

Spis treści

1. Podstawa opracowania	2
2. Normy.....	2
3. Przedmiot i zakres opracowania.....	2
4. Założenia przyjęte do projektowania.....	2
4.1. Obciążenia	2
4.2 Materiały konstrukcyjne	3
4.3 Klasyfikacja agresywności środowiska	3
4.4 Klasyfikacja konstrukcji i wykonawcy	3
4.5 Klasa odporności ogniowej konstrukcji	3
5. Ogólna koncepcja konstrukcji obiektu	4
6. Geotechniczne warunki posadowienia obiektu.....	4
6.1. Opis przyjętych założeń	4
6.5. Kategoria geotechniczna	4
7. Fundamentowanie	4
8. Opis konstrukcji stalowej.....	5
8.1 Schematy statyczne elementów konstrukcyjnych	5
8.2 Ramy główne (stal S355JR)	5
8.3 Słupy ram szczytowych (stal S355JR)	6
8.4 Płatwie dachowe (stal S350GD)	6
8.5 Stężenia dachowe (stal S355JR)	6
8.6 Stężenia ścienne (stal S355JR)	6
8.7 Wytyczne do zabezpieczenia antykorozyjnego elementów konstrukcji stalowej	6
8.8 Warunki wykonania i odbioru konstrukcji stalowej	6
9. Odbiór konstrukcji.....	8
10. Uwagi końcowe.....	8
11. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe.....	8
11.1 Model statyczny	9
11.2 Wyniki – model globalny	11
11.3 Analiza fundamentu bezpośredniego.....	16

1. Podstawa opracowania

- Zlecenie Zamawiającego – EcoENERGY Artur Grzelak
- Uzgodnienia z Zamawiającym
- Obowiązujące przepisy techniczno-budowlane oraz polskie normy (PN-EN)

2. Normy

- [1] **PN-EN 1990:2004 Eurokod 0:**
Podstawy projektowania konstrukcji
- [2] **PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1:**
Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- [3] **PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1:**
Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem
- [4] **PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1:**
Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-4: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania wiatru
- [5] **PN-EN 1992-1-2:2008 Eurokod 2:**
Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [6] **PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3:**
Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [7] **PN-EN 1993-1-3:2008 Eurokod 3:**
Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-3: Reguły ogólne
Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno
- [8] **PN-EN 1993-1-8:2006 Eurokod 3:**
Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-8: Projektowanie węzłów

3. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt typowy konstrukcji hali stalowej przeznaczonej na budynek produkcyjny lub magazynowy. Opracowanie obejmuje projekt techniczny konstrukcji obiektu – konstrukcja stalowa i fundamenty żelbetowe.

Projekt typowy wymaga adaptacji do warunków lokalnych w zakresie zgodności z przyjętymi obciążeniami klimatycznymi oraz przyjętymi warunkami posadowienia. Adaptacji powinien dokonać uprawniony projektant w specjalności konstrukcyjno-budowlanej.

4. Założenia przyjęte do projektowania

4.1. Obciążenia

- **Obciążenie od pokrycia dachu**
Płyta warstwowa z rdzeniem PUR lub PIR - **0,20kN/m²**

- **Obciążenia klimatyczne – śnieg wg [3]**

Przyjęto II strefę obciążenia śniegiem ($s_k=0,9\text{kN/m}^2$, $\mu_1=0,8$)

- **Obciążenia klimatyczne – wiatr wg [4]**

Przyjęto I strefa obciążenia wiatrem ($v_b=22\text{m/s}$, kat. terenu II)

Projektant adaptacji niniejszego projektu do warunków lokalnych oceni zgodność przyjętych założeń w zakresie obciążeń ze stanem faktycznym dla danej lokalizacji obiektu.

4.2 Materiały konstrukcyjne

- **Beton:**

beton konstrukcyjny fundamentów	C25/30 W-8
---------------------------------	-------------------

- **Stal:**

stal zbrojeniowa w konstrukcjach żelbetowych	B500SP
stal konstrukcyjna ram głównych	S355JR
stal elementów zimnogiętych	S350GD
klasa śrub	8.8 (8)

4.3 Klasyfikacja agresywności środowiska

- **Klasa ekspozycji konstrukcji z betonu:**

XC2 – dla elementów podziemnych

- **Kategoria korozyjności dla konstrukcji stalowej wg PN-EN ISO 12944-2:**

C2 – dla elementów wewnętrznych

Projektant adaptacji niniejszego projektu do warunków lokalnych oceni zgodność przyjętych założeń w zakresie klasyfikacji środowiska ze stanem faktycznym dla danej lokalizacji i przeznaczenia obiektu.

4.4 Klasyfikacja konstrukcji i wykonawcy

Klasa konsekwencji konstrukcji stalowej: CC2 wg PN-EN 1990 [1]

Klasa wykonania konstrukcji stalowej: EXC2 wg PN-EN 1090-2

Klasa tolerancji konstrukcji stalowej: 2 wg PN-EN 1090-1+A1:2012

Klasa wykonania konstrukcji żelbetowej: 3 wg PN-EN 13670: 2011

Klasa tolerancji konstrukcji żelbetowej : 1 wg PN-EN 13670: 2011

4.5 Klasa odporności ogniowej konstrukcji

Projektowanej konstrukcji nie stawia się wymagań w zakresie odporności ogniowej.

5. Ogólna koncepcja konstrukcji obiektu

Zaprojektowano jednoprzestrzenny budynek halowy o konstrukcji stalowej – ramowej. Ramy o rozpiętości poprzecznej 10,00m rozstawiono w 7 osiach co 5,0m. Hala składa się łącznie z 6 pól co daje całkowitą długość budynku równą 30,0m. Wysokość hali wynosi: ca. 5,0m (przy okapie), ca. 6,0m (w kalenicy). Kąt nachylenia połaci dachowych wynosi 12°.

Ramy główne i szczytowe zaprojektowano z dwuteowników równoległościennych (IPE). W narożach ram zaprojektowano skosy z blach dla zwiększenia sztywności węzłów. Elementy drugiego rzędu (płaty dachowe) z kształtowników zimnogiętych typu Z w układzie ciągłym. Słupy ram głównych i szczytowych oparte zostaną na żelbetowych stopach fundamentowych.

Konstrukcja hali zostanie stężona w dwóch skrajnych polach za pomocą stężeń cięgnowych – krzyżowych, dwudzielnych z prętów okrągłych.

6. Geotechniczne warunki posadowienia obiektu

6.1. Opis przyjętych założeń

Projekt zakłada posadowienie hali na fundamentach bezpośrednich – żelbetowych stopach fundamentowych. Przyjęto, że posadowienie wykonane zostanie na gruntach rodzimych, mineralnych, nośnych – do obliczeń przyjęto parametry podłoża jak dla piasku średniego, średniozagęszczonego:

Nr	Nazwa	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Piasek średni, średniozagęszczony	33,50	0,00	18,50	8,50	

Oceny warunków gruntowych oraz ostatecznej decyzji odnośnie sposobu posadowienia obiektu dokona projektant adaptacji niniejszego projektu do warunków lokalnych.

Podczas wykonywania prac fundamentowych należy zwrócić uwagę, aby posadowienie projektowanych fundamentów wykonać na gruncie rodzimym o nienaruszonej strukturze. W tym celu ostatnią warstwę gruntu o miąższości 30 cm usuwać ręcznie i bezpośrednio po tym wykonać warstwę betonu wyrównawczego C8/10. Ewentualny ubytek gruntu wypełnić betonem C8/10. Wykopy fundamentowe należy zabezpieczyć przed zaleganiem wód gruntowych i opadowych.

Przyjęto II strefę przemarzania $H_z=1,00m$

6.5. Kategoria geotechniczna

Kategoria geotechniczna ustalona zostanie przez projektanta adaptacji, w zależności od stopnia skomplikowania budowy geologicznej podłoża, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.

7. Fundamentowanie

Pod słupami ram stalowych zaprojektowano monolityczne stopy fundamentowe prostokątne, jednoschodkowe z betonu C25/30, zbrojone stalą klasy B500SP. Stopy posadowione w poziomie - 1,00m względem poziomu terenu. W strefie kontaktu fundament-grunt zaprojektowano warstwę wyrównawczą z betonu C8/10 gr. 10cm. W stopach osadzone zostaną pręty kotwiące z wykorzystaniem kotew chemicznych np. FISCHER.

Pod lekką obudową ścian zewnętrznych hali zaprojektowano belki podwalinowe, żelbetowe prefabrykowane z betonu C25/30, zbrojone stalą klasy B500SP. Wymiary przekroju belek wynoszą 15x60cm. Posadowienie belek w poziomie -0,60m poniżej poziomu „0” na wykonanych wcześniej podstawach stóp fundamentowych. **Belki podwalinowe należy połączyć monolitycznie ze stopami fundamentowymi, ponieważ są istotnym elementem stężającym konstrukcję główną!**

Reakcje ze słupów głównych na fundamenty (osie A,C) (do weryfikacji projektu posadowienia)

Nr węzła:	Rx:	Ry:	Rz:	Mx:	My:	Mz:	Obciążenia:
10	-1,81	0,05	8,80	0,00	0,00	0,00	CW+St
	-9,10	0,28	37,98	0,02	0,00	0,01	$1,35 \cdot (CW+St) + 1,5 \cdot S_n$
	-16,16	-0,01	11,04	0,05	0,00	0,00	$CW+St+1,5 \cdot W$
	-16,36	0,00	12,42	0,05	0,00	0,00	$1,35 \cdot CW+St+1,5 \cdot W$
	-22,76	0,23	36,93	0,05	0,00	0,00	$CW+St+1,5 \cdot (S_n+W)$
	-2,01	0,05	10,19	0,01	0,00	0,00	$1,35 \cdot CW+St$
	-23,40	0,26	39,99	0,05	0,00	0,00	$1,35 \cdot (CW+St) + 1,5 \cdot (S_n+W)$ [Bx=1,5 By=1,2 Hz=1 Ex=0 Ey=0]
	-23,19	0,25	38,61	0,05	0,00	0,00	$CW+1,35 \cdot St+1,5 \cdot (S_n+W)$ [Bx=1,5 By=1,2 Hz=1 Ex=0 Ey=0]

Reakcje ze słupów szczytowych na fundamenty (oś B) (do weryfikacji projektu posadowienia)

Nr węzła:	Rx:	Ry:	Rz:	Mx:	My:	Mz:	Obciążenia:
38	0,00	0,00	24,05	0,00	0,00	0,00	$1,35 \cdot (CW+St) + 1,5 \cdot S_n$
	-1,65	10,22	6,78	0,00	-4,73	0,00	$1,35 \cdot (CW+St) + 1,5 \cdot W$
	0,00	0,00	5,91	0,00	0,00	0,00	$CW+St$
	-1,65	10,22	5,75	0,00	-4,73	0,00	$CW+1,35 \cdot St+1,5 \cdot W$
	0,00	0,00	23,03	0,00	0,00	0,00	$CW+1,35 \cdot St+1,5 \cdot S_n$
	-1,66	10,22	22,98	0,00	-4,77	0,00	$1,35 \cdot (CW+St) + 1,5 \cdot (S_n+W)$ [Bx=1,2 By=1,5 Hz=1 Ex=0 Ey=0]
	-1,64	10,22	4,68	0,00	-4,72	0,00	$CW+St+1,5 \cdot W$ [Bx=1,2 By=1,5 Hz=1 Ex=0 Ey=0]

8. Opis konstrukcji stalowej

8.1 Schematy statyczne elementów konstrukcyjnych

Do obliczeń przyjęto następujące schematy konstrukcyjne:

- ramy główne: ramy parterowe jednonawowe o węzłach sztywnych, oparte przegubowo na stopach fundamentowych,
- płatwie dachowe: belki ciągłe, czteroprzęsłowe
- słupy pośrednie ścian szczytowych: belka wolnopodparta z dodatkową siłą ściskającą.

8.2 Ramy główne (stal S355JR)

Ramy główne hali zaprojektowano z dwuteowników gorącowalcowanych – równoległościennych IPE 200 (rygle) oraz IPE220 (słupy). Profile rygli w strefach przywęzłowych narożnych zostały rozbudowane poprzez dospawanie blach dla zwiększenia nośności i sztywności węzłów. Wszystkie połączenia sztywne zaprojektowano jako śrubowe doczołowe niesprężane kategorii D wstępnie dokręcane do 5% nośności z wykorzystaniem śrub M16 klasy 8.8 (8). Stateczność układu w kierunku poprzecznym zapewniona jest konstrukcją ramy ze sztywnymi węzłami narożnymi. W układzie podłużnym stateczność zapewniają stężenia połaciowe poprzeczne (między ryglami ram) oraz stężenie pionowe ścienne (między słupami).

8.3 Słupy ram szczytowych (stal S355JR)

Słupy ram szczytowych zaprojektowano z profili gorącowalcowanych IPE180. Połączenia słupów z ryglem (IPE140) śrubowe doczołowe niesprężane kategorii D wstępnie dokręcane do 5% nośności z wykorzystaniem śrub M16 klasy 8.8 (8).

8.4 Płatwie dachowe (stal S350GD)

Płatwie zaprojektowano jako belki ciągłe, wieloprzęsłowe z zetowników giętych o wysokości 180 mm i grubości ścianek 2,5mm. Rozpiętość teoretyczna przęseł płatwi wynosi 5,0m, a rozstawy poprzeczne wynoszą ok. 1,55m. Uciąglenie płatwi uzyskane zostanie poprzez zakłady w strefach podporowych o długości równej 100cm.

8.5 Stężenia dachowe (stal S355JR)

Zaprojektowano tężniki połaciowe poprzeczne w układzie „X” z prętów okrągłych wstępnie sprężonych (do 10 % nośności) o średnicy 12mm. Tężniki lokalizowane będą w skrajnych polach hali.

8.6 Stężenia ścienne (stal S355JR)

Zaprojektowano tężniki ścienne międzysłupowe, dwudzielne w układzie „X” z prętów okrągłych wstępnie sprężonych (do 10 % nośności) o średnicy 12mm. Tężniki lokalizowane będą w skrajnych polach hali.

8.7 Wytyczne do zabezpieczenia antykorozyjnego elementów konstrukcji stalowej

Klasa agresywności korozyjnej dla konstrukcji stalowej – C2 wg T1. PN-EN-ISO 12944-2

Stopień przygotowania powierzchni przed malowaniem Sa 2½ wg PN-ISO 12944-4.

Oczekiwana trwałość: H-długa (powyżej 15 lat) wg T.A.1 PN-EN-ISO 12944-5.

Kolorystyka wierzchniej warstwy wg ustaleń indywidualnych.

8.8 Warunki wykonania i odbioru konstrukcji stalowej

Elementy konstrukcji stalowych należy wykonać w klasie wykonania EXC2

(wg PN EN 1090-2 tab. B.3)

Klasę wykonania dobrano w oparciu o następujące założenia:

- klasa konsekwencji zniszczenia CC2
- kategoria użytkowania SC1
- kategoria produkcji PC2

Stopień przygotowania powierzchni elementów stalowych – P2 wg tab 22 PN EN 1090-2

Klasa tolerancji funkcjonalnych 1 wg załącznika D PN EN 1090-2, tolerancje podstawowe wg załącznika D PN-EN 1090-2.

Znakowanie elementów wymagane.

Montaż konstrukcji stalowych wykonać w oparciu o projekt montażu sporządzany przez firmę montującą konstrukcję w oparciu o wytyczne zawarte w rozdziale 9 PN EN 1090-2. Montaż powinien być wykonany wyłącznie przez brygady montażowe dysponujące odpowiednim sprzętem oraz

kwalifikacjami niezbędnymi do wykonania montażu zgodnie z niniejszym opisem i przywołanymi normami. Przed rozpoczęciem montażu konstrukcji kierownik montażu powinien sprawdzić kompletność dostarczonej konstrukcji oraz łączników, zgłosić do usunięcia ewentualne uszkodzenia oraz przygotować prefabrykaty w kolejności dogodnej do montażu.

Profile stalowe, blachy, kształtowniki użyte do sprefabrykowania konstrukcji w odniesieniu do warunków technicznych dostawy, wymiarów oraz tolerancji spełniać muszą odpowiednie im normy przypisane w tabeli 2,3,4 PN-EN 1090-2.

Tolerancja grubości blach A wg 5.3.2 PN EN 1090-2.

Stan powierzchni blach płaskich klasa A2, stan powierzchni kształtowników C1 wg 5.3.3 PN EN 1090-2.

Materiały dodatkowe do spawania powinny spełniać wymagania EN 13479 oraz odpowiednich norm wyrobów wymienionych w tablicy 5.

Do połączeń niesprężanych należy używać śrub zgodnych z EN 15048-1 (śruby ISO 4014 niepełny gwint + nakrętka ISO 4032 jednego producenta). Połączenia śrubowe należy sprawdzić pod kątem oznaczenia klas na łbach oraz dokręcenia nakrętek do pierwszego oporu dla śrub niesprężanych.

Gwint śruby w połączeniu musi wystawać ponad nakrętkę minimum na 2 zwoje. Każde połączenie niesprężane należy doprowadzić do stanu ścisłego docisku wg pkt. 8.3 PN EN 1090-2.

Śruby, nakrętki i podkładki ocynkowane ogniowo.

Wyroby konstrukcyjne powinny być transportowane i składowane w warunkach zgodnych z wytycznymi producentów. Podczas transportu i składowania powinny być stosowane odpowiednie zabezpieczenia wg tab.8 PN EN 1090-2. Wykonawca powinien przygotować procedurę odnawiania uszkodzonych w trakcie transportu elementów.

Materiały i wyroby należy przechowywać i konserwować zgodnie z wymaganiami norm i warunkami gwarancji jakości, w sposób umożliwiający łatwą i jednoznaczną identyfikację każdej dostawy. Wyroby nieoznaczone nie powinny być stosowane na elementy konstrukcji nośnej.

Jakość powierzchni po cięciu określona zgodnie z EN ISO 9013 powinna spełniać wymagania dla klasy EXC2 wg tab 9 PN EN 1090-2.

Spawanie konstrukcji wykonać zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN EN ISO 3834-3. Przed przystąpieniem do spawania należy sporządzić plan spawania w oparciu o PN EN ISO 3834-3 oraz wytyczne jego zawartości określone w punkcie 7.2.2 PN EN 1090-2.

Styki warsztatowe elementów należy uzgodnić z projektantem konstrukcji. Nie należy wykonywać styków warsztatowych w elementach krótszych niż 6m.

Kwalifikacja metody spawania i personelu spawalniczego wraz z nadzorem spawalniczym w punktu 7.4 PN EN 1090-2.

Kryteria niezgodności spawalniczych przyjmuje się wg EN ISO 5817 – poziom jakości C. Zakres badań NDT konstrukcji wg tablicy 24 dla zadanej klasy wykonania EXC2. Dobór metod badania wg norm przypisanych dla poszczególnych metod (RT – EN 1435, UT-EN 1714/EN 1713, MT EN 1290 ,PT EN 571-1) Wszystkie spoiny badane wizualnie wg EN 970.

Zabezpieczenie antykorozyjne kształtowników stalowych stanowić będzie powłoka malarska dobrana na podstawie parametrów określonych w p. 4.3

Wykonawca konstrukcji stalowych zobligowany jest do sporządzenia planu jakości zgodnie z załącznikiem C PN EN 1090-2.

9. Odbiór konstrukcji

W czasie montażu konstrukcji należy wykonać następujące odbiory:

- sprawdzenie rzędnych wierzchu fundamentów,
- sprawdzenie zgodności i kompletności zmontowanej konstrukcji, sprawdzenie odchyłek montażowych,
- sprawdzenie łączników sprężanych i niesprężanych
- sprawdzenia gabarytów elementów, zbrojenia (średnica, rozstaw).

10. Uwagi końcowe

Wszelkie niejasności dotyczące niniejszego projektu oraz ewentualne zmiany zastosowanych rozwiązań należy bezwzględnie, na bieżąco, w ramach nadzoru autorskiego konsultować i uzgadniać z jednostką projektową i upoważnionymi przez nią projektantami.

Nie dopuszcza się wprowadzania zmian do projektu bez zgody autorów niniejszego opracowania. Wszystkie zmiany muszą uzyskać pisemną aprobatę autorów projektu.

Wszelkie prace budowlane przy wykonywaniu obiektu należy wykonać solidnie, zgodnie z niniejszym projektem, normami i normatywami PN, wiedzą techniczną, pod właściwym kierownictwem osoby uprawnionej oraz z zachowaniem przepisów BHP.

Do prac budowlanych należy używać wyłącznie materiałów i wyrobów posiadających stosowne dopuszczenia i atesty umożliwiające ich stosowanie w Polsce.

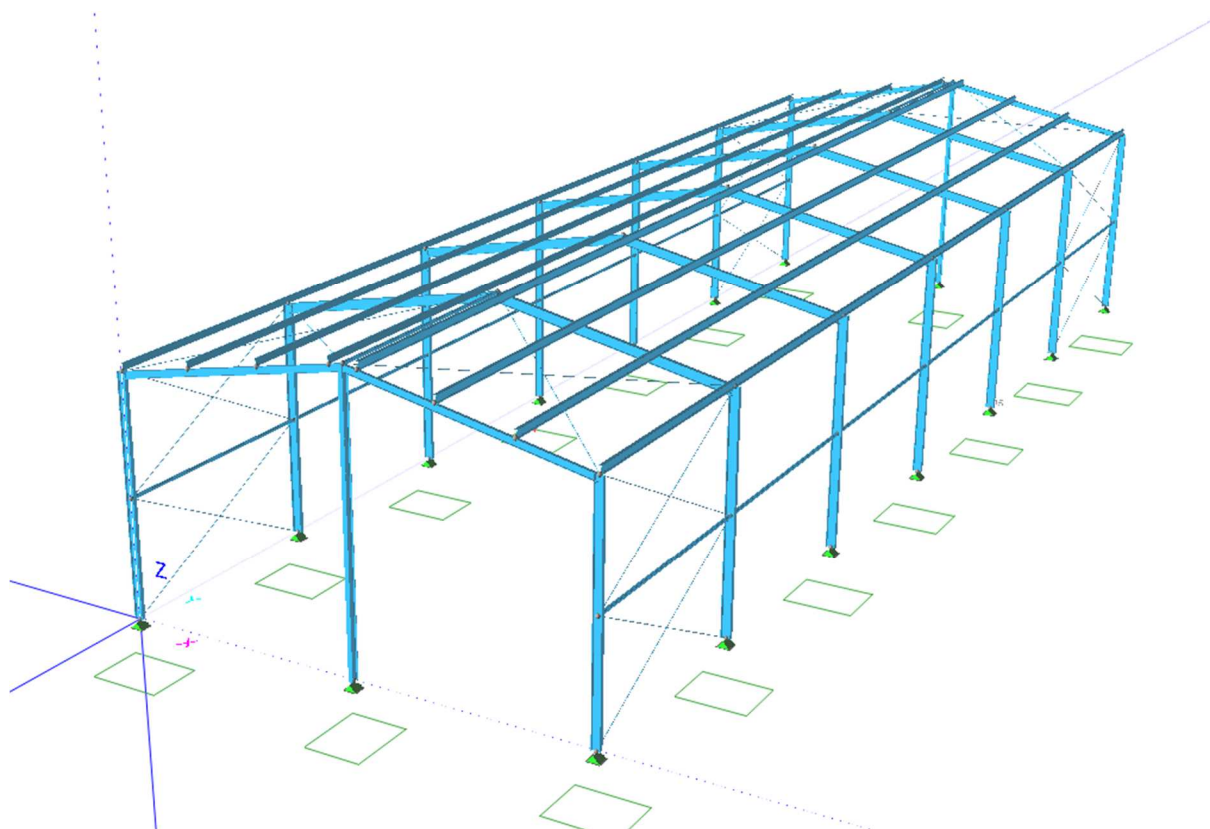
Przed przystąpieniem do realizacji wykonawca zobowiązany jest do opracowania projektu organizacji robót. Projekt organizacji musi uwzględniać zachowanie stateczności konstrukcji na każdym etapie jej realizacji.

11. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe elementów prętowych konstrukcji hali wykonano w modelu przestrzennym z wykorzystaniem oprogramowania komputerowego RM_3d v. 8.75 licencja nr 41191.

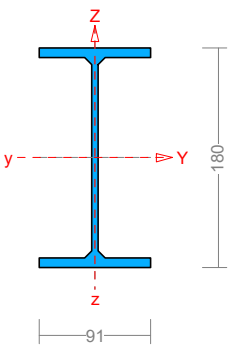
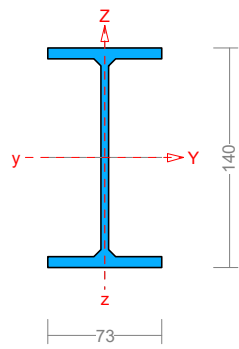
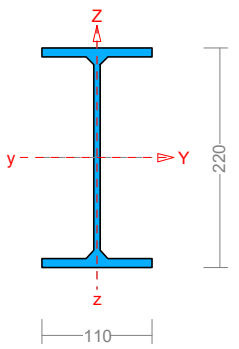
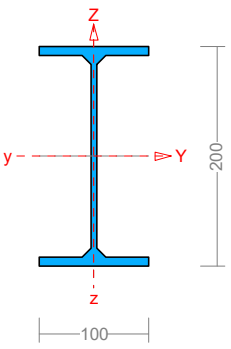
Obliczenia fundamentów wykonano z wykorzystaniem oprogramowania GEO5 – Fundamenty bezpośrednie, licencja nr 11155/1.

11.1 Model statyczny



Przekroje:

1 - Zetownik Gc 180x70x6		2 - H 60x 60x 4.0		3 - R *12x6	
Materiał:	S 355	Materiał:	S 355	Materiał:	S 355
A [cm ²]	8,23	A [cm ²]	8,82	A [cm ²]	1,13
Jy [cm ⁴]	399,89	Jy [cm ⁴]	45,90	Jy [cm ⁴]	0,10
Jz [cm ⁴]	72,48	Jz [cm ⁴]	45,90	Jz [cm ⁴]	0,10
Dyz [cm ⁴]	-125,69	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	18,76	α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	442,57	Iy [cm ⁴]	45,90	Iy [cm ⁴]	0,10
Iz [cm ⁴]	29,79	Iz [cm ⁴]	45,90	Iz [cm ⁴]	0,10
Jt [cm ⁴]	0,18	Jt [cm ⁴]	71,38	Jt [cm ⁴]	0,10
Jω [cm ⁴]	4184,56	Jω [cm ⁴]	0,05	Jω [cm ⁴]	0,00
iy [cm]	7,33	iy [cm]	2,28	iy [cm]	0,30
iz [cm]	1,90	iz [cm]	2,28	iz [cm]	0,30
is [cm]	7,59	is [cm]	3,23	is [cm]	0,42
m [kg/m]	6,46	m [kg/m]	6,92	m [kg/m]	0,89

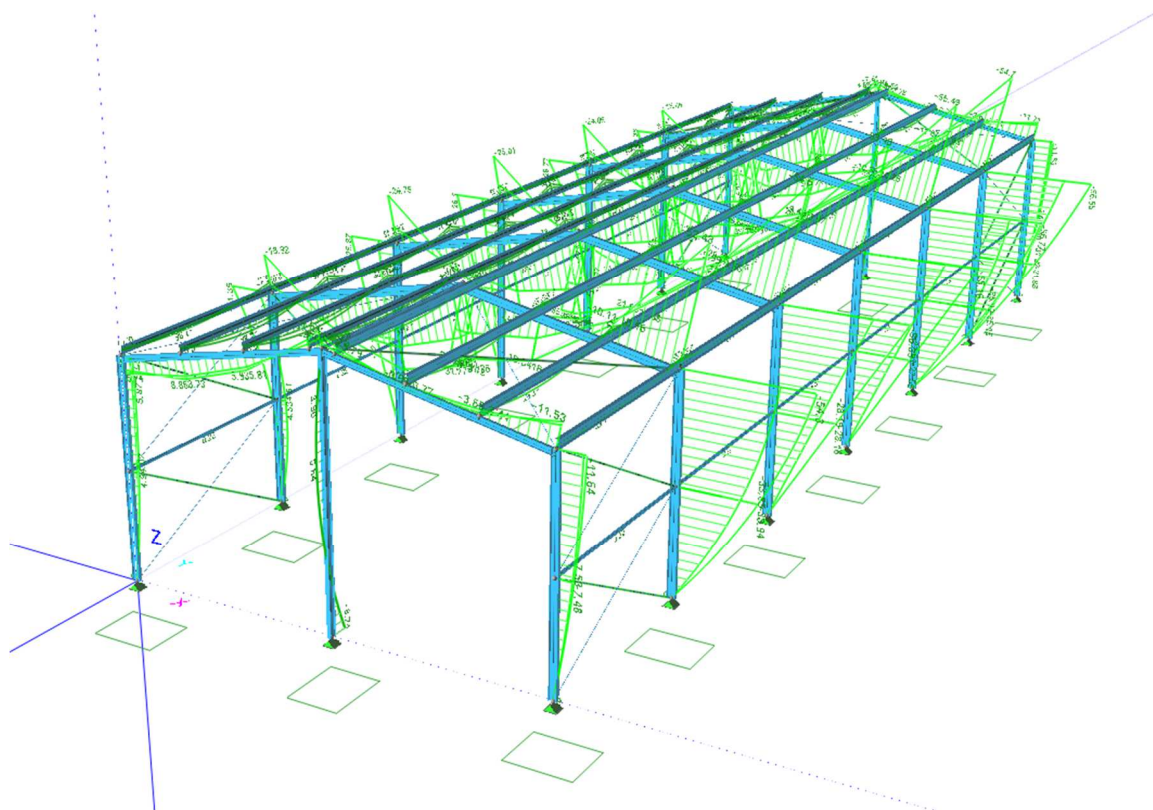
4 - I 180 PE		5 - I 140 PE		6 - I 220 PE	
					
Material:	S 355	Material:	S 355	Material:	S 355
A [cm ²]	23,90	A [cm ²]	16,40	A [cm ²]	33,40
Jy [cm ⁴]	1320,00	Jy [cm ⁴]	541,00	Jy [cm ⁴]	2770,00
Jz [cm ⁴]	101,00	Jz [cm ⁴]	44,90	Jz [cm ⁴]	205,00
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	1320,00	Iy [cm ⁴]	541,00	Iy [cm ⁴]	2770,00
Iz [cm ⁴]	101,00	Iz [cm ⁴]	44,90	Iz [cm ⁴]	205,00
Jt [cm ⁴]	4,75	Jt [cm ⁴]	2,47	Jt [cm ⁴]	8,58
Jω [cm ⁴]	7431,21	Jω [cm ⁴]	1981,36	Jω [cm ⁴]	22672,31
iy [cm]	7,43	iy [cm]	5,74	iy [cm]	9,11
iz [cm]	2,06	iz [cm]	1,65	iz [cm]	2,48
is [cm]	7,71	is [cm]	5,98	is [cm]	9,44
m [kg/m]	18,76	m [kg/m]	12,87	m [kg/m]	26,22
7 - I 200 PE					
					
Material:	S 355	Material:		Material:	
A [cm ²]	28,50	A [cm ²]		A [cm ²]	
Jy [cm ⁴]	1940,00	Jy [cm ⁴]		Jy [cm ⁴]	
Jz [cm ⁴]	142,00	Jz [cm ⁴]		Jz [cm ⁴]	
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]		Dyz [cm ⁴]	
α [Deg]	0,00	α [Deg]		α [Deg]	
Iy [cm ⁴]	1940,00	Iy [cm ⁴]		Iy [cm ⁴]	
Iz [cm ⁴]	142,00	Iz [cm ⁴]		Iz [cm ⁴]	
Jt [cm ⁴]	6,26	Jt [cm ⁴]		Jt [cm ⁴]	
Jω [cm ⁴]	12988,09	Jω [cm ⁴]		Jω [cm ⁴]	
iy [cm]	8,25	iy [cm]		iy [cm]	
iz [cm]	2,23	iz [cm]		iz [cm]	
is [cm]	8,55	is [cm]		is [cm]	
m [kg/m]	22,37	m [kg/m]		m [kg/m]	

Materialy:

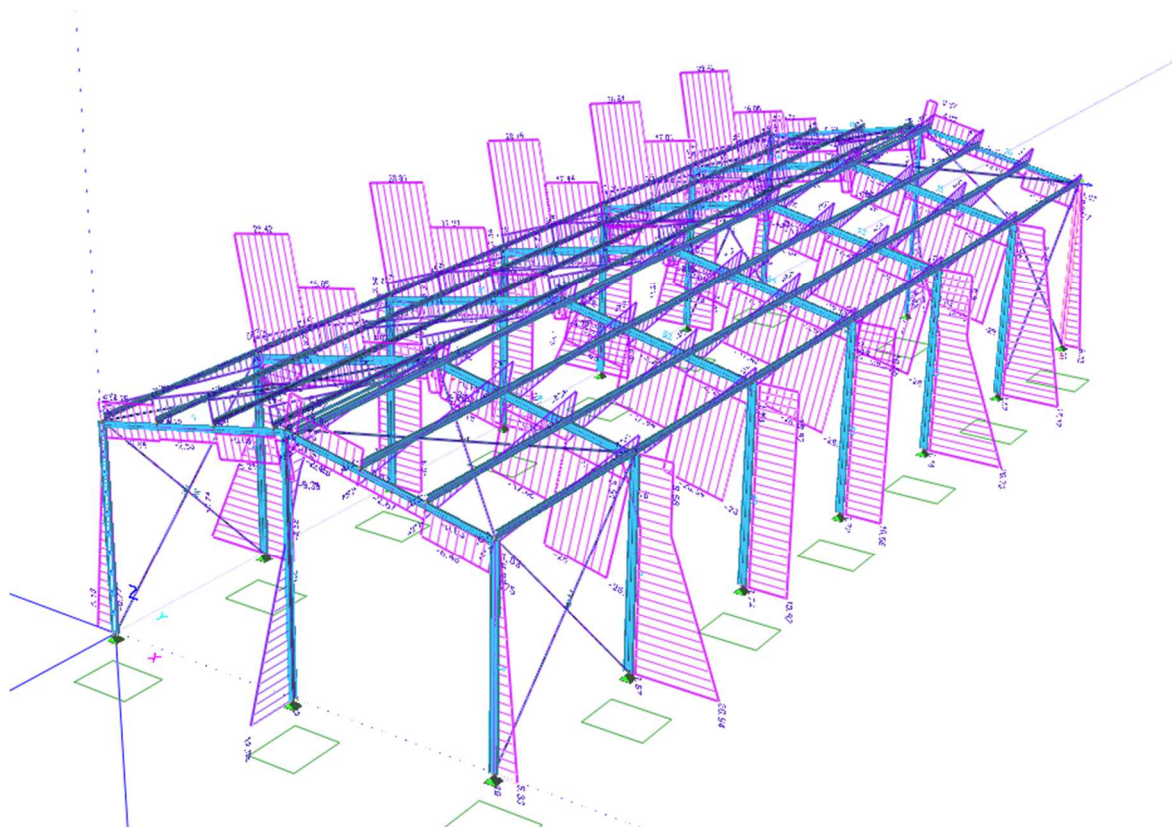
Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	v:	α _T :	ρ:	R _o :
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m ³]	[MPa]
4	Stal 1993	S 355	210	81	0,3	0	7850	355

11.2 Wyniki – model globalny

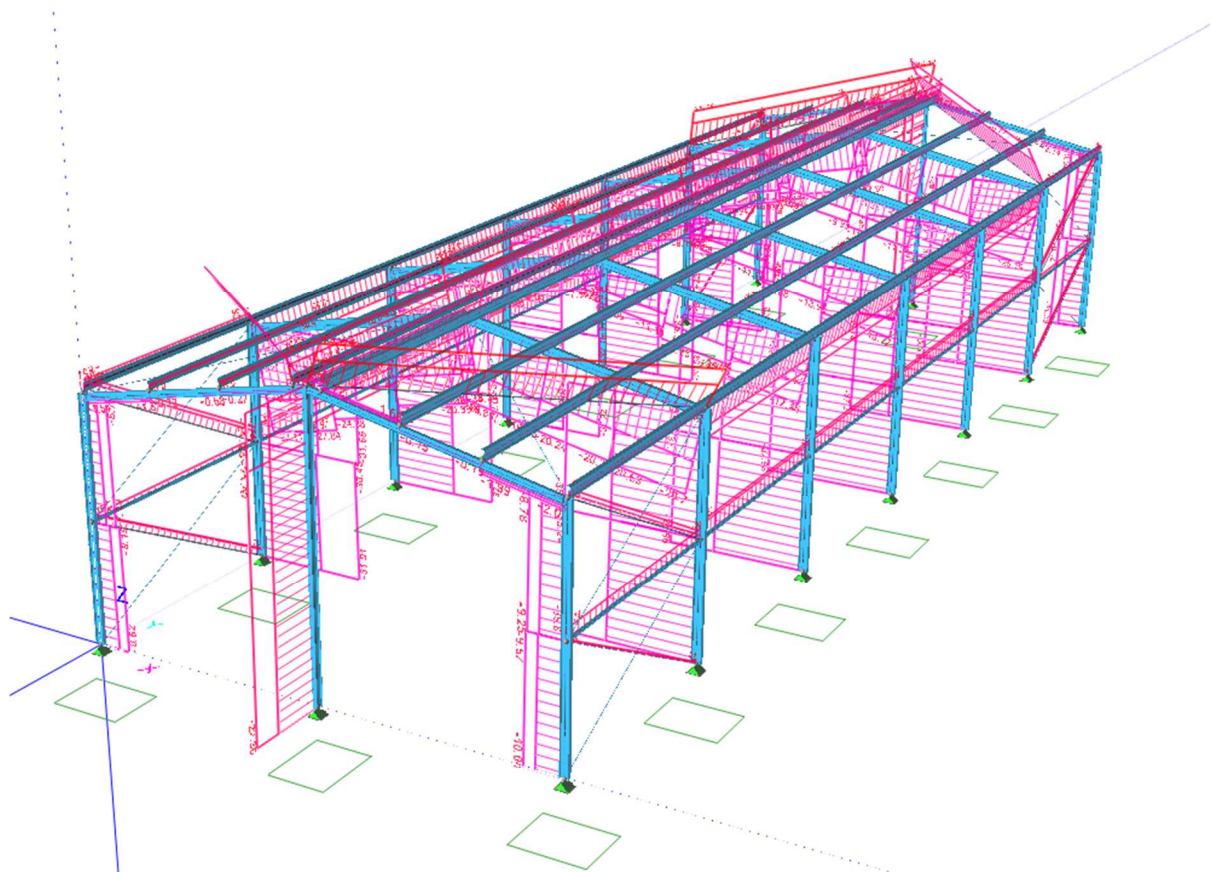
Momenty zginające M_y [kNm] (obwiednie)



Siły tnące T_z [kN] (obwiednie)



Siły normalne N [kN] (obwiednie)



Wyniki: Kombinacja obliczeniowa PN-EN: CW+1,35·St+1,5·(Sn+W) Teoria: 1-go rzędu

Rodzaj:	Nr pręta:	A :	Max:	Min:	B:
My	19	-15,38	0,00	-15,38	0,00
	1	8,07	11,42	-7,98	-7,98
	2	-5,22	-1,03	-15,12	-15,12
	3	-15,21	-10,43	-15,21	-10,43
	4	0,00	8,52	0,00	7,94
	5	0,00	8,51	-11,38	-11,38
	6	-8,74	36,21	-8,74	26,52
	7	-70,85	-46,62	-70,85	-46,62
	8	26,79	26,79	-69,19	-69,19
	9	0,00	6,51	-16,78	-16,78
	10	-14,87	36,37	-14,87	32,43
	11	-71,20	0,00	-71,20	0,00
	12	32,67	32,67	-69,95	-69,95
	13	0,00	3,64	-7,29	-7,29
	14	-5,45	37,43	-5,45	26,62
	15	-74,55	0,00	-74,55	0,00
	16	26,94	26,94	-72,18	-72,18
	17	0,00	8,65	0,00	8,10
	18	8,20	11,49	-8,17	-8,17
	20	-5,08	-0,96	-15,27	-15,27
	21	0,05	3,24	-1,58	-0,15
	22	-0,01	4,31	-3,76	-0,02
	23	0,00	3,93	-4,20	0,00
	24	0,40	3,11	-3,58	0,38
	25	0,43	3,51	-4,08	0,41
	26	0,00	4,96	-5,07	0,00
	27	0,13	3,42	-1,99	-0,07
	28	0,00	5,00	-4,61	-0,02

	29	0,00	9,07	-14,73	-14,73
	30	0,00	14,72	-9,07	14,72
	31				
	32	0,00	0,00	0,00	0,00
	33				
	34	0,00	0,00	0,00	0,00
	35	0,00	0,00	0,00	0,00
	36				
	37	0,00	0,00	0,00	0,00
	38				
	39	0,00	0,22	0,00	0,00
	40	0,00	0,22	0,00	0,00
	41	-68,83	0,00	-68,83	0,00
	42	0,00	0,00	-18,82	-18,82
	43	-17,85	35,54	-17,85	32,89
	44	33,15	33,15	-66,84	-66,84
	45	-66,78	0,00	-66,78	0,00
	46	0,00	0,00	-19,84	-19,84
	47	-18,88	34,81	-18,88	32,09
	48	32,33	32,33	-64,88	-64,88
	49	-10,40	0,00	-10,40	0,00
	50	-46,73	0,00	-46,73	0,00
	51	0,00	0,22	0,00	0,00
	52	0,00	0,00	0,00	0,00
	53	0,00	0,00	0,00	0,00
	54				
	55	0,00	0,00	0,00	0,00
	56				
	57	0,00	0,00	0,00	0,00
	58	0,00	0,22	0,00	0,00
	59				
	60	0,00	0,00	0,00	0,00
	61				
	62	0,00	0,00	0,00	0,00
	63	0,00	0,22	0,00	0,00
	64	0,00	0,00	0,00	0,00
	65				
	66	0,00	0,00	0,00	0,00
	67				
	68	0,00	0,22	0,00	0,00
	69	0,00	0,00	0,00	0,00
	70				
	71	0,00	0,22	0,00	0,00
	72	0,00	0,22	0,00	0,00
	73	0,00	0,22	0,00	0,00
	74	0,00	0,22	0,00	0,00
	75	0,00	0,22	0,00	0,00
	76	0,00	0,22	0,00	0,00
	77	0,00	0,22	0,00	0,00
	78	0,00	0,22	0,00	0,00
Tz	19	0,82	5,32	0,82	5,32
	1	2,20	2,20	-11,21	-11,21
	2	4,66	4,66	-6,51	-6,51
	3	0,78	3,03	0,78	3,03
	4	4,32	4,32	-1,12	-1,12
	5	8,61	8,61	-13,14	-13,14
	6	20,45	20,45	-10,48	-10,48
	7	5,19	14,19	5,19	14,19
	8	-2,97	-2,97	-30,12	-30,12
	9	7,53	7,53	-14,22	-14,22
	10	21,77	21,77	-8,03	-8,03
	11	5,25	23,25	5,25	23,25
	12	-4,35	-4,35	-30,74	-30,74
	13	3,98	3,98	-6,90	-6,90
	14	19,75	19,75	-11,75	-11,75

	15	10,42	19,42	10,42	19,42
	16	-4,42	-4,42	-30,73	-30,73
	17	4,35	4,35	-1,09	-1,09
	18	2,16	2,16	-11,11	-11,11
	20	4,83	4,83	-6,57	-6,57
	21	-1,72	2,89	-2,98	1,63
	22	-3,65	5,25	-5,32	3,59
	23	-3,87	5,04	-5,10	3,80
	24	-3,23	3,70	-3,47	3,14
	25	-3,67	4,20	-4,05	3,61
	26	-4,66	6,04	-6,08	4,62
	27	-2,16	3,35	-3,45	2,06
	28	-4,44	6,26	-6,31	4,39
	29	7,58	7,58	-12,67	-12,67
	30	-7,58	12,67	-7,58	12,67
	31				
	32	0,00	0,00	0,00	0,00
	33				
	34	0,00	0,00	0,00	0,00
	35	0,00	0,00	0,00	0,00
	36				
	37	0,00	0,00	0,00	0,00
	38				
	39	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	40	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	41	13,75	13,75	13,75	13,75
	42	-3,78	-3,78	-3,78	-3,78
	43	22,40	22,40	-8,12	-8,12
	44	-4,80	-4,80	-30,17	-30,17
	45	13,34	13,34	13,34	13,34
	46	-3,99	-3,99	-3,99	-3,99
	47	22,66	22,66	-7,90	-7,90
	48	-4,51	-4,51	-29,70	-29,70
	49	3,04	5,29	3,04	5,29
	50	14,19	23,19	14,19	23,19
	51	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	52	0,00	0,00	0,00	0,00
	53	0,00	0,00	0,00	0,00
	54				
	55	0,00	0,00	0,00	0,00
	56				
	57	0,00	0,00	0,00	0,00
	58	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	59				
	60	0,00	0,00	0,00	0,00
	61				
	62	0,00	0,00	0,00	0,00
	63	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	64	0,00	0,00	0,00	0,00
	65				
	66	0,00	0,00	0,00	0,00
	67				
	68	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	69	0,00	0,00	0,00	0,00
	70				
	71	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	72	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	73	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	74	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	75	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	76	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	77	0,17	0,17	-0,17	-0,17
	78	0,17	0,17	-0,17	-0,17
N	19	-9,99	-9,99	-12,23	-12,23
	1	-1,94	-0,95	-1,94	-1,02

	2	4,04	4,04	-1,86	-1,86
	3	-8,88	-8,88	-9,35	-9,35
	4	-8,70	-6,42	-8,70	-6,42
	5	-29,45	-28,79	-30,21	-29,55
	6	-29,46	-17,89	-29,46	-17,89
	7	-37,54	-37,54	-38,19	-38,19
	8	-20,58	-19,18	-20,59	-19,25
	9	-32,04	-30,39	-32,04	-30,39
	10	-19,05	-7,97	-19,05	-7,97
	11	-37,28	-37,28	-38,94	-38,94
	12	-10,44	-10,44	-12,53	-12,53
	13	-28,84	-27,95	-28,84	-27,95
	14	-21,21	-17,16	-21,21	-17,16
	15	-38,79	-38,42	-39,45	-39,07
	16	-20,39	-20,39	-26,46	-26,46
	17	-6,59	-5,28	-6,59	-5,28
	18	-1,72	1,54	-1,72	1,54
	20	1,52	1,52	-2,09	-2,09
	21	-0,51	10,26	-0,51	1,62
	22	0,11	0,23	-0,39	0,23
	23	0,02	0,39	0,02	0,03
	24	-4,36	-4,12	-8,34	-4,12
	25	-4,59	-4,38	-8,38	-4,38
	26	0,01	0,31	0,01	0,02
	27	-1,45	14,37	-1,45	0,78
	28	0,04	0,16	-1,92	0,16
	29	-20,66	-20,66	-21,79	-21,79
	30	-20,73	-20,73	-21,86	-21,86
	31				
	32	11,36	11,36	11,36	11,36
	33				
	34	19,55	19,55	19,55	19,55
	35	14,95	14,95	14,95	14,95
	36				
	37	15,95	15,95	15,95	15,95
	38				
	39	-6,91	-6,91	-6,91	-6,91
	40	-6,94	-6,94	-6,94	-6,94
	41	-37,93	-37,93	-39,59	-39,59
	42	-31,07	-29,42	-31,07	-29,42
	43	-9,70	-7,00	-9,70	-7,00
	44	-9,59	-9,59	-19,94	-19,94
	45	-37,36	-37,36	-39,02	-39,02
	46	-31,33	-29,67	-31,33	-29,67
	47	-9,66	-7,23	-9,66	-7,23
	48	-9,71	-9,71	-19,02	-19,02
	49	-9,62	-9,62	-10,09	-10,09
	50	-38,11	-38,11	-38,76	-38,76
	51	4,44	4,44	4,44	4,44
	52	0,12	0,12	0,12	0,12
	53	0,96	0,96	0,96	0,96
	54				
	55	0,35	0,35	0,35	0,35
	56				
	57	2,61	2,61	2,61	2,61
	58	2,46	2,46	2,46	2,46
	59				
	60	3,93	3,93	3,93	3,93
	61				
	62	2,50	2,50	2,50	2,50
	63	2,56	2,56	2,56	2,56
	64	3,08	3,08	3,08	3,08
	65				
	66	0,45	0,45	0,45	0,45
	67				

	68	4,45	4,45	4,45	4,45
	69	1,71	1,71	1,71	1,71
	70				
	71	5,53	5,53	5,53	5,53
	72	6,01	6,01	6,01	6,01
	73	5,99	5,99	5,99	5,99
	74	6,04	6,04	6,04	6,04
	75	5,84	5,84	5,84	5,84
	76	6,19	6,19	6,19	6,19
	77	5,45	5,45	5,45	5,45
	78	6,10	6,10	6,10	6,10

11.3 Analiza fundamentu bezpośredniego

Analiza fundamentu bezpośredniego

Dane wejściowe

Projekt

Data : 2021-08-16

Ustawienia

Polska - EN 1997

Materiały i normy

Konstrukcje betonowe : EN 1992-1-1 (EC2)

Współczynniki EN 1992-1-1 : domyślne

Osiadania

Metoda obliczeń : Obliczenia z zastosowaniem modułu edometrycznego
Ograniczenia głębokości aktywnej : jako procent Sigma, Or
Wsp. ograniczenia głębokości aktywnej : 10,0 [%]

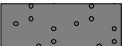
Fundamenty bezp.

Obliczenia w warunkach z odpływem : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
Analiza fundamentów rozciąganych : postępowanie standardowe
Mimośród dopuszczalny : 0,333
Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997
Podejście obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
		Niekorzystne	Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
Współczynnik redukcji nośności pionowej :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Wsp. częściowy do nośności poziomej :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Podstawowe parametry gruntów

Nr	Nazwa	Szrafura	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Piasek średni, średniozagęszczony		33,50	0,00	18,50	8,50	

W obliczeniach parcia spoczynkowego wszystkie grunty przyjęte zostały jako niespoiste.

Parametry gruntu

Piasek średni, średniozagęszczony

Ciężar objętościowy :	γ	=	18,50 kN/m ³
Kąt tarcia wewnętrznego :	φ_{ef}	=	33,50 °
Spójność gruntu :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Moduł edometryczny :	E_{oed}	=	32,00 MPa
Ciężar gruntu nawodn. :	γ_{sat}	=	18,50 kN/m ³

Fundament

Rodzaj fundamentu: osiowa stopa fundamentowa, schodkowa

Głębokość od pierwotnej powierzchni terenu	h_z	=	1,00 m
Głębokość posadowienia	d	=	1,00 m
Wysokość górnego stopnia	t_v	=	0,75 m
Wysokość fundamentu	t	=	0,40 m
Nachylenie terenu zmienionego	s_1	=	0,00 °
Nachylenie spodu fundamentu	s_2	=	0,00 °

Nadkład

Rodzaj: definiuj ciężar objętościowy

Ciężar objętościowy gruntu nad fundamentem = 20,00 kN/m³

Geometria konstrukcji

Rodzaj fundamentu: osiowa stopa fundamentowa, schodkowa

Długość stopy fundamentowej	x	=	1,50 m
Szerokość stopy fundamentowej	y	=	1,20 m
Długość górnego stopnia	a_{vx}	=	0,60 m
Szerokość górnego stopnia	a_{vy}	=	0,61 m
Szerokość słupa w kierunku x	c_x	=	0,30 m
Szerokość słupa w kierunku y	c_y	=	0,15 m
Objętość stopy fundamentowej		=	0,99 m ³
Objętość wykopu		=	1,80 m ³
Objętość nasypu		=	0,86 m ³

Materiał konstrukcji

Ciężar objętościowy γ = 23,00 kN/m³

Obliczenia konstrukcji betonowych przeprowadzono z wykorzystaniem normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 20/25

Wytrzymałość na ściskanie	f_{ck}	=	20,00 MPa
Wytrzymałość na rozciąganie	f_{ctm}	=	2,20 MPa
Moduł sprężystości	E_{cm}	=	30000,00 MPa

Zbrojenie podłużne: B500B

Granica plastyczności	f_{yk}	=	500,00 MPa
-----------------------	----------	---	------------

Zbrojenie poprzeczne: B500B

Granica plastyczności	f_{yk}	=	500,00 MPa
-----------------------	----------	---	------------

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Miaższość warstwy t [m]	Głębokość z [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	-	0,00 .. ∞	Piasek średni, średniozagęszczony	

Obciążenie

Nr	Obciążenie		Nazwa	Rodzaj	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nowe	zmiana							
1	Tak		Siła Nr 1	Obliczeniowe	39,99	0,00	0,00	23,40	0,26

Globalne ustawienia obliczeń

Metoda obliczeń : obliczenia w warunkach z odpływem

Ustawienia obliczeń fazy

Sytuacja obliczeniowa : trwała

Analiza Nr 1

Analiza stanów obciążeniowych

Nazwa	Cięż. wł. korzystnie	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Wykorzystanie [%]	Spełnia wymagania
Siła Nr 1	Tak	0,34	0,00	81,11	354,80	22,86	Tak
Siła Nr 1	Nie	0,29	0,00	84,95	414,60	20,49	Tak

Obliczenia przeprowadzono z automatycznym wyborem najbardziej niekorzystnych stanów obciążenia.

Wyznaczony ciężar własny stopy fundamentowej $G = 22,87 \text{ kN}$

Wyznaczony ciężar nadkładu gruntu $Z = 17,21 \text{ kN}$

Sprawdzenie nośności pionowej

Kształt naprężenia kontaktowego : prostokątny

Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Siła Nr 1)

Parametry powierzchni poślizgu pod fundamentem:

Zagłębienie powierzchni poślizgu $z_{sp} = 2,16 \text{ m}$

Zasięg powierzchni poślizgu $l_{sp} = 6,93 \text{ m}$

Nośność obliczeniowa podłoża fundamentowego $R_d = 354,80 \text{ kPa}$

Maksymalne naprężenie kontaktowe $\sigma = 81,11 \text{ kPa}$

Nośność pionowa SPEŁNIA WYMAGANIA

Analiza mimośrodów obciążenia

Maks. mimośród w kierunku długości fundamentu $e_x = 0,224 < 0,333$

Maks. mimośród w kierunku szerokości fundamentu $e_y = 0,003 < 0,333$

Maks. mimośród przestrzenny $e_t = 0,224 < 0,333$

Mimośród obciążenia fundamentu SPEŁNIA WYMAGANIA

Sprawdzenie nośności poziomej

Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Siła Nr 1)

Odpór gruntu: spoczynkowe

Wartość obliczeniowa oporu gruntu $S_{pd} = 3,18 \text{ kN}$

Nośność pozioma fundamentu $R_{dh} = 51,07 \text{ kN}$

Maksymalna siła pozioma $H = 23,40 \text{ kN}$

Nośność pozioma SPEŁNIA WYMAGANIA

Nośność fundamentu SPEŁNIA WYMAGANIA

.....
OPRACOWAŁ