

Egz. nr: ...

INWESTOR	GMINA NOWE MIASTO NAD PILICĄ Pl. Bł. O. H. KOŹMIŃSKIEGO 1/2 24-420 NOWE MIASTO NAD PILICĄ	
NAZWA OPRACOWANIA	BUDYNEK TECHNICZNY NR1	
BRANŻA	PROJEKT TECHNICZNY BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ	
ADRES INWESTYCJI	WOJEWÓDZTWO	MAZOWIECKIE
	POWIAT	GRÓJEC
	GMINA	NOWE MIASTO NAD PILICĄ
	MIEJSCOWOŚĆ	NOWE MIASTO NAD PILICĄ
	JEDNOSTKA EWIDENCYJNA	140608_4_NOWE MIASTO NAD PILICĄ
	OBREB:	0001_ NOWE MIASTO
	DZIAŁKA EWIDENCYJNA	706/3
	IDENTYFIKATOR DZIAŁKI INWESTYCYJNEJ:	140608_4.0001.706/3
KATEGORIA OBIEKTU	XVII	
JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	PRACOWNIA PROJEKTOWA AMPRO ALBERT MELON JANKOWICE 44, 26-420 NOWE MIASTO NAD PILICĄ	

Funkcja	Nazwa branży	Imię i nazwisko Numer uprawnień Specjalność	Data opracowania	Podpis
Projektant	Konstrukcyjna	mgr inż. Albert Melon uprawnienia nr: MAZ/0386/PBKb/17 specjalność: konstrukcyjno - budowlana	09.2025r.	

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

I. CZĘŚĆ TEKSTOWA

1. OPIS TECHNICZNY DO PROJEKTU KONSTRUKCJI	4
1.1. PRZEDMIOT, CEL, ZAKRES I PODSTAWA OPRACOWANIA	5
1.2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU.....	6
1.2.1. DANE LICZBOWE – STAN PROJEKTOWANY	6
1.2.2. CHARAKTERYSTYKA PRZYJĘTYCH ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH	6
1.3. OBLICZENIA STATYCZNE	9
1.3.1. ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE	9
1.3.2. SCHEMATY STATYCZNE.....	10
1.3.3. OBCIĄŻENIA KONSTRUKCJI	10
1.3.4. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH	11

II. ZAŁĄCZNIKI – str. 32 - 35

- Załącznik nr 1. Oświadczenie projektanta i sprawdzającego o sporządzeniu projektu w zakresie konstrukcji (liczba stron – 1)
- Załącznik nr 2. Kopia dokumentów stwierdzających przygotowanie zawodowe osób opracowujących dokumentację projektową w zakresie konstrukcji (liczba stron – 3)

III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA – str. 36-54

Fundamenty - uwagi do rysunków	Rys. nr K-01.0
Fundamenty – rzut	Rys. nr K-01.1
Fundamenty - pozycja SF-1	Rys. nr K-01.2
Fundamenty - pozycja SF-2	Rys. nr K-01.3
Fundamenty - pozycja SF-3 i SF-3'	Rys. nr K-01.4
Fundamenty - pozycja SF-4 i SF-4'	Rys. nr K-01.5
Fundamenty - pozycja SF-5 i SF-5'	Rys. nr K-01.6
Fundamenty - pozycja CK-1	Rys. nr K-01.7
Fundamenty - pozycja CK-2	Rys. nr K-01.8
Fundamenty - kotwy fundamentowe	Rys. nr K-01.9
Uwagi do rysunków konstrukcji	Rys. nr K-02.0
Przyziemie – rzut	Rys. nr K-02.1
Rzut konstrukcji dachu	Rys. nr K-03
Ryglowanie w osi A	Rys. nr K-04.1
Przekrój w osi B	Rys. nr K-04.2
Przekrój w osi C	Rys. nr K-04.3
Ryglowanie w osi D	Rys. nr K-04.4
Ryglowanie w osi 1	Rys. nr K-04.5
Ryglowanie w osi 2	Rys. nr K-04.6

UWAGA:

Wraz z nabyciem projektu Inwestor nabywa prawa do realizacji jednego obiektu. Koncepcja obiektu, rozwiązania techniczne oraz szczegółowe rozwiązania detali objęte są prawami autorskimi.

Niniejszy projekt w zakresie opracowania tzn. wzornictwo, style opisów itp. stanowi własność intelektualną firmy Pracownia Projektowa AMPRO Albert Melon i objęty jest prawami autorskimi w zakresie opracowania.

Inwestor oraz powiązani z nim uczestnicy procesu budowlanego uzyskują dostęp do niniejszego opracowania w celu realizacji wyłącznie niniejszej inwestycji. Zobowiązuje się uczestników procesu budowlanego do nieudostępniania niniejszego opracowania osobom trzecim. Zabrania się fotografowania, kopiowania, skanowania oraz udostępniania do wglądu niniejszej dokumentacji w celach niezwiązanych z realizacją niniejszej inwestycji.

Na wykorzystanie dokumentacji w całości lub w części należy każdorazowo uzyskać pisemną zgodę firmy Pracownia Projektowa AMPRO Albert Melon.

Niestosowanie się do powyższych warunków udostępniania dokumentacji stanowi naruszenie przepisów wynikających z Ustawy z dnia 04.02.1994r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych.

1. OPIS TECHNICZNY DO PROJEKTU KONSTRUKCJI

INWESTOR	GMINA NOWE MIASTO NAD PILICĄ PI. BŁ. O. H. KOŹMIŃSKIEGO 1/2 24-420 NOWE MIASTO NAD PILICĄ	
NAZWA OPRACOWANIA	BUDYNEK TECHNICZNY NR1	
CZĘŚĆ OPRACOWANIA	PROJEKT TECHNICZNY BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ	
ADRES INWESTYCJI	WOJEWÓDZTWO	MAZOWIECKIE
	POWIAT	GRÓJEC
	GMINA	NOWE MIASTO NAD PILICĄ
	MIEJSCOWOŚĆ	NOWE MIASTO NAD PILICĄ
	JEDNOSTKA EWIDENCYJNA	140608_4_NOWE MIASTO NAD PILICĄ
	OBRĘB:	0001_ NOWE MIASTO
	DZIAŁKA EWIDENCYJNA	706/3
	IDENTYFIKATOR DZIAŁKI INWESTYCYJNEJ:	140608_4.0001.706/3
JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	PRACOWNIA PROJEKTOWA AMPRO ALBERT MELON JANKOWICE 44, 26-420 NOWE MIASTO NAD PILICĄ	
PROJEKTANT	MGR INŻ. ALBERT MELON UPRAWNIENIA NR: MAZ/0386/PBKB/17 SPECJALNOŚĆ: KONSTRUKCYJNO - BUDOWLANA	

1.1. PRZEDMIOT, CEL, ZAKRES I PODSTAWA OPRACOWANIA

1.1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny branży konstrukcyjnej dla budynku technicznego NR1.

1.1.2. CEL OPRACOWANIA

Celem opracowania jest wykonanie projektu technicznego obiektu budowlanego zgodnie z pkt. 1.1.1.

1.1.3. ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres opracowania obejmuje wykonanie projektu technicznego obiektu budowlanego – branża konstrukcyjna. Projekt zawiera rozwiązania konstrukcji nośnej wraz z posadowieniem.

Opracowanie nie obejmuje lokalizacji obiektu budowlanego względem granic działki oraz istniejącej zabudowy.

Opracowanie nie obejmuje zewnętrznych utwardzeń i podjazdów.

Opracowanie obejmuje fundamenty obiektu budowlanego.

Opracowanie nie obejmuje ewentualnej wymiany gruntów lub jego uzupełnienia.

Opracowanie nie obejmuje zagospodarowania pomieszczeń.

Warunki ochrony przeciwpożarowej wg branży architektonicznej projektu budowlanego.

Poziom posadzki względem rzędnej terenu do ustalenia w projekcie zagospodarowania terenu.

1.1.4. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania projektu technicznego branży konstrukcyjnej stanowią:

- Zlecenie Inwestora na wykonanie dokumentacji projektowej,
- Projekt zagospodarowania działki
- Projekt architektoniczno - budowlany
- Uzgodnienia i informacje uzyskane od Inwestora,
- Obowiązujące normy i przepisy.
- Literatura techniczna

1.2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Projektowany obiekt budowlany jest konstrukcją jednokondygnacyjną, jednonawową, niepodpiwniczoną, o dachu jednospadowym. Pokrycie ścian stanowi blacha trapezowa TR35 oraz płyta warstwowa z wypełnieniem z wełny mineralnej gr. 150mm. Pokrycie dachu stanowi blacha trapezowa TR35 z antykondensatem.

Warunki ochrony przeciwpożarowej wg branży architektonicznej projektu budowlanego.

Dostęp z zewnątrz do obiektu zapewniony został przez 3 bramy wjazdowe (zlokalizowane od strony zachodniej, w osi 1) oraz drzwi – 1 szt. w ścianie w osi D.

W budynku nie zaprojektowano okien.

W budynku nie zaprojektowano doku przeładunkowego.

W budynku nie zaprojektowano naświetla dachowego.

W budynku nie zaprojektowano attyki.

1.2.1. DANE LICZBOWE – STAN PROJEKTOWANY

Wymiary rzutu poziomego głównego obiektu (osiowe)	11,81x 7,816 m
Wymiary rzutu poziomego głównego obiektu wraz z obudową	12,00 x 8,115 m
Wymiary rzutu poziomego głównego obiektu wraz z obudową i uwzględnieniem ściany ppoż.	12,70 x 8,115 m
Wysokość obiektu przy okapie (od poziomu $\pm 0,00$, z opływowaniem)	3,86 m
Wysokość obiektu w kalenicy (od poziomu $\pm 0,00$, z opływowaniem)	4,500 m
Wysokość obiektu z uwzględnieniem ściany ppoż. (od poziomu $\pm 0,00$, z opływowaniem)	4,800 m

1.2.2. CHARAKTERYSTYKA PRZYJĘTYCH ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

1.2.2.1. Fundamenty

Dla obiektu budowlanego przyjęto proste warunki gruntowo – wodne.

Obiekt klasyfikuje się do I kategorii geotechnicznej.

Fundamenty budynku zaprojektowano dla gruntów w postaci wilgotnych piasków drobnych o $I_d=0,25$. W przypadku stwierdzenia w podłożu budowlanym gruntów nienośnych lub o parametrach niższych niż wyszczególnione, należy wykonać projekt zamienny fundamentów budynku dostosowany do warunków istniejących.

Zaprojektowano bezpośrednie posadowienie na gruncie w postaci monolitycznych, żelbetowych fundamentów z betonu C20/25 w klasie W8, zbrojonych prętami ze stali AIIIIN (RB500 lub B500SP) – zbrojenie główne oraz A-I (St3S) – strzemiona i zbrojenie rozdzielcze.

Stopy fundamentowe słupów głównych oraz szczytowych zaprojektowano jako przegubowo połączone ze słupami (z wyjątkiem słupów w osi 3 – połączenie sztywne).

Poziom posadowienia stóp fundamentowych wynosi: -1,20m oraz -1,40 poniżej poziomu $\pm 0,000$ (projektowana posadzka).

Pomiędzy stopami fundamentowymi wykonane zostaną monolityczne, żelbetowe cokoły fundamentowe z betonu C20/25 w klasie W8, zbrojenie główne ze stali AIIIIN (RB500 lub B500SP), zbrojenie rozdzielcze ze stali A-I (St3S).

Wszystkie fundamenty wykonywać na warstwie betonu podkładowego C8/10 o gr. 10cm.

1.2.2.2. Konstrukcja nośna

Projektowany obiekt będzie obiektem stalowym o dachu jednospadowym. Kąt nachylenia połaci dachowej wynosi $8,00\% = 4,57^\circ$.

Warunki ochrony przeciwpożarowej wg branży architektonicznej projektu budowlanego.

Główną konstrukcję obiektu budowlanego projektuje się ze stali walcowanej gatunku S235, elementy drugorzędne stal S235.

Słupy główne S-1 wykonane zostaną z kształtowników walcowanych IPE220.

Słupy narożne S-2 wykonane zostaną z kształtowników walcowanych HEA120.

Słupy szczytowe S-3 wykonane zostaną z kształtowników walcowanych IPE160.

Rygle dachowe główne D-1 zaprojektowano z kształtowników walcowanych IPE220.

Rygle dachowe szczytowe D-2 zaprojektowano z kształtowników walcowanych IPE160.

Płatwie dachowe projektowane z profili zamkniętych kwadratowych walcowanych RK80x4, uciągłone (nie dopuszcza się spawania płatwi z krótszych elementów), ze stali S235.

Poszczególne elementy konstrukcji zespolone będą poprzez połączenia śrubowe zwykle kategorii D, z zastosowaniem ocynkowanych śrub stalowych klasy 8.8.

Stateczność obiektu zapewniona została przez układ stężeń połaciowych i ściennych typu X.

1.2.2.3. Stężenia dachowe i ścienne

Jako pola stężone połaci dachowej zaprojektowano pola pomiędzy osiami 2 i 3 (na całej długości obiektu) oraz pola pomiędzy osiami B i C (na całej szerokości obiektu). Zastosowano stężenia prętowe $\varnothing 16$ w układzie X ze stali S235.

Stężenia ścienne w układzie X zaprojektowano w formie prętów gładkich $\varnothing 16$ ze stali S235 (stężenia w ścianach szczytowych pomiędzy osiami 2 i 3, oraz w ścianie bocznej w osi 3 - między osiami B i C).

Stężenia wykonać w polach zgodnie z dokumentacją rysunkową).

1.2.2.4. Obudowa hali

Obudowa dachu obiektu budowlanego zaprojektowana z blachy trapezowej TR35 oraz płyty warstwowej z rdzeniem z wełny mineralnej gr. 150mm w układzie pionowym.

Obudowa dachu obiektu budowlanego zaprojektowana z blachy trapezowej TR35 z antykondensatem.

1.2.2.5. Ochrona odgromowa

Ewentualna instalacja odgromowa wg właściwego opracowania branżowego. Instalacja odgromowa nie stanowi tematu niniejszego opracowania.

1.2.2.6. Zabezpieczenie antykorozyjne

Konstrukcja nośna obiektu zostanie zabezpieczona antykorozyjnie poprzez ocynk ogniowy (opcjonalnie malowanie – łączna grubość powłoki malarskiej wynosi $120\mu\text{m}$).

Ewentualne malowanie ppoż. – wg dokumentacji architektonicznej.

1.2.2.7. Materiały

Do wykonania obiektu budowlanego użyte zostaną następujące materiały:

- Konstrukcja główna – stal S235
- Konstrukcja drugorzędna – stal S235
- Stężenia ściennie i dachowe – stal S235
- Śruby stalowe ocynkowane – klasa 8.8
- Beton konstrukcyjny – C20/25 (B25) w klasie W8
- Beton podkładowy – C8/10 (B10)
- Zbrojenie konstrukcyjne stóp fundamentowych, cokołów i ścian oporowych – stal AIIIIN (RB500 lub B500SP)
- Wykotwienia słupów – stal S355

1.2.2.8. Klasa użytkowania konstrukcji

- Klasa ekspozycji betonu - fundamenty - XC2
- Klasa wykonania konstrukcji stalowych wg PN-EN 1090 - EXC2

1.2.2.9. Warunki gruntowo - wodne

Fundamenty budynku zaprojektowano dla gruntów w postaci wilgotnych piasków drobnych o $I_d=0,25$.

Poziom wód gruntowych przyjęto poniżej poziomu posadowienia obiektu budowlanego.

W przypadku stwierdzenia w podłożu budowlanym gruntów nienośnych lub o parametrach niższych niż wyszczególnione w ww. opracowaniu, należy wykonać zamienny projekt fundamentów dostosowany do warunków istniejących.

Poziom przemarzania gruntu – $h_z = 1,00m$.

1.2.2.10. Uwagi końcowe

Konstrukcja stalowa wykonana zostanie warsztatowo wg rys. warsztatowych.

Roboty budowlane należy prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej zgodnie z wymogami ustawy „Prawo Budowlane”, przepisów technicznych oraz zasadami „sztuki budowlanej”. W szczególności należy stosować się do wytycznych Rozporządzenia ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych.

Projekt techniczny w części konstrukcyjnej jest projektem wykonanym we wskazanej lokalizacji z punktu widzenia posadowienia na gruncie oraz obciążeń klimatycznych.

Warunki ochrony przeciwpożarowej wg branży architektonicznej projektu budowlanego.

Nie dopuszcza się wprowadzania zmian i korekt do projektu bez pisemnej zgody projektanta konstrukcji.

Zawarte w opracowaniu rozwiązania konstrukcyjne podlegają ochronie praw autorskich i nie mogą być kopiowane, powielane i stosowane bez zgody autorów projektu.

Projektant:
Branża:
Konstrukcyjna

mgr inż. Albert Melon
uprawnienia nr: MAZ/0386/PBKb/17
specjalność: konstrukcyjno - budowlana

1.3. OBLICZENIA STATYCZNE

1.3.1. ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE

Projekt został wykonany zgodnie z następującymi normami:

Nr normy PN	Tytuł normy PN
PN-B-01025:2004	Rysunek budowlany -- Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych
PN-B-01027:2002	Rysunek budowlany -- Oznaczenia graficzne stosowane w projektach zagospodarowania działki lub terenu
PN-B-01029:2000	Rysunek budowlany -- Zasady wymiarowania na rysunkach architektoniczno-budowlanych
PN-B-03200:1990	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-03264:2002 PN-B-03264:2002/Ap1:2004	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-EN 1990:2004 PN-EN 1990:2004/Ap1:2004 PN-EN 1990:2004/AC:2010 PN-EN 1990:2004/Ap2:2010 PN-EN 1990:2004/NA:2010 PN-EN 1990:2004/A1:2008	Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.
PN-EN 1991-1-1:2004 PN-EN 1991-1-1:2004/AC:2009 PN-EN 1991-1-1:2004/Ap1:2010 PN-EN 1991-1-1:2004/NA:2010 PN-EN 1991-1-1:2004/Ap2:2011	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1. Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
PN-EN 1991-1-3:2005 PN-EN 1991-1-3:2005/AC:2009 PN-EN 1991-1-3:2005/Ap1:2010 PN-EN 1991-1-3:2005/NA:2010	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3. Oddziaływania ogólne – Obciążenia śniegiem.
PN-EN 1991-1-4:2008 PN-EN 1991-1-4:2008/AC:2009 PN-EN 1991-1-4:2008/Ap1:2010 PN-EN 1991-1-4:2008/Ap2:2010 PN-EN 1991-1-4:2008/NA:2010 PN-EN 1991-1-4:2008/Ap3:2011	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4. Oddziaływania ogólne – Oddziaływanie wiatru.
PN-EN 1992-1-1:2008 z włączoną poprawką EN 1992-1-1:2004/ AC:2008 PN-EN 1992-1-1:2008/Ap1: 2010 PN-EN 1992-1-1:2008/NA: 2010 PN-EN 1992-1-1:2008/ AC:2011	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
PN-EN 1993-1-1:2006 PN-EN 1993-1-1:2006/AC:2009 PN-EN 1993-1-1:2006/Ap1:2010 PN-EN 1993-1-1:2006/NA:2010	Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
PN-EN 1996-1-1+Ap1:2013-05 PN-EN 1996-1-1:2010/NA:2010	Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1. Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
PN-EN 1997-1:2008 PN-EN 1997-1:2008/AC:2009 PN-EN 1997-1:2008/Ap1:2010 PN-EN 1997-1:2008/Ap2:2010 PN-EN 1997-1:2008/NA:2011	Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne

1.3.2. SCHEMATY STATYCZNE

Przyjęte w projekcie schematy statyczne:

- Słupy połączone przegubowo oraz na sztywno (w osi 3) z fundamentami
- Rygle dachowe: przyjęto sztywne połączenie rygli ze słupami głównymi i narożnymi i przegubowe ze słupami szczytowymi
- Płatwie dachowe: przyjęto płatwie dachowe uciągłone
- Rygle ściennie w układzie jednoprzęsłowym
- Stężenia ściennie i dachowe: przyjęto stężenia wiotkie typu X, regulowane śrubami rzymskimi

1.3.3. OBCIĄŻENIA KONSTRUKCJI

1.3.3.1. Obciążenia klimatyczne

Teren inwestycji położony jest w:

- I strefie wiatrowej
- 2 strefie obciążenia śniegiem

Obciążenie charakterystyczne śniegiem

Wartość charakterystycznego obciążenia śniegiem dachu	0,72 kN/m ²
Wartość charakterystycznego obciążenia śniegiem od nawisów na krawędzi dachu	0,124 kN/m
Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążenia	$\gamma_f = 1,50$

Obciążenie charakterystyczne wiatrem

Bazowa prędkość wiatru	$v_b = 22,00$ m/s
Współczynnik ekspozycji	$C_e(z) = 1,76$
Wartość bazowa ciśnienia prędkości wiatru	$q_b = 0,30$ kPa
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru	$q_b = 0,50$ kPa

1.3.3.2. Obciążenia użytkowe i technologiczne

Obciążenie użytkowe charakterystyczne dachu	$q_k=0,40$ kN/m ²	$\gamma_f = 1,50$
Obciążenie technologiczne charakterystyczne dachu	$q_k=0,05$ kN/m ²	$\gamma_f = 1,50$

1.3.3.3. Obciążenia stałe

Ciężar własny konstrukcji	wg przyjętych rozwiązań	$\gamma_f = 1,35$
Pokrycie dachu	$q_k=0,10$ kN/m ²	$\gamma_f = 1,35$

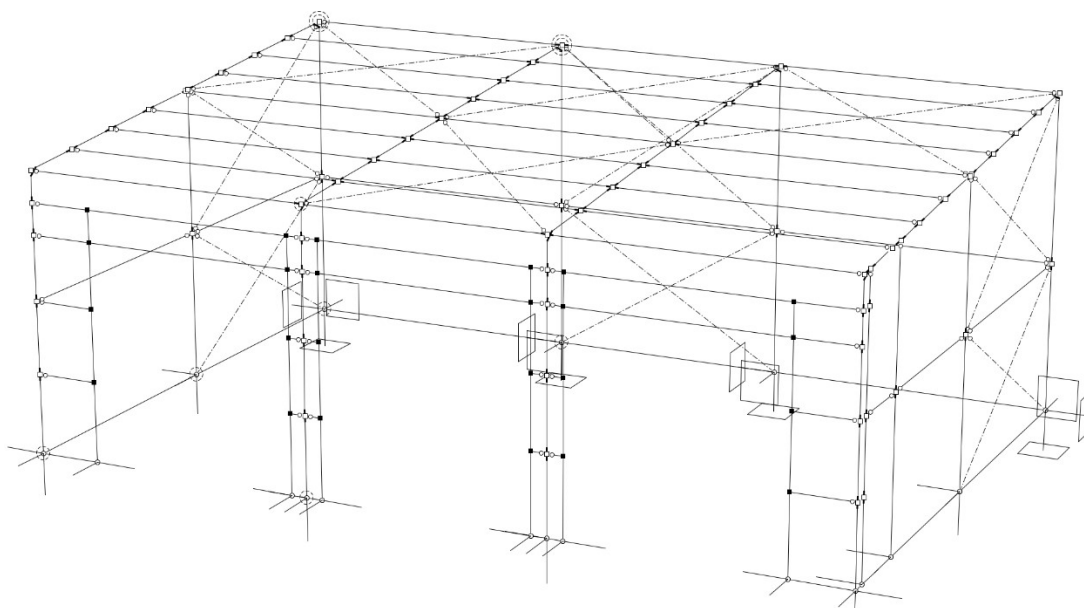
1.3.4. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że w przypadku wystąpienia obciążeń nie przekraczających obciążeń przyjętych wg norm pkt. 1.3.3. **stany graniczne nośności i użytkowania dla inwestycji będącej przedmiotem niniejszego opracowania nie zostaną przekroczone.**

Pełne obliczenia statyczne konstrukcji zawiera egzemplarz autorski opracowany przez Pracownię Projektową AMPRO Albert Melon.

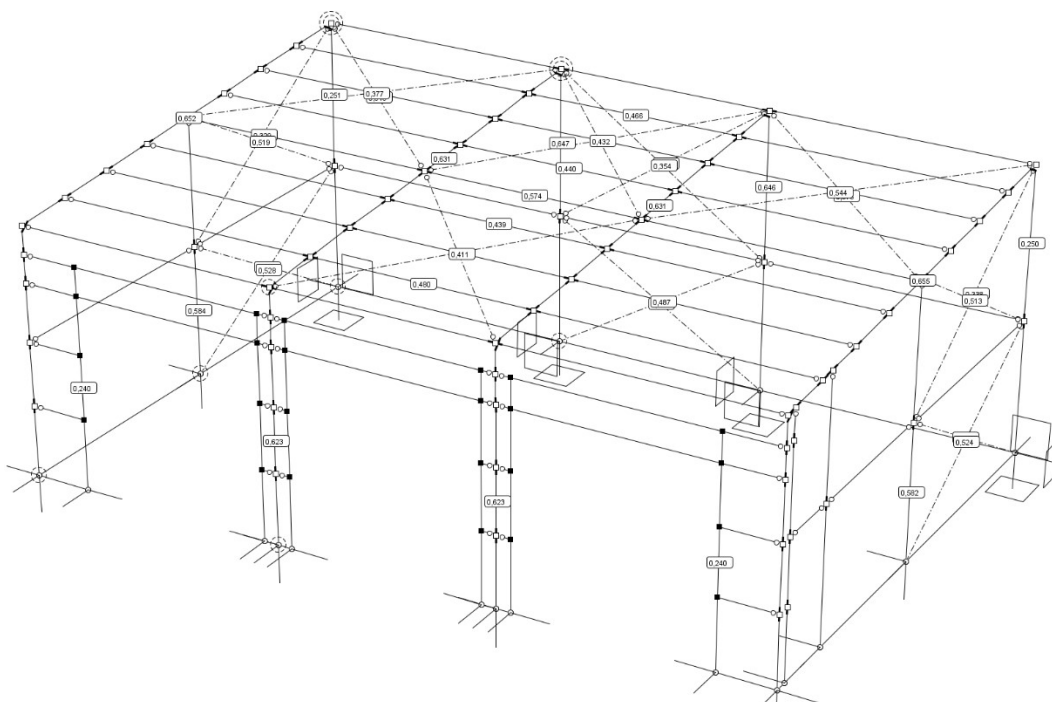
Poniżej zawarte zostały obliczenia statyczne dla wybranych, miarodajnych elementów konstrukcyjnych.

1.3.4.1. Schemat statyczny

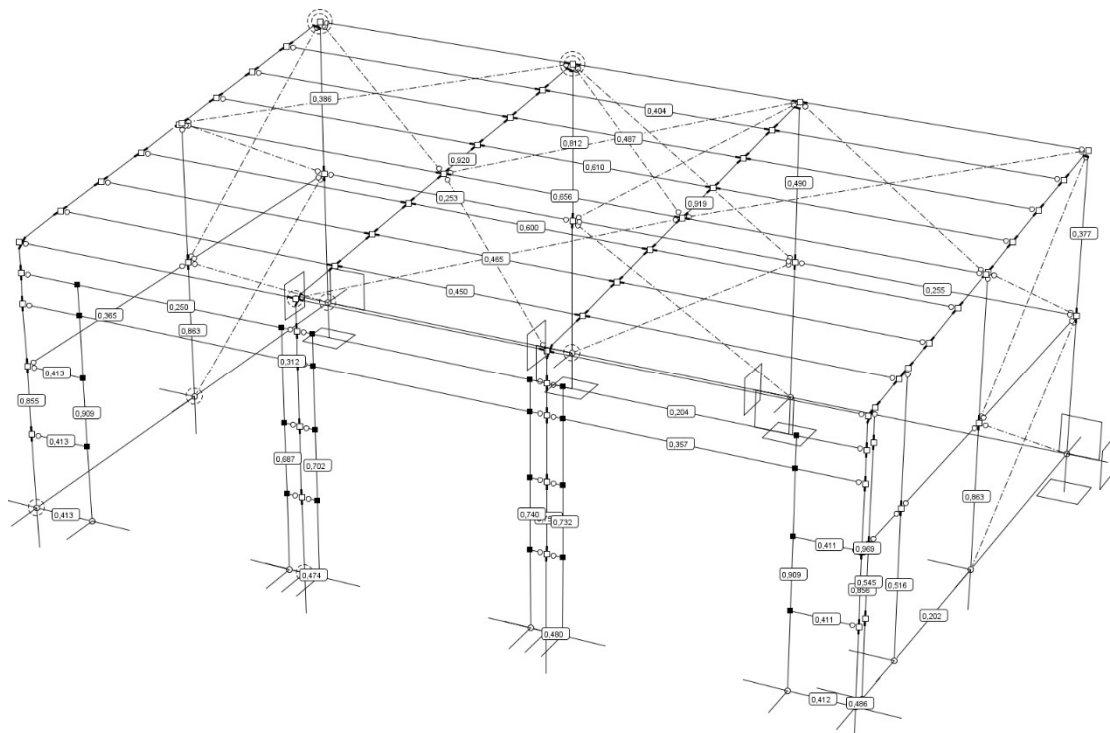


1.3.4.2. Wytyżenia głównych elementów konstrukcyjnych

SGN



SGU



1.3.4.3. Słup S-1

Geometria:

	Nazwa profilu:	IPE 220	
	Długość pręta:	L = 4.50 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 33.37 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 2772.20 \text{ cm}^4$	$J_z = 204.89 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 252.02 \text{ cm}^3$	$W_z = 37.25 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 285.44 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 58.11 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 9.07 \text{ cm}^4$	

Punkt nr: 0 na elemencie, położenie globalne na elem.: 0.00 m

**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:
Kombinacja114**

$N = -48.30 \text{ kN}$

$T_y = V_y = 0.03 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 9.91 \text{ kN}$

$M_y = 0.00 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{33.37 \cdot 235}{1.00} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285.44 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 50.13 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.11 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1588.51 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 215.53 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 2024.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 274.61 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \rho \cdot (M_{Cy,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 67.08 - 0.00 \cdot (67.08 - 50.13) = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{Cz,Rd}} = \frac{48.30}{784.30} + \frac{0.00}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.06$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0.03}{274.61} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{9.91}{215.53} = 0.05$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{0.00}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.00$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{yz}} = \frac{0.00}{13.66} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{0.00}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 4.50 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 4.50 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 2843.70 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 210.17 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.53$$

$$l_z = 1.93$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.92 \quad \chi_z = 0.22 \quad \chi_{min} = 0.22$$

Współczynniki interakcji:

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{48.30}{0.22 \cdot 784.30} \cdot 1.00 = 0.28$$

Punkt nr: 1 na elemencie, położenie globalne na elem.: 4.50 m**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:****Kombinacja 16**

$$N = 33.64 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = -0.01 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -15.68 \text{ kN}$$

$$M_y = 33.24 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

$$\text{Klasa ścianek pasów} = 1$$

$$\text{Klasa ścianek środnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na ściskanie} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie y-y} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie z-z} = 1$$

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{33.37 \cdot 235}{1.00} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285.44 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 50.13 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.11 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.**Przekrój czynny przy ścinaniu.**

$$A_v = 1588.51 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{c,Rd} = 215.53 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.**Przekrój czynny przy ścinaniu.**

$$A_v = 2024.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{c,Rd} = 274.61 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} - \rho \cdot (M_{C,y,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 67.08 - 0.00 \cdot (67.08 - 50.13) = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{33.64}{784.30} + \frac{33.24}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.54$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.01}{274.61} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{15.68}{215.53} = 0.07$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{33.24}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.50$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{33.24}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.50$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{33.24}{67.08} = 0.50$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{33.24}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.50$$

Współczynnik zwiczenia przy ściskaniem pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwiczenia przy ściskaniem pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{33.24}{1.00 \cdot 67.08} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{13.66} \cdot 1.00 = 0.50$$

Punkt nr: 2 na elemencie, położenie globalne na elem.: 4.50 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

Kombinacja113

$$N = -37.40 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.01 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 6.88 \text{ kN}$$

$$M_y = -30.93 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{33.37 \cdot 235}{1.00} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285.44 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 50.13 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.11 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1588.51 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 215.53 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 2024.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 274.61 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \rho \cdot (M_{Cy,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 67.08 - 0.00 \cdot (67.08 - 50.13) = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{Cz,Rd}} = \frac{37.40}{784.30} + \frac{30.93}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.51$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0.01}{274.61} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{6.88}{215.53} = 0.03$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{30.93}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.46$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{30.93}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.46$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{30.93}{67.08} = 0.46$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{30.93}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.46$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 4.50 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 4.50 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 2843.70 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 210.17 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.53$$

$$l_z = 1.93$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.92 \quad \chi_z = 0.22 \quad \chi_{min} = 0.22$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.61$$

$$k_{yz} = 0.70$$

$$k_{zy} = 0.94$$

$$k_{zz} = 1.17$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{37.40}{0.92 \cdot 784.30} \cdot 1.00 + 0.61 \cdot \frac{30.93}{1.00 \cdot 67.08} \cdot 1.00 + 0.70 \cdot \frac{0.00}{13.66} \cdot 1.00 = 0.33$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{37.40}{0.22 \cdot 784.30} \cdot 1.00 + 0.94 \cdot \frac{30.93}{1.00 \cdot 67.08} \cdot 1.00 + 1.17 \cdot \frac{0.00}{13.66} \cdot 1.00 = 0.65$$

Punkt nr: 3 na elemencie, położenie globalne na elem.: 4.50 m**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:****Kombinacja 12**

$$N = 18.72 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -18.64 \text{ kN}$$

$$M_y = 21.73 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

$$\text{Klasa ścianek pasów} = 1$$

$$\text{Klasa ścianek środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na ściskanie} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie y-y} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie z-z} = 1$$

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{33.37 \cdot 235}{1.00} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285.44 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 50.13 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.11 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1588.51 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cz,Rd} = 215.53 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 2024.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{Cy,Rd} = 274.61 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{Vy,Rd} = M_{Cy,Rd} - \rho \cdot (M_{Cy,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 67.08 - 0.00 \cdot (67.08 - 50.13) = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{Vz,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{18.72}{784.30} + \frac{21.73}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.35$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Cy,Rd}} = \frac{0.00}{274.61} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Cz,Rd}} = \frac{18.64}{215.53} = 0.09$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Cz,Rd}} = \frac{21.73}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.32$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{21.73}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.32$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny}} = \frac{21.73}{67.08} = 0.32$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{21.73}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.32$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{21.73}{1.00 \cdot 67.08} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{13.66} \cdot 1.00 = 0.32$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: $x = 3.70$ [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

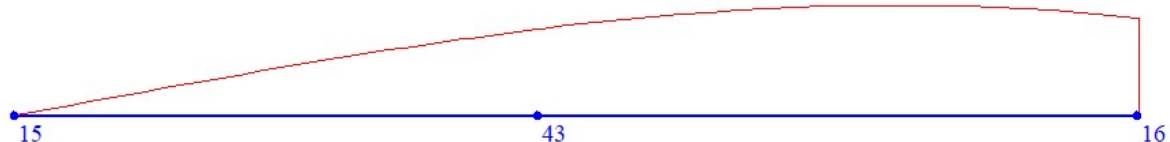
Kombinacja7

Kombinacja7

$$u_y = \sum u(i)_y = 0.332 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:

$$u_z = \sum u(i)_z = 0.946 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:

$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|0.332|^2 + |0.946|^2} = 1.00 \leq 1.798 \text{ [cm]}$$

Wyniki ugięcia względnego:

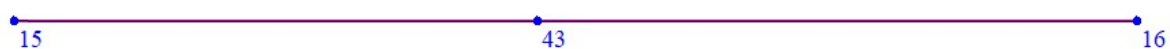
Położenie: $x = 0.00$ [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

Kombinacja117

Kombinacja117

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:

$$u_b = u_{bx} = -1.461 \text{ [cm]}$$

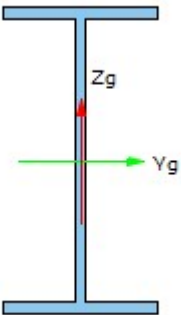
$$\Delta u_x = u_x - u_{bx} = 1.461 \text{ [cm]}$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_x = 1.461 \leq 1.798 \text{ [cm]}$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.697 - 0.000| = 0.697 \text{ [cm]}$$

1.3.4.4. Rygiel D-1**Geometria:**

	Nazwa profilu:	IPE 220	
	Długość pręta:	L = 7.84 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 33.37 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 2772.20 \text{ cm}^4$	$J_z = 204.89 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 252.02 \text{ cm}^3$	$W_z = 37.25 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 285.44 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 58.11 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 9.07 \text{ cm}^4$	

Punkt nr: 0 na elemencie, położenie globalne na elem.: 0.00 m**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:****Kombinacja16**

$$N = 12.32 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.01 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -27.69 \text{ kN}$$

$$M_y = -33.21 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{33.37 \cdot 235}{1.00} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285.44 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 50.13 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.11 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1588.51 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{cz,Rd} = 215.53 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 2024.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C_{y,Rd}} = 274.61 [kN]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 67.08 [kNm]$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.66 [kNm]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C_{y,Rd}} - \rho \cdot (M_{C_{y,Rd}} - M_{f,Rd,y}) = 67.08 - 0.00 \cdot (67.08 - 50.13) = 67.08 [kNm]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 13.66 [kNm]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 67.08 [kNm]$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.66 [kNm]$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C_{y,Rd}}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C_{z,Rd}}} = \frac{12.32}{784.30} + \frac{33.21}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.51$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C_{y,Rd}}} = \frac{0.01}{274.61} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C_{z,Rd}}} = \frac{27.69}{215.53} = 0.13$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C_{y,Rd}}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C_{z,Rd}}} = \frac{33.21}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.50$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{33.21}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.50$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny}} = \frac{33.21}{67.08} = 0.50$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{33.21}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.50$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{33.21}{1.00 \cdot 67.08} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{13.66} \cdot 1.00 = 0.50$$

Punkt nr: 1 na elemencie, położenie globalne na elem.: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

Kombinacja113

$$N = -5.94 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 29.67 \text{ kN}$$

$$M_y = 30.88 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{33.37 \cdot 235}{1.00} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285.44 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 50.13 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.11 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1588.51 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{c,z,Rd} = 215.53 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 2024.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{c,y,Rd} = 274.61 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{c,y,Rd} - \rho \cdot (M_{c,y,Rd} - M_{f,Rd,y}) = 67.08 - 0.00 \cdot (67.08 - 50.13) = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{c,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{c,z,Rd}} = \frac{5.94}{784.30} + \frac{30.88}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.47$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{c,y,Rd}} = \frac{0.00}{274.61} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{29.67}{215.53} = 0.14$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{c,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{c,z,Rd}} = \frac{30.88}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.46$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{30.88}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.46$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny}} = \frac{30.88}{67.08} = 0.46$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{30.88}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.46$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 7.84 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 7.84 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 934.78 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 69.09 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.92$$

$$l_z = 3.37$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.72 \quad \chi_z = 0.08 \quad \chi_{min} = 0.08$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.60$$

$$k_{yz} = 0.61$$

$$k_{zy} = 0.97$$

$$k_{zz} = 1.02$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{5.94}{0.72 \cdot 784.30} \cdot 1.00 + 0.60 \cdot \frac{30.88}{1.00 \cdot 67.08} \cdot 1.00 + 0.61 \cdot \frac{0.00}{13.66} \cdot 1.00 = 0.29$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{5.94}{0.08 \cdot 784.30} \cdot 1.00 + 0.97 \cdot \frac{30.88}{1.00 \cdot 67.08} \cdot 1.00 + 1.02 \cdot \frac{0.00}{13.66} \cdot 1.00 = 0.54$$

Punkt nr: 2 na elemencie, położenie globalne na elem.: 7.84 m**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:****Kombinacja 13**

$$N = -10.70 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -29.23 \text{ kN}$$

$$M_y = 32.43 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{33.37 \cdot 235}{1.00} = 784.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{285.44 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 50.13 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{58.11 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 1588.51 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C_{x,Rd}} = 215.53 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 2024.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C_{y,Rd}} = 274.61 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C_{y,Rd}} - \rho \cdot (M_{C_{y,Rd}} - M_{f,Rd,y}) = 67.08 - 0.00 \cdot (67.08 - 50.13) = 67.08 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 67.08 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 13.66 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C_{y,Rd}}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C_{z,Rd}}} = \frac{10.70}{784.30} + \frac{32.43}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.50$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C_{y,Rd}}} = \frac{0.00}{274.61} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C_{z,Rd}}} = \frac{29.23}{215.53} = 0.14$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C_{y,Rd}}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C_{z,Rd}}} = \frac{32.43}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.48$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{V_y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{V_z}} = \frac{32.43}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.48$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny}} = \frac{32.43}{67.08} = 0.48$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{NV,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{NV,Rd,z}} = \frac{32.43}{67.08} + \frac{0.00}{13.66} = 0.48$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 7.84 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 7.84 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 934.78 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 69.09 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.92$$

$$l_z = 3.37$$

Współczynniki wyboczenia:

$$\chi_y = 0.72 \quad \chi_z = 0.08 \quad \chi_{min} = 0.08$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskany pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.61$$

$$k_{yz} = 0.67$$

$$k_{zy} = 0.95$$

$$k_{zz} = 1.12$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{10.70}{0.72 \cdot 784.30} \cdot 1.00 +$$

$$0.61 \cdot \frac{32.43}{1.00 \cdot 67.08} \cdot 1.00 + 0.67 \cdot \frac{0.00}{13.66} \cdot 1.00 = 0.31$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{10.70}{0.08 \cdot 784.30} \cdot 1.00 +$$

$$0.95 \cdot \frac{32.43}{1.00 \cdot 67.08} \cdot 1.00 + 1.12 \cdot \frac{0.00}{13.66} \cdot 1.00 = 0.63$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: $x = 3.90$ [m]

Lista grup obciążeń:

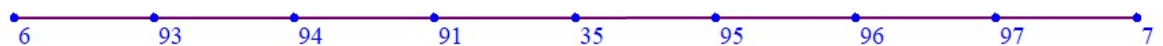
Nazwa grupy obciążeń:

Kombinacja113

Kombinacja113

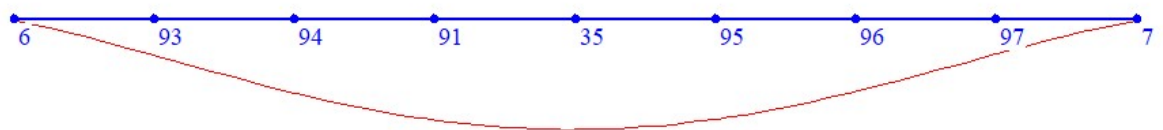
$$u_y = \sum u(i)_y = -0.002 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = -2.913 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.002|^2 + |-2.913|^2} = 2.91 \leq 3.136 \text{ [cm]}$$

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: $x = 3.90$ [m]

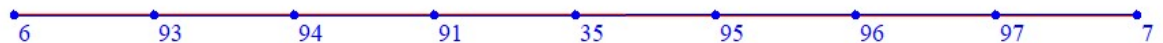
Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

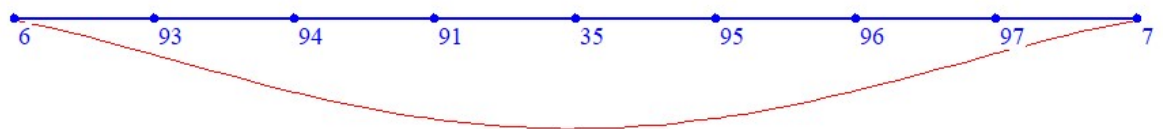
Kombinacja113

Kombinacja113

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = \sqrt{u_{by}^2 + u_{bz}^2} = \sqrt{|0.003|^2 + |-0.031|^2} = 0.031 \text{ [cm]}$$

$$\Delta u_y = u_y - u_{by} = -0.003 \text{ [cm]}$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 2.882 \text{ [cm]}$$

$$\Delta u_{max} = \sqrt{\Delta u_y^2 + \Delta u_z^2} = \sqrt{|-0.003|^2 + |2.882|^2} = 2.882 \leq 3.136 \text{ [cm]}$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.029 - 0.033| = 0.003 \text{ [cm]}$$

1.3.4.5. Stopa fundamentowa SF-2

2.1. Fundament nr 1

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu: $B_x = 1,80 \text{ m}$, $B_y = 1,30 \text{ m}$,

Współrzędne środka fundamentu:

$$x_{0f} = 0,00 \text{ m}, \quad y_{0f} = -0,055 \text{ m},$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $f = 0,0^\circ$.

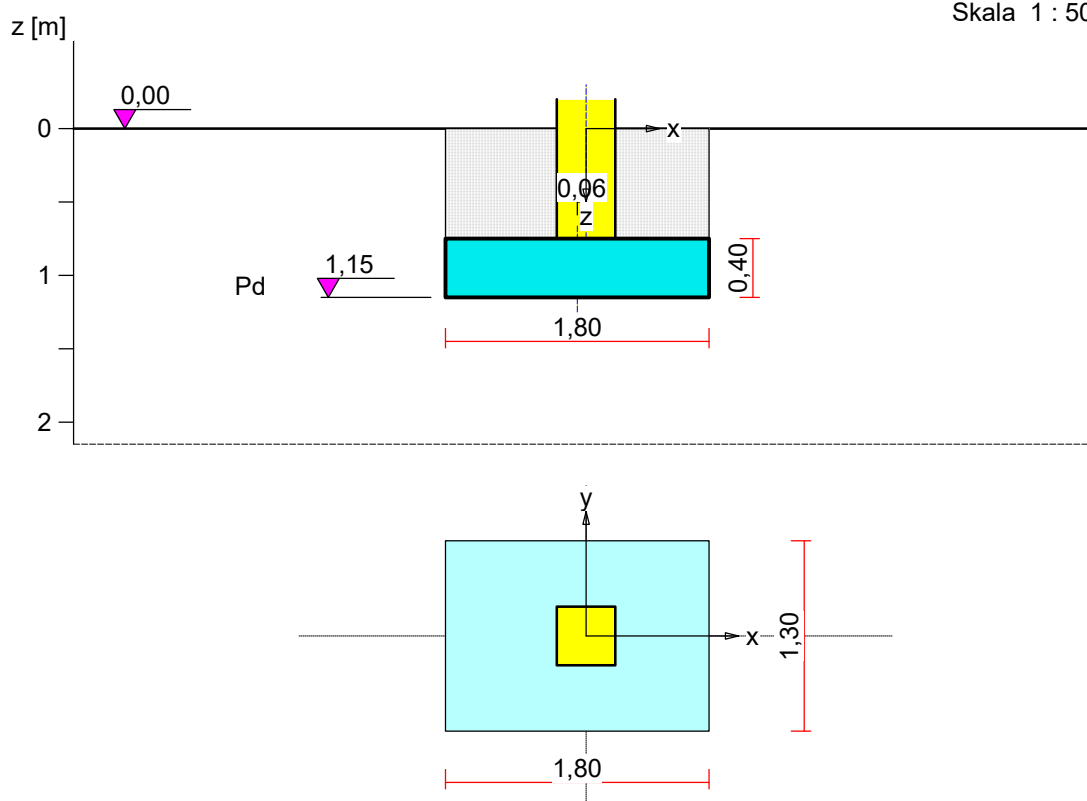
3. Wykopy

Liczba wykopów: 0

FUNDAMENT 1. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna

Skala 1 : 50



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący $z_t = 0,00 \text{ m}$, projektowany $z_{tp} = 0,00 \text{ m}$.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	I_D/I_L	Stopień wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Piasek drobny	brak wody	0,25	wilg.

1.3. Zasyпка

Ciężar objętościowy: $g_{z \text{ char}} = 18,50 \text{ kN/m}^3$, współcz. obciążenia: $g_{zf} = 1,20$.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,40 \text{ m}$, $l = 0,40 \text{ m}$,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 3,80 \text{ m}$, $y_0 = 4,10 \text{ m}$,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $f = 0,00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,75 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj obciążeń	N [kN]	H _x [kN]	H _y [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	g [-]
1	D	33,0	0,4	0,0	0,00	0,00	1,20
2	D	-39,0	-7,8	0,0	0,00	0,00	1,20
3	D	21,0	0,6	0,0	0,00	0,00	1,20
4	D	-19,4	-10,4	0,3	0,00	0,00	1,20
5	D	-10,2	-13,3	0,0	0,00	0,00	1,20
6	D	4,2	5,8	0,0	0,00	0,00	1,20
7	D	-7,6	-3,6	0,3	0,00	0,00	1,20
8	D	-29,9	-10,7	-0,3	0,00	0,00	1,20
9	D	-8,8	-13,0	0,0	0,00	0,00	1,20
10	D	10,6	3,2	0,3	0,00	0,00	1,20
11	D	21,3	-2,2	0,0	0,00	0,00	1,20
12	D	-27,3	-1,0	0,0	0,00	0,00	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 500 W,

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 12,0$ mm, $d_y = 12,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x, grubość otuliny: 5,0 cm.

5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 1,15$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,80$ m, $B_y = 1,30$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m,

Mimośrod: $E_x = -0,06$ m, $E_y = 0,00$ m.

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodków

Nr obc.	Rodzaj obciążeń	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,15	0,10	0,05
* 2	D	1,15	0,07	0,55
3	D	1,15	0,09	0,04
4	D	1,15	0,08	0,30
5	D	1,15	0,10	0,26
6	D	1,15	0,08	0,08
7	D	1,15	0,06	0,09
8	D	1,15	0,09	0,45
9	D	1,15	0,10	0,25
10	D	1,15	0,08	0,06
11	D	1,15	0,09	0,01
12	D	1,15	0,04	0,14

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,80$ m, $B_y = 1,30$ m.

Poziom posadowienia: $H = 1,15$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = -39,00$ kN, mimośrodky wzgl. podst. fund. $E_x = -0,06$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = -7,80$ kN, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

momenty: $M_x = 0,00$ kNm, $M_y = 0,00$ kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:
 siła pionowa: $G = 61,55 \text{ kN/m}$, momenty: $M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m}$, $M_{Gy} = -0,16 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = -39,00 + 61,55 = 22,55 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = -39,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = 39,00 \cdot (-0,06) + (-7,80) \cdot 0,40 + (-0,16) = -5,62 \text{ kNm}.$$

Mimośrod y sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 5,62/22,55 = 0,25 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/22,55 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,138 + 0,000 = 0,138 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,80 - 2 \cdot 0,25 = 1,30 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,30 - 2 \cdot 0,00 = 1,30 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obl.: } r_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,15 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,15 = 17,26 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } F_{u(r)} = F_{u(n)} \cdot g_m = 29,20 \cdot 0,90 = 26,28^0, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot g_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 4,15 \quad N_C = 22,71, \quad N_D = 12,21.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } d_x = |H_x|/N_r = 7,80/22,55 = 0,35, \quad \text{tg } d_x/\text{tg } F_{u(r)} = 0,3459/0,4938 = 0,701,$$

$$i_{Bx} = 0,20, \quad i_{Cx} = 0,38, \quad i_{Dx} = 0,43.$$

$$\text{tg } d_y = |H_y|/N_r = 0,00/22,55 = 0,00, \quad \text{tg } d_y/\text{tg } F_{u(r)} = 0,0000/0,4938 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$r_{B(n)} \cdot g_m \cdot g = 1,70 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 15,01 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 402,28 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 994,05 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 22,55 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 402,28 = 325,85 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne: $s' = 0,03 \text{ cm}$, osiadanie wtórne: $s'' = 0,00 \text{ cm}$.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $l = 0$.

Osiadanie całkowite: $s = s' + l \cdot s'' = 0,03 + 0 \cdot 0,00 = 0,03 \text{ cm}$,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

8. Wymiarowanie fundamentu

8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V_r [kN]	V_s [kN]
1	1	6	256	-
* 2	1	-9	256	-
3	1	4	256	-
4	1	-5	256	-
5	1	-4	256	-
6	1	2	256	-
7	1	-2	256	-
8	1	-7	256	-
9	1	-4	256	-
10	1	3	256	-
11	1	5	256	-
12	1	-5	256	-

8.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 2

Zestawienie obciążeń:

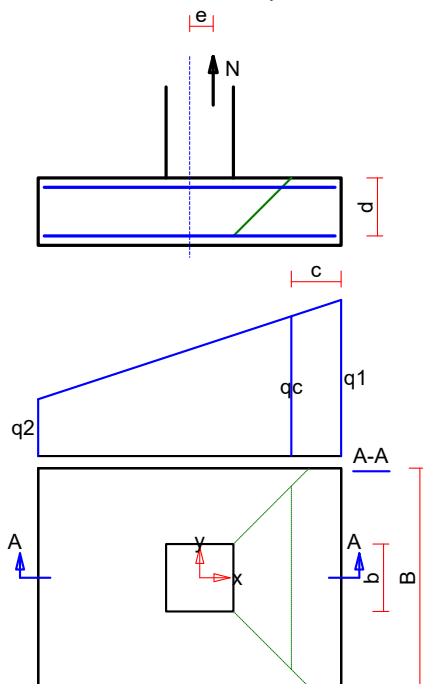
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = -39$ kN,

momenty: $M_{xr} = 0,00$ kNm, $M_{yr} = -5,46$ kNm.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,14$ m, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00$ m.



Przebicie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{A_c} q \cdot dA = -9$ kN.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,40+0,34) \cdot 0,34 \cdot 1000 = 256$ kN.

$V_{Sd} = 0$ kN < $V_{Rd} = 256$ kN.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
	k		M [kNm]	M_r [kNm]
1	x	1	3	-
	y	1	2	-

* 2	x	1	-5	-
	y	1	-2	-
3	x	1	2	-
	y	1	1	-
4	x	1	-3	-
	y	1	-1	-
5	x	1	-2	-
	y	1	-1	-
6	x	1	1	-
	y	1	0	-
7	x	1	-1	-
	y	1	0	-
8	x	1	-4	-
	y	1	-2	-
9	x	1	-2	-
	y	1	-1	-
10	x	1	1	-
	y	1	1	-
11	x	1	3	-
	y	1	1	-
12	x	1	-3	-
	y	1	-2	-

8.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

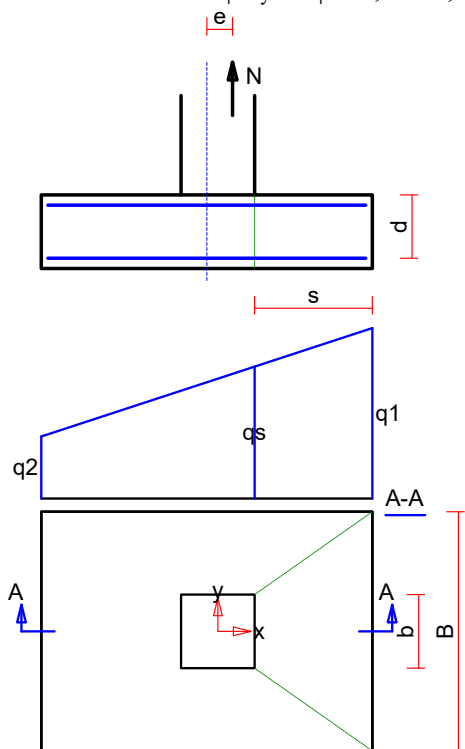
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = -39 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = -5,46 \text{ kNm}$.

Mimośrodki siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,14 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_l + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,40+3 \cdot 1,30) \cdot -24 + (0,40+1,30) \cdot -19] \cdot 0,41 / 12 = -5 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,3 \text{ cm}^2$.

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

8.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

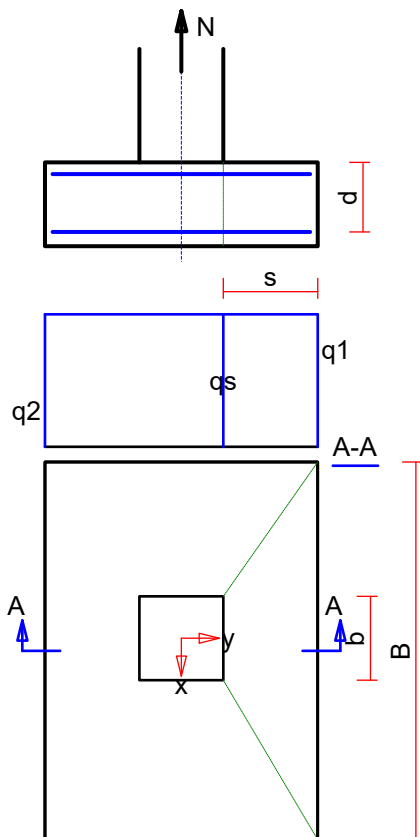
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = -39 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = -5,46 \text{ kNm}$.

Mimośrodność siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,14 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}.$$



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_l + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,40+3 \cdot 1,80) \cdot -17 + (0,40+1,80) \cdot -17] \cdot 0,20 / 12 = -2 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,2 \text{ cm}^2$.

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

Projektant:
Branża:
Konstrukcyjna

mgr inż. Albert Melon
uprawnienia nr: MAZ/0386/PBKb/17
specjalność: konstrukcyjno - budowlana

OŚWIADCZENIE O SPORZĄDZENIU PROJEKTU

Oświadczam, że projekt techniczny branży konstrukcyjnej dla budynku technicznego NR1, zlokalizowanego na działce o identyfikatorze: 140608_4.0001.706/3, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami, w tym techniczno-budowlanymi, przeciwpożarowymi, BHP, sanitarnymi i Polskimi Normami oraz zasadami wiedzy technicznej. Projekt techniczny branży konstrukcyjnej został wykonany i sprawdzony na podstawie posiadanych uprawnień.

Projektant:
Branża:
Konstrukcyjna

mgr inż. Albert Melon
uprawnienia nr: MAZ/0386/PBKb/17
specjalność: konstrukcyjno - budowlana

Jankowice, 09.2025r.