

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

wieży H= 25m

NAZWA OBIEKTU
BUDOWLANEGO

WIEŻA STAŁOWA WYS. 25,0m
postawiona w miejscu zdemontowanej wieży

ADRES OBIEKTU
BUDOWLANEGO

gm. **Runowo Krajeńskie**
pow. **sępoleński**
woj. **kujawsko-pomorskie**

INWESTOR ZAMAWIAJĄCY
ADRES

Nadleśnictwo Runowo
Runowo Krajeńskie 55
89-421 Runowo Krajeńskie

BRANŻA

Konstrukcyjno-budowlana

OPRACOWAŁ

mgr inż. Liliana Olakowska

PROJEKTANT KONSTR.

UAN-KZ -7210/107/89


mgr inż. Liliana Olakowska
specjalność konstrukcyjno-budowlana
upr. bud. nr UAN-KZ-7210/107/89
do projektowania i wykonawstwa

Bydgoszcz : 07 grudnia 2020 r.


NADLEŚNICTWO
Nadleśnictwa Runowo
Kamil Walenciuk

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości opracowania
3. Opis techniczny
 - Podstawa opracowania
 - Zakres i cel opracowania
 - Lokalizacja
 - Konstrukcja wieży
4. Obliczenia statyczne wieży
5. Sprawdzenie istniejących fundamentów
6. Rysunek wieży stalowej
7. Uprawnienia projektowe projektanta i przynależność do KPOIIB

OPIS TECHNICZNY

Podstawa opracowania

- Zlecenie i wytyczne projektowe od inwestora – Nadleśnictwo Runowo
- Wizja lokalna, dokumentacja fotograficzna , pomiary
- Normy i przepisy branżowe

Zakres i cel opracowania

Zakres opracowania stanowi wykonanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych wieży.

Celem jest remont polegający na wymianie istniejącej stalowej, kratownicowej wieży na nową zaprojektowaną zgodnie z obowiązującymi przepisami. Gabaryty wieży (wysokość i przekrój podstawy) bez zmian.

Lokalizacja

Wieża objęta opracowaniem zlokalizowana jest na działce stanowiącej własność Skarbu Państwa, którego zarządcą jest Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe Nadleśnictwo Runowo.

Wieża postawiona przy budynku Nadleśnictwa, nieogrodzona.

Konstrukcja wieży

Wieża stalowa jako czterościenna kratownica przestrzenna o wysokości 25,0m składa się z 5 pięciometrowych zbieżnych sekcji od 1,73m do 0,25m. Sekcje należy wykonać jako spawane, ocynkowane.

Sekcje wieży posiadają krawężniki zakończone kołnierzami gr. 18mm i 14mm z otworami na 3 śruby M16 (M12), ocynkowane klasy 8.8.(8) z płaską podkładką i nakrętką samohamowną.

Połączenie dolnej sekcji z kotwą fundamentową trzpieniem $\phi 30$ kl. 8.8(8) poprzez blachę gr. 20mm

Na zewnątrz przewidziano na jednej ze ścian kraty drabinę kablową szer. 15cm.

System zabezpieczenia przed upadkiem firmy SOLL typ „GlideLoc™” zamocowany na innej stronie wieży niż drabinka kablowa.

Na wieży zastosowano przepony na wysokości:

- 10m – kątownik L50x50x5 po przekątnej
- 20m – 1 pręt $\phi 20$ po przekątnej

Elementy kratownicy:

- krawężniki	L 90x90x8	sekcja 1	(0,0-5,0)m
	L 80x80x8	sekcja 2 ; 3	(5,0-15,0)m
	L 60x60x6	sekcja 4 ; 5	15,0-20,0)m

- wykratowanie	L 60x60x6	sekcja 1 ; 2
	L 50x50x5	sekcja 3 ; 4
	Φ 18	sekcja 5
- poziome	L 50x50x5	

UWAGI:

- Wieżę należy wykonywać i odbierać zgodnie z wymogami norm PN
- Niedopuszczalny jest montaż , gdy prędkość wiatru mierzona na wysokości 10m nad poziomem przyległego terenu przekracza 10m/s.
- Na wys. 1,5m nad ziemią należy umieścić tabliczkę z infor. o zakazie wchodzenia na wieżę.
- Na trzonie wieży obowiązuje całkowity zakaz umieszczania reklam i innych elementów nie związanych z wyposażeniem technologicznym
- Wchodzenie na wieżę tylko przez jedną osobę uprawnioną, z wyposażeniem zabezpieczającym przed upadkiem.

mgr inż. *Liliana Olakowska*
specjalność konstrukcyjno-budowlana
upr. bud. nr UAN-KZ-7210/107/89
do projektowania i wykonawstwa

OBLICZENIA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWE

dla wieży H = 25,0 m

1.0 Założenia do obliczeń

- Schemat statyczny konstrukcji - wspornik jako krata wys. 25,0 m, utwierdzony w fundamencie
- Wieża znajduje się w Nadleśnictwie Rusinowo, w I strefie wiatrowej
- Wieża kratowa w konstrukcji stalowej w formie ściętego ostrosłupa o podstawie kwadratu o boku (rozstaw krawężników) od 1,70m do 0,25m.
- Klasa niezawodności wysoka $\gamma=1,2$
- Przyjęto następujący układ obciążeń – ciężar własny, od anten i dynamiczne działanie porywów wiatru
- **Anteny zainstalowane na górze wieży:**

ϕ 60cm	szt. 1	8,0 kg
ϕ 40 cm	szt. 5	7,0 kg
- **Anteny nowego systemu łączności radiowej sieci DMR do zainstalowania na wieży:**
 - na wys. 24,7m : h=5,0m, ϕ (42-20)mm szt.1 5,0 kg/szt. na wysięgniku 0,8m
 - na wys. 18,0m : h=1,5m, ϕ 55mm szt.1 1,5 kg/szt. na wysięgniku 2,0m

2.0 Podstawa opracowania

PN-B-03204:2002	Maszty i wieże
PN-77/B-02011 Az/1:2009	Obciążenie wiatrem
PN-82/B-02001	Obciążenie stałe
K. Rykaluk - Wrocław 2009	Konstrukcje stalowe. Kominy, wieże, maszty.

3.0 Określenie masy wieży

Ciężar wieży	1 600,0 kg
Anteny zainstalowane na wieży:	20,0 kg

4.0 Obciążenie wiatrem

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I .
- Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,8$

$$p_k(z) = [w_o(z) + \Delta w_p(z)] F(z)$$

$$w_o(z) = q_k C_e(z) C_x(z)$$

$$\Delta w_p = w_o(z_p) (\beta - 1) \left[1 + 0,2 \left(\frac{z_p}{H} \right)^2 \right]$$

$$Z_p = 14,6 \text{ m}$$

I kierunek działania wiatru:

sekcja	pozio m[m]	A [m ² /m]	φ	C _x	C _e	w ₀ (z)	Δw _p (z)	p _k (z) x 1,2	p _k (z) na 1krawężnik
1	2,5	0,441	0,279	2,7	1,0	0,81	0,692	0,794	0,397
2	7,5	0,385	0,299	2,61	1,0	0,783	0,669	0,670	0,335
3	12,5	0,363	0,366	2,29	1,05	0,721	0,616	0,582	0,291
4	17,5	0,291	0,420	2,04	1,15	0,704	0,602	0,456	0,228
5	22,5	0,249	0,627	1,5	1,24	0,558	0,477	0,309	0,155

II kierunek działania wiatru:

$$C_{xII} = C_x (1,1 + 0,4 \varphi)$$

sekcja	pozio m[m]	A [m ² /m]	φ	C _x	C _e	w ₀ (z)	Δw _p (z)	p _k (z) x 1,2	p _k (z) na 1krawężnik	
1	2,5	0,441	0,279	3,29	1,0	0,989	0,845	0,970	0,485	0,243
2	7,5	0,385	0,299	3,18	1,0	0,954	0,815	0,817	0,408	0,204
3	12,5	0,363	0,366	2,85	1,1	0,940	0,803	0,759	0,380	0,190
4	17,5	0,291	0,420	2,59	1,22	0,948	0,810	0,614	0,307	0,153
5	22,5	0,249	0,627	2,03	1,3	0,792	0,677	0,439	0,219	0,110

Anteny

•	$p = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,27 \cdot 1,3 \cdot 2,2 \cdot 0,283 \text{ m}^2 = 0,308 \text{ kN x1,2}$	szt.1 – antena φ60 na górze
•	$p = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,27 \cdot 1,3 \cdot 2,2 \cdot 0,126 \text{ m}^2 = 0,137 \text{ kN x1,2}$	szt.5 – antena φ40 na górze
•	$p = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,27 \cdot 1,2 \cdot 2,2 \cdot 0,155 \text{ m}^2 = 0,156 \text{ kN x1,2}$	(+24,7m) szt.1
•	$p = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,16 \cdot 1,03 \cdot 2,2 \cdot 0,0825 \text{ m}^2 = 0,065 \text{ kN x1,2}$	(+18,0m) szt.1
odgrom	$p = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,27 \cdot 1,2 \cdot 2,2 \cdot 0,1925 \text{ m}^2 = 0,194 \text{ kN x1,2}$	(+25,0m) szt.1

Poz. 5.0 Stateczność wieży

Obliczenia wieży z antenami wykonano programem RM3D

Pełne obliczenia konstrukcji wieży znajdują się u projektanta.

Do opracowania dołączono wyliczenia dla najbardziej wyężonych prętów.

Schemat:



I kierunek wiatru

Wyniki Obliczeń

Teoria I rzędu

Siły Przekrojowe: Obciążenia obliczeniowe: CW AStW

Nr pręta:	x [m]:	x/L:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:
Krawężnik 1seg								
58	0,000	0,000	0,000	-0,129	0,031	-0,091	0,117	-76,329
58	1,251	1,000	0,000	0,018	-0,080	-0,085	0,117	-76,479
Krawężnik 2seg.								
80	0,000	0,000	0,001	-0,103	0,028	-0,080	0,104	-56,529
80	1,251	1,000	0,001	0,027	-0,069	-0,074	0,104	-56,661
Krawężnik 4seg								
145	0,000	0,000	0,000	-0,032	-0,005	-0,006	0,016	-28,019

145	1,001	1,000	0,000	-0,016	-0,009	-0,003	0,016	-28,078
Krawężnik 3segm								
113	0,000	0,000	0,000	0,022	-0,045	0,024	-0,008	36,224
113	0,031	0,031	0,000	0,022	-0,044	0,035	-0,001	36,221
113	1,001	1,000	0,000	0,123	0,170	0,406	0,209	36,118
Krawężnik 5seg.								
167	0,000	0,000	0,000	0,023	-0,001	0,038	-0,007	11,464
167	0,063	0,125	0,000	0,023	0,002	0,050	0,000	11,460
167	0,500	1,000	0,000	0,034	0,044	0,140	0,051	11,434
Pręty 1seg								
65	0,000	0,000	0,000	-0,008	-0,020	0,047	0,046	-8,984
65	1,381	0,656	0,000	0,024	0,013	0,000	-0,001	-8,935
65	2,105	1,000	0,000	0,014	0,004	-0,024	-0,025	-8,909
Pręty 2segm								
93	0,000	0,000	0,000	-0,002	-0,016	0,043	0,042	-7,118
93	1,348	0,719	0,000	0,027	0,014	0,001	0,000	-7,064
93	1,406	0,750	0,000	0,027	0,014	-0,001	-0,002	-7,062
93	1,875	1,000	0,000	0,023	0,010	-0,016	-0,017	-7,043
Pręty 3seg								
126	0,000	0,000	0,000	-0,003	-0,006	0,023	0,023	-5,113
126	1,027	0,688	0,000	0,009	0,006	0,000	0,001	-5,085
126	1,073	0,719	0,000	0,009	0,006	-0,001	0,000	-5,083
126	1,493	1,000	0,000	0,007	0,003	-0,010	-0,009	-5,072
Pręty 4seg								
204	0,000	0,000	0,000	-0,010	-0,003	0,017	0,038	-4,144
204	0,939	0,750	0,000	0,018	0,005	0,000	0,022	-4,113
204	1,253	1,000	0,000	0,024	0,004	-0,005	0,016	-4,102
Pręty 5seg								
241	0,000	0,000	-0,009	-0,002	0,037	-0,180	0,013	-1,990
241	0,581	1,000	-0,009	0,003	-0,068	-0,180	0,006	-1,979

Reakcje podporowe: Obciążenia obliczeniowe: CW AStW

















Nr węzła:	α :	ϕ :	ψ :	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:
1	0,0	0,0	0,0	-2,137	-2,306	-72,772	0,000	0,031	-0,041
2	0,0	0,0	0,0	2,199	-8,927	-72,413	0,000	0,123	0,071
3	0,0	0,0	0,0	2,550	-9,425	81,889	0,000	0,063	-0,001
4	0,0	0,0	0,0	-2,639	-2,445	81,909	0,000	0,068	0,028





















Ugięcie wieży: $6,4\text{cm} < \frac{1}{100} \times 2500 = 25\text{cm}$





















WYMIAROWANIE

Wyniki wymiarowania wg PN-90/B-03200

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
17	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,400
21	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,362
25	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,282
29	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,337
49	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,305
50	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,412
51	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,363
52	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,464
53	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,425
54	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,414
55	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,364
56	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,335
57	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,337
58	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,476
59	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,442
60	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,403

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
18	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,370 
22	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,326 
26	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,247 
30	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,303 
77	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,318 
78	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,300 
79	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,310 
80	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,455 
81	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,416 
82	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,365 
83	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,352 
84	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,357 
85	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,323 
86	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,452 
87	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,389 
88	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,382 

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
19	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,129 
23	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,137 
27	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,182 
31	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,158 
105	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,213 
106	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,192 
107	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,223 
108	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,197 
109	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,190 
110	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,186 
111	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,162 
112	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,158 
113	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,250 
114	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,229 
115	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,209 
116	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,193 
117	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,200 
118	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,174 
119	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,172 
120	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,148 

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
20	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,300 
24	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,229 
28	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,179 
32	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,222 
141	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,289 
142	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,316 
143	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,300 
144	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,267 
145	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,454 
146	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,383 
147	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,283 
148	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,309 
149	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,258 
150	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,271 
151	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,298 
152	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,264 
153	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,437 
154	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,380 
155	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,309 
156	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,294 

Obciążenia: CW ASwW

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
-----------	--------	-----------	---------------------	----------

13	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,045	<input type="text"/>
14	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,073	<input type="text"/>
15	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,012	<input type="text"/>
16	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,019	<input type="text"/>
167	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,147	<input type="text"/>
168	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,108	<input type="text"/>
169	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,093	<input type="text"/>
170	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,096	<input type="text"/>
171	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,080	<input type="text"/>
172	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,076	<input type="text"/>
173	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,060	<input type="text"/>
174	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,037	<input type="text"/>
175	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,039	<input type="text"/>
176	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,128	<input type="text"/>
177	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,092	<input type="text"/>
178	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,105	<input type="text"/>
179	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,085	<input type="text"/>
180	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,083	<input type="text"/>
181	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,061	<input type="text"/>
182	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,081	<input type="text"/>
183	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,061	<input type="text"/>
184	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,090	<input type="text"/>
185	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,129	<input type="text"/>
186	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,107	<input type="text"/>
187	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,104	<input type="text"/>
188	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,085	<input type="text"/>
189	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,080	<input type="text"/>
190	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,062	<input type="text"/>
191	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,051	<input type="text"/>
192	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,038	<input type="text"/>
193	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,033	<input type="text"/>
194	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,142	<input type="text"/>
195	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,119	<input type="text"/>
196	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,097	<input type="text"/>
197	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,096	<input type="text"/>
198	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,069	<input type="text"/>
199	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,075	<input type="text"/>
200	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,054	<input type="text"/>
201	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,069	<input type="text"/>
202	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,062	<input type="text"/>

II kierunek wiatru

Wyniki Obliczeń

Teoria I rzędu

Siły Przekrojowe: Obciążenia obliczeniowe: CW AStW

Nr preta:	x [m]:	x/L:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:
Krawężnik 1seg								
59	0,000	0,000	-0,001	-0,085	-0,015	0,003	0,028	-127,922
59	1,251	1,000	-0,001	-0,048	-0,009	0,007	0,032	-128,072
Krawężnik 2seg.								
81	0,000	0,000	-0,001	-0,051	-0,014	-0,004	-0,014	-96,202
81	1,251	1,000	-0,001	-0,065	-0,017	0,000	-0,010	-96,335
Krawężnik 4seg								
145	0,000	0,000	-0,001	0,012	-0,002	-0,012	-0,103	-46,334
145	1,001	1,000	-0,001	-0,091	-0,014	-0,011	-0,102	-46,393
Krawężnik 3segm								
110	0,000	0,000	-0,001	-0,060	-0,013	0,005	0,005	-66,540
110	1,001	1,000	-0,001	-0,054	-0,007	0,008	0,008	-66,647

Krawężnik 5seg.									
167	0,000	0,000	0,000	-0,011	0,007	0,007	0,030	22,261	
167	0,360	0,719	0,000	-0,005	0,030	0,122	0,000	22,239	
167	0,500	1,000	0,000	-0,006	0,050	0,167	-0,012	22,231	
Pręty 1seg									
61	0,000	0,000	0,000	-0,024	0,001	0,028	0,054	-8,406	
61	0,855	0,406	0,000	0,010	0,013	-0,001	0,025	-8,376	
61	1,579	0,750	0,000	0,019	0,004	-0,025	0,001	-8,350	
61	2,105	1,000	0,000	0,015	-0,014	-0,043	-0,017	-8,331	
Pręty 2segm									
95	0,000	0,000	0,000	-0,016	-0,017	0,040	0,045	-6,546	
95	1,326	0,750	0,000	0,018	0,009	0,000	0,006	-6,490	
95	1,491	0,844	0,000	0,018	0,009	-0,005	0,001	-6,483	
95	1,768	1,000	0,000	0,017	0,007	-0,013	-0,007	-6,472	
Pręty 3seg									
137	0,000	0,000	0,000	0,009	-0,001	0,013	0,004	-4,911	
137	0,181	0,125	0,000	0,009	0,001	0,009	0,000	-4,906	
137	0,589	0,406	0,000	0,007	0,003	0,000	-0,008	-4,895	
137	1,450	1,000	0,000	-0,008	-0,005	-0,018	-0,027	-4,870	
Pręty 4seg									
204	0,000	0,000	0,000	-0,021	-0,016	0,037	0,052	-3,623	
204	1,253	1,000	0,000	0,030	0,016	0,015	0,029	-3,581	
Pręty 5seg									
241	0,000	0,000	-0,008	-0,002	0,020	-0,112	0,010	-1,619	
241	0,581	1,000	-0,008	0,002	-0,045	-0,112	0,003	-1,608	

Reakcje podporowe: Obciążenia obliczeniowe: CW AStW

Nr węzła:	α :	ϕ :	ψ :	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:
1	0,0	0,0	0,0	7,104	0,214	6,601	0,000	0,216	-0,028
2	0,0	0,0	0,0	4,312	-11,044	-134,977	0,000	0,272	0,027
3	0,0	0,0	0,0	4,277	-9,112	139,128	0,000	0,142	0,023
4	0,0	0,0	0,0	4,438	-0,271	7,593	0,000	0,294	0,021

Ugięcie wieży: $8,1\text{cm} < \frac{1}{100} \times 2500 = 25\text{cm}$

WYMIAROWANIE

Wyniki wymiarowania wg PN-90/B-03200

Obciążenia: CW AStW

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
17	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie (39)	0,537
21	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,089
25	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,095
29	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,440
49	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,547
50	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,563
51	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,517
52	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,126
53	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,093
54	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,104
55	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,103
56	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,110
57	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Zginanie (54)	0,094
58	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie (39)	0,572
59	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,806
60	Krawężnik 1seg	11 - L 90x90x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,764

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
18	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie (39)	0,417
22	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,081
26	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,107
30	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,381
77	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,104

78	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,104	
79	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,094	
80	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie (39)	0,553	
81	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,786	
82	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,718	
83	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,462	
84	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,459	
85	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,428	
86	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,110	
87	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,093	
88	Krawężnik 2seg.	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,109	

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
19	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,344
23	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,057
27	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,071
31	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,228
105	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,082
106	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,081
107	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,065
108	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,072
109	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie (39)	0,356
110	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,438
111	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,407
112	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,375
113	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,349
114	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,327
115	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,300
116	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,261
117	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,090
118	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,057
119	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,074
120	Krawężnik 3seg	2 - L 80x80x8	Zginanie (54)	0,067

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
20	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,232
24	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,074
28	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,153
32	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,269
141	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,117
142	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,126
143	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,147
144	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,117
145	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,746
146	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,649
147	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,340
148	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,305
149	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,416
150	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,351
151	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,364
152	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,336
153	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,113
154	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,113
155	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,124
156	Krawężnik 4seg	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,122

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
13	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,024
14	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,093
15	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,043
16	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,031
167	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,212
168	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,157
169	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,145

170	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,125	<input type="checkbox"/>
171	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,106	<input type="checkbox"/>
172	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,078	<input type="checkbox"/>
173	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,078	<input type="checkbox"/>
174	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,081	<input type="checkbox"/>
175	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,056	<input type="checkbox"/>
176	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,069	<input type="checkbox"/>
177	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,055	<input type="checkbox"/>
178	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,028	<input type="checkbox"/>
179	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,039	<input type="checkbox"/>
180	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,030	<input type="checkbox"/>
181	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,034	<input type="checkbox"/>
182	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,051	<input type="checkbox"/>
183	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,050	<input type="checkbox"/>
184	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,075	<input type="checkbox"/>
185	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,071	<input type="checkbox"/>
186	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,038	<input type="checkbox"/>
187	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,038	<input type="checkbox"/>
188	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,031	<input type="checkbox"/>
189	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,033	<input type="checkbox"/>
190	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,044	<input type="checkbox"/>
191	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,042	<input type="checkbox"/>
192	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,069	<input type="checkbox"/>
193	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,054	<input type="checkbox"/>
194	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,167	<input type="checkbox"/>
195	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,167	<input type="checkbox"/>
196	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,156	<input type="checkbox"/>
197	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,142	<input type="checkbox"/>
198	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,125	<input type="checkbox"/>
199	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,108	<input type="checkbox"/>
200	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,089	<input type="checkbox"/>
201	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,074	<input type="checkbox"/>
202	Krawężnik 5seg.	12 - L 60x60x6	Zginanie (54)	0,060	<input type="checkbox"/>

Krawężnik – segm. 1; Pręt nr 59 L 90x90x8 - II kierunek wiatru

Klasa przekroju: 3.

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 91,01 / 1,000 + 3,28 = 94,30 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$$N = 128,072 < 298,850 = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{128,072}{0,547 \times 298,850} = 0,783 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

- dla wybożenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{127,922}{0,743 \times 298,850} + \frac{1,000 \times 0,085}{1,000 \times 5,590} + \frac{1,000 \times 0,015}{2,588} = 0,598 < 0,997 = 1 - 0,003$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{127,922}{0,547 \times 298,850} + \frac{1,000 \times 0,085}{1,000 \times 5,590} + \frac{1,000 \times 0,015}{2,588} = 0,805 < 0,998 = 1 - 0,002$$

Krawężnik – seg. 2; 3; Pręt nr 81 L 80x80x8 II kierunek wiatru

Klasa przekroju: 2.

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 76,93 / 1,000 + 3,22 = 80,15 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$$N = 96,335 < 264,450 = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{96,335}{0,479 \times 264,450} = 0,761 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{96,335}{264,450} + \frac{0,065}{1,000 \times 4,371} + \frac{0,017}{1,991} = 0,388 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{96,202}{0,691 \times 264,450} + \frac{1,000 \times 0,065}{1,000 \times 4,371} + \frac{1,000 \times 0,017}{1,991} = 0,551 < 0,997 = 1 - 0,003$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{96,202}{0,479 \times 264,450} + \frac{1,000 \times 0,065}{1,000 \times 4,371} + \frac{1,000 \times 0,017}{1,991} = 0,784 < 0,998 = 1 - 0,002$$

Krawężnik – seg. 4; 5 Pręt nr 145 L 60x60x6 II kierunek wiatru

Klasa przekroju: 2.

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 64,40 / 1,000 + 10,67 = 75,07 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$$N = 46,393 < 148,565 = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{46,393}{0,445 \times 148,565} = 0,702 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{46,393}{148,565} + \frac{0,091}{1,000 \times 1,834} + \frac{0,014}{0,846} = 0,378 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{46,334}{0,952 \times 148,565} + \frac{0,492 \times 0,091}{1,000 \times 1,834} + \frac{1,000 \times 0,014}{0,846} = 0,369 < 0,999 = 1 - 0,001$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{46,334}{0,445 \times 148,565} + \frac{0,492 \times 0,091}{1,000 \times 1,834} + \frac{1,000 \times 0,014}{0,846} = 0,743 < 0,996 = 1 - 0,004$$

Skratowanie – segm. 1 Pręt nr 65 L 60x60x6 I kierunek wiatru

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 2.

Długości wyboczeniowe pręta:

Pręśło nr: 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X i Y przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,105$$

$$l_w = 1,000 \times 2,105 = 2,105 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{\omega} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 2,105 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_{\omega} = 2,105 \text{ m}$.

Naprężenia (Osłabienia otworami):

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = -9,69 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -18,22 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$\text{- normalne: } \sigma = -13,96 \quad \Delta\sigma = 4,27 \text{ MPa} \quad \psi_{oc} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 13,96 / 1,000 + 4,27 = 18,22 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

Siała osiowa: $N = -8,984 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 6,91 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 6,91 \times 215 \times 10^{-1} = 148,565 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 8,984 < 148,565 = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{RC} = A f_d = 6,9 \times 215 \times 10^{-1} = 148,565 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{148,565 / 165,294} = 1,09 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,512$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{148,565 / 42,930} = 2,14 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,193$$

$$\text{- dla } N_{xz} \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_{xz}} = 1,15 \times \sqrt{148,565 / 149,530} = 1,15 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,484$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,193$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{8,984}{0,193 \times 148,565} = 0,313 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

- dla zginania względem osi X:

$$M_{x \max} = 0,024 \text{ kNm} \quad \beta_x = 0,400$$

- dla zginania względem osi Y:

$$M_{y \max} = 0,020 \text{ kNm} \quad \beta_y = 0,456$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{8,984}{0,512 \times 148,565} + \frac{0,400 \times 0,024}{1,000 \times 1,834} + \frac{0,456 \times 0,020}{0,846} = 0,134 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{8,984}{0,193 \times 148,565} + \frac{0,400 \times 0,024}{1,000 \times 1,834} + \frac{0,456 \times 0,020}{0,846} = 0,329 < 0,999 = 1 - 0,001$$

Skratowanie – segm. 2 Pręt nr 93 L 60x60x6

I kierunek wiatru

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 2.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X i Y przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,875$$

$$l_w = 1,000 \times 1,875 = 1,875 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 1,875 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 1,875 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 36,2}{1,875^2} 10^{-2} = 208,315 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 9,4}{1,875^2} 10^{-2} = 54,093 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{3,3^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 0,0}{1,875^2} \times 10^{-2} + 80 \times 0,9 \times 10^2 \right) = 689,878 \text{ kN}$$

$$N_{xz} = \frac{N_x + N_z - \sqrt{(N_x + N_z)^2 - 4 N_x N_z (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{208,315 + 689,878 - \sqrt{(208,315 + 689,878)^2 - 4 \times 208,315 \times 689,878 \times (1 - 1,000 \times -2,0^2 / 3,3^2)}}{2 \times (1 - 1,000 \times -2,0^2 / 3,3^2)} 10^{-2} = 183,110 \text{ kN}$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{7,118}{0,578 \times 148,565} + \frac{0,435 \times 0,027}{1,000 \times 1,834} + \frac{0,400 \times 0,016}{0,846} = 0,097 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{7,118}{0,234 \times 148,565} + \frac{0,435 \times 0,027}{1,000 \times 1,834} + \frac{0,400 \times 0,016}{0,846} = 0,219 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Skratowanie – segm. 3,4, Pręt nr 126 L 50x50x5 I kierunek wiatru

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 2.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X i Y przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,493$$

$$l_w = 1,000 \times 1,493 = 1,493 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 1,251 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 1,251 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 17,4}{1,493^2} \cdot 10^{-2} = 157,952 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 4,6}{1,493^2} \cdot 10^{-2} = 41,643 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{2,7^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 0,0}{1,251^2} \times 10^{-2} + 80 \times 0,4 \times 10^2 \right) = 479,043 \text{ kN}$$

$$N_{xz} = \frac{N_x + N_z - \sqrt{(N_x + N_z)^2 - 4 N_x N_z (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{157,952 + 479,043 - \sqrt{(157,952 + 479,043)^2 - 4 \times 157,952 \times 479,043 \times (1 - 1,000 \times -1,7^2 / 2,7^2)}}{2 \times (1 - 1,000 \times -1,7^2 / 2,7^2)} \cdot 10^{-2} = 137,036 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{RC} = A f_d = 4,8 \times 215 \times 10^{-1} = 103,200 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{103,200 / 157,952} = 0,93 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,602$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{103,200 / 41,643} = 1,81 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,255$$

$$\text{- dla } N_{xz} \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_{xz}} = 1,15 \times \sqrt{103,200 / 137,036} = 1,00 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,562$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,255$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{5,113}{0,255 \times 103,200} = 0,194 < 1$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{5,113}{0,602 \times 103,200} + \frac{0,400 \times 0,009}{1,000 \times 1,059} + \frac{0,400 \times 0,006}{0,498} = 0,091 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

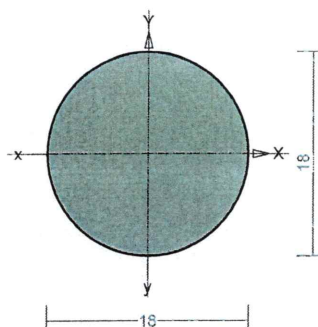
$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{5,113}{0,255 \times 103,200} + \frac{0,400 \times 0,009}{1,000 \times 1,059} + \frac{0,400 \times 0,006}{0,498} = 0,203 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Skratowanie – segm. 5

Pręt nr 241

φ18

I kierunek wiatru



Wymiary przekroju:

D=18,0 d=0,0 g=9,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=0,5 J_{yg}=0,5 A=2,54 i_x=0,5 i_y=0,5 J_w=0,0 J_t=0,5 i_s=0,6.

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość f_d=205 MPa dla g=18,0.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X i Y przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 0,581$$

$$l_w = 1,000 \times 0,581 = 0,581 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 1,251 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 1,251 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 0,5}{0,581^2} \times 10^{-2} = 30,909 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 0,5}{0,581^2} \times 10^{-2} = 30,909 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{0,6^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 0,0}{1,251^2} \times 10^{-2} + 80 \times 0,5 \times 10^2 \right) = 10088,625 \text{ kN}$$

Naprężenia (Osłabienia otworami):

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 115,88 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -120,31 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$\text{- normalne: } \sigma = -2,22 \quad \Delta\sigma = 118,10 \text{ MPa} \quad \psi_{oc} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 2,22 / 1,000 + 118,10 = 120,31 < 205 \text{ MPa}$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X i Y

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 0,6 \times 205 \times 10^{-3} = 0,117 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{1,979}{52,166} + \frac{0,003}{1,000 \times 0,117} + \frac{0,068}{0,117} = 0,641 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

- dla zginania względem osi X:

$$M_{x \max} = 0,003 \text{ kNm} \quad \beta_x = 0,400$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,342 \times 1,494^2 \times \frac{0,400 \times 0,003 \times 1,990}{0,117 \times 52,166} = 0,000$$

- dla zginania względem osi Y:

$$M_{y \max} = 0,068 \text{ kNm} \quad \beta_y = 0,400$$

$$\Delta_y = 1,25 \varphi_y \bar{\lambda}_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,342 \times 1,494^2 \times \frac{0,400 \times 0,068 \times 1,990}{0,117 \times 52,166} = 0,008$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{1,990}{0,342 \times 52,166} + \frac{0,400 \times 0,003}{1,000 \times 0,117} + \frac{0,400 \times 0,068}{0,117} = 0,353 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{1,990}{0,342 \times 52,166} + \frac{0,400 \times 0,003}{1,000 \times 0,117} + \frac{0,400 \times 0,068}{0,117} = 0,353 < 0,992 = 1 - 0,008$$

Max siły rozciągające w poziomie łączenia segmentów (wartości z II kierunku wiatru).
Segmenty łączone 3 śrubami kl. 8.8(8) poprzez blachy kołnierзовые

segm. 1 z 2: (+5,0m)	P= 103,7 kN	M16	bl. ϕ 170	gr.16mm
segm. 2 z 3: (+10m)	P= 77,0 kN	M12	bl. ϕ 150	gr.12mm
segm. 3 z 4: (+15m)	P= 47,0 kN	M12	bl. ϕ 150	gr.12mm
segm. 4 z 5: (+20m)	P= 24,7 kN	M12	bl. ϕ 140	gr.12mm

Łączenie podstawy wieży z kotwą fundamentową trzpieniem $\phi 30$ kl. 8.8(8)
 poprzez blachę gr. (20 + 10)mm.

SPRAWDZENIE ISTNIEJĄCYCH FUNDAMENTÓW

Istniejący fundament wg dostarczonej inwentaryzacji i wyciągu z dokumentacji budynku Nadleśnictwa posadowiony jest 1,7m poniżej istn. terenu w gruntach rodzimych – gliny szare, piaszczyste, zwarte. Woda poniżej posadowienia fundamentów.

Przyjęto dane gruntowe G_{pz}

$$I_L \leq 0$$

$$\zeta = 2,25 \text{ tm}^{-3} \times 0,9 = 2,02 \text{ tm}^{-3}$$

$$\Phi = 22^\circ \times 0,9 = 19,8^\circ$$

$$C_u = 40 \text{ kPa} \times 0,9 = 36 \text{ kPa}$$

Obciążenie zewnętrzne od konstrukcji (na jedną nogę):

siła pozioma: $H = 4,28 \text{ kN}$,

siła pionowa ściskająca: $V = 139,1 \text{ kN}$

siła pionowa wyrywająca: $V = 135,0 \text{ kN}$

Cztery stopy fundamentowe wylewane (80x75x170)cm

Graniczny opór gruntu:

- na wyciąganie

Z normy PN-80/B-03322 promień zastępczy dla płyty 0,8x0,75 m:

$$R_z = (0,75 + 0,8) / 3,14 = 0,49$$

$$\frac{D}{R} = \frac{1,7}{0,49} = 3,5$$

→ $\Phi^{(t)} = 27,6^\circ$ z tablicy Z1-5 →

$$K_{\gamma\phi} = 0,187$$

$$K_c = 0,955$$

Ciężar fundamentu : $G = 24,48 \text{ kN}$

$$V_{\text{wf}} = 2(0,8+0,7) \times [1,7(36 \times 0,955 + 20,25 \times 1,7 \times 0,187)] + 24,48 = 238,3 \text{ kN}$$

Współczynnik na wyciąganie wg PN-90/B-03322 $m=1,0$

$$135,0 \text{ kN} < 1,0 \times 238,3 \text{ kN}$$

Stateczność fundamentu na wyciąganie jest zapewniona.

Opracował:

mgr inż. Liliana Olakowska
specjalność konstrukcyjno-budowlana
upr. bud. nr UAN-KZ-7210/107/89
do projektowania i wykonawstwa

Bydgoszcz, 1989. 04. 25

DECYZJA

O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 4 ust. 2, § 6 ust. 3, § 7 i § 13 ust. 1 pkt. 2 lit. ...
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska, z dnia 20 lutego 1975 r.
w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46 stwierdza-
się, że:

Obywatel(ka) Liliana Maria OLAKOWSKA
..... magister inżynier budownictwa
..... (tytuł naukowy - zawodowy)

urodzony(a) dnia 31 marca 1957 r. w Gdańsku

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

..... projektanta

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

w zakresie ogólnobudowlanym

Obywatel(ka) Liliana Maria Olakowska jest upoważniony(a) do:

- 1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracji wodnych ;
- 2/ sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych :
 - a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,
 - b/ budowli nie będących budynkami ;
- 3/ w budownictwie osób fizycznych - do kierowania, nadzorowania i kontroli budowy, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowli oraz oceniania i badania stanu technicznego obiektów budowlanych

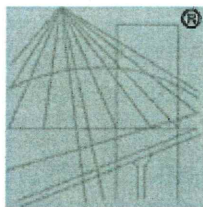


ZA ZGODNOŚCIĄ
Z ORYGINAŁEM
mgr inż. Liliana Olakowska



Piotr Architekt Sądowski
Dyrektor Wydziału

ing. inż. arch. Jerzy Winiecki



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

KUP-PKX-KEW-I1H *

Pani LILIANA OLAKOWSKA o numerze ewidencyjnym KUP/BO/0927/03

adres zamieszkania ul. JAŚMINOWA 7, 86-065 ŁOCHOWO

jest członkiem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2021-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2020-08-31 roku przez:

Renata Staszak, Przewodniczący Rady Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

