

1. Podstawa opracowania

Dokumentacja:

- projekt architektoniczno-budowlany.

Aktualne normy, przepisy oraz literatura techniczna:

- PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji,
- PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje,
- PN-EN 1992 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu,
- PN-EN 1993 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych,
- PN-EN 1997 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne.

2. Materiały

Beton: C25/30.

Stal żebrowana gatunku B500SP.

Stal konstrukcyjna: S235JR, S350GD.

Obudowa: płyty warstwowe z rdzeniem PIR ścienne i dachowe.

3. Lokalizacja

Budynek zlokalizowany będzie w miejscowości Nakło nad Notecią, gm. Nakło nad Notecią w województwie kujawsko-pomorski:

- obciążenie śniegiem: 2 strefa,
- obciążenie wiatrem: 1 strefa.

4. Warunki posadowienia

Teren projektowanej inwestycji zaleca się zaliczyć do pierwszej kategorii geotechnicznej.

Fundamenty projektowanego budynku posadowione będą w sposób bezpośredni. Występują proste warunki posadowienia. Budynek posadowiony zostanie na stopach fundamentowych wg rysunków konstrukcyjnych.

Przyjęto całkowite wybranie z dna wykopów fundamentowych powierzchniowych warstwy nasypów oraz gruntów nienośnych.

5. Obciążenia

5.1. Obciążenia ciężarem własnym

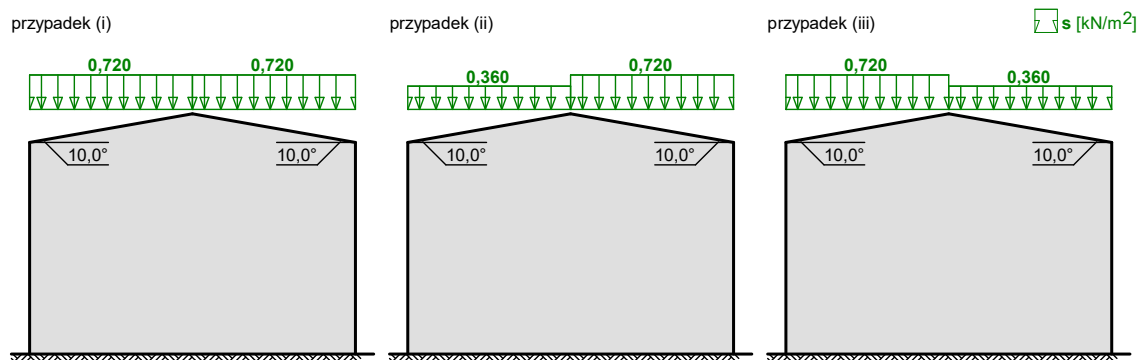
Ciężar własny elementów konstrukcyjnych został uwzględniony automatycznie przez program obliczeniowy.

5.2. Obciążenia stałe dachu.

Przyjęto obciążenie stałe dachu: 0,4 kN/m².

5.3. Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (p.5.3.3)



- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 2 $\rightarrow s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny $\rightarrow C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1,0$

Połąc dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i):

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 10,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = 0,720 \text{ kN/m}^2$$

Mniej obciążona połącz dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)/(iii):

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 10,0^\circ$
 - $\mu = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = 0,360 \text{ kN/m}^2$$

Bardziej obciążona połącz dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)/(iii):

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 10,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

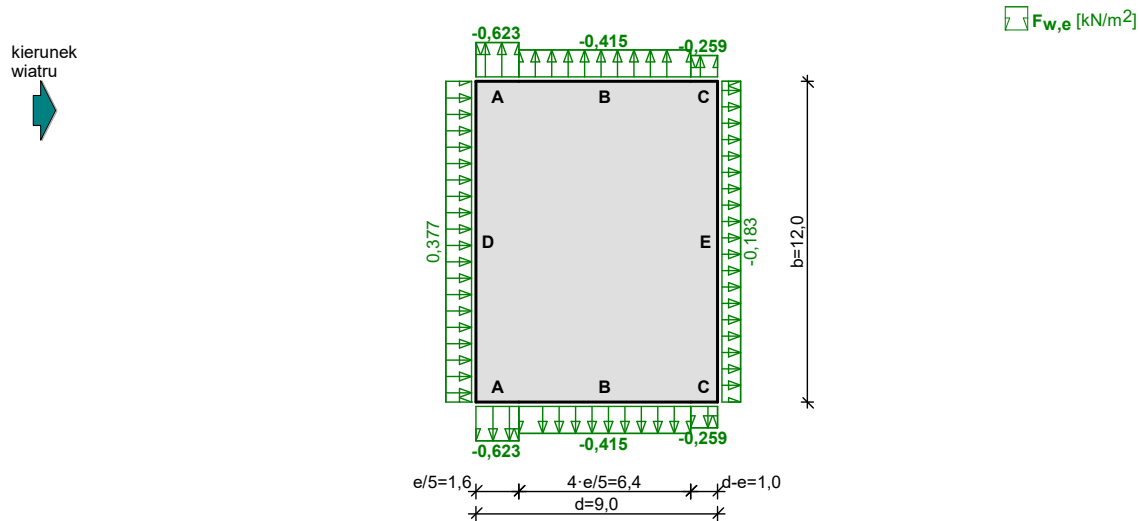
Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = 0,720 \text{ kN/m}^2$$

5.4. Obciążenie wiatrem

5.4.1. Kierunek $\Theta = 0^\circ$

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta (p.7.2.2)



- Budynek o wymiarach: $d = 9,0 \text{ m}$, $b = 12,0 \text{ m}$, $h = 4,0 \text{ m}$
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 8,0 \text{ m}$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 130 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$
- Współczynnik kierunkowy: $C_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $C_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 4,00 \text{ m}$
- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (5,0/10)^{0,19} = 0,70$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 15,43 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,355$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
 - $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 518,9 \text{ Pa} = 0,519 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s C_d = 1,000$

Elewacja wewnętrzna - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,726$
Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:
 $F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot 0,726 = \mathbf{0,377 \text{ kN/m}^2}$

Elewacja zawietrzna - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznej $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,352$
 Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:
 $F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,352) = -0,183 \text{ kN/m}^2$

Elewacja boczna - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$
Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:
 $F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-1,2) = \mathbf{-0,623 \text{ kN/m}^2}$

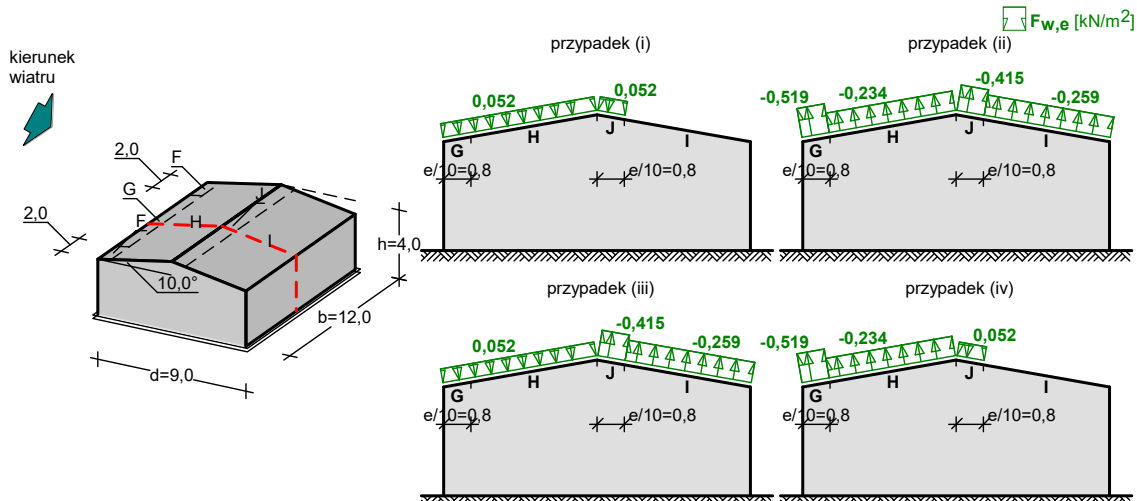
Elewacja boczna - pole B:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$
Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:
 $F_{w,e} = c_{scd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,8) = -0,415 \text{ kN/m}^2$

Elewacja boczna - pole C:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,5$
Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:
 $F_{w,e} = c_{sd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,5) = -0,259 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)



- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 12,0$ m, $d = 9,0$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 10,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 4,0$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 8,0$ m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną, $\theta = 0^\circ$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 130$ m n.p.m. $\rightarrow v_{b,0} = 22$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 4,00$ m
- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (5,0/10)^{0,19} = 0,70$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 15,43$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,355$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 518,9 \text{ Pa} = 0,519 \text{ kPa}$$

- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połąć w przekroju $x/b = 0,46$ - pole G - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,100$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot 0,100 = 0,052 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju $x/b = 0,46$ - pole G - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,000$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-1,000) = -0,519 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju $x/b = 0,46$ - pole H - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,100$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot 0,100 = 0,052 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju $x/b = 0,46$ - pole H - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,450$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,450) = -0,234 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju $x/b = 0,46$ - pole I - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot 0,0 = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju $x/b = 0,46$ - pole I - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,500$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,500) = -0,259 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,46 - pole J - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,100$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot 0,100 = 0,052 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,46 - pole J - ssanie:

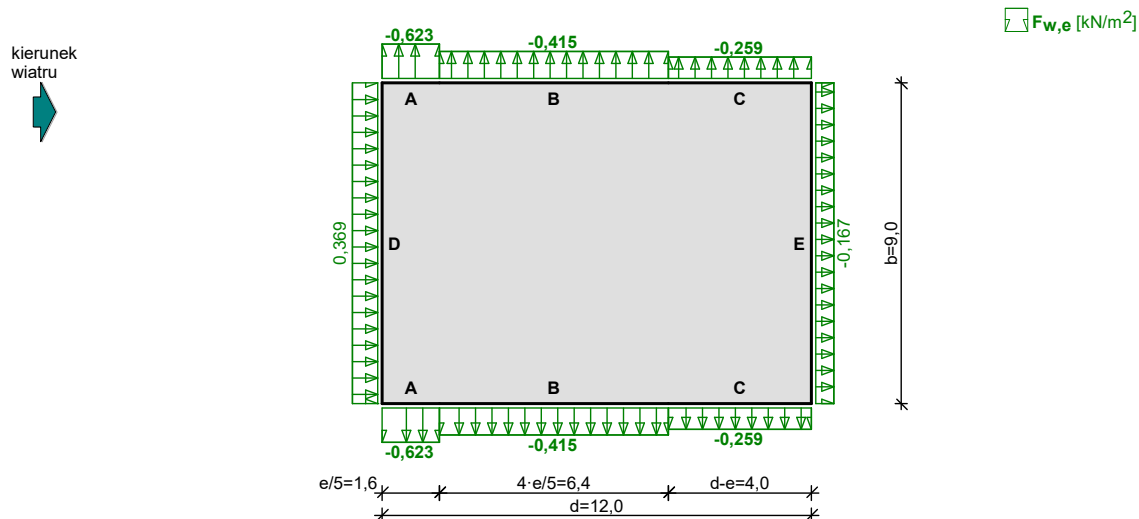
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,800$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,800) = -0,415 \text{ kN/m}^2$$

5.4.2. Kierunek $\Theta = 90^\circ$

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta (p.7.2.2)



- Budynek o wymiarach: $d = 12,0 \text{ m}$, $b = 9,0 \text{ m}$, $h = 4,0 \text{ m}$

- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 8,0 \text{ m}$

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):

- strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 130 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$

- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$

- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$

- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 4,00 \text{ m}$

- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (5,0/10)^{0,19} = 0,70$ (wg Załącznika krajowego NA.6)

- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$

- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 15,43 \text{ m/s}$

- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,355$

- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 518,9 \text{ Pa} = 0,519 \text{ kPa}$$

- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Elewacja nawietrzna - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,711$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot 0,711 = 0,369 \text{ kN/m}^2$$

Elewacja zawietrzna - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,322$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,322) = -0,167 \text{ kN/m}^2$$

Elewacja boczna - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-1,2) = -0,623 \text{ kN/m}^2$$

Elewacja boczna - pole B:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,8) = -0,415 \text{ kN/m}^2$$

Elewacja boczna - pole C:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,5$

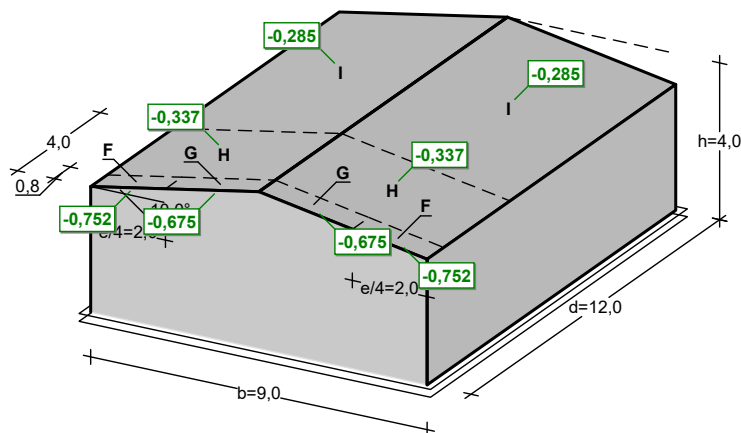
Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,5) = -0,259 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)

$F_{w,e} \text{ [kN/m}^2\text{]}$

kierunek
wiatru



- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 9,0 \text{ m}$, $d = 12,0 \text{ m}$, kąt nachylenia połaci $\alpha = 10,0^\circ$

- Budynek o wysokości $h = 4,0 \text{ m}$

- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 8,0 \text{ m}$

- Wiatr wiejący na ścianę szczytową, $\theta = 90^\circ$

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):

- strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 130 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$

- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$

- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$

- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 4,00 \text{ m}$

- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (5,0/10)^{0,19} = 0,70$ (wg Załącznika krajowego NA.6)

- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$

- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 15,43 \text{ m/s}$

- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,355$

- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 518,9 \text{ Pa} = 0,519 \text{ kPa}$$

- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połąć - pole F:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,450$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-1,450) = -0,752 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole G:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,3$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-1,3) = -0,675 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole H:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,650$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,650) = -0,337 \text{ kN/m}^2$$

Połąć - pole I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,550$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,519 \cdot (-0,550) = -0,285 \text{ kN/m}^2$$

6. Wyniki analizy statyczno-wytrzymałościowej

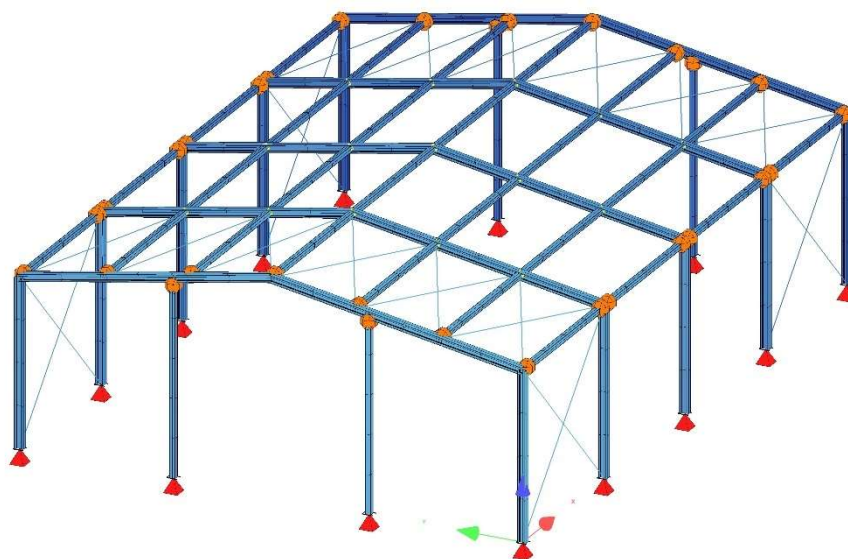
6.1. Charakterystyka konstrukcji

Hala magazynowa jest budynkiem halowym jedn nawowym o wys. w kalenicy ok. 3,8 m i w okapie ok. 3 m. Zasadniczym ustrojem nośnym są ramy o rozpiętości ok. 9 m w rozstawie co 3 m. Słupy ram zaprojektowano z kształtownika HEA 140, a dźwigary z IPE 180. Obciążenia z dachu przenoszą się na dźwigar poprzez jednoprzęsłowe płatwie zimnogięte Z 100x53/48x1,5. Stateczność przestrzenną układu zapewniają stężenia połąciowe i między-słupowe z prętów wiotkich D16.

6.2. Model obliczeniowy konstrukcji

Siły wewnętrzne i wymiarowanie elementów konstrukcyjnych zrealizowano w programie obliczeniowym SOFiSTiK przy wykorzystaniu metody elementów skończonych. Zdefiniowano globalny model obliczeniowy konstrukcji. Zastosowano elementy prętowe. Siły przekrojowe wyznaczono stosując analizę liniową wg teorii I rzędu.

Globalny model obliczeniowy



6.3. Przypadki obciążeń

Przyjęto następujące przypadki obciążeń charakterystycznych:

ULS LC	LC-title
1	CW – ciężar własny
2	W1 – wiatr z lewej
3	W2 – wiatr z lewej
4	W3 – wiatr z lewej
5	W4 – wiatr z lewej
6	W5 – wiatr od czoła
7	SN1 – śnieg równ.
8	SN2 – śnieg z lewej
9	SN3 – śnieg z prawej
10	ST – stałe

6.4. Wymiarowanie

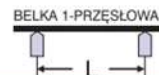
Wymiarowanie konstrukcji stalowej przeprowadzono w oparciu o metodę ogólną, tj. p. 6.3.4 normy PN-EN 1993-1-1. W celu wyznaczenia mnożnika obciążeń obliczeniowych, przy którym rozpatrywana część konstrukcji osiąga wartość obciążenia krytycznego przy niestateczności sprężystej wykorzystano analizę LBA i odpowiednie formy niestateczności.

6.4.1. Płatew

Obciążenie obliczeniowe przypadające na płatew

$$q_{Ed} = 0,4 \cdot 1,35 + 0,72 \cdot 1,5 = 1,62 \text{ kN/m}^2$$

TABELA NOŚNOŚCI ZETOWNIKÓW
dla belki 1-przęsłowej (gatunek stali S350)
(nośność wyliczona zgodnie z wyszczególnionymi w opisie
uwagami i przyjętymi warunkami)



ROZPIĘTOŚĆ 3,0 m										
Oznaczenie	Masa [kg/mb]	Tężnik	Obciążenie Qd [kN/m ²] przy rozstawie [m]					Obciążenie [kN/mb]		
			1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	Qd + N=10	Wd	q L/200
BP/Z100x53/48x1.50	2.61		2.40	1.60	1.20	0.96	0.80	2.02	-1.78	1.51
x2.00	3.43		3.23	2.15	1.62	1.29	1.08	2.88	-2.35	1.95
x2.50	4.22		4.12	2.74	2.06	1.65	1.37	3.79	-2.90	2.36
x3.00	4.98		5.08	3.39	2.54	2.03	1.69	4.77	-3.45	2.74

Dopuszczalne obciążenie płatwi przy rozstawie 1,5 m wynosi

$$q_{dop} = 1,6 \text{ kN/m}^2$$

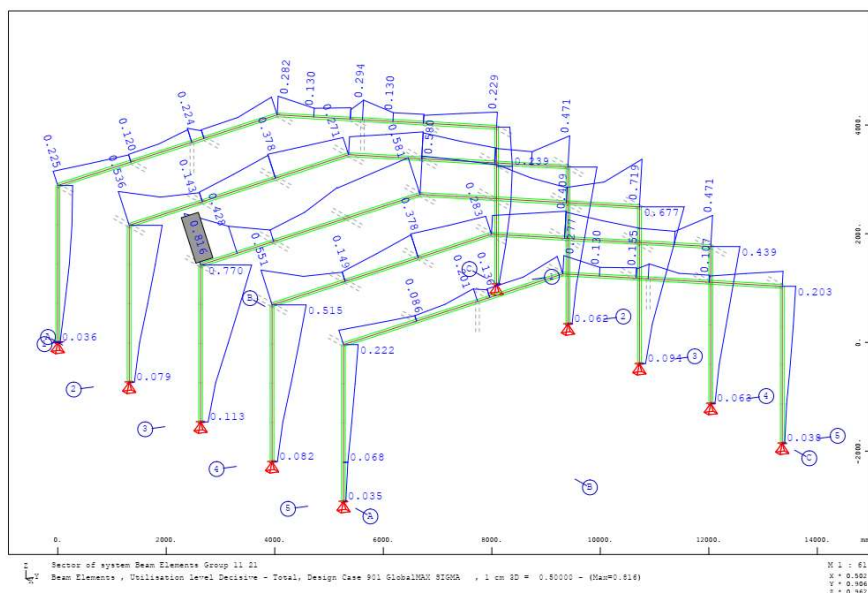
Weryfikacja nośności

$$q_{Ed} = 1,62 \text{ kN/m}^2 \lesssim q_{dop} = 1,6 \text{ kN/m}^2$$

Nośność jest zapewniona.

6.4.2. Rama

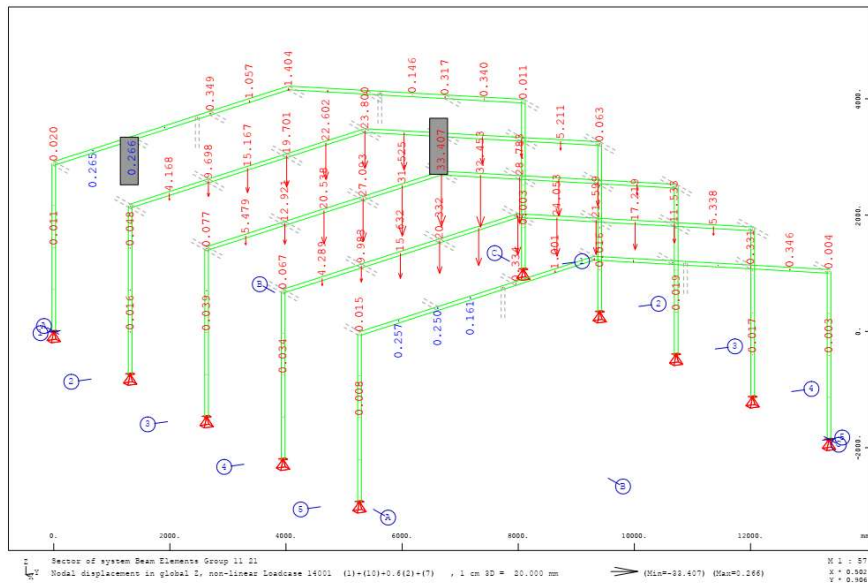
Wytyczenie



Weryfikacja nośności

$$\frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = 0,82 \leq 1,0.$$

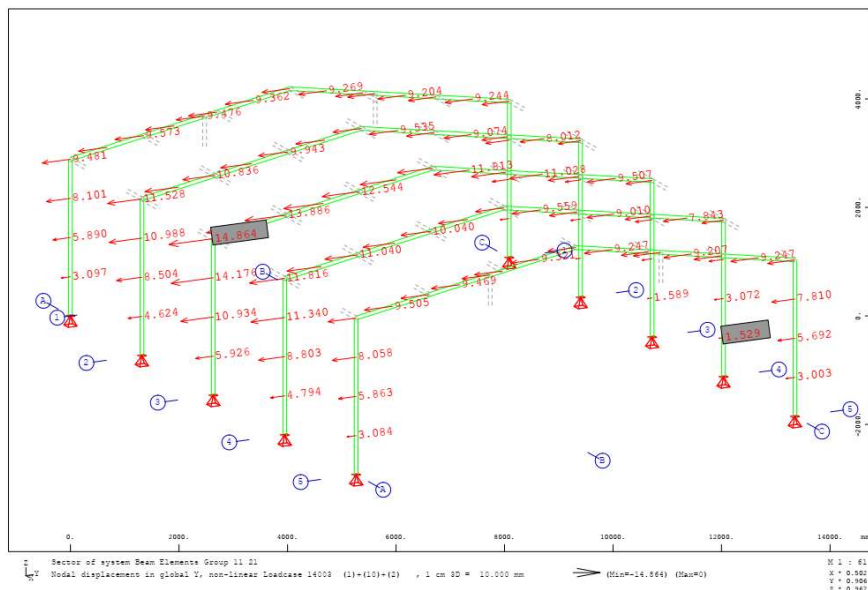
Nośność jest zapewniona.

Ugięcia

Weryfikacja ugięć

$$u_{\max} = 33,4 \text{ mm} \leq u_{\text{dop}} = \frac{L}{250} = \frac{9000}{250} = 36 \text{ mm}$$

Sztywność jest zapewniona.



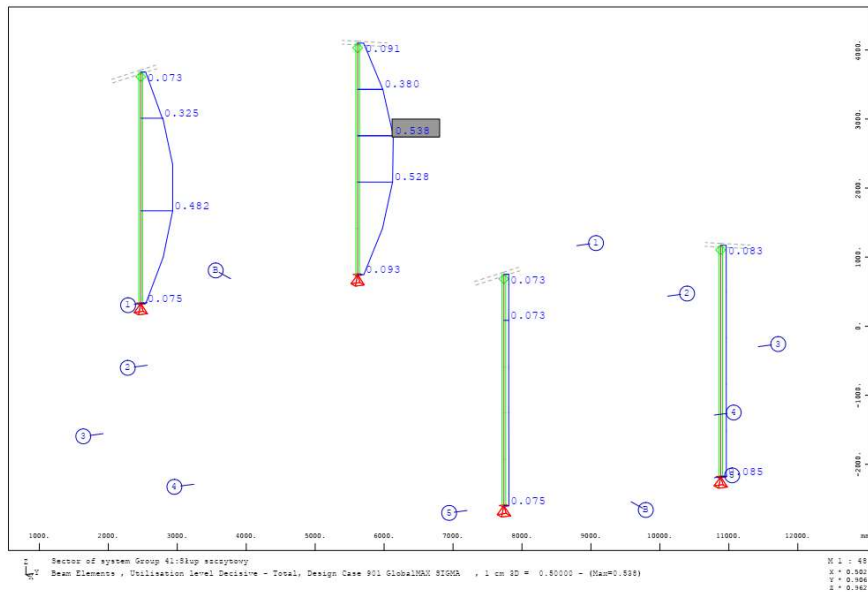
Weryfikacja ugięć

$$u_{\max} = 14,86 \text{ mm} \leq u_{\text{dop}} = \frac{H}{150} = \frac{3000}{150} = 20 \text{ mm}$$

Sztywność jest zapewniona.

6.4.3. Słupy w ścianie szczytowej

Wyężenie elementów

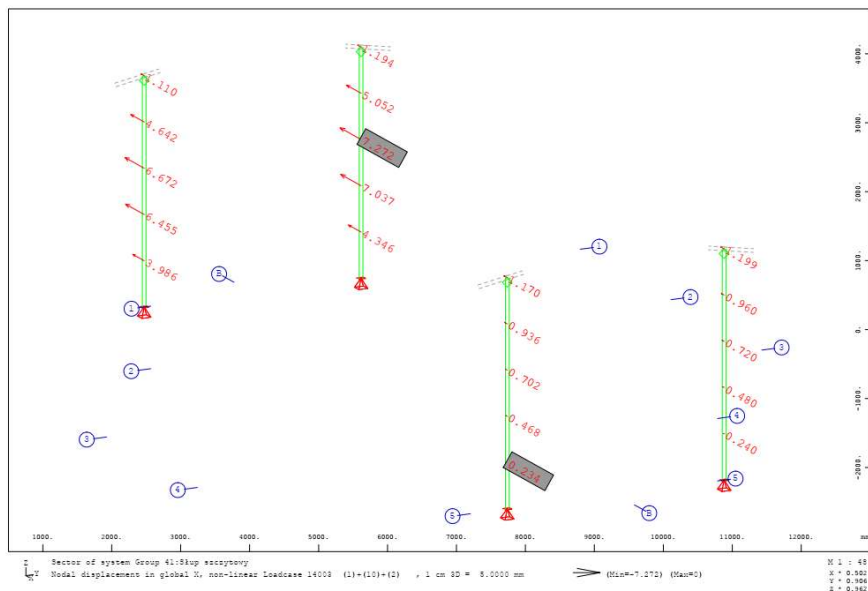


Weryfikacja nośności

$$\frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = 0,54 \leq 1,0.$$

Nośność jest zapewniona.

Ugięcia elementów



Weryfikacja ugięć

$$u_{\max} = 7,3 \text{ mm} \leq u_{\text{dop}} = \frac{H}{150} = \frac{3400}{150} = 23 \text{ mm}$$

Sztywność jest zapewniona.

7. Wymiarowanie fundamentów

7.1. Obciążenia

Podstawą do wymiarowania fundamentów są reakcje pochodzące z obliczeń konstrukcji stalowej hali:

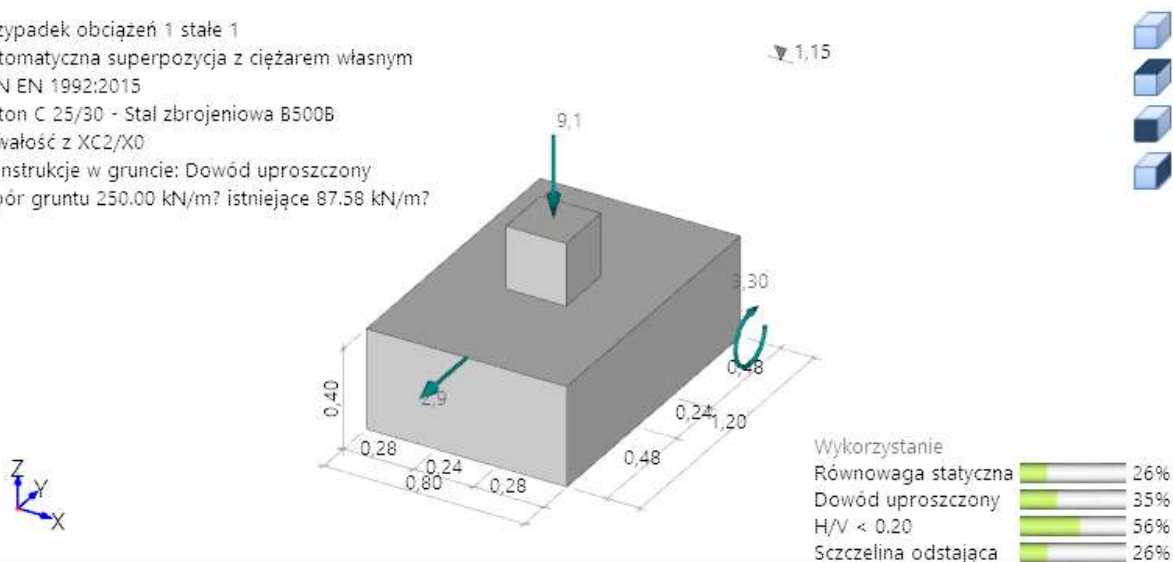
	przypadek	node	X	Y	Z
ST	1	5			-2,9
W z lewej	2	2	1,4	1,6	3,4
W z lewej	3	3	0,8	3,8	-5,3
SN	7	5	0	-2,6	7,5

Obciążenie stałe podwaliną w postaci siły skupionej:

$$G = 0,20 \text{ m} \times 0,90 \text{ m} \times 4,00 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 22,5 \text{ kN}$$

7.2. Wymiarowanie

Przypadek obciążeń 1 stałe 1
 automatyczna superpozycja z ciężarem własnym
 DIN EN 1992:2015
 Beton C 25/30 - Stal zbrojeniowa B500B
 Trwałość z XC2/X0
 Konstrukcje w gruncie: Dowód uproszczony
 Opór gruntu 250.00 kN/m² istniejące 87.58 kN/m²



Przypadek obciążeń									
Obciążenie skupione									
Moment									
Obciążenie powierzchniowe									
	Nazwa	Oddziaływanie	Nz,k	Mxl,k	Myl,k	Hxl,k	Hyl,k	Raz.	Alt.
			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]		
1	1	stałe	9,1	-3,30	0,00	0,0	-2,9	0	0
2	2	obciążenia wiatrem	3,4	1,80	1,60	1,4	1,6	0	0
3	3	śnieg H < 1000 m	7,5	-2,99	0,00	0,0	-2,6	0	0
4	4	stałe	22,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0	0

8. Warunki techniczne wykonania i odbioru

8.1. Informacje ogólne

Przyjęto klasę konsekwencji zniszczenia CC2, poziom nadzoru DSL2 – sprawdzanie projektu zgodnie z procedurami jednostki projektowej, poziom inspekcji w trakcie wykonania IL2 – inspekcja normalna z procedurami jednostki wykonawczej, kategoria produkcji PC1 – elementy niespawane wykonane z dowolnego wyrobu i elementy spawane ze stali gatunków niższych niż S355, kategoria użytkowania SC1 – konstrukcje i elementy projektowane na oddziaływania przeważająco statycznie (budynki).

Przyjęto klasy wykonania konstrukcji jako **EXC2**.

- 1) Konstrukcję stalową wykonać dla warunków określających klasę EXC2 wg. PN-EN 1090-2+A1:2012.
- 2) Warunki wykonania i odbioru konstrukcji zgodnie z normą PN-EN 1090-2+A1:2012 „Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. cz.2 Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych”.
- 3) Konstrukcja wytwarzana w wytwórni będzie zabezpieczona antykorozyjnie przez malowanie. Zabezpieczenie dobrać dla kategorii korozyjnej środowiska C2 i okresu trwałości powłoki zgodnej z kontraktem (np. okresu trwałości średniego 5-15 lat zestaw alkidowy; stopień czystości powierzchni Sa2½).

Wszystkie roboty budowlano-montażowe wykonać należy zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie normami i przepisami BHP, wg opracowanego projektu montażu, pod nadzorem osób uprawnionych do kierowania robotami budowlanymi i nadzorowania jakości ich wykonania. Projekt montażu, technologia i kolejność montażu oraz wykonywanych zabezpieczeń musi przewidywać zachowanie stateczności w każdej fazie realizacji oraz nieprzeciążenie konstrukcji na każdym etapie jej wznoszenia.

Wykonawca zobowiązany jest do ścisłego przestrzegania obowiązujących norm i przepisów w trakcie realizacji robót. Oznaczenia na rysunkach warsztatowych korespondują z analogicznymi symbolami na schematach montażowych.

Wykonawca zobowiązany jest stosować wyłącznie dopuszczone do obrotu wyroby budowlane w oparciu o przepisy prawa. Wyrób powinien być oznakowany symbolem CE i być zgodny ze stosowną deklaracją właściwości użytkowych lub powinien być oznakowany symbolem B i być zgodny z krajową deklaracją zgodności.

Wszystkie wymiary na rysunkach są wymiarami teoretycznymi.

Wykonawca konstrukcji musi przewidzieć konieczne naddatki oraz ubytki dla zrekompensowania cięć, skurczu oraz spoin.

8.2. Zabezpieczenia antykorozyjne

Wszystkie elementy stalowe należy zabezpieczyć antykorozyjnie z uwzględnieniem poniżej podanych wytycznych. Z powierzchni stali należy usunąć oleje, tłuszcze, sole i inne zanieczyszczenia odpowiednim detergentem. Powierzchnię spłukać dokładnie wodą i wysuszyć (ISO 12944-4). Następnie powierzchnię obrabiać strumieniowo-ściernie do stopnia Sa 2½ (ISO 8501-1) lub ręcznie do stopnia czystości minimum St. 2. Oczyszczona powierzchnia powinna być odebrana przed przystąpieniem do nakładania pierwszej warstwy. Szczególnie ważne jest oczyszczenie z tłuszców, olejów i smarów, które w znacznym stopniu obniżają przyczepność powłoki malarskiej do podłoża. Proces odtłuszczania powinien być przeprowadzony przed przystąpieniem do oczyszczania powierzchni z innych zanieczyszczeń i przed ewentualną obróbką strumieniowo-ścierną lub ręczną. Powierzchnię należy zmyć wodą (ciepłą) zawierającą dodatek detergentu, emulgatora lub gotowego preparatu odtłuszczającego tak, aby usunąć zanieczyszczenie olejowe ze wszystkich zakamarków konstrukcji. W koniecznym przypadku do usunięcia tłuszców można użyć rozcieńczalnika.

Należy na bieżąco kontrolować grubości powłok. Wszystkie prace malarskie przy nakładaniu warstw gruntujących i nawierzchniowych muszą być wykonane w odpowiednich warunkach szczegółowo określonych przez producenta. Dopuszczalne jest nakładanie kolejnych warstw malarskich (oprócz gruntującej) zarówno techniką ręczną jak i natryskową. Do malowania można przystąpić po odebraniu oczyszczonej konstrukcji.

Przykładowy zestaw do zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji stalowych:

L. p.	Nazwa wyrobu	Grubość powłoki /liczba warstw	Wydajność teoretyczna powłoki
1.	Temacoat SPA trimer Mio	180 um/ x2	0,265 l/m ²
2.	Temathane 50	60 um/ x1	0,109 l/m ²
	SUMA:	240 um/ x3	

Kolorystykę konstrukcji według zaleceń Inwestora.

Ostatecznie kolorystykę ustalić z Inwestorem.