

**"PROJECT-BUD"**  
**GERARD MARCZAK**  
 UL. RACIBORSKIEGO 9  
 97-500 RADOMSKO

## Projekt wykonawczy

Nazwa i adres inwestora
<b>Gmina Rząśnia</b> <b>ul. Kościuszki 16, 98-332 Rząśnia</b>
Nazwa i adres obiektu budowlanego
<b>Rozbiórka 3 budynków gospodarczych oraz budowa budynku gospodarczo-garażowego, przyłącza kanalizacji deszczowej, instalacji kanalizacji deszczowej, oświetlenie terenu, WLZ i 11 miejsc postojowych</b> <b>kategoria obiektu – III i XVII</b> <b>(Nr ew. działki 929/3, 784 obr. 0013 Rząśnia)</b>
<b>ETAP I BRANŻA KONSTRUKCYJNA</b> <b>ETAP II <del>BRANŻA SANITARNA</del></b> <b>ETAP III <del>BRANŻA ELEKTRYCZNA</del></b>
Autor projektu bud.
<b>PROJEKTANT KONSTRUKTOR</b> mgr inż. bud. ląd. Maciej Nowakowski upr. BP.IV.10220/83/78  <b>SPRAWDZAJĄCY KONSTRUKTOR</b> mgr inż. bud. Ryszard Paluch upr. UAN.10220/154/84  Asystent proj. mgr inż. Gerard Marczak
<b>Data wykonania : Sierpień 2019r.</b>

## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1.Strona tytułowa	str. 1
2. Zawartość i przedmiot opracowania	str. 2-3
3. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe	str. 4-52
4. Stopa F1 rys. nr 32- skala 1:25	str. 53
5. Stopa F2 rys. nr 33- skala 1:25	str. 54
6. Stopa F3 rys. nr 34- skala 1:25	str. 55
7. Stopa F4 rys. nr 35- skala 1:25	str. 56
8. Stopa F5 rys. nr 36- skala 1:25	str. 57
9. Stopa F6 rys. nr 37- skala 1:25	str. 58
10. Stopa F7 rys. nr 38- skala 1:25	str. 59
11.Ściąg rys. nr.39- skala 1:25	str. 60
12. Podwalina rys nr. 40- skala 1:25	str. 61
13. Schody do kanału rys nr 41 – skala 1:25	str. 62
14. Zbrojenie kanału rys nr 42- skala 1:25	str. 63
15. R1- podstawa słupa rys nr 43- skala 1:5	str. 64
16. R1- połączenie doczołowe na śruby słup-dźwigar rys nr 44- skala 1:5	str. 65
17.R1 – połączenia doczołowe na śruby rys nr 45- skala 1:5	str. 66
18. R1- połączenia doczołowe n śruby dźwigar-dźwigar rys nr 46- skala 1:5	str. 67
19. R2- podstawa słupa rys nr 47- skala 1:5	str. 68
20. R2- postawa słupa wewnętrznego rys nr 48 – skala 1:5	str. 69
21.R2-połączenie doczołowe na śruby słup-dźwigar rys nr 49- skala 1:5	str.70
22. R2-połączenia doczołowe na śruby rys nr 50- skala 1:5	str. 71
23. R2-połączenia doczołowe na śruby dźwigar-dźwigar rys nr 51 – skala 1:5	str. 72
24.R3-podstawa słupa rys nr 52- skala 1:5	str. 73

25. R3-połączenia doczołowe na śruby słup dźwigar rys nr 53- skala 1:5	str. 74
26. R3-połączenia doczołowe na śruby dźwigar-dźwigar rys nr 54- skala 1:5	str. 75
27. R3-połączenie pręta(ściągu) z blachą węzłową rys. nr 55- skala 1:5	str.76
28.R4- podstawa słupa rys nr 56- skala 1:5	str.77
29.R4- połączenie doczołowe na śruby słup-dźwigar rys nr 57- skala 1:5	str.78
30. R4-połączenie doczołowe na śruby rys nr 58- skala 1:5	str.79
31. R4-połączenie doczołowe na śruby dźwigar-dźwigar rys nr 59 – skala 1:5	str. 80
32. R5-podstawa słupa rys nr 60- skala 1:5	str.81
33. R5-podstawa słupa wewnętrznego rys nr 61- skala 1:5	str.82
34. R5-połączenie doczołowe na śruby dźwigar-dźwigar rys. nr 62- skala 1:5	str.83
35. R5-połączenie doczołowe na śruby rys. nr 63- skala 1:5	str.84
36. R5-połączenie doczołowe na śruby dźwigar-dźwigar rys nr 64- skala 1:5	str.85
37. Połączenie belki ryglowej górnej z ramą rys nr 65 – skala 1:5	str.86
38.Połączenie doczołowe na śruby słupka z rygłem górnym rys nr 66- skala 1:5	str. 87
39.Połączenie doczołowe na śruby z podwaliną rys nr 67 – skala 1:5	str. 88
40. Połączenie doczołowe na śruby z rygłem rys nr 68 – skala 1:5	str.89
41. Połączenie doczołowe na śruby między ryglami ściany rys nr 69 – skala 1:5	str.90
42. Połączenie płatwi z dźwigarem rys nr 70 – skala 1:5	str.91
43.Oświadczenia, zaświadczenia i stwierdzenia zawodowe projektanta i sprawdzającego	str.92-97

# OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

## 1. OBCIAZENIA

**Tablica 1. hala 1 wiatr dach**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie wiatrem połaci nawietrznej dachu wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa I, H=230 m n.p.m. -> $q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=5,2$ m, -> $C_e=0,76$ , budowla zamknięta, wymiary budynku H=5,2 m, B=8,0 m, L=18,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 12,1$ st. -> wsp. aerodyn. C=-0,9, $\beta=1,80$ ) [-0,369kN/m <sup>2</sup> ]	-0,37	1,50	0,00	-0,55
2.	Obciążenie wiatrem połaci zawietrznej dachu wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa I, H=230 m n.p.m. -> $q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=5,2$ m, -> $C_e=0,76$ , budowla zamknięta, wymiary budynku H=5,2 m, B=8,0 m, L=18,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 12,1$ st. -> wsp. aerodyn. C=-0,4, $\beta=1,80$ ) [-0,164kN/m <sup>2</sup> ]	-0,16	1,50	0,00	-0,24
<b><math>\Sigma</math>:</b>		<b>-0,53</b>		<b>--</b>	<b>-0,79</b>

**Tablica 2. hala 1 wiatr ściana**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie wiatrem ściany nawietrznej wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-1 (strefa I, H=230 m n.p.m. -> $q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=4,2$ m, -> $C_e=0,71$ , budowla zamknięta, wymiary budynku H=4,2 m, B=8,0 m, L=18,0 m -> wsp. aerodyn. C=0,7, $\beta=1,80$ ) [0,268kN/m <sup>2</sup> ]	0,27	1,50	0,00	0,41
2.	Obciążenie wiatrem ściany zawietrznej wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-1 (strefa I, H=230 m n.p.m. -> $q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=4,2$ m, -> $C_e=0,71$ , budowla zamknięta, wymiary budynku H=4,2 m, B=8,0 m, L=18,0 m -> wsp. aerodyn. C=-0,4, $\beta=1,80$ ) [-0,153kN/m <sup>2</sup> ]	-0,15	1,50	0,00	-0,22
3.	Obciążenie wiatrem ściany bocznej wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-1 (strefa I, H=230 m n.p.m. -> $q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=4,2$ m, -> $C_e=0,71$ , budowla zamknięta, wymiary budynku H=4,2 m, B=8,0 m, L=18,0 m -> wsp. aerodyn. C=-0,7, $\beta=1,80$ ) [-0,268kN/m <sup>2</sup> ]	-0,27	1,50	0,00	-0,41
<b><math>\Sigma</math>:</b>		<b>-0,15</b>		<b>--</b>	<b>-0,22</b>

**Tablica 4. hala 2 wiatr dach**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie wiatrem połaci zawietrznej dachu wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa I, H=230 m n.p.m. -> $q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=5,7$ m, -> $C_e=0,79$ , budowla zamknięta, wymiary budynku H=5,7 m, B=14,7 m, L=36,0 m, kąt nachylenia	-0,17	1,50	0,00	-0,26

połaci dachowej $\alpha = 10,5$ st. $\rightarrow$ wsp. aerodyn. $C=-0,4$ , $\beta=1,80$ ) $[-0,170\text{kN/m}^2]$					
2.	Obciążenie wiatrem połaci zawietrznej dachu wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa I, $H=230$ m n.p.m. $\rightarrow q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=5,7$ m, $\rightarrow C_e=0,79$ , budowla zamknięta, wymiary budynku $H=5,7$ m, $B=14,7$ m, $L=36,0$ m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 10,5$ st. $\rightarrow$ wsp. aerodyn. $C=-0,4$ , $\beta=1,80$ ) $[-0,170\text{kN/m}^2]$	-0,17	1,50	0,00	-0,26
$\Sigma$ :		<b>-0,34</b>	--		<b>-0,51</b>

**Tablica 4. hala 2 wiatr ściana**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. $\text{kN/m}^2$	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. $\text{kN/m}^2$
1.	Obciążenie wiatrem ściany nawietrznej wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-1 (strefa I, $H=230$ m n.p.m. $\rightarrow q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=4,2$ m, $\rightarrow C_e=0,71$ , budowla zamknięta, wymiary budynku $H=4,2$ m, $B=14,7$ m, $L=36,0$ m $\rightarrow$ wsp. aerodyn. $C=0,7$ , $\beta=1,80$ ) $[0,268\text{kN/m}^2]$	0,27	1,50	0,00	0,41
2.	Obciążenie wiatrem ściany zawietrznej wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-1 (strefa I, $H=230$ m n.p.m. $\rightarrow q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=4,2$ m, $\rightarrow C_e=0,71$ , budowla zamknięta, wymiary budynku $H=4,2$ m, $B=14,7$ m, $L=36,0$ m $\rightarrow$ wsp. aerodyn. $C=-0,4$ , $\beta=1,80$ ) $[-0,153\text{kN/m}^2]$	-0,15	1,50	0,00	-0,22
3.	Obciążenie wiatrem ściany bocznej wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-1 (strefa I, $H=230$ m n.p.m. $\rightarrow q_k = 0,30\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=4,2$ m, $\rightarrow C_e=0,71$ , budowla zamknięta, wymiary budynku $H=4,2$ m, $B=14,7$ m, $L=36,0$ m $\rightarrow$ wsp. aerodyn. $C=-0,7$ , $\beta=1,80$ ) $[-0,268\text{kN/m}^2]$	-0,27	1,50	0,00	-0,41
$\Sigma$ :		<b>-0,15</b>	--		<b>-0,22</b>

**Tablica 5. obciążenie śniegiem hala 1,2**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. $\text{kN/m}^2$	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. $\text{kN/m}^2$
1.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 $\rightarrow Q_k = 0,9$ $\text{kN/m}^2$ , nachylenie połaci $12,1$ st. $\rightarrow C_2=0,8$ ) $[0,720\text{kN/m}^2]$	0,72	1,50	0,00	1,08
$\Sigma$ :		<b>0,72</b>	1,50	--	<b>1,08</b>

**Tablica 6. obciążenie własne dachu**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. $\text{kN/m}^2$	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. $\text{kN/m}^2$
1.	plyta warstwowa 20 cm	0,12	1,20	--	0,14
2.	obciążenie technologiczne	0,10	1,30	--	0,13
$\Sigma$ :		<b>0,22</b>	1,25	--	<b>0,27</b>

**Tablica 7. obciążenie pojazdami**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. $\text{kN/m}^2$	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. $\text{kN/m}^2$
----	-----------------	-------------------------------	------------	-------	------------------------------

1. Obciążenie zastępcze równomiernie rozłożone od pojazdu (samochód terenowy (trójosiowy)) bez ładunku [7,500kN/m <sup>2</sup> ]	7,50	1,20	0,00	9,00
2. Obciążenie skupione od koła przedniego pojazdu (samochód terenowy (trójosiowy)) bez ładunku szer.100 cm i dług.100 cm [29,400kN:(1,00m·1,00m)]	29,40	1,20	0,00	35,28
Σ:	<b>36,90</b>	1,20	--	<b>44,28</b>

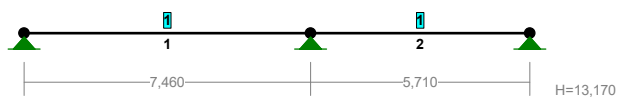
**Tablica 8. obciążenie własne ściany**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN
1.	plyta warstwowa 15 cm dług. 6,00 m [(0,120kN/m:1,00m)·1,00m·6,00m]	0,72	1,30	--	0,94
Σ:		<b>0,72</b>	1,30	--	<b>0,94</b>

## 2. ELEMENTY KONSTRUKCJI STALOWEJ

### 2.1 PŁATWIE

PRZEKROJE PRĘTÓW:



**PRĘTY UKŁADU:**

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	7,460	0,000	7,460	1,000	1 U 140
2	00	2	3	5,710	0,000	5,710	1,000	1 U 140

**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	20,4	605	63	86	86	14,0	2 Stal St3

OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :
Grupa:	A	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Linowe	0,0	2,00	2,00	0,00	7,46
2	Linowe	0,0	2,00	2,00	0,00	5,71

**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x [m] :	M [kNm] :	Q [kN] :	N [kN] :
1	0,00	0,000	-0,0	6,5	0,0
	0,40	2,972	<b>9,6*</b>	-0,0	0,0
	1,00	7,460	-12,4	-9,8	0,0
2	0,00	0,000	-12,4	8,4	0,0
	0,68	3,859	<b>3,7*</b>	-0,0	0,0
	1,00	5,710	0,0	-4,0	0,0

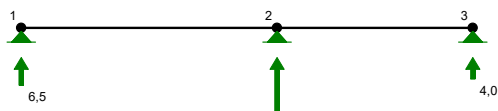
\* = Wartości ekstremalne

**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x [m] :	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
[MPa]					
<b>2 stal st3</b>					
1	0,00	0,000	0,0	-0,0	0,000
	1,00	7,460	143,7	-143,7	<b>0,668*</b>
2	0,00	0,000	143,7	-143,7	<b>0,668*</b>
	1,00	5,710	0,0	0,0	0,000

\* = Wartości ekstremalne

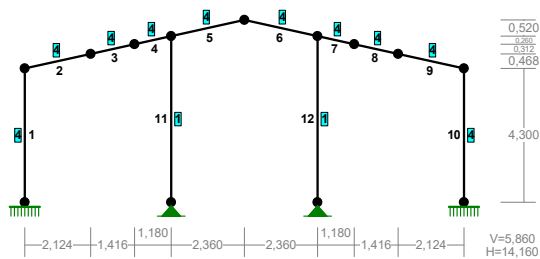
**REAKCJE PODPOROWE:****REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	0,0	6,5	6,5	
2	0,0	18,2	18,2	
3	0,0	4,0	4,0	

## 2.2 RAMY STALOWE

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

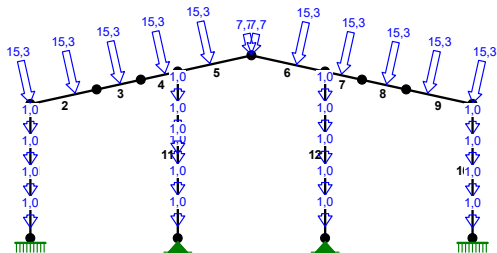
Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	5	0,000	4,300	4,300	1,000	4 I 240 HEB
2	00	5	6	2,124	0,468	2,175	1,000	4 I 240 HEB
3	00	6	8	1,416	0,312	1,450	1,000	4 I 240 HEB
4	00	8	10	1,180	0,260	1,208	1,000	4 I 240 HEB
5	00	10	3	2,360	0,520	2,417	1,000	4 I 240 HEB
6	00	3	12	2,360	-0,520	2,417	1,000	4 I 240 HEB
7	00	12	9	1,180	-0,260	1,208	1,000	4 I 240 HEB
8	00	9	7	1,416	-0,312	1,450	1,000	4 I 240 HEB
9	00	7	4	2,124	-0,468	2,175	1,000	4 I 240 HEB
10	00	4	2	0,000	-4,300	4,300	1,000	4 I 240 HEB
11	00	10	11	0,000	-5,340	5,340	1,000	1 I 240 HEB
12	00	12	13	0,000	-5,340	5,340	1,000	1 I 240 HEB

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	106,0	11260	3920	327	327	24,0	2 Stal St3
4	106,0	11260	3920	938	938	24,0	2 Stal St3

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

( [kN] , [kNm] , [kN/m] )



-----ęć: Rodzaj:

Kat: P1 (Tg) : P2 (Td) : a [m] : b [m] :

Grupa: A "" Zmienne  $\gamma_f = 1,00$

1	Skupione	0,0	1,00	3,30
1	Skupione	0,0	1,00	2,30
1	Skupione	0,0	1,00	1,30
1	Skupione	0,0	1,00	0,30
10	Skupione	0,0	1,00	1,00
10	Skupione	0,0	1,00	2,00
10	Skupione	0,0	1,00	3,00
10	Skupione	0,0	1,00	4,00
11	Skupione	0,0	1,00	1,00
11	Skupione	0,0	1,00	2,00
11	Skupione	0,0	1,00	3,00
11	Skupione	0,0	1,00	4,00
11	Skupione	0,0	1,00	2,67
11	Skupione	0,0	1,00	5,00
12	Skupione	0,0	1,00	1,00
12	Skupione	0,0	1,00	2,00
12	Skupione	0,0	1,00	3,00
12	Skupione	0,0	1,00	4,00
12	Skupione	0,0	1,00	5,00

Grupa: R "" Zmienne  $\gamma_f = 1,00$

2	Skupione	12,4	15,30	0,00
2	Skupione	12,4	15,30	1,47
3	Skupione	12,4	15,30	0,77
4	Skupione	12,4	15,30	0,79
5	Skupione	12,4	15,30	1,06
5	Skupione	12,4	7,70	2,42
6	Skupione	-12,4	7,70	0,00
6	Skupione	-12,4	15,30	1,47
7	Skupione	-12,4	15,30	0,53
8	Skupione	-12,4	15,30	0,80
9	Skupione	-12,4	15,30	2,17
9	Skupione	-12,4	15,30	0,70

# SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AR

Pręt: x/L: x [m] : M [kNm] : Q [kN] : N [kN] :

1	0,00	0,000	6,3	-4,4	-43,2
	1,00	4,300	-12,5	-4,4	-35,3
2	0,00	0,000	-12,5	18,2	-11,9
	1,00	2,175	14,3	1,0	-11,4
3	0,00	0,000	14,3	1,0	-11,4
	0,53	0,768	<b>14,8*</b>	-15,0	-11,3
	0,53	0,768	<b>14,8*</b>	0,3	-11,3
	1,00	1,450	4,3	-15,6	-11,2
4	0,00	0,000	4,3	-15,6	-11,2
	1,00	1,208	-21,6	-32,0	-10,9
5	0,00	0,000	-20,2	19,9	-22,1
	1,00	2,417	4,4	2,4	-21,6
6	0,00	0,000	4,4	-3,4	-21,8
	1,00	2,417	-20,9	-20,9	-22,3

7	0,00	0,000	-22,5	31,4	-11,1
	1,00	1,208	4,5	15,0	-11,3
8	0,00	0,000	4,5	15,0	-11,3
	0,55	0,799	<b>16,2*</b>	14,3	-11,5
	0,55	0,799	<b>16,2*</b>	-1,0	-11,5
	1,00	1,450	15,4	-1,6	-11,6
9	0,00	0,000	15,4	-1,6	-11,6
	1,00	2,175	-12,8	-18,8	-12,0
10	0,00	0,000	-12,8	4,4	-35,9
	1,00	4,300	6,2	4,4	-43,8
11	0,00	0,000	-1,4	0,3	-53,1
	1,00	5,340	0,0	0,3	-64,0
12	0,00	0,000	1,6	-0,3	-53,5
	1,00	5,340	-0,0	-0,3	-63,4

\* = Wartości ekstremalne

**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AR

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		

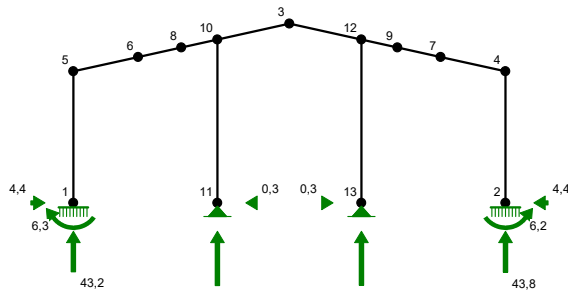
## 2 Stal St3

1	0,00	0,000	-10,8	2,7	0,050
	1,00	4,300	10,0	-16,6	<b>0,077*</b>
2	0,00	0,000	12,2	-14,4	0,067
	1,00	2,175	-16,3	14,1	<b>0,076*</b>
3	0,00	0,000	-16,3	14,1	0,076
	0,53	0,768	-16,8	14,7	<b>0,078*</b>
	1,00	1,450	-5,6	3,5	0,026
4	0,00	0,000	-5,6	3,5	0,026
	1,00	1,208	22,0	-24,0	<b>0,112*</b>
5	0,00	0,000	19,4	-23,6	<b>0,110*</b>
	1,00	2,417	-6,8	2,7	0,031
6	0,00	0,000	-6,8	2,7	0,032
	1,00	2,417	20,2	-24,4	<b>0,113*</b>
7	0,00	0,000	22,9	-25,0	<b>0,116*</b>
	1,00	1,208	-5,8	3,7	0,027
8	0,00	0,000	-5,8	3,7	0,027
	0,55	0,799	-18,3	16,2	<b>0,085*</b>
	1,00	1,450	-17,5	15,3	0,081
9	0,00	0,000	-17,5	15,3	<b>0,081*</b>
	1,00	2,175	12,5	-14,8	0,069
10	0,00	0,000	10,2	-17,0	<b>0,079*</b>
	1,00	4,300	-10,7	2,5	0,050
11	0,00	0,000	-0,7	-9,3	<b>0,043*</b>
	1,00	5,340	-6,0	-6,0	0,028

12	0,00	0,000	-9,9	-0,2	<b>0,046*</b>
	1,00	5,340	-6,0	-6,0	0,028

\* = Wartości ekstremalne

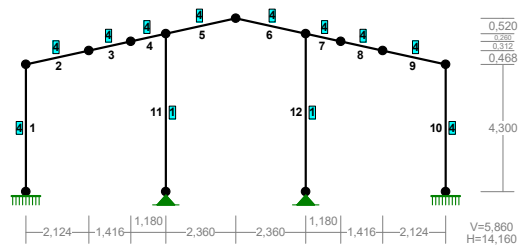
REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AR

Węzeł:	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	4,4	43,2	43,4	-6,3
2	-4,4	43,8	44,1	6,2
11	-0,3	64,0	64,0	
13	0,3	63,4	63,4	

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx [m] :	Ly [m] :	L [m] :	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	5	0,000	4,300	4,300	1,000	4 I 240 HEB
2	00	5	6	2,124	0,468	2,175	1,000	4 I 240 HEB
3	00	6	8	1,416	0,312	1,450	1,000	4 I 240 HEB
4	00	8	10	1,180	0,260	1,208	1,000	4 I 240 HEB
5	00	10	3	2,360	0,520	2,417	1,000	4 I 240 HEB
6	00	3	12	2,360	-0,520	2,417	1,000	4 I 240 HEB
7	00	12	9	1,180	-0,260	1,208	1,000	4 I 240 HEB
8	00	9	7	1,416	-0,312	1,450	1,000	4 I 240 HEB
9	00	7	4	2,124	-0,468	2,175	1,000	4 I 240 HEB
10	00	4	2	0,000	-4,300	4,300	1,000	4 I 240 HEB
11	00	10	11	0,000	-5,340	5,340	1,000	1 I 240 HEB

12	00	12	13	0,000	-5,340	5,340	1,000	1	I	240	HEB
----	----	----	----	-------	--------	-------	-------	---	---	-----	-----

#### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>g</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>d</sub> [cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:	
1	106,0	11260	3920	327	327	24,0	2	Stal St3
4	106,0	11260	3920	938	938	24,0	2	Stal St3

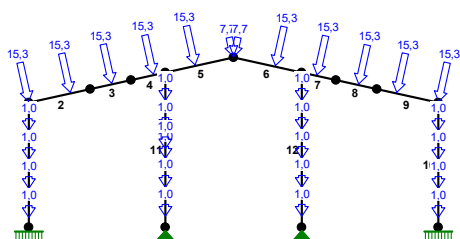
#### ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

Oznaczenie:	Materiał:	Długość[m]	Masa[t]
I 240 HEB	Stal St3	2x 4,30 + 2x 2,17 + 2x 1,45 + 2x 1,21 + 2x 2,42 + 2x 5,34	= 33,78
			2,811

MASA CAŁKOWITA USTROJU:

2,811

#### OBCIĄŻENIA:



#### OBCIĄŻENIA:

( [kN] , [kNm] , [kN/m] )

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a[m] :	b[m] :
Grupa:	A	""		Zmienne	γf= 1,00	
1	Skupione	0,0	1,00		3,30	
1	Skupione	0,0	1,00		2,30	
1	Skupione	0,0	1,00		1,30	
1	Skupione	0,0	1,00		0,30	
10	Skupione	0,0	1,00		1,00	
10	Skupione	0,0	1,00		2,00	
10	Skupione	0,0	1,00		3,00	
10	Skupione	0,0	1,00		4,00	
11	Skupione	0,0	1,00		1,00	
11	Skupione	0,0	1,00		2,00	
11	Skupione	0,0	1,00		3,00	
11	Skupione	0,0	1,00		4,00	
11	Skupione	0,0	1,00		2,67	
11	Skupione	0,0	1,00		5,00	
12	Skupione	0,0	1,00		1,00	
12	Skupione	0,0	1,00		2,00	
12	Skupione	0,0	1,00		3,00	
12	Skupione	0,0	1,00		4,00	
12	Skupione	0,0	1,00		5,00	

Grupa:	R	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$
2	Skupione	12,4	15,30		0,00
2	Skupione	12,4	15,30		1,47
3	Skupione	12,4	15,30		0,77
4	Skupione	12,4	15,30		0,79
5	Skupione	12,4	15,30		1,06
5	Skupione	12,4	7,70		2,42
6	Skupione	-12,4	7,70		0,00
6	Skupione	-12,4	15,30		1,47
7	Skupione	-12,4	15,30		0,53
8	Skupione	-12,4	15,30		0,80
9	Skupione	-12,4	15,30		2,17
9	Skupione	-12,4	15,30		0,70

**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AR

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	6,3	-4,4	-43,2
	1,00	4,300	-12,5	-4,4	-35,3
2	0,00	0,000	-12,5	18,2	-11,9
	1,00	2,175	14,3	1,0	-11,4
3	0,00	0,000	14,3	1,0	-11,4
	0,53	0,768	<b>14,8*</b>	-15,0	-11,3
	0,53	0,768	<b>14,8*</b>	0,3	-11,3
	1,00	1,450	4,3	-15,6	-11,2
4	0,00	0,000	4,3	-15,6	-11,2
	1,00	1,208	-21,6	-32,0	-10,9
5	0,00	0,000	-20,2	19,9	-22,1
	1,00	2,417	4,4	2,4	-21,6
6	0,00	0,000	4,4	-3,4	-21,8
	1,00	2,417	-20,9	-20,9	-22,3
7	0,00	0,000	-22,5	31,4	-11,1
	1,00	1,208	4,5	15,0	-11,3
8	0,00	0,000	4,5	15,0	-11,3
	0,55	0,799	<b>16,2*</b>	14,3	-11,5
	0,55	0,799	<b>16,2*</b>	-1,0	-11,5
	1,00	1,450	15,4	-1,6	-11,6
9	0,00	0,000	15,4	-1,6	-11,6
	1,00	2,175	-12,8	-18,8	-12,0
10	0,00	0,000	-12,8	4,4	-35,9
	1,00	4,300	6,2	4,4	-43,8
11	0,00	0,000	-1,4	0,3	-53,1
	1,00	5,340	0,0	0,3	-64,0
12	0,00	0,000	1,6	-0,3	-53,5
	1,00	5,340	-0,0	-0,3	-63,4

\* = Wartości ekstremalne

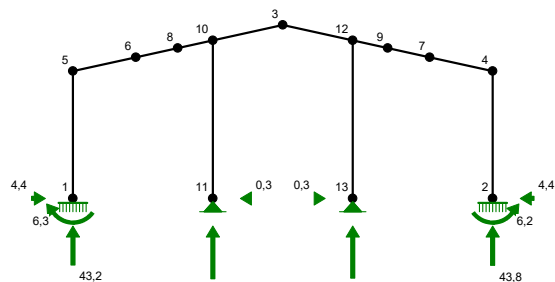
**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AR

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		
<b>2 Stal St3</b>					
1	0,00	0,000	-10,8	2,7	0,050
	1,00	4,300	10,0	-16,6	<b>0,077*</b>
2	0,00	0,000	12,2	-14,4	0,067
	1,00	2,175	-16,3	14,1	<b>0,076*</b>
3	0,00	0,000	-16,3	14,1	0,076
	0,53	0,768	-16,8	14,7	<b>0,078*</b>
	1,00	1,450	-5,6	3,5	0,026
4	0,00	0,000	-5,6	3,5	0,026
	1,00	1,208	22,0	-24,0	<b>0,112*</b>
5	0,00	0,000	19,4	-23,6	<b>0,110*</b>
	1,00	2,417	-6,8	2,7	0,031
6	0,00	0,000	-6,8	2,7	0,032
	1,00	2,417	20,2	-24,4	<b>0,113*</b>
7	0,00	0,000	22,9	-25,0	<b>0,116*</b>
	1,00	1,208	-5,8	3,7	0,027
8	0,00	0,000	-5,8	3,7	0,027
	0,55	0,799	-18,3	16,2	<b>0,085*</b>
	1,00	1,450	-17,5	15,3	0,081
9	0,00	0,000	-17,5	15,3	<b>0,081*</b>
	1,00	2,175	12,5	-14,8	0,069
10	0,00	0,000	10,2	-17,0	<b>0,079*</b>
	1,00	4,300	-10,7	2,5	0,050
11	0,00	0,000	-0,7	-9,3	<b>0,043*</b>
	1,00	5,340	-6,0	-6,0	0,028
12	0,00	0,000	-9,9	-0,2	<b>0,046*</b>
	1,00	5,340	-6,0	-6,0	0,028

\* = Wartości ekstremalne

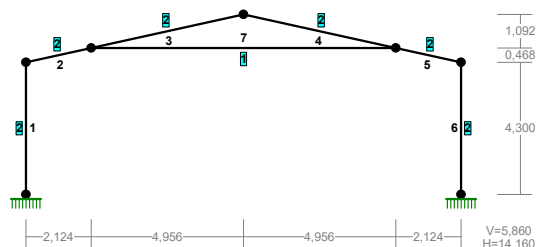
REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AR

Węzeł:	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	4,4	43,2	43,4	-6,3
2	-4,4	43,8	44,1	6,2
11	-0,3	64,0	64,0	
13	0,3	63,4	63,4	

#### PRZEKROJE PRĘTÓW:



#### PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx [m] :	Ly [m] :	L [m] :	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	5	0,000	4,300	4,300	1,000	2 I 240 HEB
2	00	5	6	2,124	0,468	2,175	1,000	2 I 240 HEB
3	00	6	3	4,956	1,092	5,075	1,000	2 I 240 HEB
4	00	3	7	4,956	-1,092	5,075	1,000	2 I 240 HEB
5	00	7	4	2,124	-0,468	2,175	1,000	2 I 240 HEB
6	00	4	2	0,000	-4,300	4,300	1,000	2 I 240 HEB
7	00	7	6	-9,912	0,000	9,912	1,000	1 2 L 100x100x8

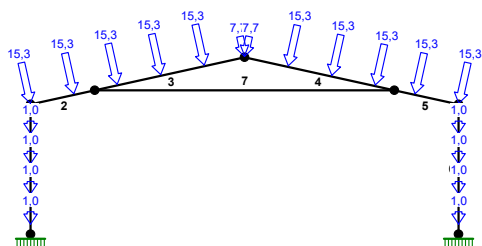
#### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A [cm <sup>2</sup> ]	Ix [cm <sup>4</sup> ]	Iy [cm <sup>4</sup> ]	Wg [cm <sup>3</sup> ]	Wd [cm <sup>3</sup> ]	h [cm]	Materiał:
1	31,0	615	290	106	40	10,0	2 Stal St3
2	106,0	11260	3920	938	938	24,0	2 Stal St3

#### ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

Oznaczenie:	Materiał:	Długość [m]	Masa [t]
I 240 HEB	Stal St3	2x 4,30 + 2x 2,17 + 2x 5,07	= 23,10 1,922
L 100x100x8	Stal St3	2x 9,91	= 19,82 0,241
MASA CAŁKOWITA USTROJU:			<b>2,163</b>

#### OBCIĄŻENIA:



# **OBCIĄŻENIA:**

( [kN] , [kNm] , [kN/m] )

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a[m] :	b[m] :
<hr/>						
Grupa:	A	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Skupione	0,0	1,00		3,30	
1	Skupione	0,0	1,00		2,30	
1	Skupione	0,0	1,00		1,30	
1	Skupione	0,0	1,00		0,30	
6	Skupione	0,0	1,00		1,00	
6	Skupione	0,0	1,00		2,00	
6	Skupione	0,0	1,00		3,00	
6	Skupione	0,0	1,00		4,00	
<hr/>						
Grupa:	R	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
2	Skupione	12,4	15,30		0,00	
2	Skupione	12,4	15,30		1,47	
3	Skupione	12,4	15,30		0,77	
3	Skupione	12,4	15,30		2,24	
3	Skupione	12,4	15,30		3,72	
3	Skupione	12,4	7,70		5,07	
4	Skupione	-12,4	7,70		0,00	
4	Skupione	-12,4	15,30		1,47	
4	Skupione	-12,4	15,30		2,95	
4	Skupione	-12,4	15,30		4,42	
5	Skupione	-12,4	15,30		2,17	
5	Skupione	-12,4	15,30		0,70	

# **SIŁY PRZEKROJOWE:**

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AR

Pręt:	x/L:	x[m] :	M[kNm] :	Q[kN] :	N[kN] :
<hr/>					
1	0,00	0,000	60,8	-36,0	-97,7
	1,00	4,300	-93,9	-36,0	-89,8
2	0,00	0,000	-93,9	64,6	-54,5
	1,00	2,175	33,8	47,4	-54,0
3	0,00	0,000	35,4	14,4	-197,8
	0,15	0,768	<b>46,1*</b>	13,7	-197,6
	0,15	0,768	<b>46,1*</b>	-1,6	-197,6
	1,00	5,075	-33,3	-36,1	-196,8
4	0,00	0,000	-33,3	35,3	-196,9



	0,87	4,424	<b>46,4*</b>	-14,6	-197,8
	0,87	4,424	<b>46,4*</b>	0,7	-197,8
	1,00	5,075	36,7	-15,2	-197,9
5	0,00	0,000	35,2	-48,2	-54,2
	1,00	2,175	-94,4	-65,4	-54,6
6	0,00	0,000	-94,4	36,0	-90,6
	1,00	4,300	60,4	36,0	-98,5
7	0,00	0,000	1,5	-1,3	147,5
	0,50	4,956	<b>-1,8*</b>	0,0	147,5
	1,00	9,912	1,5	1,3	147,5

\* = Wartości ekstremalne

**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AR

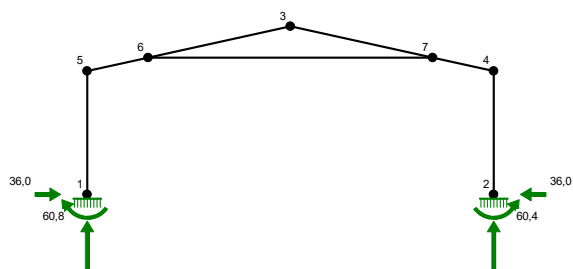
Pręt: x/L: x[m]: SigmaG: SigmaD: SigmaMax/Ro:  
[MPa]

## 2 Stal St3

1	0,00	0,000	-74,0	55,6	0,344
	1,00	4,300	91,6	-108,6	<b>0,505*</b>
2	0,00	0,000	95,0	-105,2	<b>0,489*</b>
	1,00	2,175	-41,1	31,0	0,191
3	0,00	0,000	-56,3	19,0	0,262
	0,15	0,768	-67,8	30,5	<b>0,315*</b>
	1,00	5,075	16,9	-54,0	0,251
4	0,00	0,000	16,9	-54,0	0,251
	0,87	4,424	-68,1	30,8	<b>0,317*</b>
	1,00	5,075	-57,8	20,4	0,269
5	0,00	0,000	-42,6	32,4	0,198
	1,00	2,175	95,4	-105,7	<b>0,492*</b>
6	0,00	0,000	92,0	-109,1	<b>0,507*</b>
	1,00	4,300	-73,6	55,1	0,343
7	0,00	0,000	33,3	85,4	0,397
	1,00	9,912	33,0	86,1	<b>0,400*</b>

\* = Wartości ekstremalne

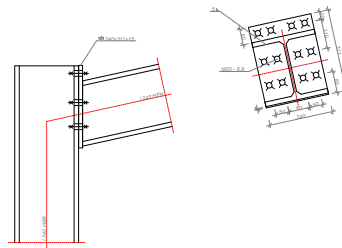
REAKCJE PODPOROWE:



**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AR

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	36,0	97,7	104,1	-60,8
2	-36,0	98,5	104,9	60,4

## POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE NA ŚRUBY



Przyjęto połączenie kategorii **D** na śruby **M20** klasy **6.8**.

Siły przekrojowe w odległości  $l_0 = 123$  mm od węzła:

$$M = -86,0 \text{ kNm},$$

$$V = -74,7 \text{ kN},$$

$$N = -39,3 \text{ kN}.$$

### Nośność śruby:

Pole przekroju śruby:

$$A_v = 314,2 \text{ mm}^2.$$

$$A_s = 245,0 \text{ mm}^2,$$

$$R_m = 600 \text{ MPa},$$

$$R_e = 480 \text{ MPa},$$

Nośność śruby:

$$A_s \} = 95,5 \text{ kN},$$

$$S_{Rt} = \min \{ 0,65 R_m A_s; 0,85 R_e$$

$$S_{Rr} = 0,85 S_{Rt} =$$

$$0,85 \times 95,5 = 81,2 \text{ kN},$$

$$S_{Rv} = 0,45 R_m A_v =$$

$$0,45 \times 600 \times 314,2 \times 10^{-3} = 84,8 \text{ kN}.$$

### Blacha czołowa:

Przyjęto blachę czołową o wymiarach  $240 \times 305$  mm ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Dla połączenia niesprężanego, przy  $c = 19$  i  $b_s = 2(c+d) = 78$

$$t_{min} = 1,2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} =$$

$$1,2 \times \sqrt{\frac{19 \times 95,5 \times 10^3}{78 \times 215}} = 12 \text{ mm}$$

Przyjęto grubość blachy czołowej  $t = 15$  mm.

### Nośność połączenia:

Współczynnik efektu dźwigni wynosi:

$$\beta = 2,67 - t / t_{min} = 2,67 - 15 / 12$$

$$= 1,42,$$

przyjęto  $\beta = 1,42 \Rightarrow 1/\beta = 0,70$ .

### Nośność na zginanie

Nośność dla stanu granicznego zerwania śrub:

$$M_{Rt} = S_{Rt} \sum m_i \omega_i y_i = 95,5 \times (4 \times 0,70 \times 267 + 4 \times 0,90 \times 157) \times 10^{-3} = 125,6 \text{ kNm}.$$

Przy współdziałaniu siły osiowej uwzględniamy jej wpływ na nośność połączenia:

$$M_{Rt}' = M_{Rt} + 0,5 (h-t) N_o = 125,6 + 0,5 \times (240-17) \times 19,7 \times 10^{-3} = 127,8 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności połączenia:

$$M = 86,0 < 127,8 = M_{Rt}$$

### Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna przypadająca na jedną śrubę

$$S_v = V / n = 74,7 / 12 = 6,2 \text{ kN}$$

Siła rozciągająca w śrubie od siły osiowej  $S_t = 0,0 \text{ kN}$ , od zginania  $S_t = 65,4 \text{ kN}$ .

Warunek nośności śruby na ścinanie dla połączenia niesprężanego:

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (65,4 / 95,5)^2 + (6,2 / 84,8)^2 = 0,47 < 1$$

### Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 5 \text{ mm}$

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 62,55 \text{ cm}^2,$$

$$6431,6 \text{ cm}^4,$$

$$A_v = 18,29 \text{ cm}^2,$$

$$I_y = 2310,3 \text{ cm}^4.$$

$$I_x =$$

Naprężenia:

$$\tau_{||} = V / A_v = (74,7 / 18,29) \times 10 = 40,8 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{86,0 \times 12,8 \times 10^3}{6431,6} + \frac{39,3 \times 10}{62,55} = -177,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -177,3 / \sqrt{2} = -125,4 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

### Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{||} = 0,0 \text{ MPa}$ .

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{||}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{125,4^2 + 3 \times (0,0^2 + 125,4^2)} = 175,5 < 205 = f_d$$

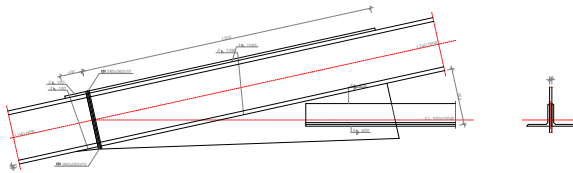
### Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{86,0 \times 12,8 \times 10^3}{6431,6} + \frac{39,3 \times 10}{62,55} = -177,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 125,4 <$$

$$205 = f_d$$

### POŁĄCZENIE PRĘTA NR 7 Z BLACHĄ WĘZŁOWĄ



### Nośność spoin pachwinowych:

Przyjęto spoiny o grubości  $a_g = 5 \text{ mm}$  i  $a_d = 5 \text{ mm}$ .

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = \sum a l = (5 \times 378 + 5 \times 378 + 5 \times 400 + 5 \times 400) \times 10^{-2} = 77,81 \text{ cm}^2,$$

$$I_o = I_x + I_y = 9860,4 + 2144,5 = 12004,8 \text{ cm}^4.$$

Na spoiny pachwinowe działają następujące siły:

$$F = 147,5 \text{ kN},$$

$$M_o = M + e F = 0,4 +$$

$$0,021 \times 147,5 = 3,5 \text{ kNm}.$$

Naprężenia w spoinach:

$$\tau_F = F / A = (147,5 / 77,81) \times 10 = 19,0 \text{ MPa},$$

$$\tau_M = M_o r / I_o = (3,5 \times 20,2 / 12004,8) \times 10^3 = 5,9 \text{ MPa},$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynniki  $\alpha$  wynoszą  $\alpha_{\perp} = 0,9$ ,  $\alpha_{\parallel} = 0,8$ .

Nośność spoin:

$$\tau_F = 19,0 < 172,0 =$$

$$0,8 \times 215 = \alpha_{\parallel} f_d$$

$$\sqrt{(\tau_M + \tau_F \cos \theta)^2 + (\tau_F \sin \theta)^2} = \sqrt{(5,9 + 19,0 \times 0,27)^2 + (-19,0 \times 0,96)^2} =$$

$$= 21,3 < 193,5 =$$

$$0,9 \times 215 = \alpha_{\perp} f_d$$

### Połączenie blachy węzłowej z prętem 3

Przyjęto połączenie na 2 spoiny pachwinowe o grubości  $a = 3 \text{ mm}$ .

$$A = 3 \times (1295 + 1295) \times 10^{-2} = 77,70 \text{ cm}^2,$$

$$I_o = I_x + I_y = 11189,4 + 108587,4 = 119776,8 \text{ cm}^4.$$

Siły działające na połączenie:

$$F = 28,5 \text{ kN},$$

$$Q = -133,9 \text{ kN}, \quad M = 18,9 \text{ kNm}.$$

Naprężenia w spoinie:

$$\sigma = F / A + M r_x / J_o = 28,5 / 77,70 \times 10 + 18,9 \times 64,75 / 119776,8 \times 10^3 = 13,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \sigma / 2 = 9,8 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = Q / A + M r_y / J_o = 133,9 / 77,70 \times 10 + 18,9 \times 12,00 / 119776,8 \times 10^3 = 19,1 \text{ MPa}$$

Nośność spoin:

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{9,8^2 + 3 \times (19,1^2 + 9,8^2)} = 27,0 < 215 = f_d$$

$$\sigma_{\perp} = 9,8 < 215 = f_d$$

### Połączenie blachy węzłowej z prętem 2

Przyjęto połączenie na 2 spoiny pachwinowe o grubości  $a = 3 \text{ mm}$ .

$$A = 3 \times (1295 + 1295) \times 10^{-2} = 6,00 \text{ cm}^2,$$

$$I_o = I_x + I_y = 864,0 + 50,0 = 914,0 \text{ cm}^4.$$

Siły działające na połączenie:

$$F = 2,2 \text{ kN},$$

$$Q = -10,3 \text{ kN}, \quad M = -0,1 \text{ kNm}.$$

Naprężenia w spoinie:

$$\sigma = F / A + M r_x / J_o = 2,2 / 6,00 \times 10 + 0,1 \times 5,00 / 914,0 \times 10^3 = 4,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \sigma / 2 = 2,9 \text{ MPa}$$

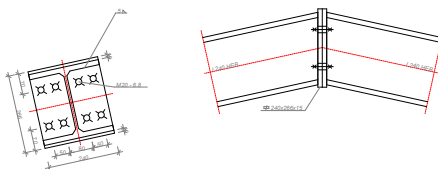
$$\tau_{\parallel} = Q / A + M r_y / J_o = 10,3 / 6,00 \times 10 + 0,1 \times 12,00 / 914,0 \times 10^3 = 18,3 \text{ MPa}$$

Nośność spoin:

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{2,9^2 + 3 \times (18,3^2 + 2,9^2)} = 22,6 < 215 = f_d$$

$$\sigma_{\perp} = 2,9 < 215 = f_d$$

## POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE NA ŚRUBY



Przyjęto połączenie kategorii **D** na śruby **M20** klasy **6.8**.

Siły przekrojowe w odległości  $l_o = 0 \text{ mm}$  od węzła:

$$M = -33,3 \text{ kNm},$$

$$V = -77,6 \text{ kN},$$

$$N = -184,4 \text{ kN}.$$

**Nośność śruby:**

Pole przekroju śruby:

$$A_v = 314,2 \text{ mm}^2.$$

$$A_s = 245,0 \text{ mm}^2,$$

$$R_m = 600 \text{ MPa},$$

$$R_e = 480 \text{ MPa},$$

Nośność śruby:

$$A_s \} = 95,5 \text{ kN},$$

$$S_{Rt} = \min \{0,65 R_m A_s; 0,85 R_e$$

$$S_{Rr} = 0,85 \quad S_{Rt} =$$

$$0,85 \times 95,5 = 81,2 \text{ kN},$$

$$S_{Rv} = 0,45 R_m A_v =$$

$$0,45 \times 600 \times 314,2 \times 10^{-3} = 84,8 \text{ kN}.$$

**Blacha czołowa:**

Przyjęto blachę czołową o wymiarach  $240 \times 260 \text{ mm}$  ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Dla połączenia niesprężanego, przy  $c = 24$  i  $b_s = 2(c+d) = 88$

$$t_{min} = 1,2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} =$$

$$1,2 \times \sqrt{\frac{24 \times 95,5 \times 10^3}{88 \times 215}} = 13 \text{ mm}$$

Przyjęto grubość blachy czołowej  $t = 15 \text{ mm}$ .

### Nośność połączenia:

Współczynnik efektu dźwigni wynosi:

$$\beta = 2,67 - t / t_{min} = 2,67 - 15 / 13$$

$$= 1,52,$$

$$\text{przyjęto } \beta = 1,52 \Rightarrow 1/\beta = 0,66.$$

### Nośność na zginanie

Nośność dla stanu granicznego zerwania śrub:

$$M_{Rt} = S_{Rt} \sum m_i \omega_{ti} y_i = 95,5 \times (4 \times 0,90 \times 177) \times 10^{-3} = 61,0 \text{ kNm}.$$

Przy współdziałaniu siły osiowej uwzględniamy jej wpływ na nośność połączenia:

$$M_{Rt}' = M_{Rt} + 0,5 (h-t) N_o = 61,0 + 0,5 \times (240-17) \times 92,2 \times 10^{-3} = 71,3 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności połączenia:

$$M = 33,3 < 71,3 = M_{Rt}$$

### Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna przypadająca na jedną śrubę

$$S_v = V / n = 77,6 / 8 = 9,7 \text{ kN}$$

Siła rozciągająca w śrubie od siły osiowej  $S_t = 0,0 \text{ kN}$ , od zginania  $S_t = 52,2 \text{ kN}$ .

Warunek nośności śruby na ścinanie dla połączenia niesprężanego:

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (52,2 / 95,5)^2 + (9,7 / 84,8)^2 = 0,31 < 1$$

### Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 5 \text{ mm}$

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 62,55 \text{ cm}^2,$$

$$6431,6 \text{ cm}^4,$$

$$A_v = 18,29 \text{ cm}^2,$$

$$I_y = 2310,3 \text{ cm}^4.$$

$$I_x =$$

Naprężenia:

$$\tau_{||} = V / A_v = (77,6 / 18,29) \times 10 = 42,4 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{33,3 \times 12,8 \times 10^3}{6431,6} + \frac{184,4 \times 10}{62,55} = -95,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -95,7 / \sqrt{2} = -67,7 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

### Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{||} = 0,0 \text{ MPa}$ .

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{||}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{67,7^2 + 3 \times (0,0^2 + 67,7^2)} = 94,7 < 205 = f_d$$

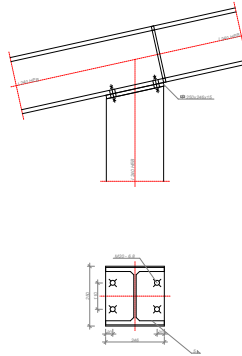
### Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{33,3 \times 12,8 \times 10^3}{6431,6} + \frac{184,4 \times 10}{62,55} = -95,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 67,7 <$$

$$205 = f_d$$

## POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE NA ŚRUBY



Przyjęto połączenie kategorii **D** na śruby **M20** klasy **6.8**.

Siły przekrojowe w odległości  $l_0 = 123 \text{ mm}$  od węzła:

$$M = -1,4 \text{ kNm},$$

$$V = 11,2 \text{ kN},$$

$$N = -52,0 \text{ kN}.$$

### Nośność śruby:

Pole przekroju śruby:

$$A_v = 314,2 \text{ mm}^2.$$

$$A_s = 245,0 \text{ mm}^2,$$

$$R_m = 600 \text{ MPa},$$

$$R_e = 480 \text{ MPa},$$

Nośność śruby:

$$A_s \} = 95,5 \text{ kN},$$

$$S_{Rt} = \min \{0,65 R_m A_s; 0,85 R_e$$

$$S_{Rr} = 0,85 S_{Rt} =$$

$$0,85 \times 95,5 = 81,2 \text{ kN},$$

$$S_{Rv} = 0,45 R_m A_v =$$

$$0,45 \times 600 \times 314,2 \times 10^{-3} = 84,8 \text{ kN}.$$

### Blacha czołowa:

Przyjęto blachę czołową o wymiarach  $250 \times 240 \text{ mm}$  ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Dla połączenia niesprężanego, przy  $c = 37$  i  $b_s = 2(c+d) = 114$

$$t_{\min} = 1,2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} =$$

$$1,2 \times \sqrt{\frac{37 \times 95,5 \times 10^3}{114 \times 215}} = 14 \text{ mm}$$

Przyjęto grubość blachy czołowej  $t = 15 \text{ mm}$ .

### Nośność połączenia:

Współczynnik efektu dźwigni wynosi:

$$\beta = 2,67 - t / t_{min} = 2,67 - 15 / 14$$

= 1,60,

przyjęto  $\beta = 1,60 \Rightarrow 1/\beta = 0,63$ .

### Nośność na zginanie

Nośność dla stanu granicznego zerwania śrub:

$$M_{Rt} = S_{Rt} \sum m_i \omega_{ti} y_i = 95,5 \times (2 \times 1,00 \times 216) \times 10^{-3} = 41,2 \text{ kNm.}$$

Przy współdziałaniu siły osiowej uwzględniamy jej wpływ na nośność połączenia:

$$M_{Rt}' = M_{Rt} + 0,5 (h-t) N_o = 41,2 + 0,5 \times (240-0) \times 26,0 \times 10^{-3} = 44,4 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności połączenia:

$$M = 1,4 < 44,4 = M_{Rt}$$

### Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna przypadająca na jedną śrubę

$$S_v = V / n = 11,2 / 4 = 2,8 \text{ kN}$$

Siła rozciągająca w śrubie od siły osiowej  $S_t = 0,0 \text{ kN}$ , od zginania  $S_t = 3,2 \text{ kN}$ .

Warunek nośności śruby na ścinanie dla połączenia niesprężanego:

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (3,2 / 95,5)^2 + (2,8 / 84,8)^2 = 0,00 < 1$$

### Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 5 \text{ mm}$

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 63,18 \text{ cm}^2,$$

$$6259,0 \text{ cm}^4,$$

$$A_v = 45,32 \text{ cm}^2,$$

$$I_y = 2479,9 \text{ cm}^4.$$

$$I_x =$$

Naprężenia:

$$\tau_{||} = V / A_v = (11,2 / 45,32) \times 10 = 2,5 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_y x}{I_y} + \frac{N}{A} = \frac{1,4 \times 12,3 \times 10^3}{2479,9} + \frac{52,0 \times 10}{63,18} = -15,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -15,2 / \sqrt{2} = -10,7 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

### Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{||} = 2,5 \text{ MPa}$ .

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{||}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{10,7^2 + 3 \times (2,5^2 + 10,7^2)} = 15,3 < 205 = f_d$$

### Największe naprężenia prostopadłe:

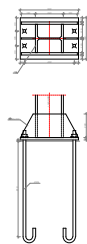
$$\sigma = \frac{M_y x}{I_y} + \frac{N}{A} = \frac{1,4 \times 12,3 \times 10^3}{2479,9} + \frac{52,0 \times 10}{63,18} = -15,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 10,7 <$$

$$205 = f_d$$

**PODSTAWA SŁUPA wg PN-B-03215:1998**





Przyjęto zakotwienie słupa na śruby fajkowe **d=24** ze stali **St3S** w fundamencie wykonanym z betonu klasy **B25**. Moment dokręcenia śrub  $M_s = 0,20$  kNm.

Dodatkowy moment uwzględniający wyboczenie słupa:

$$\Delta M = N (1 / \varphi - 1) W / A = [97,7 \times (1 / 0,867 - 1) 938,33 / 106,00] \times 10^{-2} = 1,3 \text{ kNm.}$$

Siły przekrojowe sprowadzone do środka blachy podstawy:

$$M = 62,1 \text{ kNm,} \quad N = -97,7 \text{ kN,} \quad V = 36,0 \text{ kN,} \quad e = 636 \text{ mm}$$

**Nośność śrub kotwiących:**

Nośność śruby:

$$S_{Rt} = \min\{0,65 R_m A_s; 0,85 R_e A_s\} = \min\{0,65 \times 375 \times 353,0 \times 10^{-3}; 0,85 \times 225 \times 353,0 \times 10^{-3}\} = \min\{86,0; 67,5\} = 67,5 \text{ kN.}$$

W celu wyznaczenia siły działającej w śrubach należy wyliczyć wielkość strefy docisku z warunku:

$$x_3 + 3(e - a/2)x_2 + \frac{6nA_sE}{bE_c}(x - a + e)(a - e + e - a/2) = 0$$

Przyjmując  $E/E_c = 6$ , w rozwiązaniu otrzymamy  $x = 127$  mm.

$$F_t = \frac{N(e - a/2 + x/3)}{a - e_s - x/3} = \frac{97,7 \times (636 - 500/2 + 127/3)}{500 - 36 - 127/3} = 99,2 \text{ kN.}$$

$$F_t = 99,2 < 135,0 =$$

$$2,0 \times 67,5 = n S_{Rt}$$

**Sprawdzenie zakotwienia śrub:**

$$S_{Ra} = \pi d l_a f_{bd} = \pi \times 24 \times 810 \times (0,24 \times \sqrt{20,0}) \times 10^{-3} = 68,3 > 67,5 = S_{Rt}$$

**Naprężenia docisku:**

$$f_b = 0,8 f_{cd} = 0,8 \times 11,1 = 8,9 \text{ MPa}$$

Ponieważ  $e = 636 > 83 = a/6$  naprężenia pod stopą wynoszą:

$$\sigma_c = \frac{2(N_c + F_t)}{x b} = \frac{2 \times (97,7 + 99,2)}{127 \times 350} \times 10^{-3} = 8,8 < 8,9 = f_b$$

### Nośność na siłę poprzeczną:

Siła poprzeczna działająca na podstawę słupa  $V = 36,0$  kN, musi być przeniesiona przez tarcie lub śruby kotwiące.

- tarcie pomiędzy fundamentem i blachą podstawy:

$$V = 36,0 > 29,3 = 0,3 \times 97,7 = 0,3$$

$$N_c = V_{Rj}$$

- ścinanie i docisk śrub kotwiących:

$$V = 36,0 < 238,3 = 4 \times (0,45 \times 375 \times 353,0) \times 10^{-3} = n (0,45 R_m A_v) = n S_{Rv}$$

$$V = 36,0 < 179,0 = 7 \times 4 \times 24^2 \times 11,1 \times 10^{-3} = 7 n d^2 f_{cd} = V_{Rj}$$

### Blacha podstawy:

Przyjęto blachę podstawy o wymiarach  $500 \times 350$  mm ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Grubość blachy dla pola o wymiarach  $b = 130$   $2a = 120$  mm ( $c = b_1\_Z$ ), opartego na 3 krawędziach:

$$t_d = 2,2 \sqrt{\frac{S}{\Omega f_d}} = 2,2 \times \sqrt{\frac{49,6 \times 10^3}{8,74 \times 205}}$$

$$= 12 < 20 = t$$

Grubość blachy ze względu na naprężenia docisku. Największą grubość blachy uzyskuje się dla wspornika o wysięgu  $l = 55$  mm:

$$t_d = \omega \sqrt{\sigma_c / f_d} = 1,730 \times 55 \times$$

$$\sqrt{8,8 / 205} = 20 < 20 = t$$

### Nośność przekroju blach trapezowych i blachy podstawy:

Charakterystyka przekroju:

$$y = 69 \text{ mm},$$

$$W_x = 476,3 \text{ cm}^3,$$

$$J_x = 7207,3 \text{ cm}^4$$

$$A_v = 80,0 \text{ cm}^2$$

Siły działające na przekrój:

$$M_1 = \sigma_d b c^2 / 2 = (8,8 \times 350 \times 130^2 / 2) \times 10^{-6} = 26,2 \text{ kNm},$$

$$M_2 = nZ (c - e_s) = 99,2 \times (130 - 36) \times 10^{-3} = 9,3 \text{ kNm}.$$

$$V_1 = \sigma_d b c = 8,8 \times 350 \times 130 \times 10^{-3} = 402,6 \text{ kN},$$

$$V_2 = nZ = 99,2 \text{ kN}.$$

Naprężenia:

$$\sigma_M = M / W = (26,2 / 476,3) \times 10^3 = 54,9 \text{ MPa},$$

$$\tau = V / A_v = (402,6 / 80,0) \times 10 = 50,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_M^2 + 3 \tau^2} = \sqrt{54,9^2 + 3 \times 50^2} = 103,0 < 205 = f_d$$

### Nośność spoin poziomych:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 5$  mm

Siła przenoszona przez spoiny wynosi  $F = 0,25 N = 24,4$  kN.

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 119,00 \text{ cm}^2, \\ 28795,9 \text{ cm}^4,$$

$$A_v = 96,00 \text{ cm}^2, \quad I_x = \\ I_y = 14227,9 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{\parallel} = V / A_v = (36,0 / 96,00) \times 10 = 3,7 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{F}{A} = \frac{62,1 \times 24,0 \times 10^3}{28795,9} + \frac{24,4 \times 10}{119,00} = 53,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 53,8 / \sqrt{2} = 38,1 \text{ MPa}$$

Naprężenia pochodzące od siły rozwarstwiającej między blachami pionowymi i blachą podstawy:

- dla naprężeń docisku

$$\tau_{\parallel} = Q S / b J = \frac{196,9 \times 410,7 \times 10}{3,0 \times 7207} = 37,4 \text{ MPa}$$

- dla sił w kotwach

$$\tau_{\parallel} = Q S / b J = \frac{99,2 \times 410,7 \times 10}{3,0 \times 7207} = 18,9 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 225 \text{ MPa}$ , współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

**Naprężenia zredukowane:**

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{\parallel} = 22,6 \text{ MPa}$ .

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{38,1^2 + 3 \times (22,6^2 + 38,1^2)} = 59,9 < 205 = f_d$$

**Największe naprężenia prostopadłe:**

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{F}{A} = \frac{62,1 \times 24,0 \times 10^3}{28795,9} + \frac{24,4 \times 10}{119,00} = 53,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 38,1 <$$

$$205 = f_d$$

**Nośność spoin pionowych:**

Przyjęto 8 spoiny o grubości  $a = 5 \text{ mm}$  i długości 200 mm.

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 80,00 \text{ cm}^2,$$

$$I_o = I_x + I_y = 10734,6 + 2666,7 = 13401,2 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia w spoinach:

$$\tau_F = F / A = (24,4 / 80,00) \times 10 = 3,1 \text{ MPa},$$

$$\tau_M = M_o r / I_o = (62,1 \times 15,6 / 13401,2) \times 10^3 = 72,4 \text{ MPa},$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynniki  $\alpha$  wynoszą  $\alpha_{\perp} = 0,9$ ,  $\alpha_{\parallel} = 0,8$ .

Nośność spoin:

$$\tau_F = 3,1 < 164,0 =$$

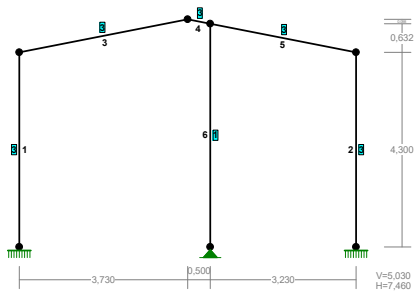
$$0,8 \times 205 = \alpha_{\parallel} f_d$$

$$\sqrt{(\tau_M + \tau_F \cos \theta)^2 + (\tau_F \sin \theta)^2} = \sqrt{(72,4 + 3,1 \times 0,64)^2 + (3,1 \times 0,77)^2} =$$

$$= 74,4 < 184,5 =$$

$$0,9 \times 205 = \alpha_{\perp} f_d$$

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	4,300	4,300	1,000	3 I 240 HEB
2	00	3	4	0,000	-4,300	4,300	1,000	3 I 240 HEB
3	00	2	5	3,730	0,730	3,801	1,000	3 I 240 HEB
4	00	5	6	0,500	-0,098	0,510	1,000	3 I 240 HEB
5	00	6	3	3,230	-0,632	3,291	1,000	3 I 240 HEB
6	00	6	7	0,000	-4,932	4,932	1,000	1 I 240 HEB

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	106,0	11260	3920	327	327	24,0	2 Stal St3
3	106,0	11260	3920	938	938	24,0	2 Stal St3

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
2 Stal St3	205000	215,000	1,20E-05

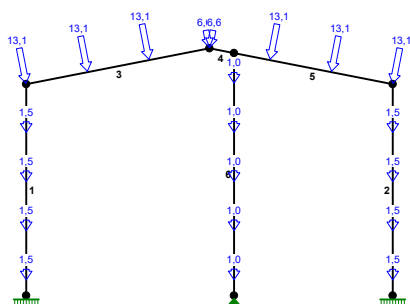
ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

Oznaczenie:	Materiał:	Długość[m]	Masa[t]
I 240 HEB	Stal St3	2x 4,30 + 1x 3,80 + 1x 0,51 + 1x 3,29 + 1x 4,93	= 21,13 1,759

MASA CAŁKOWITA USTROJU:

1,759

# OBCIĄŻENIA:



## OBCIĄŻENIA:

( [kN] , [kNm] , [kN/m] )

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a[m] :	b[m] :
<hr/>						
Grupa:	A	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Skupione	0,0	1,50		0,30	
1	Skupione	0,0	1,50		1,30	
1	Skupione	0,0	1,50		2,30	
1	Skupione	0,0	1,50		3,30	
2	Skupione	0,0	1,50		1,00	
2	Skupione	0,0	1,50		2,00	
2	Skupione	0,0	1,50		3,00	
2	Skupione	0,0	1,50		4,00	
3	Skupione	11,1	13,10		0,00	
6	Skupione	0,0	1,00		0,63	
6	Skupione	0,0	1,00		1,63	
6	Skupione	0,0	1,00		2,63	
6	Skupione	0,0	1,00		3,63	
6	Skupione	0,0	1,00		4,63	
<hr/>						
Grupa:	P	""		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
3	Skupione	11,1	13,10		1,27	
3	Skupione	11,1	13,10		2,55	
3	Skupione	11,1	6,60		3,80	
4	Skupione	-11,1	6,60		0,00	
5	Skupione	-11,1	13,10		0,74	
5	Skupione	-11,1	13,10		2,02	
5	Skupione	-11,1	13,10		3,29	

## SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AP

Pręt:	x/L:	x[m] :	M[kNm] :	Q[kN] :	N[kN] :
<hr/>					
1	0,00	0,000	2,4	-2,3	-39,3
	1,00	4,300	-7,6	-2,3	-29,4
2	0,00	0,000	-4,8	2,1	-23,0
	1,00	4,300	4,0	2,1	-32,9
3	0,00	0,000	-7,6	15,3	-7,9
	0,64	2,448	<b>11,8*</b>	0,0	-7,5
	1,00	3,801	-5,5	-14,3	-7,3

4	0,00	0,000	-5,5	-23,2	-14,6
	1,00	0,510	-17,4	-23,7	-14,7
5	0,00	0,000	-16,1	20,1	-5,9
	0,61	2,018	<b>6,0*</b>	-7,9	-6,2
	0,61	2,018	<b>6,0*</b>	5,2	-6,2
	1,00	3,291	-4,8	-9,1	-6,4
6	0,00	0,000	-1,3	0,3	-44,7
	1,00	4,932	-0,0	0,3	-54,2

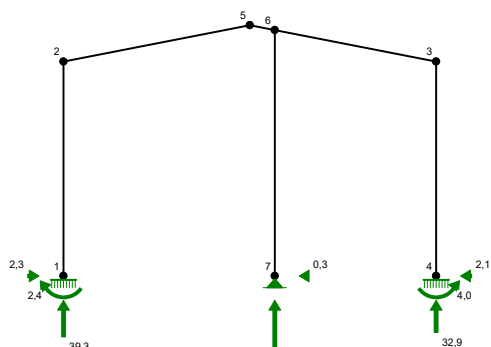
\* = Wartości ekstremalne

**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AP

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		
<hr/>					
<b>2 Stal St3</b>					
1	0,00	0,000	-6,3	-1,1	0,029
	1,00	4,300	5,4	-10,9	<b>0,051*</b>
2	0,00	0,000	3,0	-7,3	0,034
	1,00	4,300	-7,4	1,2	<b>0,034*</b>
3	0,00	0,000	7,4	-8,9	0,041
	0,64	2,448	-13,3	11,8	<b>0,062*</b>
	1,00	3,801	5,1	-6,5	0,030
4	0,00	0,000	4,4	-7,2	0,033
	1,00	0,510	17,2	-19,9	<b>0,093*</b>
5	0,00	0,000	16,6	-17,7	<b>0,082*</b>
	1,00	3,291	4,6	-5,8	0,027
6	0,00	0,000	-0,2	-8,3	<b>0,038*</b>
	1,00	4,932	-5,1	-5,1	0,024

\* = Wartości ekstremalne

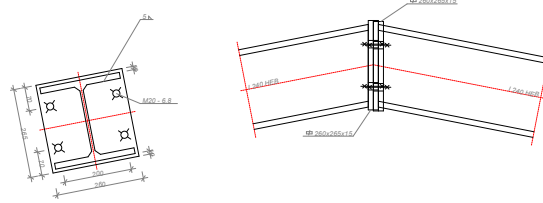
REAKCJE PODPOROWE:



**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AP

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	2,3	39,3	39,4	-2,4
4	-2,1	32,9	33,0	4,0

## POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE NA ŚRUBY



Przyjęto połączenie kategorii **D** na śruby **M20** klasy **6.8**.

Siły przekrojowe w odległości  $l_0 = 0$  mm od węzła:

$$M = -5,5 \text{ kNm},$$

$$V = -15,4 \text{ kN},$$

$$N = -4,4 \text{ kN}.$$

### Nośność śruby:

Pole przekroju śruby:

$$A_v = 314,2 \text{ mm}^2.$$

$$A_s = 245,0 \text{ mm}^2,$$

$$R_m = 600 \text{ MPa},$$

$$R_e = 480 \text{ MPa},$$

Nośność śruby:

$$A_s \} = 95,5 \text{ kN},$$

$$S_{Rt} = \min \{0,65 R_m A_s; 0,85 R_e$$

$$S_{Rr} = 0,85 S_{Rt} =$$

$$0,85 \times 95,5 = 81,2 \text{ kN},$$

$$S_{Rv} = 0,45 R_m A_v =$$

$$0,45 \times 600 \times 314,2 \times 10^{-3} = 84,8 \text{ kN}.$$

### Blacha czołowa:

Przyjęto blachę czołową o wymiarach  $260 \times 260$  mm ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Dla połączenia niesprężanego, przy  $c = 32$  i  $b_s = 2(c+d) = 103$

$$t_{\min} = 1,2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} =$$

$$1,2 \times \sqrt{\frac{32 \times 95,5 \times 10^3}{103 \times 215}} = 14 \text{ mm}$$

Przyjęto grubość blachy czołowej  $t = 15$  mm.

### Nośność połączenia:

Współczynnik efektu dźwigni wynosi:

$$\beta = 2,67 - t / t_{\min} = 2,67 - 15 / 14$$

$$= 1,60,$$

przyjęto  $\beta = 1,60 \Rightarrow 1/\beta = 0,63$ .

### Nośność na zginanie

Nośność dla stanu granicznego zerwania śrub:

$$M_{Rt} = S_{Rt} \sum m_i \omega_i y_i = 95,5 \times (2 \times 1,00 \times 176) \times 10^{-3} = 33,6 \text{ kNm}.$$

Przy współdziałaniu siły osiowej uwzględniamy jej wpływ na nośność połączenia:

$$M_{Rt}' = M_{Rt} + 0,5 (h-t) N_o = 33,6 + 0,5 \times (240-17) \times 2,2 \times 10^{-3} = 33,9 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności połączenia:

$$M = 5,5 < 33,9 = M_{Rt}$$

### Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna przypadająca na jedną śrubę

$$S_v = V / n = 15,4 / 4 = 3,8 \text{ kN}$$

Siła rozciągająca w śrubie od siły osiowej  $S_t = 0,0 \text{ kN}$ , od zginania  $S_t = 15,6 \text{ kN}$ .

Warunek nośności śruby na ścinanie dla połączenia niesprężanego:

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (15,6 / 95,5)^2 + (3,8 / 84,8)^2 = 0,03 < 1$$

### Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 5 \text{ mm}$

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 62,46 \text{ cm}^2, \\ I_x = 6366,8 \text{ cm}^4,$$

$$A_v = 18,20 \text{ cm}^2, \quad I_x = \\ I_y = 2310,3 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{\parallel} = V / A_v = (15,4 / 18,20) \times 10 = 8,5 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{5,5 \times 9,1 \times 10^3}{6366,8} + \frac{4,4 \times 10}{62,46} = -8,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -8,6 / \sqrt{2} = -6,1 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

### Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{\parallel} = 8,5 \text{ MPa}$ .

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{6,1^2 + 3 \times (8,5^2 + 6,1^2)} = 13,3 < 215 = f_d$$

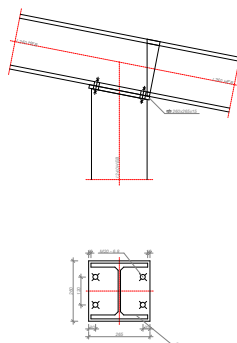
### Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{5,5 \times 12,7 \times 10^3}{6366,8} + \frac{4,4 \times 10}{62,46} = -11,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 8,3 <$$

$$205 = f_d$$

### POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE NA ŚRUBY



Przyjęto połączenie kategorii **D** na śruby **M20** klasy **6.8**.



Siły przekrojowe w odległości  $l_0 = 122$  mm od węzła:

$$M = -1,3 \text{ kNm},$$

$$V = -8,9 \text{ kN},$$

$$N = -43,9 \text{ kN}.$$

### Nośność śruby:

Pole przekroju śruby:

$$A_v = 314,2 \text{ mm}^2.$$

$$R_e = 480 \text{ MPa},$$

Nośność śruby:

$$A_s = 95,5 \text{ kN},$$

$$0,85 \times 95,5 = 81,2 \text{ kN},$$

$$0,45 \times 600 \times 314,2 \times 10^{-3} = 84,8 \text{ kN}.$$

$$A_s = 245,0 \text{ mm}^2,$$

$$R_m = 600 \text{ MPa},$$

$$S_{Rt} = \min \{0,65 R_m A_s; 0,85 R_e$$

$$S_{Rr} = 0,85 S_{Rt} =$$

$$S_{Rv} = 0,45 R_m A_v =$$

### Blacha czołowa:

Przyjęto blachę czołową o wymiarach  $260 \times 260$  mm ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Dla połączenia niesprężanego, przy  $c = 32$  i  $b_s = 2(c+d) = 104$

$$t_{min} = 1,2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} =$$

$$1,2 \times \sqrt{\frac{32 \times 95,5 \times 10^3}{104 \times 215}} = 14 \text{ mm}$$

Przyjęto grubość blachy czołowej  $t = 15$  mm.

### Nośność połączenia:

Współczynnik efektu dźwigni wynosi:

$$\beta = 2,67 - t / t_{min} = 2,67 - 15 / 14$$

$$= 1,60,$$

$$\text{przyjęto } \beta = 1,60 \Rightarrow 1/\beta = 0,63.$$

### Nośność na zginanie

Nośność dla stanu granicznego zerwania śrub:

$$M_{Rt} = S_{Rt} \sum m_i \omega_i y_i = 95,5 \times (2 \times 1,00 \times 225) \times 10^{-3} = 42,9 \text{ kNm}.$$

Przy współdziałaniu siły osiowej uwzględniamy jej wpływ na nośność połączenia:

$$M_{Rt}' = M_{Rt} + 0,5 (h-t) N_o = 42,9 + 0,5 \times (240-0) \times 21,9 \times 10^{-3} = 45,5 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności połączenia:

$$M = 1,3 < 45,5 = M_{Rt}$$

### Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna przypadająca na jedną śrubę

$$S_v = V / n = 8,9 / 4 = 2,2 \text{ kN}$$

Siła rozciągająca w śrubie od siły osiowej  $S_t = 0,0$  kN, od zginania  $S_t = 2,9$  kN.

Warunek nośności śruby na ścinanie dla połączenia niesprężanego:

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (2,9 / 95,5)^2 + (2,2 / 84,8)^2 = 0,00 < 1$$

### Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 5 \text{ mm}$

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 62,96 \text{ cm}^2, \\ 6231,0 \text{ cm}^4,$$

$$A_v = 45,10 \text{ cm}^2, \quad I_x = \\ I_y = 2444,1 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{\parallel} = V / A_v = (8,9 / 45,10) \times 10 = 2,0 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_y x}{I_y} + \frac{N}{A} = \frac{1,3 \times 12,2 \times 10^3}{2444,1} + \frac{43,9 \times 10}{62,96} = -13,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -13,5 / \sqrt{2} = -9,5 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

### Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{\parallel} = 2,0 \text{ MPa}$ .

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{9,5^2 + 3(2,0^2 + 9,5^2)} = 13,6 < 205 = f_d$$

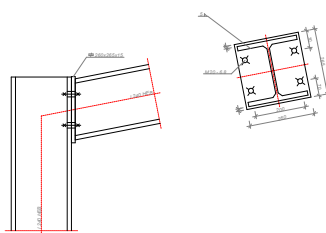
### Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_y x}{I_y} + \frac{N}{A} = \frac{1,3 \times 12,2 \times 10^3}{2444,1} + \frac{43,9 \times 10}{62,96} = -13,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 9,5 <$$

$$205 = f_d$$

### POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE NA ŚRUBY



Przyjęto połączenie kategorii **D** na śruby **M20** klasy **6.8**.

Siły przekrojowe w odległości  $l_0 = 122 \text{ mm}$  od węzła:

$$M = -5,8 \text{ kNm},$$

$$V = -16,4 \text{ kN},$$

$$N = -4,8 \text{ kN}.$$

### Nośność śruby:

Pole przekroju śruby:

$$A_v = 314,2 \text{ mm}^2.$$

$$A_s = 245,0 \text{ mm}^2,$$

$$R_m = 600 \text{ MPa},$$

$$R_e = 480 \text{ MPa},$$

Nośność śruby:  
 $A_s = 95,5 \text{ kN}$ ,

$$S_{Rt} = \min \{0,65 R_m A_s; 0,85 R_e$$

$$0,85 \times 95,5 = 81,2 \text{ kN},$$

$$S_{Rr} = 0,85 S_{Rt} =$$

$$0,45 \times 600 \times 314,2 \times 10^{-3} = 84,8 \text{ kN}.$$

$$S_{Rv} = 0,45 R_m A_v =$$

### Blacha czołowa:

Przyjęto blachę czołową o wymiarach  $260 \times 260 \text{ mm}$  ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Dla połączenia niesprężanego, przy  $c = 32$  i  $b_s = 2(c+d) = 103$

$$t_{min} = 1,2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} =$$

$$1,2 \times \sqrt{\frac{32 \times 95,5 \times 10^3}{103 \times 215}} = 14 \text{ mm}$$

Przyjęto grubość blachy czołowej  $t = 15 \text{ mm}$ .

### Nośność połączenia:

Współczynnik efektu dźwigni wynosi:

$$\beta = 2,67 - t / t_{min} = 2,67 - 15 / 14$$

$$= 1,60,$$

$$\text{przyjęto } \beta = 1,60 \Rightarrow 1/\beta = 0,63.$$

### Nośność na zginanie

Nośność dla stanu granicznego zerwania śrub:

$$M_{Rt} = S_{Rt} \sum m_i y_i = 95,5 \times (2 \times 1,00 \times 176) \times 10^{-3} = 33,6 \text{ kNm}.$$

Przy współdziałaniu siły osiowej uwzględniamy jej wpływ na nośność połączenia:

$$M_{Rt}' = M_{Rt} + 0,5 (h-t) N_o = 33,6 + 0,5 \times (240-17) \times 2,4 \times 10^{-3} = 33,9 \text{ kNm}$$

Warunek stanu granicznego nośności połączenia:

$$M = 5,8 < 33,9 = M_{Rt}$$

### Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna przypadająca na jedną śrubę

$$S_v = V / n = 16,4 / 4 = 4,1 \text{ kN}$$

Siła rozciągająca w śrubie od siły osiowej  $S_t = 0,0 \text{ kN}$ , od zginania  $S_t = 16,5 \text{ kN}$ .

Warunek nośności śruby na ścinanie dla połączenia niesprężanego:

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (16,5 / 95,5)^2 + (4,1 / 84,8)^2 = 0,03 < 1$$

### Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 5 \text{ mm}$

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 62,46 \text{ cm}^2,$$

$$6366,5 \text{ cm}^4,$$

$$A_v = 18,20 \text{ cm}^2,$$

$$I_y = 2310,3 \text{ cm}^4.$$

$$I_x =$$

Naprężenia:

$$\tau_{||} = V / A_v = (16,4 / 18,20) \times 10 = 9,0 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{5,8 \times 9,1 \times 10^3}{6366,5} + \frac{4,8 \times 10}{62,46} = -9,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -9,1 / \sqrt{2} = -6,4 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

### Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{\parallel} = 9,0 \text{ MPa}$ .

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{6,4^2 + 3 \times (9,0^2 + 6,4^2)} = 14,1 < 215 = f_d$$

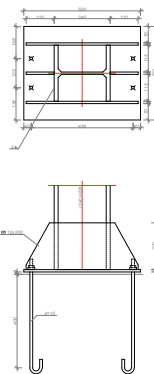
### Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{N}{A} = \frac{5,8 \times 12,7 \times 10^3}{6366,5} + \frac{4,8 \times 10}{62,46} = -12,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 8,7 <$$

$$205 = f_d$$

### PODSTAWA SŁUPA wg PN-B-03215:1998



Przyjęto zakotwienie słupa na śruby fajkowe **d=12** ze stali **St3S** w fundamencie wykonanym z betonu klasy **B25**. Moment dokręcenia śrub  $M_s = 0,05 \text{ kNm}$ .

Dodatkowy moment uwzględniający wyboczenie słupa:

$$\Delta M = N (1 / \varphi - 1) W / A = [39,3 \times (1 / 0,843 - 1) 938,33 / 106,00] \times 10^{-2} = 0,6 \text{ kNm}.$$

Siły przekrojowe sprowadzone do środka blachy podstawy:

$$\begin{aligned} M &= 3,0 \text{ kNm}, & N &= -39,3 \text{ kN}, & V &= 2,3 \text{ kN}, & e &= 78 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Nośność śrub kotwiących:

Nośność śruby:

$$S_{Rt} = \min\{0,65 R_m A_s; 0,85 R_e A_s\} =$$

$$0,85 \times 235 \times 84,3 \times 10^{-3} =$$

$$\min\{0,65 \times 375 \times 84,3 \times 10^{-3};$$

$$\min\{20,5; 16,8\} = 16,8 \text{ kN}.$$

Dla  $e = 78 < 83 = a / 6$  siła w śrubach  $F_t = 0$ .

Dla słupów krępych ( $\bar{\lambda} = 0,696 \leq 1$ ), śruby muszą mieć zdolność do przeniesienia siły rozciągającej równej  $0,1N$ .

$$0,1N = 3,9 < 67,4 = n S_{Rt}$$

### Sprawdzenie zakotwienia śrub:

$$S_{Ra} = \pi d l_a f_{bd} = \pi \times 12 \times 400 \times (0,24 \times \sqrt{20,0}) \times 10^{-3} =$$

$$= 16,9 > 16,8 = S_{Rt}$$

### Naprężenia docisku:

$$f_b = 0,8 f_{cd} = 0,8 \times 11,1 = 8,9 \text{ MPa}$$

Ponieważ  $e = 78 < 83 = a/6$  naprężenia pod stopą wynoszą:

$$\sigma_c = \frac{2N_c}{3b(0,5a - e)} =$$

$$\frac{2 \times 39,3}{3 \times 400 \times (0,5 \times 500 - 78)} \times 10^{-3} = 0,4 < 8,9 = f_b$$

### Nośność na siłę poprzeczną:

Siła poprzeczna działająca na podstawę słupa  $V = 2,3 \text{ kN}$ , musi być przeniesiona przez tarcie lub śruby kotwiące.

- tarcie pomiędzy fundamentem i blachą podstawy:

$$V = 2,3 < 11,8 = 0,3 \times 39,3 = 0,3$$

$$N_c = V_{Rj}$$

- ścinanie i docisk śrub kotwiących:

$$V = 2,3 < 56,9 = 4 \times (0,45 \times 375 \times 84,3) \times 10^{-3} = n (0,45 R_m A_v) = n S_{Rv}$$

$$V = 2,3 < 44,8 = 7 \times 4 \times 12^2 \times 11,1 \times 10^{-3} = 7 n d^2 f_{cd} = V_{Rj}$$

### Blacha podstawy:

Przyjęto blachę podstawy o wymiarach  $500 \times 400 \text{ mm}$  ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Grubość blachy ze względu na naprężenia docisku. Największą grubość blachy uzyskuje się dla wspornika o wysięgu  $l = 80 \text{ mm}$ :

$$t_d = \omega \sqrt{\sigma_c / f_d} = 1,730 \times 80 \times$$

$$\sqrt{0,4 / 215} = 6 < 10 = t$$

### Nośność przekroju blach trapezowych i blachy podstawy:

Charakterystyka przekroju:

$$y = 58 \text{ mm},$$

$$W_x = 232,2 \text{ cm}^3,$$

$$J_x = 3541,7 \text{ cm}^4$$

$$A_v = 40,0 \text{ cm}^2$$

Siły działające na przekrój:

$$M_1 = \sigma_d b c^2 / 2 = (0,4 \times 400 \times 130^2 / 2) \times 10^{-6} = 1,3 \text{ kNm},$$

$$M_2 = nZ(c - e_s) = 0,0 \times (130 - 32) \times 10^{-3} = 0,0 \text{ kNm}.$$

$$V_1 = \sigma_d b c = 0,4 \times 400 \times 130 \times 10^{-3} = 19,8 \text{ kN},$$

$$V_2 = nZ = 0,0 \text{ kN}.$$

Naprężenia:

$$\sigma_M = M / W = (1,3 / 232,2) \times 10^3 = 5,5 \text{ MPa},$$

$$\tau = V / A_v = (19,8 / 40,0) \times 10 = 4,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_M^2 + 3 \tau^2} = \sqrt{5,5^2 + 3 \times 5^2} = 10,2 < 215 = f_d$$

### Nośność spoin poziomych:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 5 \text{ mm}$

Siła przenoszona przez spoiny wynosi  $F = 0,25 N = 9,8 \text{ kN}$ .

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 119,00 \text{ cm}^2, \\ 28795,9 \text{ cm}^4,$$

$$A_v = 96,00 \text{ cm}^2, \quad I_x = \\ I_y = 12907,9 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{||} = V / A_v = (2,3 / 96,00) \times 10 = 0,2 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{F}{A} = \frac{3,0 \times 24,0 \times 10^3}{28795,9} + \frac{9,8 \times 10}{119,00} = 3,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 3,4 / \sqrt{2} = 2,4 \text{ MPa}$$

Naprężenia pochodzące od siły rozwarstwiającej między blachami pionowymi i blachą podstawy:

- dla naprężeń docisku

$$\tau_{||} = Q S / b J = \frac{1,0 \times 210,0 \times 10}{3,0 \times 3542} = 0,2 \text{ MPa}$$

- dla sił w kotwach

$$\tau_{||} = Q S / b J = \frac{0,0 \times 210,0 \times 10}{3,0 \times 3542} = 0,0 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

### Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{||} = 0,2 \text{ MPa}$ .

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{||}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{2,4^2 + 3 \times (0,2^2 + 2,4^2)} = 3,3 < 215 = f_d$$

### Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{F}{A} = \frac{3,0 \times 24,0 \times 10^3}{28795,9} + \frac{9,8 \times 10}{119,00} = 3,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 2,4 <$$

$$215 = f_d$$

### Nośność spoin pionowych:

Przyjęto 8 spoiny o grubości  $a = 5 \text{ mm}$  i długości 200 mm.

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 80,00 \text{ cm}^2, \\ I_o = I_x + I_y = 10734,6 + 2666,7 = 13401,2 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia w spoinach:

$$\tau_F = F / A = (9,8 / 80,00) \times 10 = 1,2 \text{ MPa},$$

$$\tau_M = M_o r / I_o = (3,0 \times 15,6 / 13401,2) \times 10^3 = 3,6 \text{ MPa},$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynniki  $\alpha$  wynoszą  $\alpha_{\perp} = 0,9$ ,  $\alpha_{\parallel} = 0,8$ .

Nośność spoin:

$$\tau_F = 1,2 < 164,0 =$$

$$0,8 \times 205 = \alpha_{\parallel} f_d$$

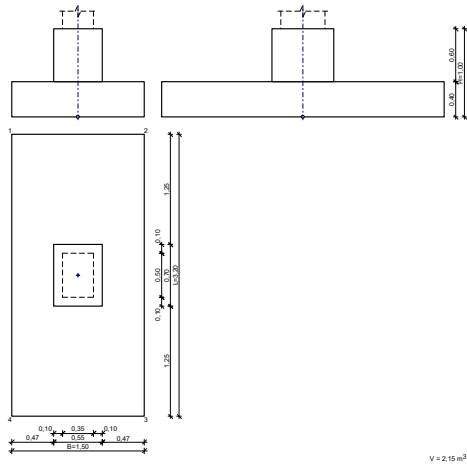
$$\sqrt{(\tau_M + \tau_F \cos \theta)^2 + (\tau_F \sin \theta)^2} = \sqrt{(3,6 + 1,2 \times 0,64)^2 + (1,2 \times 0,77)^2} =$$

$$= 4,4 < 184,5 =$$

$$0,9 \times 205 = \alpha$$

### 3. FUNDAMENTY

#### SZKIC FUNDAMENTU



#### GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ:

$B = 1,50 \text{ m}$

$0,40 \text{ m}$

$B_g = 0,55 \text{ m}$

$1,25 \text{ m}$

$B_s = 0,35 \text{ m}$

$0,00 \text{ m}$

**stopa schodkowa**

$L = 3,20 \text{ m}$   $H = 1,00 \text{ m}$   $w =$

$L_g = 0,70 \text{ m}$   $B_t = 0,47 \text{ m}$   $L_t =$

$L_s = 0,50 \text{ m}$   $e_B = 0,00 \text{ m}$   $e_L =$

Posadowienie fundamentu:

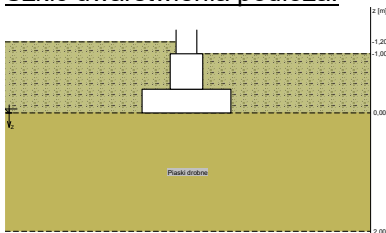
$D = 1,20 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

$D_{\min} = 1,00 \text{ m}$

#### OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Piaszki drobne	2,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,81	0,00	74369	92961

Napężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{\text{dop}}$  [kPa] = 235,0 kPa

#### OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N	typ obc.	$z_N$ [m]	$N$ [kN]	$T_B$ [kN]	$M_B$ [kNm]	$T_L$ [kN]	$M_L$ [kNm]	$e$ [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	długotrwałe	na wierzchu	97,70	0,00	0,00	36,00	60,80	0,00	0,00



## DANE MATERIAŁOWE

### Zasyпка:

Ciężar objętościowy:

19,0 kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

### Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy

$\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa

$d_g = 16$  mm

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

### Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B

$\phi_B = 12$  mm

Średnica prętów wzdłuż boku L

$\phi_L = 12$  mm

Maksymalny rozstaw prętów

$\phi_L = 20,0$  cm

### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu

$c_{nom} = 85$  mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach

$c_{nom,b} = 25$  mm

## ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża:  $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50

Czas trwania robót: do 1 roku ( $\lambda = 0,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

## WYNIKI-PROJEKTOWANIE

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

#### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 1964,6$  kN,  $Q_{fNL} = 1457,0$  kN

$N_r = 225,4$  kN <  $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 1457,0$  kN =  $1180,2$  kN (19,1%)

#### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 98,7$  kN

$T_r = 36,0$  kN <  $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 98,7$  kN =  $71,1$  kN (50,7%)

#### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 88,2$  kPa

$\sigma_{max} = 88,2$  kPa <  $\sigma_{dop} = 235,0$  kPa (37,5%)

#### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 96,80$  kNm, moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 315,79$  kNm

$M_o = 96,80$  kNm <  $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 315,8$  kNm =  $227,4$  kNm (42,6%)

#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,02$  cm, wtórne  $s'' = 0,00$  cm, całkowite  $s = 0,02$  cm

$s = 0,02$  cm <  $s_{dop} = 1,00$  cm (2,3%)

### Napreżenia:

Nr	ty p	$\sigma_1$ [kPa]	$\sigma_2$ [kPa]	$\sigma_3$ [kPa]	$\sigma_4$ [kPa]	C [m]	C/C'	$a_L$ [m]	$a_P$ [m]
1	D	12,5	5,8	81,4	88,2	--	--	--	--

### Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najslabszej				
Nr	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]	z [m]	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]
1	225,4	1457,0	0,15	19,1	0,00	225,4	1457,0	0,15	19,1

### Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najslabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]
1	197,4	36,0	98,7	0,36	50,7	0,00	197,4	36,0	98,7	0,36	50,7

## OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

### Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta  $A = 1,39 \text{ m}^2$

Siła przebijająca  $N_{Sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 122,6 \text{ kN}$

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = 258,5 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 122,6 \text{ kN} < N_{Rd} = 258,5 \text{ kN}$  (47,4%)

### Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,78 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **17 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 19,23 \text{ cm}^2$

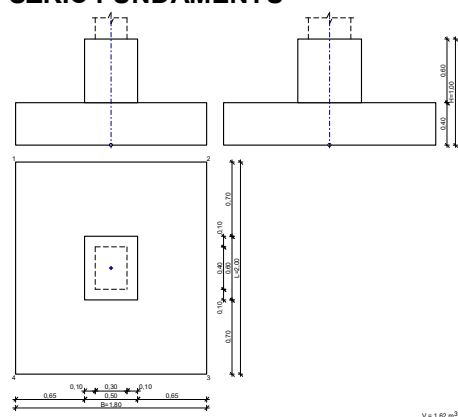
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 9,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **9 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 10,18 \text{ cm}^2$

### SKZIC FUNDAMENTU



### GEOMETRIA FUNDAMENTU

#### Wymiary fundamentu :

Typ:

$B = 1,80 \text{ m}$

$0,40 \text{ m}$

$B_g = 0,50 \text{ m}$

$0,70 \text{ m}$

**stopa schodkowa**

$L = 2,00 \text{ m}$   $H = 1,00 \text{ m}$   $w =$

$L_g = 0,60 \text{ m}$   $B_t = 0,65 \text{ m}$   $L_t =$

$B_s = 0,30 \text{ m}$   
 $0,00 \text{ m}$

$L_s = 0,40 \text{ m}$   $e_B = 0,00 \text{ m}$   $e_L =$

Posadowienie fundamentu:

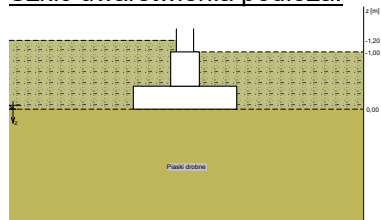
$D = 1,20 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

$D_{\min} = 1,00 \text{ m}$

## OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N r	nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Piaski drobne	2,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,81	0,00	74369	92961

Napężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{\text{dop}}$  [kPa] = 235,0 kPa

## OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	$z_N$ [m]	$N$ [kN]	$T_B$ [kN]	$M_B$ [kNm]	$T_L$ [kN]	$M_L$ [kNm]	$e$ [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	długotrwałe	na wierzchu	38,90	14,30	0,00	17,20	7,50	0,00	0,00

## DANE MATERIAŁOWE

Zasypka:

Ciężar objętościowy:

$19,0 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,\min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy

$\rho = 24,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa

$d_g = 16 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,\min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,\max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B

$\phi_B = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów wzdłuż boku L

$\phi_L = 12 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów

$\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu

$c_{\text{nom}} = 85 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach

$c_{\text{nom},b} = 25 \text{ mm}$

## ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża:  $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia:  $0,50$

Czas trwania robót: do 1 roku ( $\lambda=0,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych  $N$  do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

## WYNIKI-PROJEKTOWANIE

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

#### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 1514,4$  kN,  $Q_{fNL} = 1440,7$  kN

$N_r = 134,7$  kN <  $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 1440,7$  kN =  $1167,0$  kN (11,5%)

#### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 56,9$  kN

$T_r = 22,4$  kN <  $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 56,9$  kN =  $40,9$  kN (54,6%)

#### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 67,9$  kPa

$\sigma_{max} = 67,9$  kPa <  $\sigma_{dop} = 235,0$  kPa (28,9%)

#### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 24,70$  kNm, moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 113,70$  kNm

$M_o = 24,70$  kNm <  $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 113,7$  kNm =  $81,9$  kNm (30,2%)

#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,01$  cm, wtórne  $s'' = 0,00$  cm, całkowite  $s = 0,01$  cm

$s = 0,01$  cm <  $s_{dop} = 1,00$  cm (1,2%)

#### Naprężenia:

Nr	ty p	$\sigma_1$ [kPa]	$\sigma_2$ [kPa]	$\sigma_3$ [kPa]	$\sigma_4$ [kPa]	C [m]	C/C'	$a_L$ [m]	$a_P$ [m]
1	D	7,0	26,7	67,9	48,2	--	--	--	--

#### Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najniższej				
Nr	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]	z [m]	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]
1	134,7	1440,7	0,09	11,5	0,00	134,7	1440,7	0,09	11,5

#### Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najniższej					
Nr	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]
1	113,7	22,4	56,9	0,39	54,6	0,00	113,7	22,4	56,9	0,39	54,6

### OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

#### Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta  $A = 0,59$  m<sup>2</sup>

Siła przebijająca  $N_{sd} = (g+q)_{max} \cdot A = 40,3$  kN

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = 243,3$  kN

$N_{sd} = 40,3$  kN <  $N_{Rd} = 243,3$  kN (16,6%)

#### Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,50 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **11 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 12,44 \text{ cm}^2$

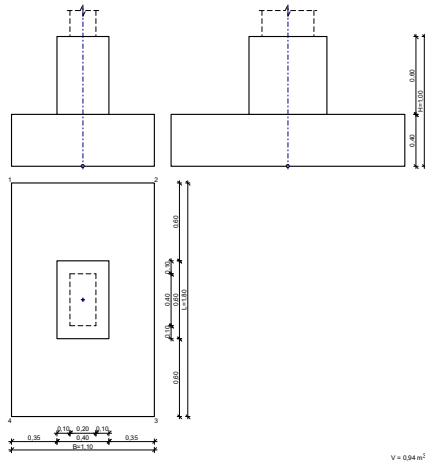
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,61 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **10 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 11,31 \text{ cm}^2$

## SZKIC FUNDAMENTU



## GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ:

B = 1,10 m

0,40 m

B<sub>g</sub> = 0,40 m

0,60 m

B<sub>s</sub> = 0,20 m

0,00 m

**stopa schodkowa**

L = 1,80 m H = 1,00 m w =

L<sub>g</sub> = 0,60 m B<sub>t</sub> = 0,35 m L<sub>t</sub> =

L<sub>s</sub> = 0,40 m e<sub>B</sub> = 0,00 m e<sub>L</sub> =

Posadowienie fundamentu:

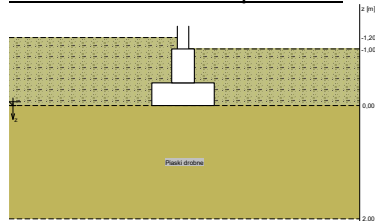
D = 1,20 m

Brak wody gruntowej w zasypce

D<sub>min</sub> = 1,00 m

## OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M <sub>0</sub> [kPa]	M [kPa]
1	Piaszki drobne	2,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,81	0,00	74369	92961

Naprężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{dop}$  [kPa] = 235,0 kPa

## OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

#### Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	$Z_N$ [m]	$N$ [kN]	$T_B$ [kN]	$M_B$ [kNm]	$T_L$ [kN]	$M_L$ [kNm]	$e$ [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	długotrwałe	na wierzchu	8,90	0,00	0,00	6,40	6,80	0,00	0,00

#### DANE MATERIAŁOWE

##### Zasyпка:

Ciężar objętościowy:

19,0 kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

##### Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy

$\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa

$d_g = 16$  mm

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

##### Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B

$\phi_B = 12$  mm

Średnica prętów wzdłuż boku L

$\phi_L = 12$  mm

Maksymalny rozstaw prętów

$\phi_L = 20,0$  cm

##### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu

$c_{nom} = 85$  mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach

$c_{nom,b} = 25$  mm

#### ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża:  $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50

Czas trwania robót: do 1 roku ( $\lambda=0,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych  $N$  do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

#### WYNIKI-PROJEKTOWANIE

##### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

##### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 870,4$  kN,  $Q_{fNL} = 718,2$  kN

$N_r = 61,7$  kN <  $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 718,2$  kN = 581,8 kN (10,6%)

##### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 25,1$  kN

$T_r = 6,4$  kN <  $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 25,1$  kN = 18,1 kN (35,4%)

##### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 56,8$  kPa

$\sigma_{max} = 56,8$  kPa <  $\sigma_{dop} = 235,0$  kPa (24,2%)

##### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 13,20 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 45,20 \text{ kNm}$   
 $M_o = 13,20 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 45,2 \text{ kNm} = 32,5 \text{ kNm}$  (40,6%)

#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,00 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,00 \text{ cm}$

$s = 0,00 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm}$  (0,2%)

#### Napężenia:

Nr	ty p	$\sigma_1$ [kPa]	$\sigma_2$ [kPa]	$\sigma_3$ [kPa]	$\sigma_4$ [kPa]	C [m]	C/C'	$a_L$ [m]	$a_P$ [m]
1	D	12,4	5,6	50,0	56,8	--	--	--	--

#### Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]	z [m]	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]
1	61,7	718,2	0,09	10,6	0,00	61,7	718,2	0,09	10,6

#### Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]
1	50,2	6,4	25,1	0,25	35,4	0,00	50,2	6,4	25,1	0,25	35,4

### OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

#### Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta  $A = 0,32 \text{ m}^2$

Siła przebijająca  $N_{sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 18,4 \text{ kN}$

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = 213,0 \text{ kN}$

$N_{sd} = 18,4 \text{ kN} < N_{Rd} = 213,0 \text{ kN}$  (8,7%)

#### Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,55 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **10 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 11,31 \text{ cm}^2$

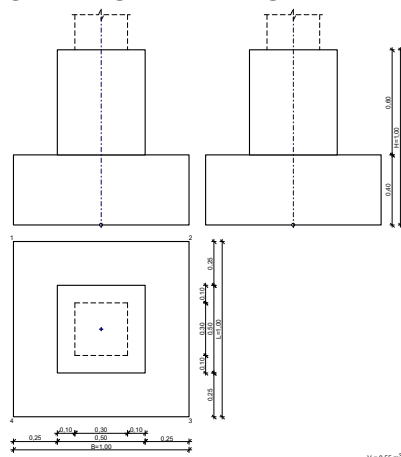
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,98 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **7 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 7,92 \text{ cm}^2$

### SZKIC FUNDAMENTU



## GEOMETRIA FUNDAMENTU

### Wymiary fundamentu :

Typ:

B = 1,00 m  
0,40 m  
B<sub>g</sub> = 0,50 m  
0,25 m  
B<sub>s</sub> = 0,30 m  
0,00 m

**stopa schodkowa**

L = 1,00 m H = 1,00 m w =

L<sub>g</sub> = 0,50 m B<sub>t</sub> = 0,25 m L<sub>t</sub> =

L<sub>s</sub> = 0,30 m e<sub>B</sub> = 0,00 m e<sub>L</sub> =

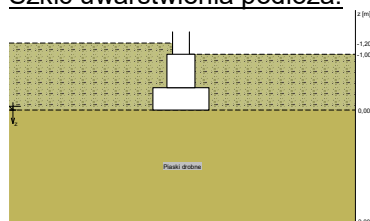
### Posadowienie fundamentu:

D = 1,20 m  
Brak wody gruntowej w zasypce

D<sub>min</sub> = 1,00 m

## OPIS PODŁOŻA

### Szkic uwarstwienia podłoża:



### Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M <sub>0</sub> [kPa]	M [kPa]
1	Piaski drobne	2,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,81	0,00	74369	92961

Napężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{dop}$  [kPa] = 235,0 kPa

## OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

### Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N	typ obc.	z <sub>N</sub> [m]	N [kN]	T <sub>B</sub> [kN]	M <sub>B</sub> [kNm]	T <sub>L</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	e [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	długotrwałe	na wierzchu	64,00	0,00	0,00	0,30	6,80	0,00	0,00

## DANE MATERIAŁOWE

### Zasypka:

Ciężar objętościowy:

19,0 kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

### Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy

$\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa

$d_g = 16$  mm

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

### Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B

$\phi_B = 12$  mm

Średnica prętów wzdłuż boku L

$\phi_L = 12$  mm

Maksymalny rozstaw prętów

$\phi_L = 20,0$  cm

### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu

$c_{nom} = 85$  mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach

$c_{nom,b} = 25$  mm



## ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża:  $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia:  $0,50$

Czas trwania robót: do 1 roku ( $\lambda=0,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych  $N$  do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

## WYNIKI-PROJEKTOWANIE

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 518,7 \text{ kN}$ ,  $Q_{fNL} = 508,2 \text{ kN}$

$N_r = 90,9 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 508,2 \text{ kN} = 411,7 \text{ kN}$  (22,1%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 42,6 \text{ kN}$

$T_r = 0,3 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 42,6 \text{ kN} = 30,6 \text{ kN}$  (1,0%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne  $\sigma_{\max} = 136,8 \text{ kPa}$

$\sigma_{\max} = 136,8 \text{ kPa} < \sigma_{\text{dop}} = 235,0 \text{ kPa}$  (58,2%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 7,10 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 42,57 \text{ kNm}$

$M_o = 7,10 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 42,6 \text{ kNm} = 30,6 \text{ kNm}$  (23,2%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,05 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,05 \text{ cm}$

$s = 0,05 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 1,00 \text{ cm}$  (4,7%)

Naprężenia:

Nr	ty p	$\sigma_1$ [kPa]	$\sigma_2$ [kPa]	$\sigma_3$ [kPa]	$\sigma_4$ [kPa]	C [m]	C/C'	$a_L$ [m]	$a_P$ [m]
1	D	51,6	44,9	130,1	136,8	--	--	--	--

Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]	z [m]	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]
1	90,9	508,2	0,18	22,1	0,00	90,9	508,2	0,18	22,1

Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]
1	85,1	0,3	42,6	0,01	1,0	0,00	85,1	0,3	42,6	0,01	1,0

### OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

### Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,37 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **6 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 6,79 \text{ cm}^2$

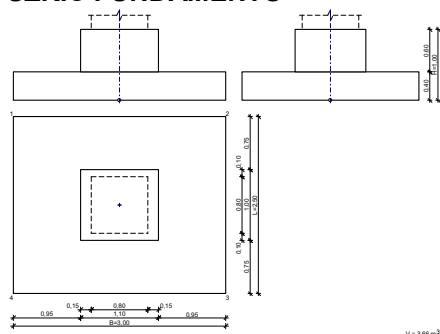
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,37 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **6 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 6,79 \text{ cm}^2$

### **SKZIC FUNDAMENTU**



### **GEOMETRIA FUNDAMENTU**

#### Wymiary fundamentu :

Typ:

B = 3,00 m

0,40 m

B<sub>g</sub> = 1,10 m

0,75 m

B<sub>s</sub> = 0,80 m

0,00 m

**stopa schodkowa**

L = 2,50 m H = 1,00 m w =

L<sub>g</sub> = 1,00 m B<sub>t</sub> = 0,95 m L<sub>t</sub> =

L<sub>s</sub> = 0,80 m e<sub>B</sub> = 0,00 m e<sub>L</sub> =

#### Posadowienie fundamentu:

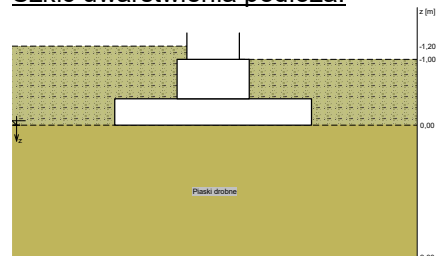
D = 1,20 m

D<sub>min</sub> = 1,00 m

Brak wody gruntowej w zasypce

### **OPIS PODŁOŻA**

#### Szkic uwarstwienia podłoża:



#### Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M <sub>0</sub> [kPa]	M [kPa]
1	Piaszki drobne	2,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,81	0,00	74369	92961

Naprężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{dop}$  [kPa] = 235,0 kPa

### **OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU**

#### Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	$z_N$ [m]	$N$ [kN]	$T_B$ [kN]	$M_B$ [kNm]	$T_L$ [kN]	$M_L$ [kNm]	$e$ [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	długotrwałe	na wierzchu	105,50	8,10	10,90	36,00	60,80	0,00	0,00

#### DANE MATERIAŁOWE

##### Zasyпка:

Ciężar objętościowy:

19,0 kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

##### Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy

$\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa

$d_g = 16$  mm

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

##### Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B

$\phi_B = 12$  mm

Średnica prętów wzdłuż boku L

$\phi_L = 12$  mm

Maksymalny rozstaw prętów

$\phi_L = 20,0$  cm

##### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu

$c_{nom} = 85$  mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach

$c_{nom,b} = 25$  mm

#### ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża:  $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50

Czas trwania robót: do 1 roku ( $\lambda=0,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych  $N$  do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

#### WYNIKI-PROJEKTOWANIE

##### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

##### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 3471,8$  kN,  $Q_{fNL} = 2519,6$  kN

$N_r = 305,3$  kN <  $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 2519,6$  kN = 2040,9 kN (15,0%)

##### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 131,0$  kN

$T_r = 36,9$  kN <  $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 131,0$  kN = 94,3 kN (39,1%)

##### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 73,4$  kPa

$\sigma_{max} = 73,4$  kPa <  $\sigma_{dop} = 235,0$  kPa (31,2%)

##### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 96,80 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 327,44 \text{ kNm}$   
 $M_o = 96,80 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 327,4 \text{ kNm} = 235,8 \text{ kNm}$  (41,1%)

#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,02 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,02 \text{ cm}$

$s = 0,02 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm}$  (2,0%)

#### Napężenia:

Nr	ty p	$\sigma_1$ [kPa]	$\sigma_2$ [kPa]	$\sigma_3$ [kPa]	$\sigma_4$ [kPa]	C [m]	C/C'	$a_L$ [m]	$a_P$ [m]
1	D	8,0	11,5	73,4	70,0	--	--	--	--

#### Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]	z [m]	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]
1	305,3	2519,6	0,12	15,0	0,00	305,3	2519,6	0,12	15,0

#### Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]
1	262,0	36,9	131,0	0,28	39,1	0,00	262,0	36,9	131,0	0,28	39,1

### OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

#### Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta  $A = 1,42 \text{ m}^2$

Siła przebijająca  $N_{sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 104,1 \text{ kN}$

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = 394,8 \text{ kN}$

$N_{sd} = 104,1 \text{ kN} < N_{Rd} = 394,8 \text{ kN}$  (26,4%)

#### Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 7,23 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **14 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 15,83 \text{ cm}^2$

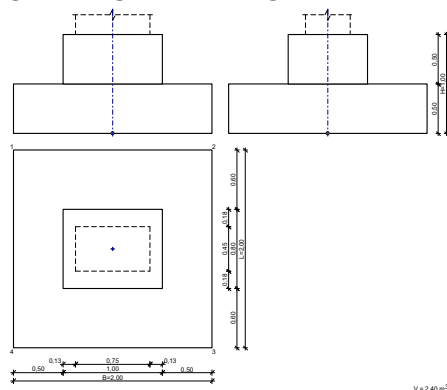
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 5,41 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **16 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 18,10 \text{ cm}^2$

### SZKIC FUNDAMENTU



### GEOMETRIA FUNDAMENTU

### Wymiary fundamentu :

Typ:

B = 2,00 m

0,50 m

B<sub>g</sub> = 1,00 m

0,60 m

B<sub>s</sub> = 0,75 m

0,00 m

### **stopa schodkowa**

L = 2,00 m H = 1,00 m w =

L<sub>g</sub> = 0,80 m B<sub>t</sub> = 0,50 m L<sub>t</sub> =

L<sub>s</sub> = 0,45 m e<sub>B</sub> = 0,00 m e<sub>L</sub> =

### Posadowienie fundamentu:

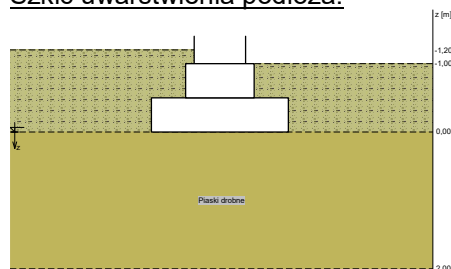
D = 1,20 m

Brak wody gruntowej w zasypce

D<sub>min</sub> = 1,00 m

## **OPIS PODŁOŻA**

### Szkic uwarstwienia podłoża:



### Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M <sub>0</sub> [kPa]	M [kPa]
1	Piaszki drobne	2,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,81	0,00	74369	92961

Napężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{dop}$  [kPa] = 235,0 kPa

## **OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU**

### Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N	typ obc.	z <sub>N</sub> [m]	N [kN]	T <sub>B</sub> [kN]	M <sub>B</sub> [kNm]	T <sub>L</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	e [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	długotrwałe	na wierzchu	51,10	4,40	6,30	8,10	10,90	0,00	0,00

## **DANE MATERIAŁOWE**

### Zasypka:

Ciężar objętościowy:

19,0 kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

### Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy

$\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa

d<sub>g</sub> = 16 mm

Współczynniki obciążenia:

$\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

### Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B

$\phi_B = 12$  mm

Średnica prętów wzdłuż boku L

$\phi_L = 12$  mm

Maksymalny rozstaw prętów

$\phi_L = 20,0$  cm

### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu

c<sub>nom</sub> = 85 mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach

c<sub>nom,b</sub> = 25 mm

## ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża:  $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia:  $0,50$

Czas trwania robót: do 1 roku ( $\lambda=0,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych  $N$  do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

## WYNIKI-PROJEKTOWANIE

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 2231,6 \text{ kN}$ ,  $Q_{fNL} = 2094,9 \text{ kN}$

$N_r = 159,3 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 2094,9 \text{ kN} = 1696,9 \text{ kN}$  (9,4%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 68,3 \text{ kN}$

$T_r = 9,2 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 68,3 \text{ kN} = 49,2 \text{ kN}$  (18,7%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne  $\sigma_{\max} = 58,8 \text{ kPa}$

$\sigma_{\max} = 58,8 \text{ kPa} < \sigma_{\text{dop}} = 235,0 \text{ kPa}$  (25,0%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 19,00 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 136,56 \text{ kNm}$

$M_o = 19,00 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 136,6 \text{ kNm} = 98,3 \text{ kNm}$  (19,3%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,01 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,01 \text{ cm}$

$s = 0,01 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 1,00 \text{ cm}$  (1,4%)

Napężenia:

Nr	ty p	$\sigma_1$ [kPa]	$\sigma_2$ [kPa]	$\sigma_3$ [kPa]	$\sigma_4$ [kPa]	C [m]	C/C'	$a_L$ [m]	$a_P$ [m]
1	D	20,9	30,3	58,8	49,4	--	--	--	--

Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najslabszej				
Nr	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]	z [m]	N [kN]	$Q_{fN}$ [kN]	$m_N$	[%]
1	159,3	2094,9	0,08	9,4	0,00	159,3	2094,9	0,08	9,4

Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najslabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	$Q_{fT}$ [kN]	$m_T$	[%]
1	136,6	9,2	68,3	0,13	18,7	0,00	136,6	9,2	68,3	0,13	18,7

### OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta  $A = 0,38 \text{ m}^2$

Siła przebijająca  $N_{Sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 22,6 \text{ kN}$

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = 565,4 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 22,6 \text{ kN} < N_{Rd} = 565,4 \text{ kN}$

(4,0%)

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,96 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **11 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 12,44 \text{ cm}^2$

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,39 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **11 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 12,44 \text{ cm}^2$

**Maciej Nowakowski**

( imię i nazwisko)

**BP.IV-10220/83/78**

(nr uprawnień)

**ŁOD/BO/1041/02**

(nr członkowski izby zawodowej)

**Oświadczenie**

Projektanta lub osoby sprawdzającej projekt budowlany

**Zgodnie z art.20ust.4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2019 r. poz. 1186) niniejszym oświadczam, że projekt budowlany:**

***W ZAKRESIE BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ dla inwestycji***

***pn: Rozbiórka 3 budynków gospodarczych i budowa budynku gospodarczo-garażowego, ewid. dz. 929/3, obr. 0013 Rząśnia sporządzony w dniu***

***28.08.2019***

***(podać nazwę projektu budowlanego i adres inwestycji)***

***dla Gminy Rząśnia, ul Kościuszki 16, 98-332 Rząśnia***

***(podać inwestora)***

**został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.**

Radomsko, Sierpień 2019 r.

.....  
(miejscowość i data)  
wraz z podpisem)

(pieczęć)



**Ryszard Paluch**  
( imię i nazwisko)  
**UAN.IV/10220/157/84**  
(nr uprawnień)  
**ŁOD/BO/2155/02**  
(nr członkowski izby zawodowej)

**Oświadczenie**

Projektanta lub osoby sprawdzającej projekt budowlany

**Zgodnie z art.20ust.4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2019 r. poz. 1186) niniejszym oświadczam, że projekt budowlany:**

***W ZAKRESIE BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ dla inwestycji***

***pn: Rozbiórka 3 budynków gospodarczych i budowa budynku gospodarczo-garażowego, ewid. dz. 929/3, obr. 0013 Rząśnia sporządzony w dniu 28.08.2019***

***(podać nazwę projektu budowlanego i adres inwestycji)***

**dla Gminy Rząśnia, ul Kościuszki 16, 98-332 Rząśnia**

***(podać inwestora)***

**został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.**

Radomsko, Sierpień 2019 r.

.....  
(miejscowość i data)  
wraz z podpisem)

(pieczęć)