

OBLICZENIA STATYCZNE DO PROJEKTU KONSTRUKCJI „WITACZA”**1. Przedmiot obliczeń.**

Przedmiotem niniejszego opracowania są obliczenia statyczne konstrukcji stalowej „Witacza” pod lekką obudową z blachy aluminiowej, która stanowić będzie tło dla elementów reklamowych oraz jego fundamentów. Opracowanie swoim zakresem obejmuje rozwiązania techniczne branży konstrukcyjnej, w którego skład wchodzi następujące części:

- wykonanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych dla fazy projektu konstrukcji stalowych i fundamentów żelbetowych;
- wykonanie rysunków konstrukcji stalowej i fundamentów.

2. Charakterystyka budowli.**2.1. Nazwa budowli:**

Element informacyjno – reklamowy – „Witacz”.

2.2. Zakres stosowania projektu.

Projekt przewidziany do realizacji w I strefie wiatrowej i IV śniegowej.

2.3. Dane ogólne.

Powierzchnia zabudowy – $0,4 \times 4,5 \text{ m} = 1,80 \text{ m}^2$

Wymiary fundamentu – $1,5 \times 4,42 = 6,63 \text{ m}^2$

Wysokość elementu reklamowego – 3,0m

Całkowita wysokość od poziomu terenu 3,50m

2.3. Warunki geotechniczne.

Obliczenie wielkości fundamentów dokonano dla piasku drobnego o parametrach według opracowania geologicznego

2.4 Konstrukcja.

- rozpiętość w osiach słupów 0,99m
- wysokość słupów 3,0m
- ilość słupów : n = 5 szt.
- długość konstrukcji w osiach : L = 3,96m.

2.4.1. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe elementów konstrukcyjnych.**GLÓWNE ELEMENTY NOŚNE**

Układ nośny stanowią słupy stalowe z profili zamkniętych walcowanych na gorąco 120x60x5mm, do słupów przyspawana zostanie konstrukcja wsporcza pod obudowę z profili zamkniętych 50x50x3mm mocowanie do fundamentu za pomocą kotew ze stali 5.8. Stal główny ustrój nośny S235JRH, blachy podstawy słupa S355 o $f_d = 215 \text{ MPa}$.

POSZYCIE ŚCIAN:

Do obliczeń statycznych przyjęto panele z blachy aluminiowej o grubości 2,0mm malowane proszkowo.

2.4.2. Obciążenia i normy.

- | | |
|--|----------------------------|
| - obciążenie śniegiem IV strefa | wg PN-80/B-02010/ Az1:2006 |
| - obciążenie wiatrem I strefa | wg PN-77/B-02011 |
| - obciążenia technologiczne | wg PN-82/B-02003 |
| - konstrukcje stalowe - Obliczenia statyczne i projektowanie | wg PN-90/B-03200 |

Założenia do obliczeń statycznych

Siły prostopadłe do powierzchni „witacza” przenoszone są z obudowy aluminiowej na konstrukcję wsporczą (rygle) a następnie na słupy (z części rygli za pośrednictwem wsporników).

Słupy obciążone są osiowo siłami skupionymi przekazywanymi przez rygle i wsporniki od płyt poszycia, śniegu oraz obciążeniem równomiernie rozłożonym od parcia i ssania wiatru.

Wyniki od zadanych obciążeń zawarto w części obliczeniowej. Obliczenia wykonano za pomocą programu RM-win. W obliczeniach wzięto pod uwagę kombinację najbardziej niekorzystnych obciążeń. Wymiarowanie wykonano dla najbardziej wyężonych prętów.

2.5. Klasa konstrukcji i wymogi spawalnicze.

Zgodnie z punktem A załącznika A2 PN-B-06200 - konstrukcja jest zaliczana do III klasy, nie przewiduje się więc instrukcji spawania.

Odbiór połączeń spawanych.

Każde połączenie spawane powinno podlegać 100% kontroli wizualnej.

Ustalono mniejszy zakres badań niż w tablicy 19 normy PN-B-06200:2000.

Ze względu na statyczny charakter pracy konstrukcji i stosunkowo małe wykorzystanie nośności spin nie ma konieczności przeprowadzania badań spoin.

2.6. Dokładność wykonawstwa.

Przewiduje się następujące odchyłki wykonawstwa według PN-B-06200/2005. :

Odchyłki wykonania:

- niezamierzony mimośród między częściami żebra dwustronnego $t/2$;
- odchyłka osi otworu w grupie otworów $\pm 1\text{mm}$;
- odchyłka grupy otworów od krawędzi przekroju $b-300\text{mm}$ odchyłka $\pm 1\text{mm}$;
- okrągłość otworów do M16 $\pm 0,5\text{mm}$, powyżej M16 $\pm 1\text{mm}$;
- odchyłka od średnicy nominalnej otworu $\pm 0,5\text{mm}$;
- położenie blachy doczołowej $\pm 5\text{mm}$;
- odchyłka prostokątności cięcia blachy $\pm 0,1t$;
- odchyłki położenia blachy doczołowej na długości elementu $\pm 5\text{mm}$;
- różnica w długości przekątnych $(d1+d2)/40-5\text{mm}$
- dopuszczalne szczeliny w połączeniach doczołowych kat D niesprężanych 2mm punkt 6.3.1 w/w normy w przypadku wystąpienia większych szczelin można zastosować podkładki wyrównawcze z miękkiej stali ale liczba podkładek nie może być większa od 3.

2.7. Materiały.

Konstrukcję hali zaprojektowano ze stali:

- ŚLUPY, RYGLE WSPORNIKI S235JRH o $f_d=235\text{MPa}$. Drut G3Si.
- BLACHY STOPY ŚLUPA S4SX

2.8. Kategoria korozyjności, trwałość powłoki malarskiej, zabezpieczenia antykorozyjne konstrukcji stalowych.

Kategoria korozyjna środowiska C2 -mała według normy według PN-EN ISO 12944-2

Oczekiwany okres trwałości do pierwszej renowacji M - średni do 15 lat według PN-EN ISO 12944.

Wszystkie elementy stalowe (elementy konstrukcji, śruby, nakrętki, podkładki) jeśli nie są ocynkowane

należy zabezpieczyć antykorozyjnie przez oczyszczenie do II stopnia czystości i

pomalowanie farbą antykorozyjną według zaleceń producenta. farba epoksydowa jednowarstwowa np. EPOKSYKOR w kolorze popielatym.

2.9. Warunki ochrony przeciwpożarowej.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury dnia 12 KWIETNIA 2002 roku (Dz. U.nr 75 poz 690) „WITACZ” nie podlega wymaganiom odporności ogniowej

-główna konstrukcja nośna BEZ WYMOGÓW

2.10. Charakterystyka ekologiczna obiektu.

Projektowany element informacyjno reklamowy „WITACZ”, nie wpłynie ujemnie na środowisko przyrodnicze, zdrowie ludzi i inne obiekty budowlane.

2.11 Wytyczne montażu konstrukcji.

Montaż konstrukcji stalowych należy wykonywać zgodnie z zaleceniami normy PN-B-06200.

Montaż konstrukcji należy przeprowadzić zgodnie z warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano montażowych.

Do montażu można przystąpić po wykonaniu i odbiorze fundamentów, potwierdzonym wpisem do dziennika budowy.

Montaż należy przeprowadzić tak aby w każdej fazie montażu zachowana była stateczność układu konstrukcyjnego

Montaż konstrukcji należy wykonać w następującej kolejności:

- montaż kolejnych słupów;
- montaż kolejnych elementów konstrukcji wsporczej obudowy;
- montaż obudowy;

Dopuszczalne odchyłki montażowe konstrukcji :

- odchyłka od wymaganego poziomu fundamentu $+25\text{mm}$ (poniżej), -5mm (powyżej)
- osadzenie kotwi bez regulacji $x=\pm 5\text{mm}$ $y=\pm 5\text{mm}$;
- usytuowanie w planie osi słupa $\pm 10\text{mm}$;
- odległość pomiędzy sąsiednimi słupami $\pm 10\text{mm}$;
- pochYLENIE słupa $e=\pm h/300$;
- różnica poziomów na końcach belki $\pm L/500$, 10mm;
- poziomy sąsiednich belek $\pm 10\text{mm}$;
- średnie pochYLENIE konstrukcji $(e1+e2)/2=\pm h/500$;

Elementy konstrukcji winny być oznakowane w sposób trwały i widoczny zgodnie z oznaczeniami przyjętymi na rysunkach montażowych. Łączniki i elementy łączne powinny być odpowiednio opakowane, oznakowane i przechowywane w warunkach suchych.

Jeżeli uszkodzone elementy są naprawiane przed montażem, sposób naprawy powinien być uzgodniony z osobą uprawnioną do kontroli jakości.

W każdym stadium montażu konstrukcja powinna mieć zdolność przenoszenia sił wywołanych wpływami atmosferycznymi oraz obciążeniami montażowymi, sprzętem i materiałami.

Roboty należy tak wykonywać, aby żadna część konstrukcji nie została podczas montażu Stale połączenia elementów konstrukcji powinny być wykonywane dopiero po dopasowaniu styków i wyregulowaniu całej konstrukcji lub niezależnej jej części.

Przekładki stosowane do regulacji konstrukcji należy wykonywać ze stali o takich samych własnościach plastycznych jak stal konstrukcji, a po osadzeniu zabezpieczyć przed wypadnięciem.

W połączeniach śrubowych doczołowych szczelina w styku nie sprężanym nie powinna przekraczać 1mm a w zakładkowych 2mm.

Otworki na śruby zaleca się dopasowywać za pomocą przebijaków a w razie konieczności rozwiercać. przypadkach, w których zastosowanie przekładek nie pozwala na wyregulowanie konstrukcji, konieczna jest odpowiednia korekta elementów w warsztacie lub na budowie po uzgodnieniu z projektantem.

UWAGI SPECJALNE dot. wykonania fundamentów:

1. Wykopy pod fundamenty powinny być wykonane w ten sposób, aby nie nastąpiło naruszenie naturalnej struktury gruntu poniżej spodu fundamentów.
2. Przy wykonywaniu wykopów fundamentowych za pomocą maszyn należy na dnie wykopu zostawić w gruntach sypkich warstwę gruntu o gr.0,2- 0,3m, w gruntach spoistych – o gr.0,5m poniżej przewidywanego poziomu posadowienia , ze względu na możliwość rozluźnienia gruntu przez maszyny. Dalsze roboty ziemne należy wykonywać ręcznie.
3. Wyrównanie, względnie podnoszenie poziomu dna wykopu przez podsypywanie gruntem miejscowym **jest niedopuszczalne.**
4. Dno wykopów należy chronić przed zalaniem wodami powierzchniowymi i gruntowymi.
5. W przypadku zalania dna wykopu wodami powierzchniowymi lub gruntowymi należy przede wszystkim usunąć wodę, a następnie zbadać, czy nie nastąpiło przy tym naruszenie naturalnej struktury gruntu w podłożu. Rozluźnioną górną warstwę gruntu należy usunąć, zastępując ją do poziomu posadowienia chudym betonem, lub innym odpowiednim materiałem, jak np. zagęszczonym piaskiem gruboziarnistym, pospółką, żwirem.
6. Przy istnieniu na dnie wykopu w poziomie posadowienia gruntów spoistych, a szczególnie gruntów pylastych oraz gruntów łatwo rozmałakujących, należy bezpośrednio po wykonaniu wykopów pokryć dno wykopu warstwą chudego betonu o gr.10cm.
7. Podczas wykonywania wykopów w warunkach zimowych należy ochronić podłoże gruntowe od przemarzania.
8. Przed nastaniem mrozów fundamenty powinny być zasypane do odpowiedniej wysokości gruntem lub ochronione w inny sposób tak, aby nie nastąpiło zjawisko spękania gruntów pod fundamentami.

2.12 Wykaz stosowanych norm

- 1) PN-97/B-06200 Konstrukcje stalowe budowlane. Wymagania i badania.
- 2) PN-87/M-04251 Struktura geometryczna powierzchni. Chropowatość powierzchni. Wartości liczbowe parametrów.
- 3) PN-77/M-82002 Podkładki. Wymagania i badania.
- 4) PN-77/M-82003 Podkładki. Dopuszczalne odchyłki wymiarów oraz kształtu i położenia.
- 5) PN-77/M-82008 Podkładki sprężyste.
- 6) PN-79/M-82009 Podkładki klinowe do dwuteowników.
- 7) PN-79/M-82018 Podkładki klinowe do ceowników.
- 8) PN-78/M-82005 Podkładki okrągłe zgrubne.
- 9) PN-78/M-82006 Podkładki okrągłe dokładne.
- 10) PN-84/M-82054/01 Śruby, wkręty i nakrętki. Stan powierzchni.
- 11) PN-82/M-82054/02 Śruby, wkręty i nakrętki. Tolerancje.
- 12) PN-82/M-82054/03 Śruby, wkręty i nakrętki. Własności mechaniczne śrub i wkrętów.
- 13) PN-82/M-82054/09 Śruby, wkręty i nakrętki. Własności mechaniczne nakrętek.
- 14) PN-85/M-82101 Śruby z łbem sześciokątnym.
- 15) PN-86/M-82144 Nakrętki sześciokątne.
- 16) PN-86/M-82153 Nakrętki sześciokątne niskie.
- 17) PN-83/M-82171 Nakrętki sześciokątne powiększone do połączeń sprężanych.
- 18) PN-61/M-82331 Śruby pasowane z łbem sześciokątnym.
- 19) PN-91/M-82341 Śruby pasowane z łbem sześciokątnym z gwintem krótkim.
- 20) PN-91/M-82342 Śruby pasowane ze łbem sześciokątnym z gwintem długim.
- 21) PN-90/H-01103 Stal. Półwyroby i wyroby hutnicze. Cechowanie barwne.
- 22) PN-88/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego stosowania. Gatunki.
- 23) PN-83/H-92120 Blachy grube i uniwersalne ze stali konstrukcyjnej zwykłej jakości i niskostopowej

mgr inż. Budownictwa Lądowego
Andrzej Krajewski
upr. bud. nr 213/87/OL § 5 ust. 1
§ 6 ust. 1 i 3, § 7, § 13 ust. 1 pkt. 2
11-300 Biskupiec, Stryjowo 70
tel. 601 830 657

- 24) PN-94/H-92203 Blachy stalowe uniwersalne. Wymiary.
 25) PN-84/H-93000 Stal węglowa i niskostopowa. Walcówka, pręty i kształtowniki walcowane na gorąco
 26) PN-79/H-04371 Metale. Próba uderzeniowa w obniżonych temperaturach
 27) PN-89/M-01134 Rysunek techniczny maszynowy. Uproszczenia rysunkowe
 Połączenia spawane i powierzchnie napawane
 28) PN-75/M-69014 Spawanie łukowe elektrodami otulonymi stali węglowych i niskostopowych. Przygotowanie brzegów do spawania
 29) PN-73/M-69015 Spawanie łukiem krytym stali węglowych i niskostopowych. Przygotowanie brzegów do spawania
 30) PN-90/M-69016 Spawanie w osłonie dwutlenkiem węgla stali węglowych i niskostopowych. Przygotowanie brzegów do spawania
 31) PN-73/M-69355 Topniki do spawania i napawanie łukiem krytym
 32) PN-91/M-69430 Spawalnictwo. Elektrody stalowe otulone do spawania i napawania. Ogólne wymagania i badania

3.0 Obliczenia statyczne.

3.1. Obciążenia

3.1.1. Obciążenia stałe

Obciążenia działające na jeden słup

- poszycie konstrukcji blacha aluminiowa gr. 2mm $0,99 \times (0,50 + 2 \times 3,0) \times 1,10 \times 0,08 \text{ kN/m}^2$
 $P_{k1} = 0,57 \text{ kN}$; $\square_1 = 1,2$ $P_{o1} = 0,70 \text{ kN}$
- rygle, wsporniki $(0,99 \times 16 + 0,44 \times 5) \times 0,0435 \text{ kN/m}$
 $P_{k2} = 0,86 \text{ kN}$; $\square_2 = 1,2$ $P_{o2} = 1,03 \text{ kN}$

3.1.2. Obciążenia zmienne – śnieg (wg PN-80/B-02010/Az1)

IV strefa obciążenia śniegiem;

- Górna część „WITACZA” płaska

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

- strefa obciążenia śniegiem 4 $\rightarrow Q_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$

- Współczynnik kształtu dachu:

$$C_1 = 0,8$$

Obciążenie śniegiem:

$$S_k = Q_k \cdot C_1 = 1,6 \times 0,80 = 1,28 \text{ kN/m}^2 \quad \gamma_s = 1,5$$

$$S_o = 1,92 \text{ kN/m}^2$$

Sila skupiona działająca na słup:

$$P_{sk} = 0,5 \times 0,99 \times 1,28 = 0,63 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{sk} = 0,95 \text{ kN/m}^2$$

3.1.3. Obciążenie zmienne - wiatr (wg PN-77/B-02011)

I strefa obciążenia wiatrem;

- witacz o wymiarach $B=0,50 \text{ m}$, $L=4,5 \text{ m}$, $H=3,0 \text{ m}$;

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:

- strefa obciążenia wiatrem I $\rightarrow q_k = 250 \text{ Pa}$

$$q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

- Współczynnik ekspozycji:

$$\text{rodzaj terenu: A; } z = H = 3,0 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 1,0$$

- Współczynnik działania porywów wiatru:

$$\text{Okres drgań własnych } T = 0,163$$

$$\text{Logarytmiczny dekrement tłumienia } \Delta = 0,06 + 0,04 = 0,1 \rightarrow \text{na podstawie Pkt. 2.5 PN-77/B-02011}$$

budowla nie podatna na działanie porywów wiatru.

Współczynnik działania porywów wiatru wg Pkt. 5.3. PN-77/B-02011 $\beta = 2,2$

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_p = 1,6 \text{ wg Z1-23 PN-77/B-02011}$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,250 \times 1,0 \times 1,6 \cdot 2,2 = 0,88 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie działające na słup:

$$p_k = 0,99 \text{ m} \times 0,88 \text{ kN/m}^2 = 0,69 \text{ kN/m}$$

$$\square_w = 1,4$$

$$p_o = 0,97 \text{ kN/m}$$

SLUP STALOWY

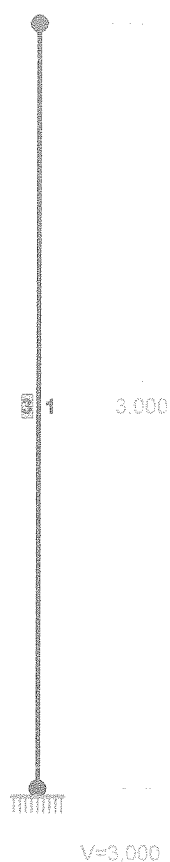
Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*): [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00

OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx (Wo*) [m]:	Wy[m]:	Fio[grad]:
--------	------	---------------	--------	------------

PRĘTY:

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	3,000	3,000	1,000	3 H 120x 60x 4.0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

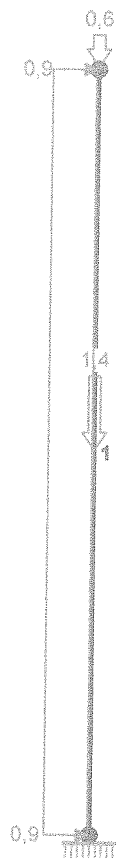
Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
3	13,5	247	83	41	41	12,0	2 Stal St3

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
-----------	---------------------	------------------------	-----------------

2 Stal St3 205000 215,000 1,20E-05

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	"Stałe"			Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
1	Skupione	0,0	1,40		1,50	
Grupa: B	"Śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Skupione	0,0	0,63		3,00	
Grupa: C	"Wiatr"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Linowe	90,0	0,87	0,87	0,00	3,00

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "Stałe"	Stałe		1,20
B - "Śnieg"	Zmienne	1	1,00
C - "Wiatr"	Zmienne	1	1,00