$	

### Element prosty, nr pręta: 8

### Punkt nr: 0 na pręcie, położenie: 0.00 m

### Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

#### Kombinacja I

$N = -41.29 \text{ kN}$

$T_y = V_y = -0.00 \text{ kN}$

$T_z = V_z = -1.13 \text{ kN}$

$M_y = -2.14 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

### Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środknika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

### Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

### Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

### Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{21.01 \cdot 235}{1.0} = 493.74 \text{ [kN]}$$

### Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78.06 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi z**

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78.06 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1050.50 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 142.53 \text{ [kN]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.**

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 142.53 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej**

$$M_{N,y,Rd} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.**

$$M_{Vy,Rd} = M \left( 1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 18.34 \cdot \left( 1 - \frac{0.00 \cdot 0.10^2}{0.10^2 + 2 \cdot 0.10 \cdot (0.10 - 0.01)} \right) = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.**

$$M_{Vz,Rd} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej**

$$M_{N,V,Rd,y} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Warunki nośności:**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{Cz,Rd}} = \frac{41.29}{493.74} + \frac{2.14}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.20$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{142.53} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{1.13}{142.53} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{2.14}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.12$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Ny}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Nz}} = \frac{2.14}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.12$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{2.14}{18.34} = 0.12$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{2.14}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.12$$

#### Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 2.80 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 2.80 \text{ [m]}$$

#### Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 781.29 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 781.29 \text{ [kN]}$$

#### Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.79$$

$$\lambda_z = 0.79$$

#### Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.67$$

$$\chi_z = 0.67$$

$$\chi_{min} = 0.67$$

#### Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

#### Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

#### Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.64$$

$$k_{yz} = 0.58$$

$$k_{zy} = 0.39$$

$$k_{zz} = 0.97$$

#### Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_y + k_{xy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{41.29}{0.67 \cdot 493.74} \cdot 1.00 +$$

$$0.64 \cdot \frac{2.14}{1.00 \cdot 18.34} \cdot 1.00 + 0.58 \cdot \frac{0.00}{18.34} \cdot 1.00 = 0.20$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_z + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{41.29}{0.67 \cdot 493.74} \cdot 1.00 +$$

$$0.39 \cdot \frac{2.14}{1.00 \cdot 18.34} \cdot 1.00 + 0.97 \cdot \frac{0.00}{18.34} \cdot 1.00 = 0.17$$

### **Element prosty, nr pręta: 8**

### **Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 2.79 m**

**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

**Kombinacja1**

$$N = -40.85 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -1.27 \text{ kN}$$

$$M_y = 1.21 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

**Klasa przekroju na ściskanie:**

Klasa ścianek średnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

**Klasa przekroju na zginanie względem osi y:**

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

**Klasa przekroju na zginanie względem osi z:**

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

**Nośność na ściskanie**

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{21.01 \cdot 235}{1.0} = 493.74 \text{ [kN]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi y**

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78.06 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Udział pasów w nośności na zginanie**

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi z**

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78.06 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1050.50 [mm^2]$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 142.53 [kN]$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.**

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 142.53 [kN]$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej**

$$M_{N,y,Rd} = 18.34 [kNm]$$

$$M_{N,z,Rd} = 18.34 [kNm]$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.**

$$M_{Vy,Rd} = M \left( 1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 18.34 \cdot \left( 1 - \frac{0.00 \cdot 0.10^2}{0.10^2 + 2 \cdot 0.10 \cdot (0.10 - 0.01)} \right) = 18.34 [kNm]$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.**

$$M_{Vz,Rd} = 18.34 [kNm]$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej**

$$M_{N,V,Rd,y} = 18.34 [kNm]$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 18.34 [kNm]$$

**Warunki nośności:**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{Cz,Rd}} = \frac{40.85}{493.74} + \frac{1.21}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.15$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0.00}{142.53} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{1.27}{142.53} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{1.21}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.07$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{1.21}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.07$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny}} = \frac{1.21}{18.34} = 0.07$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Ed,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Ed,z}} = \frac{1.21}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.07$$

### Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 2.80 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 2.80 \text{ [m]}$$

### Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 781.29 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 781.29 \text{ [kN]}$$

### Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.79$$

$$\lambda_z = 0.79$$

### Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.67$$

$$\chi_z = 0.67$$

$$\chi_{min} = 0.67$$

### Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

### Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

### Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.64$$

$$k_{yz} = 0.58$$

$$k_{zy} = 0.39$$

$$k_{zz} = 0.97$$

### Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_y \cdot k_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{40.85}{0.67 \cdot 493.74} \cdot 1.00 + 0.64 \cdot \frac{1.21}{1.00 \cdot 18.34} \cdot 1.00 + 0.58 \cdot \frac{0.00}{18.34} \cdot 1.00 = 0.17$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_z \cdot k_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{40.85}{0.67 \cdot 493.74} \cdot 1.00 + 0.39 \cdot \frac{1.21}{1.00 \cdot 18.34} \cdot 1.00 + 0.97 \cdot \frac{0.00}{18.34} \cdot 1.00 = 0.15$$

### Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 2.80 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:



## Kombinacja1

Ciężar własny

Stałe

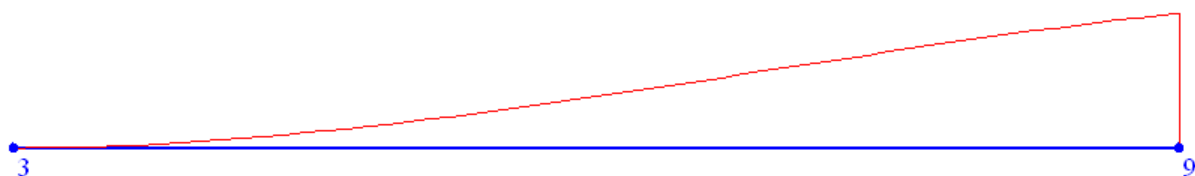
Śnieg

Wiatr 1

Wiatr1

$$u_z = \sum u(i)_z = 0.000 + 0.133 + 0.532 + 8.194 + -8.194 = 0.665 [cm]$$

**Wykres przemieszczeń w kierunku Z:**



$$u_{max} = u_z = 0.665 \leq 1.120 [cm]$$

### Wyniki ugięcia względnego:

Położenie:  $x = 2.80 [m]$

Lista grup obciążeń:

**Nazwa grupy obciążeń:**

Stałe

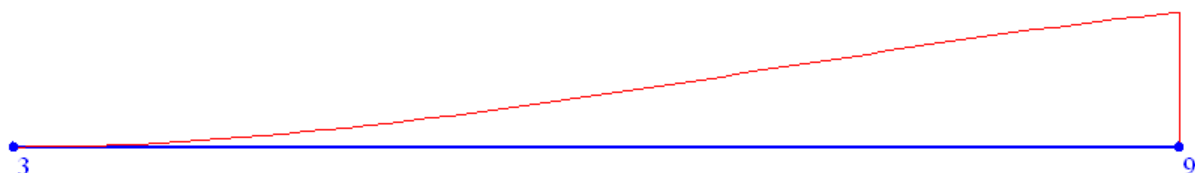
Ciężar własny

Śnieg

Wiatr 1

Wiatr1

**Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:**



$$u_b = u_{bz} = 0.000 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.665 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 0.665 \leq 1.120 [cm]$$

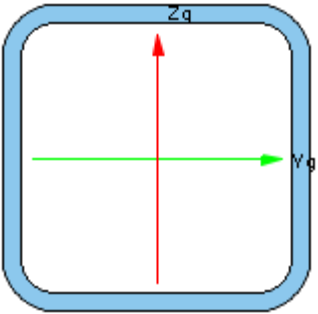
**Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:**

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.665 - 0.000| = 0.665 [cm]$$

## Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

### Geometria:

	Nazwa profilu:	R 100 x 6	
	Długość pręta:	L = 0.98 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 21.01 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 295.53 \text{ cm}^4$	$J_z = 295.53 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 59.11 \text{ cm}^3$	$W_z = 59.11 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 71.93 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 71.93 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 498.35 \text{ cm}^4$	

### Element prosty, nr pręta: 9

### Punkt nr: 0 na pręcie, położenie: 0.98 m

### **Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

#### **Kombinacja I**

$N = -41.15 \text{ kN}$

$T_y = V_y = -0.00 \text{ kN}$

$T_z = V_z = -2.56 \text{ kN}$

$M_y = 3.17 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

### **Klasa przekroju na ściskanie:**

Klasa ścianek środknika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

### **Klasa przekroju na zginanie względem osi y:**

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

### **Klasa przekroju na zginanie względem osi z:**

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

### **Nośność na ściskanie**

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{21.01 \cdot 235}{1.0} = 493.74 \text{ [kN]}$$

### **Nośność na czyste zginanie względem osi y**

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78.06 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na czyste zginanie względem osi z**

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{78.06 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1050.50 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 142.53 \text{ [kN]}$$

**Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.**

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 142.53 \text{ [kN]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej**

$$M_{N,y,Rd} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.**

$$M_{Vy,Rd} = M \left( 1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 18.34 \cdot \left( 1 - \frac{0.00 \cdot 0.10^2}{0.10^2 + 2 \cdot 0.10 \cdot (0.10 - 0.01)} \right) = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.**

$$M_{Vz,Rd} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej**

$$M_{N,V,Rd,y} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 18.34 \text{ [kNm]}$$

**Warunki nośności:**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{Cz,Rd}} = \frac{41.15}{493.74} + \frac{3.17}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.26$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{142.53} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{2.56}{142.53} = 0.02$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{3.17}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.17$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Ny}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Nz}} = \frac{3.17}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.17$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{3.17}{18.34} = 0.17$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{3.17}{18.34} + \frac{0.00}{18.34} = 0.17$$

#### Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 0.98 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 0.98 \text{ [m]}$$

#### Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 6364.85 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 6364.85 \text{ [kN]}$$

#### Smukłości względne:

$$\lambda_y = 0.28$$

$$\lambda_z = 0.28$$

#### Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.96$$

$$\chi_z = 0.96$$

$$\chi_{\min} = 0.96$$

#### Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

#### Współczynnik zwichrzenia przy ściskanym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

#### Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.60$$

$$k_{yz} = 0.54$$

$$k_{zy} = 0.36$$

$$k_{zz} = 0.91$$

#### Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{\gamma} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{\gamma} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{41.15}{0.96 \cdot 493.74} \cdot 1.00 +$$

$$0.60 \cdot \frac{3.17}{1.00 \cdot 18.34} \cdot 1.00 + 0.54 \cdot \frac{0.00}{18.34} \cdot 1.00 = 0.19$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{\gamma} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{\gamma} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{41.15}{0.96 \cdot 493.74} \cdot 1.00 +$$

$$0.36 \cdot \frac{3.17}{1.00 \cdot 18.34} \cdot 1.00 + 0.91 \cdot \frac{0.00}{18.34} \cdot 1.00 = 0.15$$

### Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 0.78 [m]

Lista grup obciążeń:

**Nazwa grupy obciążeń:**

**Kombinacja1**

Ciężar własny	Stałe	Śnieg	Wiatr 1
Wiatr1			

$$u_z = \sum u_{(i)_z} = 0.004 + 0.154 + 0.615 + 9.885 + -9.885 = 0.773 [cm]$$

**Wykres przemieszczeń w kierunku Z:**



$$u_{max} = u_z = 0.773 > 0.392 [cm]$$

**Anuluj**

### Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: x = 0.78 [m]

Lista grup obciążeń:

**Nazwa grupy obciążeń:**

Stałe	Ciężar własny	Śnieg	Wiatr 1
Wiatr1			

**Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:**



$$u_b = u_{bz} = 0.745 [cm]$$

$$\Delta u_x = u_x - u_{bz} = 0.024 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_x = 0.024 \leq 0.392 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.766 - 0.665| = 0.101 [cm]$$

## **Raport wymiarowania stopy fundamentowej wg PN-EN 1997-1 Eurokod 7 do programu Rama3D/2D:**

### **Geometria**

Szerokość stopy B	[m]	5.00
Długość stopy L	[m]	1.00
Wysokość stopy H <sub>f</sub>	[m]	0.60
Szerokość przekroju słupa b	[m]	0.40
Wysokość przekroju słupa h	[m]	1.00
Mimośród e <sub>x</sub>	[m]	0.00
Mimośród e <sub>y</sub>	[m]	0.00

### **Materiały**

Klasa betonu		C25/30
Ciężar objętościowy betonu	[kN/m <sup>3</sup> ]	24.00
Stopa prefabrykowana		NIE
Granica plastyczności stali	[kPa]	500
Średnica zbrojenia	[mm]	12.00
Grubość otuliny	[mm]	45.00
Czas realizacji budynku		powyżej roku
Ciężar zasyпки	[kN/m <sup>3</sup> ]	18.50

## Warunki gruntowe

Legenda:

- Warstwa - Numer porządkowy
- Nazwa - Nazwa warstwy
- H - Miąższość
- $\gamma$  - Ciężar właściwy
- $c'$  - Spójność efektywna
- $c_u$  - Wytrzymałość na ścinanie
- $\phi'$  - Efektywny kąt tarcia wewnętrznego
- M - Moduł sprężystości
- $M_o$  - Moduł sprężystości pierwotnej

Warstwa	Nazwa gruntu	H [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$c_u$ [kPa]	$\phi'$ [°]	M [kPa]	$M_o$ [kPa]
1	Piasek średni (MSa)	3.0	18.0	0.0	0.0	28.0	99000.0	100000.0
2	Żwir (Gr)	5.0	19.0	0.0	0.0	34.4	95000.0	105000.0

## Stan graniczny nośności (GEO)

Podejście obliczeniowe DA2

$\gamma_{G, niekorzystne} = 1.35$ ,  $\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_R = 1.4$  – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na wyparcie

$\gamma_{R,h} = 1.1$  – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na ścięcie gruntu pod fundamentem

Głębokość posadowienia  $h_f = 1.60$  m

## Schemat nr 1

### Sprawdzenie nośności podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu.

#### Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 3.00 \cdot 24.00 = 72.0 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 92.50 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{d,d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 38.41 + 1.35 \cdot (72.00 + 92.50) = 260.48 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia nieosiowego działania sił pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 38.41 + 72.00 + 92.50 = 202.91 \text{ [kN]}$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = 0.00 + 0.00 \cdot 0.60 = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{Lk} = M_{OL,k} + H_{Lk} \cdot h = 5.66 \text{ [kNm]}$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{0.00^2 + 13.39^2} = 13.39 \text{ [kN]}$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} - e_{0B} \cdot N_{G_Qk}}{V_k} = \frac{0.00 - 0.00 \cdot 38.41}{202.91} = |0.00| < 0,3 \cdot B = 1.50[m]$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{0L} \cdot N_{G_Qk}}{V_k} = \frac{5.66 + 0.00 \cdot 38.41}{202.91} = |0.03| < 0,3 \cdot L = 0.30[m]$$

Warunek spełniony

Sprawdzone wymiary fundamentu

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 5.00 - 2 \cdot 0.00 = 5.00[m]$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 1.00 - 2 \cdot 0.03 = 0.94[m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 5.00 \cdot 0.94 = 4.72[m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma = 0.00 \cdot 25.84 \cdot 1.00 \cdot 3.67 \cdot 0.87 + 28.80 \cdot 14.75 \cdot 1.00 \cdot 3.49 \cdot 0.88 + 0.5 \cdot 18.00 \cdot 5.00 \cdot 14.63 \cdot 1.00 \cdot -0.59 \cdot 0.82 = 987.16[kPa]$$

q – napężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{4660.19}{1.40} = 3328.70[kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 260.48 < R_d = 3328.70kN$$

Warunek nośności na wyparcie spełniony.

**Sprawdzenie stanu granicznego na ścięcie gruntu w poziomie posadowienia:**

$$H_d < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

$H_d$  – wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

$R_d$  – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścięcie,

$R_{p,d}$  – opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left( \frac{V'_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}}, 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left( \frac{202.91 \cdot 0.53}{1.10}, 0.4 \cdot 260.48 \right) = 94.72[kN]$$

$$H_d = 13.39 \leq R_d = 94.72[kN]$$

Warunek nośności na ścięcie spełniony.

Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)	Ed/Rd(H)	Ed/Rd(V)
2.00	TAK	0.116	0.057	-	-
3.00	TAK	0.059	0.024	-	-

**Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):**

Oznaczenia:



- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$\gamma_{G, dst} = 1.10$$

$$\gamma_{G, stb} = 0.90$$

$$\gamma_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{B, dst} = 0.00 < M_{B, stb} = 466.14 \text{ [kNm]}$$

$$M_{L, dst} = 5.66 < M_{L, stb} = 93.23 \text{ [kNm]}$$

Warunek stateczności spełniony.

### Sprawdzenie przebiecia fundamentu:

Wymiary obwodu kontrolnego:

$$b_L = 3.20 \text{ [m]}$$

$$b_B = 2.60 \text{ [m]}$$

Obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie przy przebieciu:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot \left( 100 \cdot \rho \cdot f_{ck} \right)^{1/3} \cdot 2 \cdot \frac{d}{a} \geq v_{min} \cdot 2 \cdot \frac{d}{a}$$

$$v_{Rd,c} = 0.13 \cdot 1.60 \cdot \left( 100 \cdot 0.0012 \cdot 25.00 \right)^{1/3} \cdot 2 \cdot \frac{0.55}{1.45} \geq 355.36 \cdot 2 \cdot \frac{0.55}{1.45}$$

$$v_{Rd,c} = 269.47 \text{ [kPa]}$$

Schemat nr 1

Maksymalne naprężenie ścinające:

$$v_{Ed} = B \cdot \frac{V_{Ed,red}}{(u \cdot d)} = 1.03 \cdot \frac{18.47}{(4.51 \cdot 0.55)} = 7.72 \text{ [kPa]}$$

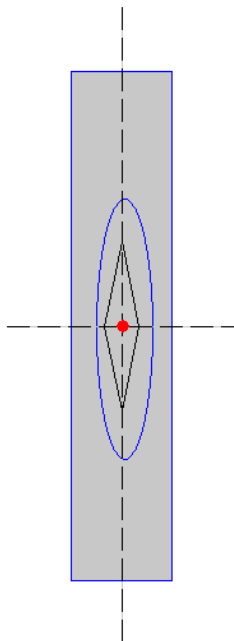
Sprawdzenie nośności:

$$v_{Ed} = 7.72 \text{ [kPa]} \leq v_{Rd,c} = 269.47 \text{ [kPa]}$$

Nośność na przebiecie wystarczająca.

## Położenie wypadkowej sił

### Schemat nr 1



## Wymiarowanie zbrojenia

Zbrojenie potrzebne dla schematu nr 1

$$A_B = 2.26 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

$$A_L = 0.45 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla fundamentu wynosi:  $A_k = 7.40 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku y (B) przyjęto  $f_i = 12.0 \text{ mm}$  w rozstawie  $s_1 = 15.7 \text{ cm}$   $A_{s1} = 7.92 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku x (L) przyjęto  $f_i = 12.0 \text{ mm}$  w rozstawie  $s_2 = 15.4 \text{ cm}$   $A_{s2} = 7.46 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Nr pręta	Ilość	Długość pręta [cm]	Długość całkowita [m]
1	7	494	34.58
2	33	94	31.02

Średnica	[mm]	12.0
Granica plastyczności stali	[MPa]	500
Masa jednostkowa	[kg/m]	0.888
Długość ogółem	[m]	65.60
Masa ogółem	[kg]	58.2

## Osiadanie fundamentu

### Legenda:

H [m]	- głębokość liczona od poziomu terenu
$\sigma_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	- naprężenia pierwotne
$\sigma_{ZS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	- naprężenia wtórne
$\sigma_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	- naprężenia dodatkowe

### Schemat nr 1

Osiadania pierwotne = 0.013 cm

Osiadania wtórne = 0.033 cm

Osiadania całkowite = 0.046 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = 0.00006

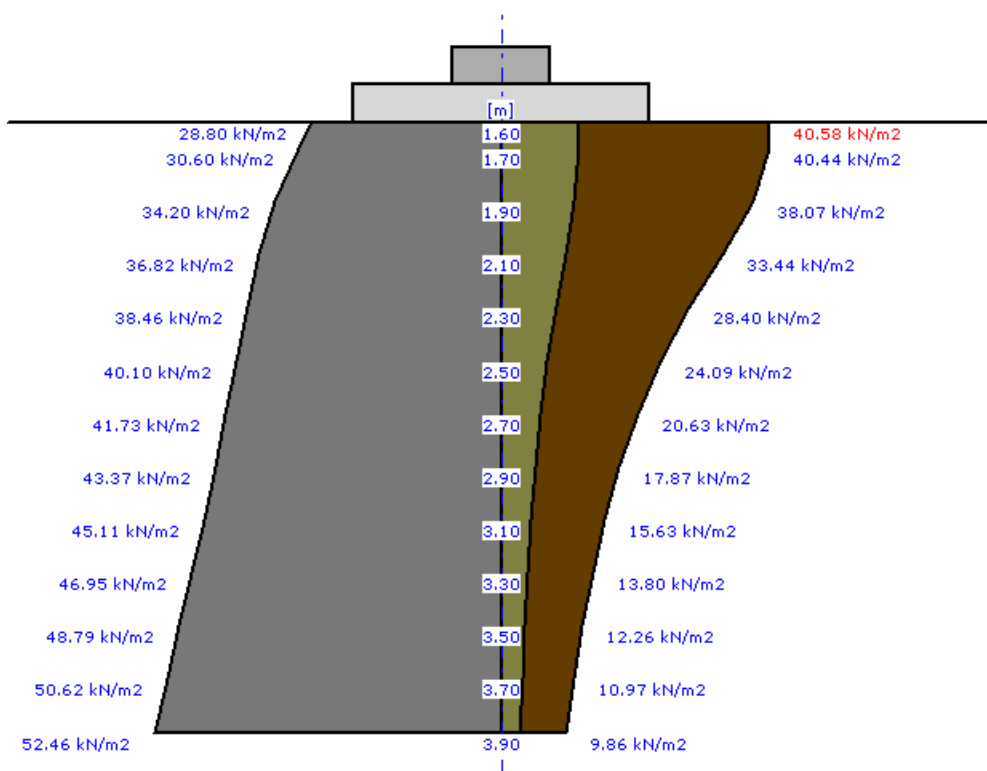
Tangens kąta nachylenia względem osi Y = -0.00000

Przechyłka = 0.00006 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_p = 0.2 \cdot 52.46 = 10.49 \geq s_{zd} = 9.86 \left[ \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 3.90 m



### Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\sigma_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ZS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Suma = $\sigma_{ZS} + \sigma_{ZD} + \sigma_{ZDsiła} + \sigma_{ZDfund}$
0	1.60	28.80	28.80	11.78	40.58
1	1.70	30.60	28.70	11.74	40.44
2	1.90	34.20	27.02	11.05	38.07

---

3	2.10	36.82	23.73	9.71	33.44
4	2.30	38.46	20.15	8.24	28.40
5	2.50	40.10	17.10	6.99	24.09
6	2.70	41.73	14.64	5.99	20.63
7	2.90	43.37	12.68	5.19	17.87
8	3.10	45.11	11.09	4.54	15.63
9	3.30	46.95	9.79	4.00	13.80
10	3.50	48.79	8.70	3.56	12.26
11	3.70	50.62	7.78	3.18	10.97
12	3.90	52.46	6.99	2.86	9.86

KONIEC OBLICZEŃ