

TEMAT: **BUDYNEK USŁUGOWO – MAGAZYNOWO –
MIESZKALNY K-79**

BRANŻA: **KONSTRUKCJA**

STADIUM: **PROJEKT BUDOWLANY**

PROJEKTANT: **MGR INŻ. MACIEJ BURKAT
NR EWID. MAP/0087/POOK/14
SPEC. KONSTRUKCYJNO - BUDOWLANA**

SPRAWDZAJĄCY: **MGR INŻ. JAN GIELAS
UPR. NR 347/80
SPEC. KONSTRUKCYJNO-INŻYNIERYJNA**

DATA: **GRUDZIEŃ 2014 R.**

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

1. Opis techniczny

- 1.1 Wymogi formalno – prawne adaptacji projektu
- 1.2 Podstawa opracowania
- 1.3 Zakres opracowania
- 1.4 Warunki geotechniczne
- 1.5 Ogólna koncepcja konstrukcji obiektu
- 1.6 Szczegółowy opis konstrukcji
- 1.7 Obciążenia
- 1.8 Materiały konstrukcyjne
- 1.9 Wytyczne wykonania

2. Statyka i wymiarowanie

- 2.1 Zestawienie obciążeń
- 2.2 Obliczenia statyczne i wymiarowanie elementów konstrukcji części usługowo - mieszkalnej:
 - 2.2.1 Belka żelbetowa Bz-1.1
 - 2.2.2 Nadproże żelbetowe N-1.1
 - 2.2.3 Słup żelbetowy Sz-1
 - 2.2.4 Stopa fundamentowa F-1
 - 2.2.5 Płyta żelbetowa nad parterem
 - 2.2.6 Płyta żelbetowa nad piętrem
- 2.3 Obliczenia statyczne i wymiarowanie elementów konstrukcji części magazynowej:
 - 2.3.1 Model obliczeniowy
 - 2.3.2 Płatwie
 - 2.3.3 Rygle ścienne
 - 2.3.4 Rama główna
 - 2.3.5 Rama szczytowa
 - 2.3.6 Stężenie poprzeczne
 - 2.3.7 Stopy fundamentowe

3. Część rysunkowa

- K-1 RZUT FUNDAMENTÓW
- K-2 SCHEMAT KONSTRUKCJI STROPU NAD PARTEREM
- K-3 SCHEMAT KONSTRUKCJI STROPU NAD PIĘTREM
- K-4 SCHEMAT MONTAŻOWY KONSTRUKCJI DACHU HALI STALOWEJ
- K-5 SCHEMAT MONTAŻOWY KONSTRUKCJI STALOWEJ - PRZEKROJE

1 OPIS TECHNICZNY

1.1 WYMOGI FORMALNO – PRAWNE ADAPTACJI PROJEKTU

Projektant, który adaptuje projekt powtarzalny w zakresie konstrukcji jest uważany za projektanta konstrukcji obiektu zgodnie z art. 20 ustawy Prawo budowlane i przejmuje wszystkie wynikające z ustawy obowiązki łącznie z odpowiedzialnością za projekt.

Do podstawowych obowiązków projektanta dokonującego adaptacji projektu konstrukcji należą:

- wykonanie adaptacji zgodnie z przepisami, obowiązującymi normami i zasadami wiedzy technicznej
- dostosowanie fundamentów od miejscowych warunków klimatycznych obciążenia śniegiem i wiatrem
- podpisanie projektu konstrukcji, jako autora adaptacji
- dołączenia kopii uprawnień budowlanych, świadectwa przynależności do okręgowej izby inżynierów budowlanych i oświadczenia o zgodności projektu z przepisami i zasadami wiedzy technicznej na dzień dokonania.

Zakres projektu – projekt budowlany. Detale i szczegóły wykonawcze należy uwzględnić w projekcie wykonawczym lub przy adaptacji budynku.

1.2 PODSTAWA OPRACOWANIA

- Projekt branży architektonicznej
- Polskie Normy Budowlane
- Literatura techniczna

Zestaw norm budowlanych:

PN-82/B-02000	Obciążenia budowli. Zasady ustalania obciążeń.
PN-82/B-02001	Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
PN-82/B-02003	Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.
PN-88/B-02014	Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.
PN-80/B-02010/Az1	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
PN-77/B-02011/Az1	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
PN-90/B-03200	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-03264	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-81/B-03020	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

1.3 ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie niniejsze obejmuje projekt konstrukcyjno – budowlany budynku usługowo – magazynowo - mieszkalnego. Opracowanie zawiera obliczenia statyczno wytrzymałościowe konstrukcji nośnej obiektu oraz jego posadowienia. Część rysunkowa opracowania przedstawia schematy montażowe konstrukcji obiektu.

1.4 WARUNKI GEOTECHNICZNE

Do obliczeń posadowienia przyjęto dopuszczalne naprężenia w gruncie bezpośrednio pod fundamentami 0,15 MPa. Obiekt zaliczono do II kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych. W trakcie robót ziemnych należy sprawdzić czy założone warunki gruntowe i założone parametry geotechniczne odpowiadają rzeczywistości występującym.

Fundamenty należy każdorazowo adaptować, przez osoby do tego uprawnione, do lokalnych warunków gruntowo – wodnych na podstawie badań geologicznych gruntu wykonanych w obrębie posadowienia budynku.

1.5 OGÓLNA KONCEPCJA KONSTRUKCJI OBIEKTU

Projektowany obiekt stanowi wolnostojący budynek usługowo – magazynowo – mieszkalny.

Część usługowo – mieszkalna zaprojektowana została jako niepodpiwniczona z dwoma kondygnacjami nadziemnymi o konstrukcji mieszanej – żelbetowej i murowej. Dach części usługowo – mieszkalnej zaprojektowano jako stropodach płaski. Stropy żelbetowe opierane na belkach żelbetowych oraz na ścianach nośnych za pośrednictwem wieńcy żelbetowych. Ściany posadowione na ławach fundamentowych. Belki żelbetowe opierane na słupach żelbetowych. Słupy zamocowane sztywno w stopach fundamentowych.

Część magazynowa o konstrukcji nośnej stalowej w postaci ram jednonawowych. Ramy mocowane przegubowo do słupków żelbetowych na stopach fundamentowych. Ramy stalowe o rozpiętości 12000 mm. Ramy rozmieszczone równomiernie co 5000 mm. Pokrycie dachowe z płyt warstwowych mocowane do płatwi dachowych. Pokrycie ściennie zaprojektowane również z płyt warstwowych, płyty mocowane w układzie pionowych do rygli ściennych. Magazyn stalowy stężony stężeniem połaciowym oraz stężeniami międzysłupowymi.

1.6 SZCZEGÓŁOWY OPIS KONSTRUKCJI

CZĘŚĆ USŁUGOWOW – MIESZKALNA

1.6.1 Stopy fundamentowe

Zaprojektowano stopy fundamentowe poz. F-1 do F-3 o wysokości 40 cm posadowione na warstwie chudego betonu (C12/15) gr. min. 10 cm. Wymiary w stup w rzucie:

- poz. F-1: 160x160 cm
- poz. F-2: 180x180 cm
- poz. F-3: 200x200 cm

Stopy z betonu C20/25 zbrojone stalą A-IIIN oraz A-0. W stopach zaprojektowano łączniki prętowe w celu połączenia ze zbrojeniem słupa. Ilość łączników taka sama jak w słupie żelbetowym kotwionym w stopie. Wymiary stóp w rzucie zróżnicowane i dostosowane do miejsca występowania w konstrukcji.

Szczegóły zbrojenia w projekcie wykonawczym konstrukcji.

1.6.2 Ławy fundamentowe (poz. Ł-1 oraz poz. Ł-2)

Zaprojektowano ławy fundamentowe żelbetowe poz. Ł-1 80x40 cm oraz poz. Ł-2 100x40 cm. Ławy zbrojone stalą A-IIIN oraz A-0, beton C20/25. Ściany fundamentowe zaprojektowane jako żelbetowe z betonu C20/25. Ławy posadowione na warstwie chudego betonu (C12/15) gr. min. 10 cm.

Szczegóły zbrojenia w projekcie wykonawczym konstrukcji.

1.6.3 Płyta fundamentowa Pf-1

W pomieszczeniu kotłowni zaprojektowano płytę fundamentową pod kocioł. Płyta z betonu C20/25 zbrojona stalą A-IIIN. Wymiary płyty fundamentowej oraz sposób zbrojenia zgodnie z wytycznymi dostawcy kotła.

1.6.4 Słup żelbetowy (poz. Sz-1)

Słupy żelbetowe poz. Sz-1 o przekroju 30x30 cm zbrojone stalą A-IIIN, beton C20/25. Słupy kotwione w stopach fundamentowych.

Zbrojenie słupa w projekcie wykonawczym konstrukcji.

1.6.5 Belki żelbetowe (poz. Bz-1.1, poz. Bz-1.2 oraz poz. Bz-1.3)

Belki zaprojektowano jako jednoprzęsłowe oraz dwuprzęsłowe zbrojone stalą A-IIIN, beton C20/25. Belki o szerokości 30 cm i wysokości dostosowanej do miejsca występowania w budynku. Przekroje poprzeczne belek:

- poz. Bz-1.1: 30x55 cm
- poz. Bz-1.2: 30x60/80 cm – przekrój zmienny na długości, część wspornikowa o wys. 80 cm
- poz. Bz-1.3: 30x80 cm

Zbrojenie belek w projekcie wykonawczym konstrukcji.

1.6.6 Płyta żelbetowa nad parterem oraz nad piętrem (poz. Pz-1 oraz Pz-2)

Strop nad parterem i nad piętrem zaprojektowany jako płyta żelbetowa grubości 20 cm. Płyta z betonu C20/25 zbrojona krzyżowo stalą A-IIIN. Płyta oparta na belkach żelbetowych oraz na ścianach nośnych. Oparcie płyty na ścianach nośnych za pośrednictwem wieńca żelbetowego o przekroju 30x30 cm. Płyta tworzy płytę wieloprzęsłową, w fragmentach natomiast płyta zaprojektowana jako wspornik.

Szczegóły zbrojenia płyt przedstawiono w części rysunkowej opracowania.

1.6.7 Schody żelbetowe

Schody żelbetowe zaprojektowano jako płytowe, wykonywane na placu budowy. Grubość płyty biegu 18 cm. Zbrojenie główne dolne #12 co 10, zbrojenie górne #12 co 10. Zbrojenie górne umieścić przy połączeniu płyty schodów z ścianą oraz płytą stropową. Zbrojenie główne ze stali A-IIIN, rozdzielcze #8 co 20 ze stali A-IIIN, beton C20/25.

1.6.8 Wieniec żelbetowy (poz. W-1)

Na ścianach nośnych zewnętrznych oraz wewnętrznych w poziomie płyt żelbetowych zaprojektowano wieniec żelbetowy poz. W-1 o przekroju 30x30 cm. Zbrojenie główne ze stali A-IIIN, strzemiona ze stali A-0, beton C20/25.

Zbrojenie wieńca przedstawiono w projekcie wykonawczym konstrukcji.

1.6.9 Nadproża żelbetowe

Nadproża żelbetowe zaprojektowano jako belki wolnopodparte opierane na ścianie nośnej. Minimalna długość oparcia nadproży na ścianie nośnej wynosi 30 cm. Zbrojenie podłużne nadproża powiązać ze zbrojeniem wieńca. Nadproża o szerokości 30 cm i wysokości dostosowanej do miejsca występowania w obiekcie.

Przekroje poprzeczne nadproży:

- poz. N-1.1: 30x91 cm
- poz. N-1.2: 30x35 cm
- poz. N-1.3: 30x30 cm
- poz. N-2.1, N-2.2, N-2.3: 30x60 cm

Pozostałe nadproża drzwiowe i okienne nieprzedstawione w części rysunkowej:

- rozpiętość do 1,2 m: nadproże murowane, w spoinie poziomej 3#12, oparcie zbrojenia na murze min. 15 cm.

Szczegóły zbrojenia nadproży przedstawiono w projekcie wykonawczym konstrukcji.

CZEŚĆ MAGAZYNOWA

1.6.10 Pokrycie

Pokrycie zaprojektowane z płyt warstwowych z rdzeniem poliuretanowym gr. 10 cm. Mocowanie płyt do płatwi za pomocą łączników samowiercących z hartowanej stali ocynkowanej. W kalenicy magazynu zaprojektowano pasmo świetlne o szerokości 250 cm.

1.6.11 Płatwie dachowe

Płatwie z profili zimnogiętych Z200x68/60x1.5 ze stali S350. Płatwie zaprojektowano jako belki wieloprzęsłowe uciągane nad ryglami ramy. Uciąglenie płatwi uzyskane jest poprzez odpowiednią długość zakładu dwóch stykających się płatwi. Mocowanie płatwi do rygla za pomocą śrub. Płatwie stężone w każdym polu jednokrotnie tężnikiem międzypłatwiowym z profilu zamkniętego RP 50x25x2,5 ze stali S235JR.

1.6.12 Rygle ścienne

Rygle z profili zimnogiętych C150x60x2 ze stali S350. Rygle ścienne zaprojektowano jako belki jednoprzęsłowe, wolnopodparte. Mocowanie rygli do słupów za pomocą śrub. Rygle stężone w każdym polu dwukrotnie tężnikiem z profilu C100x48x1.5 ze stali S350.

1.6.13 Stężenie

W polach pomiędzy ryglami ramy pomiędzy osiami 2-3 zaprojektowano stężenia w postaci prętów okrągłych Ø12 dla stężenia połaciowego poprzecznego i Ø16 dla stężenia międzysłupowego ze stali S235JR z nakrętkami napinającymi. Naciąg prętów okrągłych stężenia wymaga okresowej kontroli technicznej (co najmniej dwa razy w roku – przed i po okresie zimowym).

1.6.14 Rama główna

Rama główne zaprojektowano jako stalowe jednonawowe. Wszystkie elementy ramy zaprojektowano ze stali S235JR. Słupy i rygle zaprojektowano z profili gorącowalcowanych IPE270. Rygle ramy połączone sztywno ze słupami za pomocą połączenia śrubowego doczołowego kat. F. Rygle połączone sztywno w kalenicy za pomocą połączenia śrubowego doczołowego kat. F. Słupy ram mocowane przegubowo do słupków stóp fundamentowych za pomocą kotew fajkowych. Rygiel ramy stężony stężeniem połaciowym poprzecznym. Rama stężona w kierunku prostym do swej płaszczyzny stężeniem międzysłupowym. Rama główna mocowana do fundamentów za pośrednictwem podlewki mineralnej (minimalna grubość podlewki wynosi 30 mm)

1.6.15 Rama szczytowa

Wszystkie elementy ramy szczytowej zaprojektowano ze stali S235JR. Słupy wewnętrzne z profili HEA140, słupy skraje i rygiel z profili IPE160. Rygle ramy połączone sztywno ze słupami skrajnymi za pomocą połączenia śrubowego doczołowego kat. F. Rygle połączone sztywno w kalenicy za pomocą połączenia śrubowego doczołowego kat. F. Słupy skrajne ramy szczytowej mocowane przegubowo do słupków stóp fundamentowych za pomocą kotew fajkowych. Słupy wewnętrzne ramy szczytowej połączone przegubowo z rygłem i stopą fundamentową.

1.6.16 Rygle i słupki bram segmentowych

Zaprojektowano konstrukcję nośną pod bramy z profili zamkniętych ze stali S235JR. Rygiel i słupki bram z profilu RP150x100x4. Rygiel mocowany do słupów magazynu. Słupy bramowe mocowane przegubowo do belki podwalinowej dołem za pomocą kotew wklejanych, oraz górą do rygla bramowego za pomocą połączenia śrubowego.

Wytyczne do montażu bram (podwieszenia, dodatkowe podkonstrukcje, mocowania, itp.) według dostawcy bram.

1.6.17 Fundamenty

Zaprojektowano stopy fundamentowe poz. F-4 i F-5. Stopy o wysokości 40 cm posadowione na warstwie chudego betonu gr. min. 10 cm. Wymiary stóp w rzucie:

- poz. F-4: 180x210 cm

- poz. F-5: 150x150 cm

W stopach fundamentowych zakotwione słupy żelbetowe: w ścianach podłużnych o przekroju 25x40 cm, natomiast w ścianie szczytowej słupy o przekroju 25x25 cm. Do słupów mocowane przegubowo słupy stalowe konstrukcji magazynu.

Szczegóły zbrojenia w projekcie wykonawczym konstrukcji.

1.7 OBCIĄŻENIA

Na konstrukcję obiektu działają obciążenia stałe od ciężaru własnego konstrukcji, obciążenia klimatyczne oraz obciążenia użytkowe.

Obiekt położony jest w następujących strefach:

- 2 strefa obciążenia śniegiem
- II strefa obciążenia wiatrem

Granica przemarzania gruntu wynosi 0,8 m

Obciążenia klimatyczne należy każdorazowo zaprojektować dla rzeczywistej lokalizacji.

1.8 MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE

- Beton C12/15 (B15) – chudy beton
- Beton C20/25 (B25) – elementy żelbetowe piwnic
- Beton C25/30 (B30) – elementy żelbetowe parteru i poddasza
- Stal zbrojeniowa A-IIIN (RB 500 W), A-0 (St0S)
- Stal konstrukcyjna: S235 JR
- Płatwie typu Z: S350
- Śruby klasy 4.8; 10.9;
- Wytrzymałości obliczeniowe betonu, stali:
 - beton C12/15 (B15) $f_{cd} = 8,0$ MPa
 - beton C20/25 (B25) $f_{cd} = 13,3$ MPa
 - stal zbrojeniowa A-0 $f_d = 190$ MPa
 - stal zbrojeniowa A-IIIN $f_d = 420$ MPa
 - stal konstrukcyjna S235 $f_d = 215$ MPa
 - stal konstrukcyjna S350 GD $R_e = 350$ MPa (elementy zinnogięte)

1.9 WYTTCZNE WYKONANIA

- Przed wykonaniem fundamentów należy nanieść osie konstrukcyjne.
- Prace budowlane należy prowadzić zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, z uwzględnieniem wytycznych producentów materiałów i urządzeń;
- Wszystkie materiały budowlane muszą posiadać aktualne atesty i świadectwa ITB do stosowania w budownictwie;
- Roboty zanikające (w szczególności zbrojenie elementów żelbetowych i wykonanie fundamentów) muszą być odebrane przez osobę uprawnioną;
- Roboty ziemne wykonywać w taki sposób, aby nie naruszyć struktury gruntu rodzimego;
- Roboty ziemne i fundamentowe muszą być odebrane przez osobę uprawnioną;
- Demontaż deskowania elementów żelbetowych wykonywać po osiągnięciu przez beton pełnej wytrzymałości, tj. po min. 28 dniach;
- Kotwy fundamentowe montować tylko za pomocą szablonu, zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe ich umiejscowienie w stosunku do osi konstrukcyjnych.
- Dopuszczalne odchyłki poziomu wierzchu stóp fundamentowych ± 1 cm
- Dopuszczalna odchyłka rozmieszczania kotew fundamentowych w poziomie ± 3 mm.
- Konstrukcję stalową wykonać, montować i odebrać zgodnie z PN-B-06200:2002 „Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania podstawowe”.
- Elementy konstrukcji wykonać w warunkach warsztatowych. Spawanie może być wykonywane tylko przez uprawnionego spawacza.
- Montaż konstrukcji wyłącznie przez przedsiębiorstwa montażowe dysponujące odpowiednim sprzętem i wykwalifikowanymi brygadami montażowymi.
- Przed rozpoczęciem montażu konstrukcji należy: sprawdzić poziom wierzchu stóp fundamentowych; sprawdzić ilość dostarczonych elementów oraz łączników; sprawdzić prostoliniowość elementów konstrukcji.
- Po wyregulowaniu całej konstrukcji można przystąpić do montażu obudowy.
- **Wszelkie odstępstwa od projektu wymagają zgody projektanta;**

Opracował:
mgr inż. Maciej Burkat
nr ewid. MAP/0087/POOK/14
spec. konstrukcyjno - budowlana

2. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

2.1 ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

2.1.1 DANE WYJŚCIOWE

Budynek handlowo-usługowy

Lokalizacja: Cerkwica gmina Karnice

Strefa obciążenia śniegiem: 2

Strefa obciążenia wiatrem: II

Teren: A

Wysokość nad poziomem morza: 17,5 m n.p.m.

Kąt nachylenia połaci dachu: 10 °

Wysokość budynku:

- hala stalowa 6,81 m

- część murowana 7,82 m

2.1.2 OBIĄŻENIA STAŁE

generowanie go w programie do obliczeń statycznych

Pokrycie dachu hali stalowej

Rodzaj obciążenia	Obc. Char.	Wsp. Obc.	Obc. Obl.
Płyty wartwowe	0,1 kN/m ²	1,2	0,12 kN/m ²

Pokrycie ścian hali stalowej

Płyty wartwowe	0,1 kN/m ²	1,2	0,12 kN/m ²
----------------	-----------------------	-----	------------------------

Bramy segmentowe

Ciężar własny bramy	0,6 kN/m ²	1,2	0,72 kN/m ²
---------------------	-----------------------	-----	------------------------

Strop w części dwukondygnacyjnej

Warstwa wykończeniowa	0,45 kN/m ²	1,3	0,59 kN/m ²
Wylewka cementowa gr. 50 mm; zbrojona	1,20 kN/m ²	1,3	1,56 kN/m ²
Styropian twardy gr. 50 mm	0,02 kN/m ²	1,3	0,03 kN/m ²
Paroizolacja	-	-	- kN/m ²
Płyta żelbetowa gr. 180 mm	4,50 kN/m ²	1,1	4,95 kN/m ²
Tynk gr. 15 mm lub płyty G-K	0,29 kN/m ²	1,3	0,37 kN/m ²
Razem	6,4575 kN/m ²		7,4948 kN/m ²

Stropodach bez dostępu

Hydroizolacja	- kN/m ²	-	- kN/m ²
Styropian twardy gr. 250 mm	0,113 kN/m ²	1,3	0,15 kN/m ²
Paroizolacja	- kN/m ²	-	- kN/m ²
Podłoże betonowe ze spadkiem gr. 0 - 100 mm	2,400 kN/m ²	1,3	3,12 kN/m ²
Płyta żelbetowa gr. 200 mm	5,000 kN/m ²	1,1	5,50 kN/m ²
Tynk gr. 15 mm lub płyty G-K	0,285 kN/m ²	1,3	0,37 kN/m ²
Razem	7,7975 kN/m ²		9,14 kN/m ²

Stropodach z dostępem

Warstwa wykończeniowa	0,45 kN/m ²	1,3	0,59 kN/m ²
Warstwa zbrojonego betonua gr. 50 mm;	1,25 kN/m ²	1,3	1,63 kN/m ²

Hydroizolacja	-	-	-
Styropian twardy gr. 250 mm	0,11 kN/m ²	1,3	0,15 kN/m ²
Paroizolacja	-	-	-
Podłoże betonowe ze spadkiem gr. 0 - 100 mm	2,40 kN/m ²	1,3	3,12 kN/m ²
Płyta żelbetowa gr. 200 mm	5,00 kN/m ²	1,1	5,50 kN/m ²
Tynk gr. 15 mm lub płyty G-K	0,29 kN/m ²	1,3	0,37 kN/m ²
Razem	9,50 kN/m ²		11,35 kN/m ²

Ściana zewnętrzna

Tynk cienkowarstwowy na siatce gr. 10 mm	0,285 kN/m ²	1,3	0,37 kN/m ²
Pustak z betonu komórkowego gr. 300 mm	2,250 kN/m ²	1,1	2,48 kN/m ²
Styropian gr. 150 mm	0,068 kN/m ²	1,2	0,08 kN/m ²
Tynk cem-wap gr. 15 mm	0,285 kN/m ²	1,3	0,37 kN/m ²
Razem	2,89 kN/m ²		3,30 kN/m ²

Ściany działowe

Tynk cem-wap gr. 15 mm	0,285 kN/m ²	1,3	0,37 kN/m ²
Pustak z betonu komórkowego gr. 120 mm	0,900 kN/m ²	1,3	1,17 kN/m ²
Tynk cem-wap gr. 15 mm	0,285 kN/m ²	1,3	0,37 kN/m ²
Razem	1,47 kN/m ²		1,911 kN/m ²

Światlik dachowy

Ciężar własny pasma świetlnego	0,12 kN/m ²	1,2	0,144 kN/m ²
Ciężar cokołu pasma świetlnego	0,1 kN/m	1,2	0,12 kN/m

2.1.3 OBIĄŻENIE TECHNOLOGICZNE

Obciążenie połaci hali stalowej	0,1 kN/m ²	1,4	0,14 kN/m ²
Obciążenie pomieszczeń mieszkalnych	1,5 kN/m ²	1,4	2,10 kN/m ²
Obciążenie stropodachu z dostępem (taras)	2 kN/m ²	1,4	2,80 kN/m ²
Obciążenie stropodachu bez dostępu	0,5 kN/m ²	1,4	0,70 kN/m ²
Obciążenie zastępcze od ścian działowych	1,39 kN/m ²	1,4	1,95 kN/m ²

2.1.4 OBIĄŻENIE ŚNIEGIEM

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu	$Q_k =$	0,9 kN/m ²
Współczynnik kształtu dachu	$C_1 =$	0,8
Obciążenie charakterystyczne na rzut powierzchni dachu	$S_k =$	0,72 kN/m ²
Współczynnik obciążenia	$\gamma_f =$	1,5
Obciążenie obliczeniowe na rzut powierzchni dachu	$S_d =$	1,08 kN/m ²

2.1.5 OBIĄŻENIE WIATREM

Charakterystyczne ciśnienie wiatru	$q_k =$	0,42 kN/m ²
Współczynnik działania porywów wiatru	$\beta =$	1,8

Współczynnik obciążenia $\gamma_f = 1,5$

Obciążenie na dach hali stalowej

Współczynnik ekspozycji $C_e = 0,8405$

Współczynnik areodynamiczny

- połacie nawietrzna $C_n = -0,9$

- połacie zawietrzna $C_z = -0,4$

Obciążenie charakterystyczne połaci dachu

- połacie nawietrzna $p_{kn} = -0,572 \text{ kN/m}^2$

- połacie zawietrzna $p_{kz} = -0,254 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie na ściany hali stalowej (wiatr od strony ściany podłużnej)

Współczynnik ekspozycji $C_e = 0,8405$

Współczynnik areodynamiczny

- ściana podłużna nawietrzna $C = 1,4$

- ściana podłużna zawietrzna $C = -0,4$

- ściana szczytowa $C = -0,7$

Obciążenie charakterystyczne połaci dachu

- ściana podłużna nawietrzna $p_k = 0,8896 \text{ kN/m}^2$

- ściana podłużna zawietrzna $p_k = -0,254 \text{ kN/m}^2$

- ściana szczytowa $p_k = -0,445 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie na ściany hali stalowej (wiatr od strony ściany szczytowej)

Współczynnik ekspozycji $C_e = 0,8405$

Współczynnik areodynamiczny

- ściana podłużna $C = -0,5$

- ściana szczytowa $C = 0,7$

Obciążenie charakterystyczne połaci dachu

- ściana podłużna $p_k = -0,318 \text{ kN/m}^2$

- ściana szczytowa $p_k = 0,4448 \text{ kN/m}^2$

2.1.6 OBIĄŻENIE NA STĘŻENIE POŁACIOWE POPRZECZNE HALI

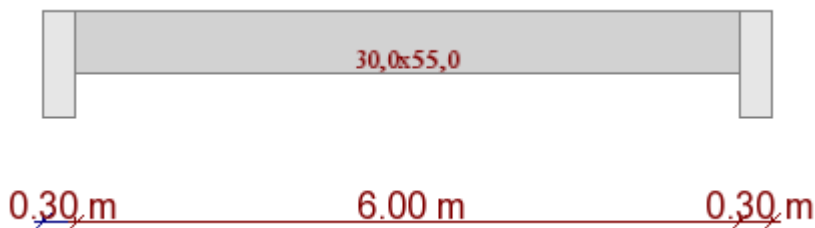
Siła boczna działająca na stężenie w kalenicy $F_m = 5,97 \text{ kN}$

Siła boczna działająca na stężenie w środku długości ryglu $F_m = 5,93 \text{ kN}$

Siła spowodowana wstępnym przechyłem słupa $H_0 = 0,59 \text{ kN}$

2.2. OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCJI CZĘŚCI USŁUGOWO – MIESZKALNEJ

2.2.1 Belka żelbetowa Bz-1.1



1 Założenia:

- Wilgotność względna środowiska : 45 %
- Klasa środowiska : XC1
- Wiek betonu w chwili obciążenia : 28 (dni)
- Wiek betonu : 5 (lat)
- Dopuszczalne rozwarście rys : 0,30 (mm)
- Współczynnik pęcznienia betonu : $\varphi_p = 2,33$

2 Belka żelbetowa Bz-1.1 30x55 cm

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B25 $f_{cd} = 13,33$ (MPa) ciężar obj. = 2501,36 (kG/m³)
- Zbrojenie podłużne : A-IIIIN typ A-IIIIN (RB500W) $f_{yk} = 500,00$ (MPa)
- Zbrojenie poprzeczne : A-IIIIN typ A-IIIIN (RB500W) $f_{yk} = 500,00$ (MPa)

2.2 Geometria:

2.2.1	Przęsło	Pozycja	PI (m)	L (m)	Pp (m)
	P1	Przęsło	0,30	6,00	0,30
Rozpiętość obliczeniowa: $L_0 = 6,30$ (m)					
Przekrój od 0,00 do 6,00 (m)					
30,0 x 55,0 (cm)					

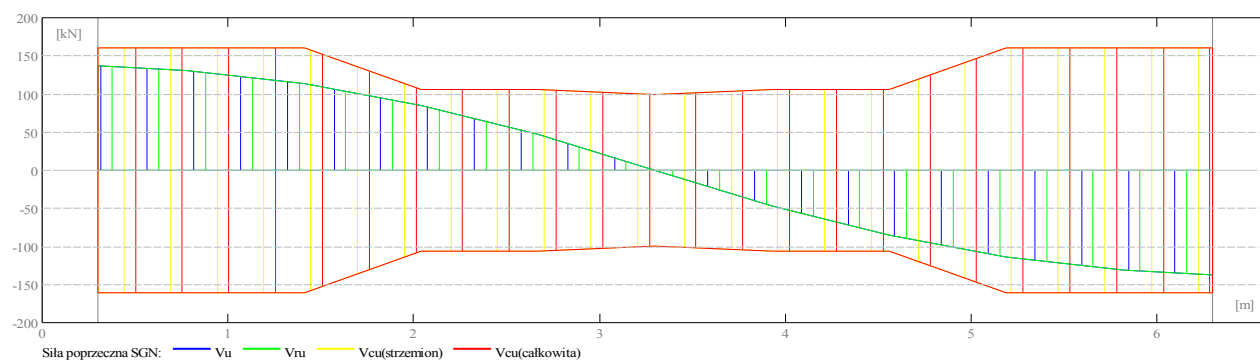
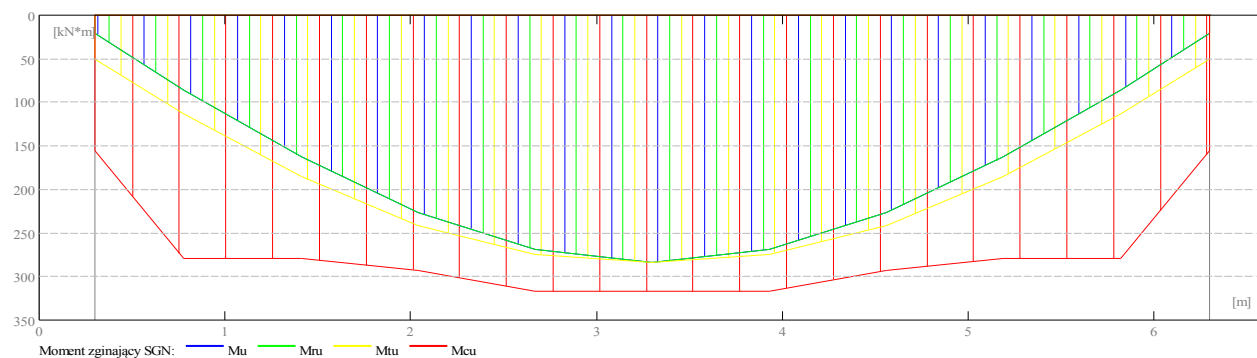
2.3 Opcje obliczeniowe:

- Regulamin kombinacji : PN82
- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Belka prefabrykowana : nie
- Otulina zbrojenia : $c = 2,5$ (cm)

2.4 Wyniki obliczeniowe:

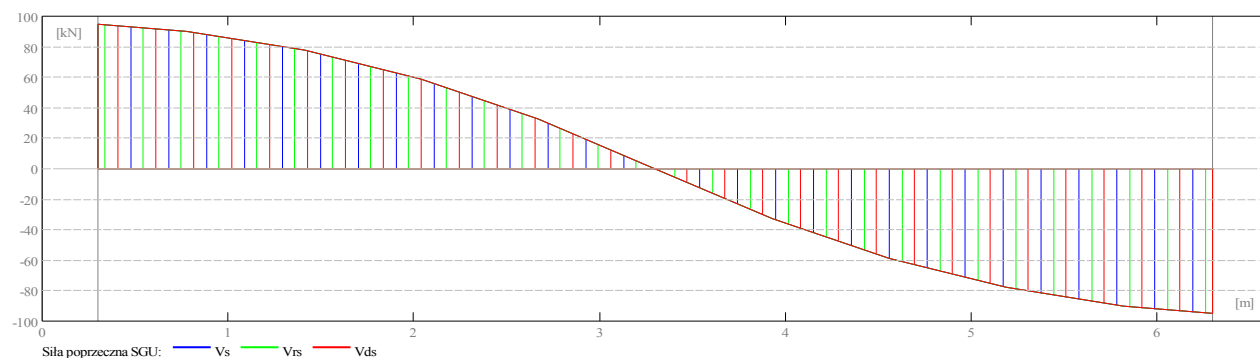
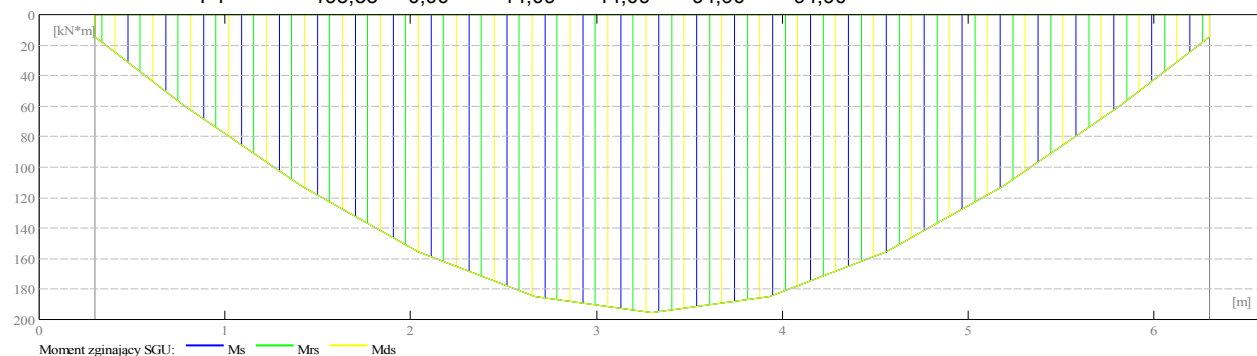
2.4.1 Oddziaływania w SGN

Przęsło	M _{tmaks} (kN*m)	M _{tmin} (kN*m)	M _I (kN*m)	M _p (kN*m)	Q _I (kN)	Q _p (kN)
P1	283,99	-0,00	50,57	50,57	136,89	-136,89



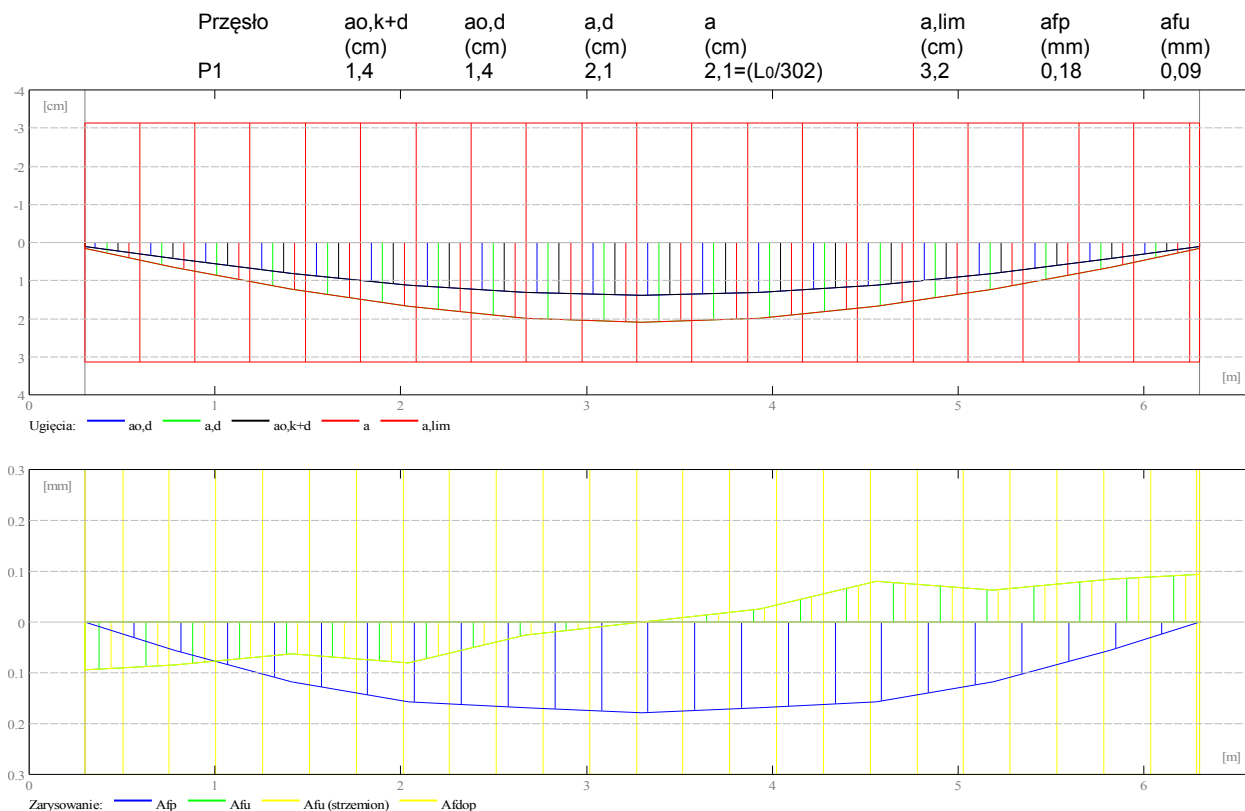
2.4.2 Oddziaływania w SGU

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	195,55	0,00	14,09	14,09	94,90	-94,90



2.4.3 Ugięcie i zarysowanie

- ao,k+d - ugięcie początkowe od obciążenia całkowitego
- ao,d - ugięcie początkowe od obciążenia długotrwałego
- a,d - ugięcie długotrwałe od obciążenia długotrwałego
- a - ugięcie całkowite
- a,lim - ugięcie dopuszczalne
- afp - szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi elementu
- afu - szerokość rozwarcia rysy ukośnej



2.4.4 Szczegółowa analiza wyników

Przęsło: 1

Rzędna: 3,30 (m)

Zbrojenie górne: A(+) = 0,00 (cm²)

Zbrojenie dolne: A(-) = 18,85 (cm²)

ULS - zginanie

Siły wewnętrzne:

Stal rozciągana (uwzględniona w obliczeniach):

Stal ściskana (uwzględniona w obliczeniach):

Obliczenia nośności przekroju MRd

Wytrzymałość obliczeniowa betonu na ściskanie:

Wysokość strefy ściskanej:

Efektywna wysokość strefy ściskanej:

Względna wysokość strefy ściskanej:

Graniczna wysokość strefy ściskanej:

Szerokość strefy ściskanej:

Efektywna powierzchnia strefy ściskanej:

Ramię sił wewnętrznych w przekroju:

Efektywny moment statyczny strefy ściskanej:

Wytrzymałość obliczeniowa stali:

Siła w stali zbrojeniowej rozciąganej:

Siła w stali zbrojeniowej ściskanej:

Sprawdzanie położenia wysokości x eff

$$f_{yd} \cdot A_{s1} = f_{cd} \cdot A_{cc,eff} + f_{yd} \cdot A_{s2} \quad (29)$$

$$420,00 \text{ (MPa)} \cdot 18,85 \text{ (cm}^2\text{)} = 13,33 \text{ (MPa)} \cdot 593,76 \text{ (cm}^2\text{)} + 0,00 \text{ (MPa)} \cdot 0,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$791,68 \text{ (kN)} \approx 791,68 \text{ (kN)}$$

$$M_{Sd} = |M|_{\max} = 283,99 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$A_{s1} = 18,85 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{s2} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$f_{cd} = 13,33 \text{ (MPa)}$$

$$x = 24,7 \text{ (cm)}$$

$$x_{eff} = 0,8 \cdot x = 19,8 \text{ (cm)}$$

$$\xi = 0,40$$

$$\xi_{gr} = 0,50$$

$$B = 30,0 \text{ (cm)}$$

$$A_{cc,eff} = 593,76 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$z = 40,0 \text{ (cm)}$$

$$S_{cc,eff} = A_{cc,eff} \cdot z = 23742,9 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$f_{yd} = 420,00 \text{ (MPa)}$$

$$F_{s1} = f_{yd} \cdot A_{s1} = 791,68 \text{ (kN)}$$

$$F_{s2} = f_{yd} \cdot A_{s2} = 0,00 \text{ (kN)}$$

Nośność przekroju:

przy pełnym uplastycznieniu stali A_{s2}:

$$M_{Rd} = f_{cd} \cdot S_{cc,eff} + f_{yd} \cdot A_{s2} \cdot (d - a_2) \quad (28)$$

przy częściowym uplastycznieniu stali A_{s2}:

$$M_{Rd} = f_{cd} \cdot S_{cc,eff} + \sigma_{s2} \cdot A_{s2} \cdot (d - a_2)$$

$$316,57 \text{ (kN}\cdot\text{m)} = 13,33 \text{ (MPa)} \cdot 23742,9 \text{ (cm}^3\text{)} + 0,00 \text{ (MPa)} \cdot 0,00 \text{ (cm}^2\text{)} \cdot 46,0 \text{ (cm)}$$

$$M_{Sd} \leq M_{Rd} \quad (28)$$

$$283,99 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \leq 316,57 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

ULS - Ścinanie

Siły wewnętrzne: $V_{Sd} = 0,00 \text{ (kN)}$

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na rozciąganie betonu w elemencie nie mającym poprzecznego zbrojenia na ścinanie VRd1:

$$VRd1 = [0,35 \cdot k \cdot f_{ctd} \cdot (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$d = 49,9 \text{ (cm)} \quad b_w = 30,0 \text{ (cm)} \quad VRd1 = 95,19 \text{ (kN)} \quad (67)$$

$$k = 1,6 - d \geq 1,0 \quad f_{ctd} = 1,03 \text{ (MPa)}$$

$$\rho_L = A_{sL} / (b_w \cdot d) \leq 0,01 \quad k = 1,10 \quad (68)$$

$$\rho_L = 1,000 \% \quad (69)$$

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na ściskanie betonu VRd2:

Weryfikacja z uwzględnieniem strzemion (odcinek drugiego rodzaju):

$$VRd2 = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot (\cot \theta / (1 + \cot \theta \cdot \cot \theta)) \quad VRd2 = 495,64 \text{ (kN)} \quad (70)$$

$$f_{cd} = 13,33 \text{ (MPa)} \quad f_{ck} = 20,00 \text{ (MPa)}$$

$$z = 44,9 \text{ (cm)} \quad \cot \theta = 1,00$$

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) \quad v = 0,55 \quad (71)$$

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na rozciąganie poprzecznego zbrojenia na ścinanie VRd3:

$$VRd3 = VRd3,1 = A_{sw1} \cdot f_{ywd1} \cdot z \cdot \cot \theta / s_1 \quad VRd3 = 41,57 \text{ (kN)} \quad (73)$$

$$A_{sw1} = 0,42 \text{ (cm}^2\text{)} \quad f_{ywd1} = 420,00 \text{ (MPa)} \quad z = 44,9 \text{ (cm)}$$

$$\cot \theta = 1,00 \quad s_1 = 19,0 \text{ (cm)}$$

Dodatkowe zbrojenie podłużne z uwagi na ścinanie uwzględnione w przesunięciu wykresów momentów zginających al zgodnie z (208).

Nośność przekroju:

Odcinek drugiego rodzaju (uwzględniono strzemiona):

$$VRd = \min(VRd2, VRd3)$$

$$V_{Sd} \leq VRd \quad (63)$$

$$0,00 \text{ (kN)} \leq 95,19 \text{ (kN)}$$

SLS - Zarysowanie (rysy prostopadłe):

Obliczenia szerokości rozwarcia rysy:

Średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie: $f_{ctm} = 2,21 \text{ (MPa)}$

Wskaźnik wytrzymałości betonu na zginanie: $W_c = 15125,0 \text{ (cm}^3\text{)}$

Moment rysujący: $M_{cr} = f_{ctm} \cdot W_c = 33,43 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad (116)$

Pole przekroju betonowego: $A_c = 1650,00 \text{ (cm}^2\text{)}$

Moment działający: $M_y = 195,55 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

Napężenia w zbrojeniu rozciągającym: $\sigma_s = 234,10 \text{ (MPa)}$

Napężenia rysujące w w zbrojeniu rozciągającym: $\sigma_{sr} = 40,02 \text{ (MPa)}$

Przekrój jest zarysowany

Współczynnik przyczepności prętów: $\beta_1 = 1,00$

Współczynnik czasu działania i powtarzalności obciążenia: $\beta_2 = 0,50$

Moduł sprężystości stali: $E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$

Średnie odkształcenie zbrojenia rozciąganego: $\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = 0,115 \% \quad (114)$

Średnica pręta zbrojeniowego: $\phi = 20,00 \text{ (mm)}$

Współczynnik przyczepności prętów: $k_1 = 0,80$

Współczynnik rozkładu odkształceń w strefie rozciąganej: $k_2 = 0,50$

Efektywne pole przekroju strefy rozciąganej: $A_{ct,eff} = 382,97 \text{ (cm}^2\text{)}$

Efektywny stopień zbrojenia: $\rho_r = 4,922 \%$

Średni, końcowy rozstaw rys: $s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 90,63 \text{ (mm)} \quad (113)$

Stosunek obliczeniowej szerokości rys do szerokości średniej: $\beta = 1,70$

Obliczeniowa szerokość rys: $w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 0,18 \text{ (mm)} \quad (112)$

$$w_k \leq w_{lim} = 0,3 \text{ (mm)}$$

2.5 Zbrojenie:

2.6.1 P1 : Przęsło od 0,30 do 6,30 (m)

Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-IIIN (RB500W))

5	$\phi 20,0$	$l = 6,75$	od	-0,10	do	6,38
1	$\phi 20,0$	$l = 3,16$	od	1,72	do	4,88
- montażowe (górne) (A-IIIN (RB500W))

2	$\phi 20,0$	$l = 6,55$	od	0,03	do	6,58
---	-------------	------------	----	------	----	------

Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-IIIN (RB500W))

strzemiona	41	$\phi 8,0$	$l = 1,60$
$e = 1 \cdot 0,05 + 11 \cdot 0,12 + 8 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,19 + 8 \cdot 0,18 + 11 \cdot 0,12 \text{ (m)}$			

2.2.2 Nadproże żelbetowe N-1.1

1 Założenia:

- Wilgotność względna środowiska : 45 %
- Klasa środowiska : XC1
- Wiek betonu w chwili obciążenia : 28 (dni)
- Wiek betonu : 5 (lat)
- Dopuszczalne rozwarście rys : 0,30 (mm)
- Współczynnik pęcznienia betonu : $\phi_p = 2,32$

2 Nadproże żelbetowe N-1.1 30x91 cm

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B25 $f_{cd} = 13,33$ (MPa) ciężar obj. = 2501,36 (kG/m³)
- Zbrojenie podłużne : A-IIIIN typ A-IIIIN (RB500W) $f_{yk} = 500,00$ (MPa)
- Zbrojenie poprzeczne : A-IIIIN typ A-IIIIN (RB500W) $f_{yk} = 500,00$ (MPa)

2.2 Geometria:

2.2.1	Przęsło	Pozycja	PI (m)	L (m)	Pp (m)
	P1	Przęsło	0,30	5,00	0,30
	Rozpiętość obliczeniowa: $L_0 = 5,30$ (m)				
	Przekrój od 0,00 do 5,00 (m)				
	30,0 x 91,0 (cm)				

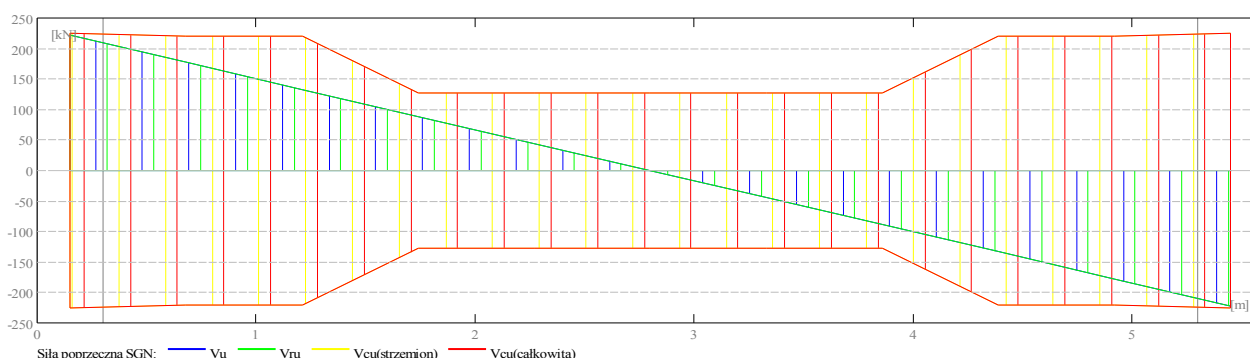
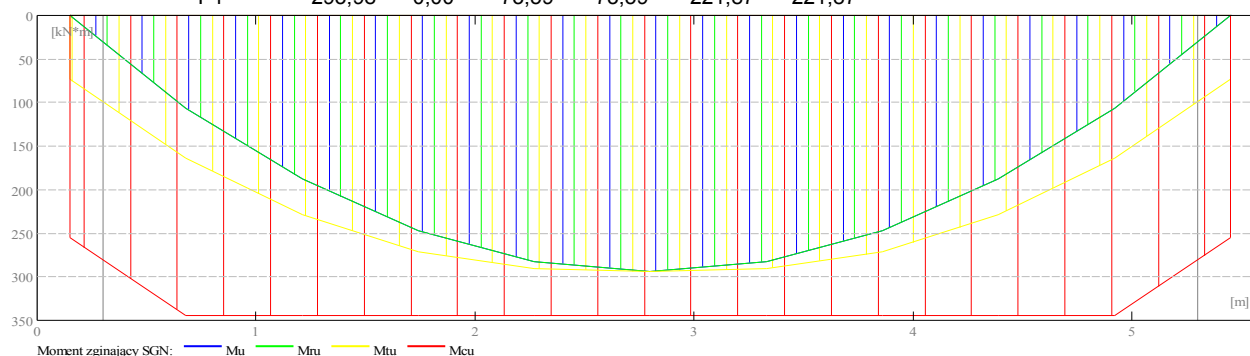
2.3 Opcje obliczeniowe:

- Regulamin kombinacji : PN82
- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Belka prefabrykowana : nie
- Otulina zbrojenia : $c = 2,5$ (cm)

2.4 Wyniki obliczeniowe:

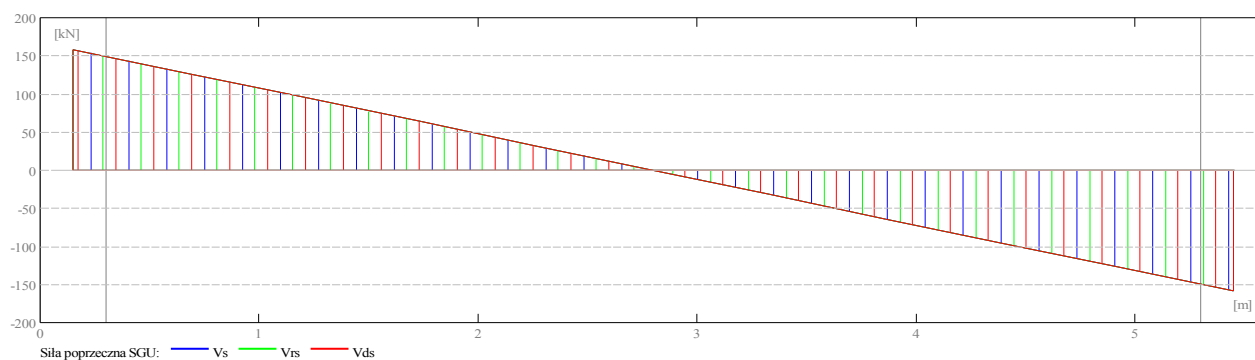
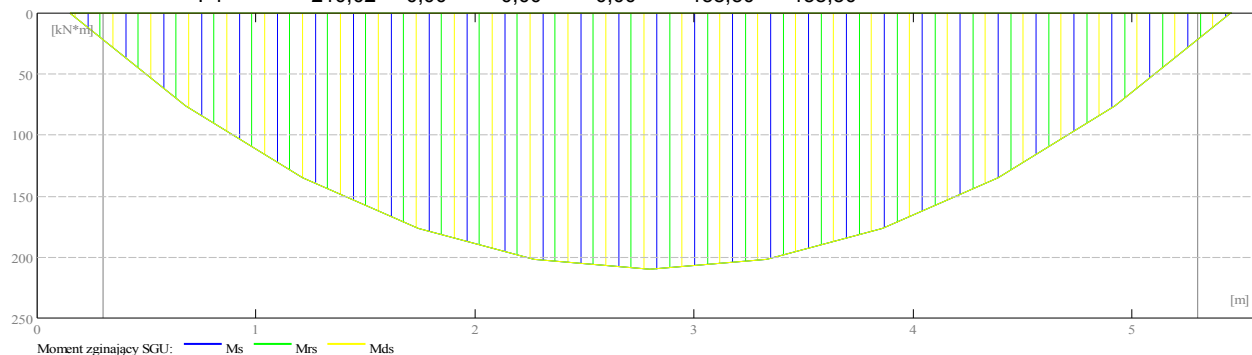
2.4.1 Oddziaływania w SGN

Przęsło	M _{tmaks} (kN*m)	M _{tmin} (kN*m)	M _I (kN*m)	M _p (kN*m)	Q _I (kN)	Q _p (kN)
P1	293,98	-0,00	73,59	73,59	221,87	-221,87



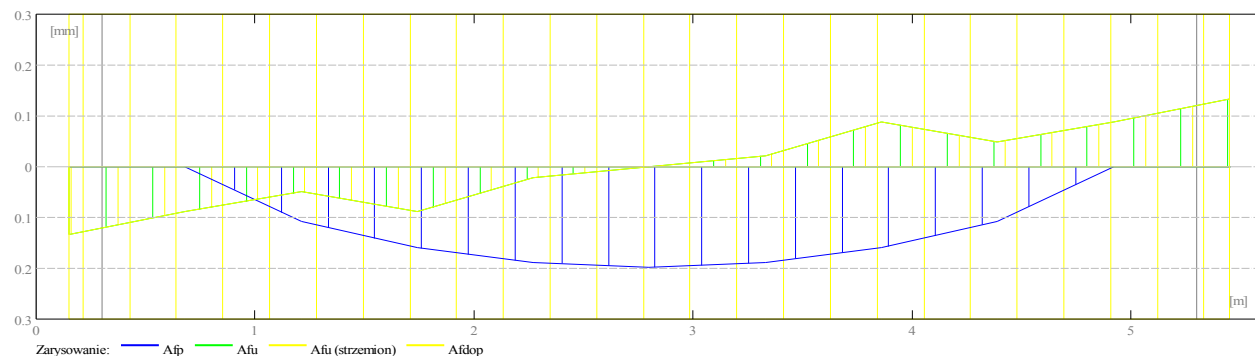
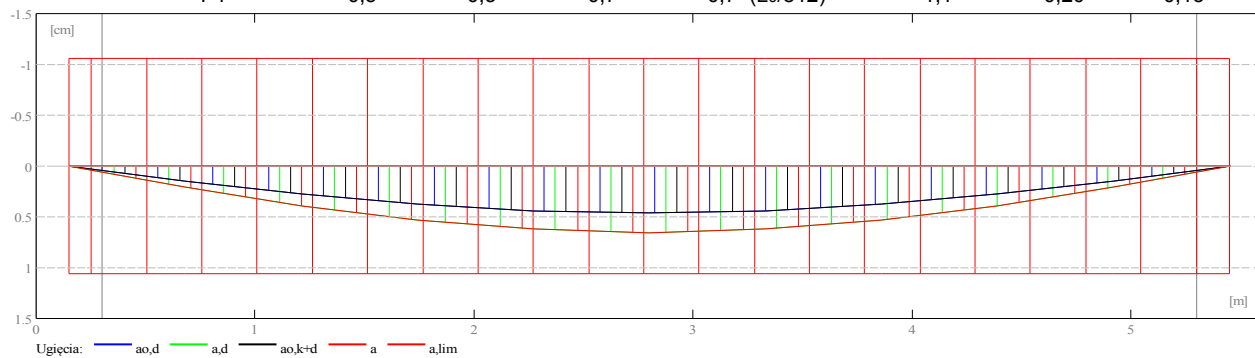
2.4.2 Oddziaływania w SGU

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	Ql (kN)	Qp (kN)
P1	210,02	0,00	0,00	0,00	158,50	-158,50



2.4.3 Ugięcie i zarysowanie

Przęsło	ao,k+d (cm)	ao,d (cm)	a,d (cm)	a (cm)	a,lim (cm)	afp (mm)	afu (mm)
P1	0,5	0,5	0,7	0,7=(L0/812)	1,1	0,20	0,13



2.4.4 Szczegółowa analiza wyników

Przęsło: 1

Rzędna: 2,80 (m)

Zbrojenie górne: A(+) = 0,00 (cm²)

Zbrojenie dolne: A(-) = 10,05 (cm²)

ULS - zginanie

Siły wewnętrzne:

Stal rozciągana (uwzględniona w obliczeniach):

Stal ściskana (uwzględniona w obliczeniach):

Obliczenia nośności przekroju MRd

Wytrzymałość obliczeniowa betonu na ściskanie:

Wysokość strefy ściskanej:

Efektywna wysokość strefy ściskanej:

Względna wysokość strefy ściskanej:

Graniczna wysokość strefy ściskanej:

Szerokość strefy ściskanej:

Efektywna powierzchnia strefy ściskanej:

Ramię sił wewnętrznych w przekroju:

Efektywny moment statyczny strefy ściskanej:

Wytrzymałość obliczeniowa stali:

Siła w stali zbrojeniowej rozciąganej:

Siła w stali zbrojeniowej ściskanej:

Sprawdzanie położenia wysokości x_{eff}

$$f_{yd} \cdot A_{s1} = f_{cd} \cdot A_{cc,eff} + f_{yd} \cdot A_{s2} \quad (29)$$

$$420,00 \text{ (MPa)} \cdot 10,05 \text{ (cm}^2\text{)} = 13,33 \text{ (MPa)} \cdot 316,67 \text{ (cm}^2\text{)} + 0,00 \text{ (MPa)} \cdot 0,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$422,23 \text{ (kN)} \approx 422,23 \text{ (kN)}$$

Nośność przekroju:

przy pełnym uplastycznieniu stali A_{s2} :

$$MR_d = f_{cd} \cdot S_{cc,eff} + f_{yd} \cdot A_{s2} \cdot (d - a_2) \quad (28)$$

przy częściowym uplastycznieniu stali A_{s2} :

$$MR_d = f_{cd} \cdot S_{cc,eff} + \sigma_{s2} \cdot A_{s2} \cdot (d - a_2)$$

$$344,30 \text{ (kN}\cdot\text{m)} = 13,33 \text{ (MPa)} \cdot 25822,2 \text{ (cm}^3\text{)} + 0,00 \text{ (MPa)} \cdot 0,00 \text{ (cm}^2\text{)} \cdot 87,0 \text{ (cm)}$$

$$MS_d \leq MR_d \quad (28)$$

$$293,98 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \leq 344,30 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

ULS - Ścinanie

Siły wewnętrzne:

$$V_{sd} = 0,00 \text{ (kN)}$$

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na rozciąganie betonu w elemencie nie mającym poprzecznego zbrojenia na ścinanie VRd1:

$$VR_{d1} = [0,35 \cdot k \cdot f_{ctd} \cdot (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad (67)$$

$$d = 86,8 \text{ (cm)} \quad b_w = 30,0 \text{ (cm)} \quad f_{ctd} = 1,03 \text{ (MPa)}$$

$$k = 1,6 - d \geq 1,0 \quad k = 1,00 \quad (68)$$

$$\rho_L = A_{sL} / (b_w \cdot d) \leq 0,01 \quad \rho_L = 0,386 \% \quad (69)$$

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na ściskanie betonu VRd2:

Weryfikacja z uwzględnieniem strzemion (odcinek drugiego rodzaju):

$$VR_{d2} = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot (\cot \theta / (1 + \cot \theta \cdot \cot \theta)) \quad VR_{d2} = 862,64 \text{ (kN)} \quad (70)$$

$$f_{cd} = 13,33 \text{ (MPa)} \quad f_{ck} = 20,00 \text{ (MPa)}$$

$$z = 78,1 \text{ (cm)} \quad \cot \theta = 1,00$$

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) \quad v = 0,55 \quad (71)$$

Nośność obliczeniowa na ścinanie ze względu na rozciąganie poprzecznego zbrojenia na ścinanie VRd3:

$$VR_{d3} = VR_{d3,1} = A_{sw1} \cdot f_{ywd1} \cdot z \cdot \cot \theta / s_1 \quad VR_{d3} = 28,11 \text{ (kN)} \quad (73)$$

$$A_{sw1} = 0,34 \text{ (cm}^2\text{)} \quad f_{ywd1} = 420,00 \text{ (MPa)} \quad z = 78,1 \text{ (cm)}$$

$$\cot \theta = 1,00 \quad s_1 = 40,0 \text{ (cm)}$$

Dodatkowe zbrojenie podłużne z uwagi na ścinanie uwzględnione w przesunięciu wykresów momentów zginających aL zgodnie z (208).

Nośność przekroju:

Odcinek drugiego rodzaju (uwzględniono strzemiona):

$$VR_d = \min(VR_{d2}, VR_{d3})$$

$$V_{sd} \leq VR_d \quad (63)$$

$$0,00 \text{ (kN)} \leq 127,35 \text{ (kN)}$$

SLS - Zarysowanie (rysy prostopadłe):

Obliczenia szerokości rozwarcia rysy:

Średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie:

Wskaźnik wytrzymałości betonu na zginanie:

Moment rysujący:

Pole przekroju betonowego:

Moment działający:

Naprężenia w zbrojeniu rozciągającym:

Naprężenia rysujące w w zbrojeniu rozciągającym:

$$f_{ctm} = 2,21 \text{ (MPa)}$$

$$W_c = 41405,0 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot W_c = 91,52 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad (116)$$

$$A_c = 2730,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$M_y = 210,02 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$\sigma_s = 258,08 \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{sr} = 112,47 \text{ (MPa)}$$

Przekrój jest zarysowany

Współczynnik przyczepności prętów:

$$\beta_1 = 1,00$$

Współczynnik czasu działania i powtarzalności obciążenia: $\beta_2 = 0,50$
 Moduł sprężystości stali: $E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$
 Średnie odkształcenie zbrojenia rozciąganego: $\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = 0,117 \%$ (114)
 Średnica pręta zbrojeniowego: $\phi = 16,00 \text{ (mm)}$
 Współczynnik przyczepności pretów: $k_1 = 0,80$
 Współczynnik rozkładu odkształceń w strefie rozciąganej: $k_2 = 0,50$
 Efektywne pole przekroju strefy rozciąganej: $A_{ct,eff} = 313,50 \text{ (cm}^2\text{)}$
 Efektywny stopień zbrojenia: $\rho_r = 3,207 \%$
 Średni, końcowy rozstaw rys: $s_{rm} = 50 + 0.25k_1k_2\phi/\rho_r = 99,90 \text{ (mm)}$ (113)
 Stosunek obliczeniowej szerokości rys do szerokości średniej: $\beta = 1,70$
 Obliczeniowa szerokość rys: $w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 0,20 \text{ (mm)}$ (112)
 $w_k \leq w_{lim} = 0,3 \text{ (mm)}$

2.5 Zbrojenie:

2.6.1 P1 : Przęsło od 0,30 do 5,30 (m)

Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-IIIN (RB500W))
5 $\phi 16,0$ $l = 6,21$ od $-0,03$ do $5,47$
- montażowe (górne) (A-IIIN (RB500W))
2 $\phi 16,0$ $l = 5,55$ od $0,03$ do $5,58$

Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-IIIN (RB500W))
strzemiona 28 $\phi 8,0$ $l = 2,32$
 $e = 1 \cdot 0,20 + 1 \cdot 0,10 + 8 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,30 + 1 \cdot 0,40 + 4 \cdot 0,30 + 8 \cdot 0,15 + 1 \cdot 0,10 \text{ (m)}$

2.2.3 Słup żelbetowy Sz-1

1 Założenia:

- Wilgotność względna środowiska : 45 %
- Współczynnik pękania betonu : $\varphi_p = 4,83$
- Wiek betonu w chwili obciążenia : 28 (dni)
- Klasa środowiska : XC1
- Wiek betonu : 5 (lat)
- Konstrukcja o specjalnym znaczeniu : nie

2 Słup żelbetowy Sz-1 30x30 cm

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B25 fcd = 13,33 (MPa) ciężar obj. = 2501,36 (kG/m³)
- Zbrojenie podłużne : A-IIIN typ A-IIIN (RB500W) $f_{yk} = 500,00 \text{ (MPa)}$
- Zbrojenie poprzeczne : A-0 typ A-0 (St0S) $f_{yk} = 220,00 \text{ (MPa)}$

2.2 Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt 30,0 x 30,0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: = 4,98 (m)
- 2.2.3 Grubość płyty = 0,00 (m)
- 2.2.4 Wysokość belki = 0,55 (m)
- 2.2.5 Otulina zbrojenia = 2,5 (cm)
- 2.2.6 A_c = 900,00 (cm²)
- 2.2.7 I_{cy} = 67500,0 (cm⁴)
- 2.2.8 I_{cz} = 67500,0 (cm⁴)
- 2.2.9 d_y = 26,1 (cm)
- 2.2.10 d_z = 26,1 (cm)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Słup prefabrykowany : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Metoda obliczeń : uproszczona
- Konstrukcja o węzłach nieprzesuwnych

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	γ_f	N_d/N	N	M_{yg}	M_{yd}	My	Mzg	Mzd	Mz
KOMB1	obliczeniowe	5	1,00	1,00	(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
					166,60	74,77	-37,92	29,91	-9,30	-2,50	-6,58

γ_f - współczynnik obciążenia

2.5 Wyniki obliczeniowe:

2.5.1 Analiza SGN

Kombinacja wymiarująca: KOMB1 (A)

Siły przekrojowe:

$$N_{sd} = 166,60 \text{ (kN)} \quad M_{sdy} = 74,77 \text{ (kN*m)} \quad M_{sdz} = -9,30 \text{ (kN*m)}$$

Siły wymiarujące: węzeł górny

$$N_{sd} = 166,60 \text{ (kN)} \quad N_{sd}^{*etotz} = 76,43 \text{ (kN*m)} \quad N_{sd}^{*etoty} = -10,97 \text{ (kN*m)}$$

2.5.1.1 Mimośród:

Mimośród:		e_z (My/N)	e_y (Mz/N)
statyczny	ee:	44,9 (cm)	-5,6 (cm)
niezamierzony	ea:	1,0 (cm)	-1,0 (cm)
początkowy	e0:	45,9 (cm)	-6,6 (cm)
całkowity	etot:	45,9 (cm)	-6,6 (cm)

2.5.1.2 Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.2.1 Siła krytyczna (38)

$$N_{crit} = (9 / l_0^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_0 / h) + 0.1) + E_s * I_s]$$

$$N_{crit} = 1816,59 \text{ (kN)}$$

$$l_0 = 4,70 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 29890,98 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 67500,0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 1981,8 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$klt = 3,41$$

$$\phi = 4,83$$

$$N_d/N = 1,00$$

$$e_0/h = \max(e_0/h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_0/h - 0.01 * f_{cd}) = 1,53$$

$$e_0 = 45,9 \text{ (cm)}$$

$$h = 30,0 \text{ (cm)}$$

2.5.1.2.2 Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana

l_{col} (m)	l_0 (m)	λ	λ_{lim}	λ_{crit}	
4,70	4,70	54,27	25,00	104,00	Słup smukły

2.5.1.2.3 Analiza wyboczenia

$$M_1 = 74,77 \text{ (kN*m)} \quad M_2 = -37,92 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), pominięcie wpływu smukłości

$$M_{sd} = 74,77 \text{ (kN*m)}$$

$$ee = M_{sd}/N_{sd} = 44,9 \text{ (cm)}$$

$$ea = \max(l_{col}/600, h_y/30, 1.0\text{cm}) = 1,0 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 4,70 \text{ (m)}$$

$$h_y = 30,0 \text{ (cm)}$$

$$e_0 = ee + ea = 45,9 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$etot = \eta * e_0 = 45,9 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$\eta = 1 \text{ (pominięcie wpływu smukłości)}$$

2.5.1.3 Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.3.1 Siła krytyczna (38)

$$N_{crit} = (9 / l_0^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_0 / h) + 0.1) + E_s * I_s]$$

$$N_{crit} = 1432,16 \text{ (kN)}$$

$$l_0 = 4,70 \text{ (m)}$$

$E_{cm} = 29890,98 \text{ (MPa)}$
 $I_c = 67500,0 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$
 $I_s = 1101,0 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $k_{lt} = 3,41$
 $\phi = 4,83$
 $N_d/N = 1,00$
 $e_o/h = \max(e_o/h, 0.05, 0.5 - 0.01 \cdot l_o/h - 0.01 \cdot f_{cd}) = -0,22$
 $e_o = 45,9 \text{ (cm)}$
 $h = 30,0 \text{ (cm)}$

2.5.1.3.2 Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana

$l_{col} \text{ (m)}$	$l_o \text{ (m)}$	λ	λ_{lim}	λ_{crit}	
4,70	4,70	54,27	25,00	104,00	Słup smukły

2.5.1.3.3 Analiza wyboczenia

$M_1 = -2,50 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $M_2 = -9,30 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), pominięcie wpływu smukłości

$M_{sd} = -9,30 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

$e_e = M_{sd}/N_{sd} = -5,6 \text{ (cm)}$

$e_a = \max(l_{col}/600, h_z/30, 1.0\text{cm}) = -1,0 \text{ (cm)}$

$l_{col} = 4,70 \text{ (m)}$

$h_z = 30,0 \text{ (cm)}$

$e_o = e_e + e_a = -6,6 \text{ (cm)}$ (31)

$e_{tot} = \eta \cdot e_o = -6,6 \text{ (cm)}$ (36)

$\eta = 1$ (pominięcie wpływu smukłości)

2.5.2 Nośność (względem środka ciężkości przekroju betonowego)

Beton:

$N_{Rd}(b) = 731,47 \text{ (kN)}$ $M_{Rdy}(b) = 42,84 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $M_{Rdz}(b) = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

Zbrojenie:

$N_{Rd}(s) = 322,52 \text{ (kN)}$ $M_{Rdy}(s) = 26,55 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $M_{Rdz}(s) = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

$N_{Rd} = N_{Rd}(b) + N_{Rd}(s) = 1054,00 \text{ (kN)}$

$M_{Rdy} = M_{Rdy}(b) + M_{Rdy}(s) = 69,39 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

$M_{Rdz} = M_{Rdz}(b) + M_{Rdz}(s) = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

$N_{Rd}/N_{sd} = 1,21$

2.5.3 Zbrojenie:

Przekrój zbrojony prętami

$\phi 16,0 \text{ (mm)}$

Całkowita liczba prętów w przekroju

$= 8$

Liczba prętów na boku b

$= 4$

Liczba prętów na boku h

$= 2$

rzeczywista powierzchnia

$A_{sr} = 16,08 \text{ (cm}^2\text{)}$

Stopień zbrojenia:

$\mu = A_{sr}/A_c = 1,79 \%$

2.6

Zbrojenie:

Pręty główne (A-IIIN (RB500W)):

- 8 $\phi 16,0$ $l = 4,95 \text{ (m)}$

Zbrojenie poprzeczne (A-0 (St0S)):

- strzemiona: 24 $\phi 6,0$ $l = 1,09 \text{ (m)}$

2.2.4 Stopa fundamentowa F-1

1. Założenia:

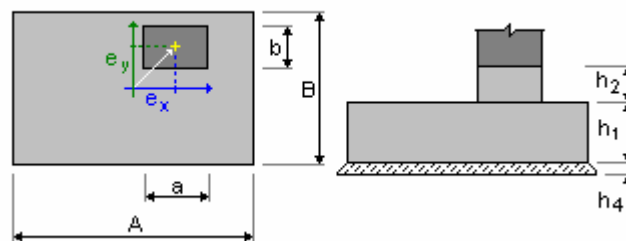
- Zarysowanie : nieszkodliwe
- Środowisko : XC3

2. Stopa fundamentowa F-1 160x160x40 cm

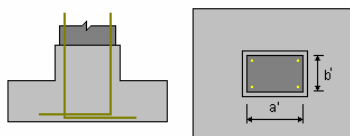
2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B25; wytrzymałość charakterystyczna = 20,00 MPa
ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m³)
- Zbrojenie podłużne : typ A-IIIN (RB500W) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa
- Zbrojenie poprzeczne : typ A-IIIN (RB500W) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa

2.2 Geometria:



A	= 1,60 (m)	a	= 0,30 (m)
B	= 1,60 (m)	b	= 0,30 (m)
h1	= 0,40 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 0,00 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,10 (m)		



a'	= 30,0 (cm)
b'	= 30,0 (cm)
c	= 5,0 (cm)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-81/B-03020
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Dobór kształtu : bez ograniczeń
- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą : B
współczynnik m = 0,81 - do obliczeń nośności
współczynnik m = 0,72 - do obliczeń poślizgu
współczynnik m = 0,72 - do obliczeń obrotu
- Wymiarowanie fundamentu na:
Nośność
Osiadanie średnie
- Sdop = 5,0 (cm)
- czas realizacji budynku: tb > 12 miesięcy
- λ = 1,00
Przesunięcie
Obrót

Przebiecie / Ścinanie

- Graniczne położenie wypadkowej obciążeń:
 - długotrwałych: w rdzeniu I
 - całkowitych: w rdzeniu II

2.4 Obciążenia:

2.4.1 Obciążenia fundamentu:

Przypadek	Natura	Stan	N (kN)	F _x (kN)	F _y (kN)	M _x (kN*m)	M _y (kN*m)	Nd/Nc
KOMB1	obl.	SGN	149,57	-0,95	-17,87	28,57	5,04	1,00
KOMB2	obl.	SGU	106,36	-0,66	-12,38	19,83	3,51	1,00

2.4.2 Obciążenia naziomu:

Przypadek	Natura	Q1 (kN/m ²)
-----------	--------	----------------------------

2.4.3 Lista kombinacji

1/	SGN : KOMB1 N=149,57 M _x =28,57 M _y =5,04 F _x =-0,95 F _y =-17,87
2/	SGU : KOMB2 N=106,36 M _x =19,83 M _y =3,51 F _x =-0,66 F _y =-12,38
3/*	SGN : KOMB1 N=149,57 M _x =28,57 M _y =5,04 F _x =-0,95 F _y =-17,87
4/*	SGU : KOMB2 N=106,36 M _x =19,83 M _y =3,51 F _x =-0,66 F _y =-12,38

2.5 Grunt:

Poziom gruntu: N₁ = 0,00 (m)

Poziom trzonu słupa: N_a = -0,80 (m)

Gлина пыlasta

- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 2039.43 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2732.84 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 15.8 (Deg)
- Kohezja: 0.03 (MPa)
- IL / ID: 0.33
- Symbol konsolidacji: B
- Typ wilgotności: ----
- M_o: 27.02 (MPa)
- M: 36.03 (MPa)

2.6 Wyniki obliczeniowe:

2.6.1 Zbrojenie teoretyczne

Stopa:

dolne:

SGN : KOMB1 N=149,57 M_x=28,57 M_y=5,04 F_x=-0,95 F_y=-17,87

M_y = 15,56 (kN*m) A_{Sx} = 4,42 (cm²/m)

SGN : KOMB1 N=149,57 M_x=28,57 M_y=5,04 F_x=-0,95 F_y=-17,87

M_x = 24,30 (kN*m) A_{Sy} = 4,42 (cm²/m)

A_{S min} = 4,42 (cm²/m)

2.6.2 Rzeczywisty poziom posadowienia = -1,20 (m)

2.6.3 Analiza stateczności

Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca

SGN : KOMB1 N=149,57 M_x=28,57 M_y=5,04 F_x=-0,95 F_y=-17,87

Współczynniki obciążeniowe: **1.10** * ciężar fundamentu

1.20 * ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 75,05 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 224,62 (kN) $M_x = 35,71$ (kN*m) $M_y = 4,66$ (kN*m)

Obliczeniowy opór podłoża gruntowego: $q_f = 0,15$ (MPa)

Maksymalne naprężenie pod fundamentem: $q_0 = 0,15$ (MPa)

Współczynnik bezpieczeństwa: $1,2 * q_f * m / q_0 = 1,059 > 1$

Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca

SGU : KOMB2 N=106,36 $M_x=19,83$ $M_y=3,51$ $F_x=-0,66$ $F_y=-12,38$

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu

1.00 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 64,64$ (kN)

Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego: $q = 0,07$ (MPa)

Miękkość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 1,60$ (m)

Naprężenie na poziomie z:

- dodatkowe: $\sigma_{zd} = 0,01$ (MPa)

- wywołane ciężarem gruntu: $\sigma_{zy} = 0,06$ (MPa)

Osiadanie:

- pierwotne $s' = 0,1$ (cm)

- wtórne $s'' = 0,1$ (cm)

- CAŁKOWITE $S = 0,2$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$ (cm)

Współczynnik bezpieczeństwa: $25,1 > 1$

Odrywanie

Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca

SGN : KOMB1 N=149,57 $M_x=28,57$ $M_y=5,04$ $F_x=-0,95$ $F_y=-17,87$

Współczynniki obciążeniowe: **0.90** * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Powierzchnia kontaktu: $s = -0,37$

$s_{lim} = 0,00$

Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca

SGN : KOMB1 N=149,57 $M_x=28,57$ $M_y=5,04$ $F_x=-0,95$ $F_y=-17,87$

Współczynniki obciążeniowe: **0.90** * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 58,17$ (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 207,74 (kN) $M_x = 35,71$ (kN*m) $M_y = 4,66$ (kN*m)

Wymiary zastępcze fundamentu: $A_{\perp} = 1,60$ (m) $B_{\perp} = 1,60$ (m)

Współczynnik tarcia fundament - grunt: $\mu = 0,23$

Kohezja: $C = 0,00$ (MPa)

Współczynnik redukcji spójności gruntu = 0,20

Uwzględnione parcie gruntu:

$H_x = -0,95$ (kN) $H_y = -17,87$ (kN)

$P_{px} = 10,05$ (kN) $P_{py} = 10,05$ (kN)

$P_{ax} = -3,30$ (kN) $P_{ay} = -3,30$ (kN)

Wartość siły poślizgu $F = 11,11$ (kN)

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:

- na poziomie posadowienia: $F(stab) = 60,21$ (kN)

Stateczność na przesunięcie: $F(stab) * m / F = 3,901 > 1$

Obrót

Wokół osi OX

Kombinacja wymiarująca

SGN : KOMB1 N=149,57 $M_x=28,57$ $M_y=5,04$ $F_x=-0,95$ $F_y=-17,87$

Współczynniki obciążeniowe: **0.90** * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 58,17$ (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 207,74 (kN) Mx = 35,71 (kN*m) My = 4,66 (kN*m)
Moment stabilizujący: Mstab = 166,19 (kN*m)
Moment obracający: Mrenv = 35,71 (kN*m)
Stateczność na obrót: Mstab * m / M = 3.35 > 1

Wokół osi OY

Kombinacja wymiarująca:

SGN : KOMB1 N=149,57 Mx=28,57 My=5,04 Fx=-0,95 Fy=-17,87

Współczynniki obciążeniowe: 0.90 * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 58,17 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 207,74 (kN) Mx = 35,71 (kN*m) My = 4,66 (kN*m)

Moment stabilizujący: Mstab = 166,57 (kN*m)

Moment obracający: Mrenv = 5,04 (kN*m)

Stateczność na obrót: Mstab * m / M = 23.8 > 1

Ścinanie

Kombinacja wymiarująca

SGN : KOMB1 N=149,57 Mx=28,57 My=5,04 Fx=-0,95 Fy=-17,87

Współczynniki obciążeniowe: 0.90 * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 207,74 (kN) Mx = 35,71 (kN*m) My = 4,66 (kN*m)

Długość obwodu krytycznego: 1,60 (m)

Siła ścinająca: 49,65 (kN)

Wysokość użyteczna przekroju heff = 0,34 (m)

Powierzchnia ścinania: A = 0,54 (m²)

Ftj = 1,03 (MPa)

Stopień zbrojenia: ρ = 0.13 %

Współczynnik bezpieczeństwa: 6.24 > 1

2.7 Zbrojenie:

2.7.1 Stopa:

Dolne:

Wzdłuż osi X:

9 A-IIIN (RB500W) 10,0 l = 1,50 (m) e = 1*-0,75

Wzdłuż osi Y:

9 A-IIIN (RB500W) 10,0 l = 1,50 (m) e = 0,17

2.2.5 PŁYTA ŻELBETOWA NAD PARTEREM

Zastosowane materiały:

- BETON B25**

$$f_{ck} := 20\text{MPa}$$

$$f_{cd} := 13.3\text{MPa}$$

$$E_{cm} := 30\text{GPa}$$

$$f_{cube} := 25\text{MPa}$$

$$f_{ctd} := 1.0\text{MPa}$$

$$f_{ctk} := 1.5\text{MPa}$$

$$f_{ctm} := 2.2\text{MPa}$$

- STAL A-IIIN (RB500W)**

$$f_{yk} := 500\text{MPa}$$

$$E_s := 200\text{GPa}$$

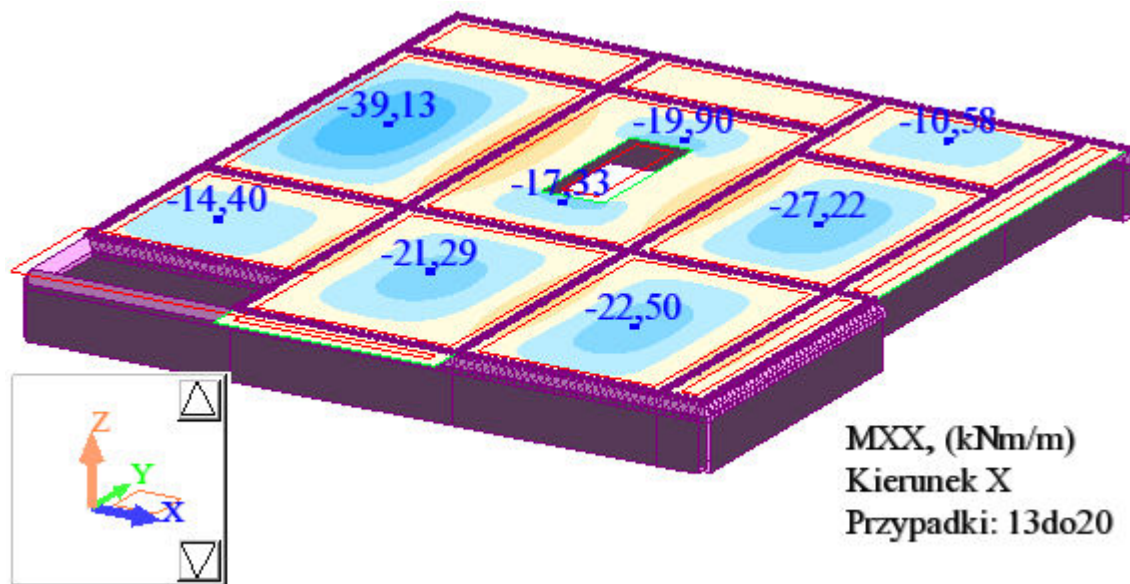
$$f_{yd} := 420\text{MPa}$$

$$\xi_{efflim} := 0.50$$

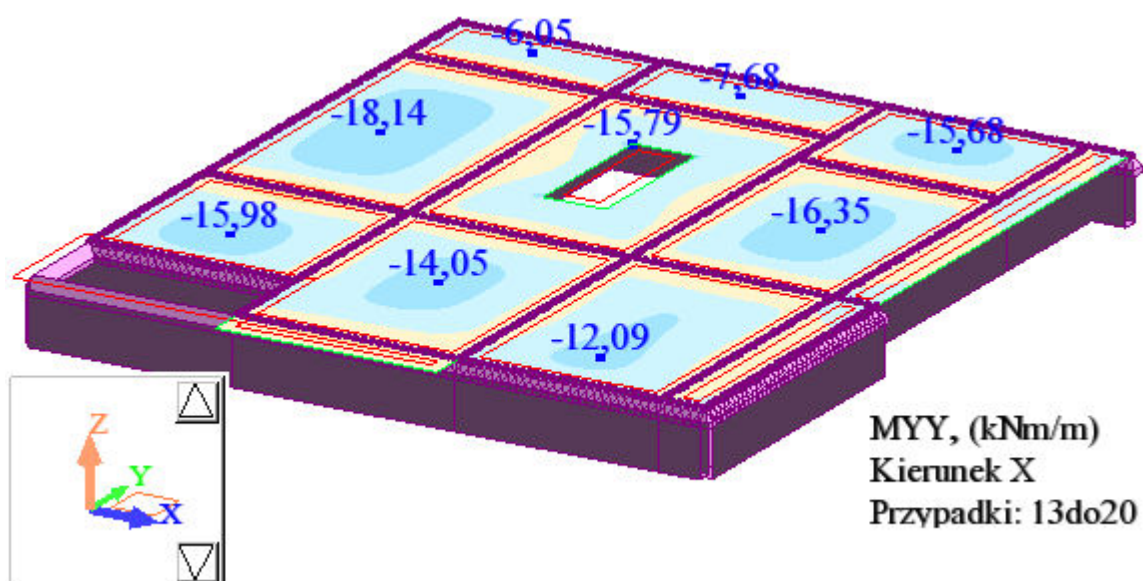
STAN GRANICZNY NOŚNOŚCI

Momenty zginające [kNm] dla kombinacji wymiarujących:

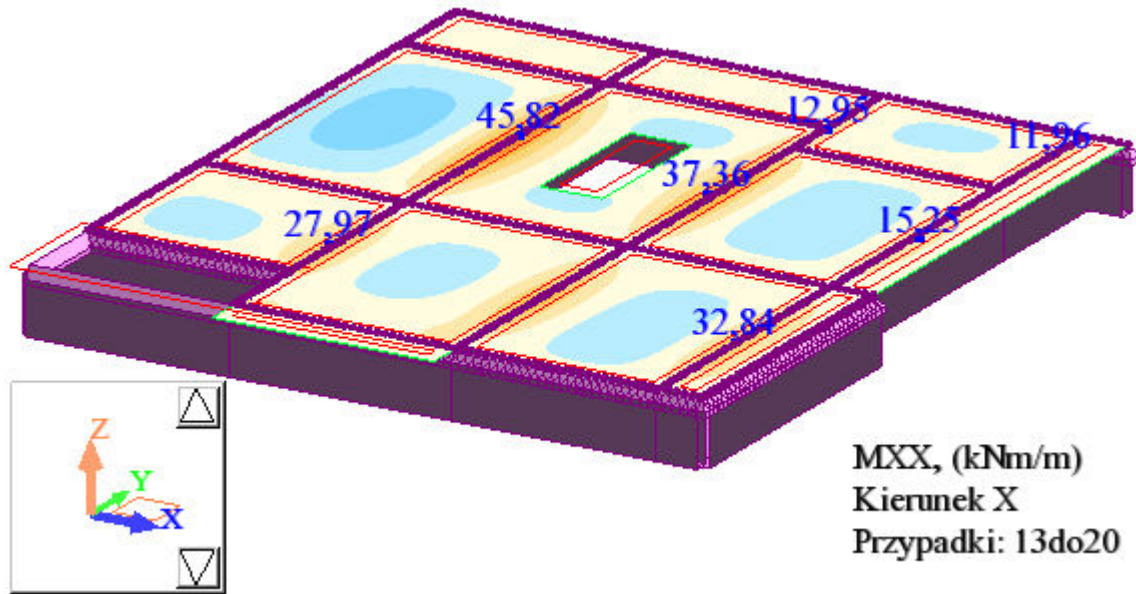
Momenty zginające - obwiednia dolna, kierunek y



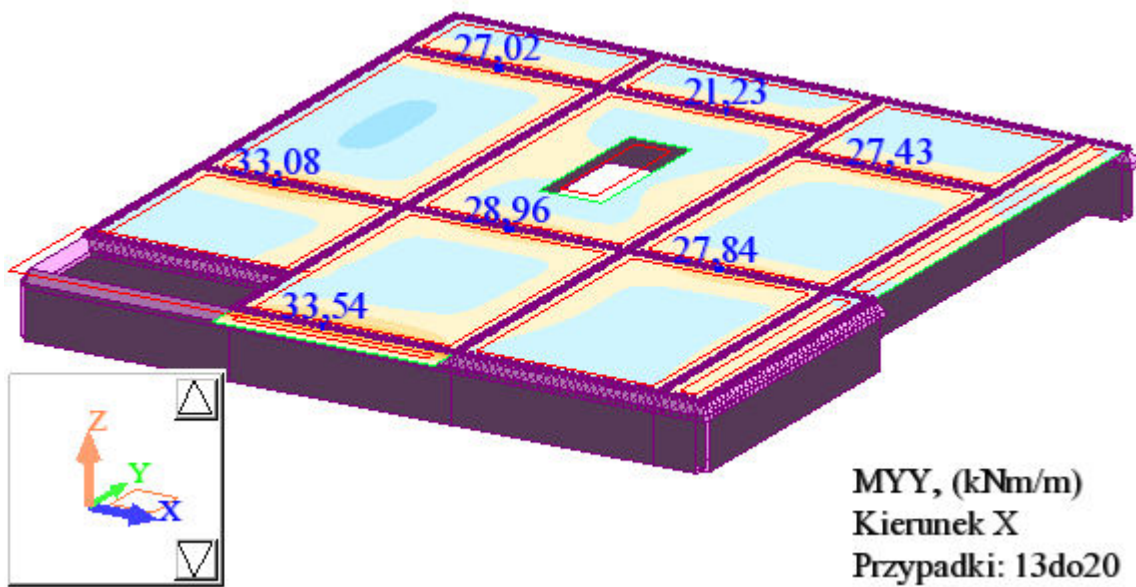
Momenty zginające - obwiednia dolna, kierunek x



Momenty zginające - obwiednia górna , kierunek y



Momenty zginające - obwiednia górna , kierunek x



ZBROJENIE

Grubość płyty: $h := 20\text{cm}$

- moment obliczeniowy

$$M := \begin{pmatrix} 39.13 \\ 18.14 \\ 45.82 \\ 33.08 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \begin{array}{l} \text{- moment nr 1} \\ \text{- moment nr 2} \end{array}$$

- pasmo płyty

$$b := 1\text{m}$$

- zastosowana średnica pręta

$$\phi := 12\text{mm}$$

- otulina

$$c_{\text{nom}} := 20\text{mm}$$

- wysokość użyteczna przekroju

$$d := h - c_{\text{nom}} - 0.5 \cdot \phi \quad d = 17.4 \cdot \text{cm}$$

- obliczenia:

$$s_c := \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} \quad s_c = \begin{pmatrix} 0.1 \\ 0.05 \\ 0.11 \\ 0.08 \end{pmatrix} \quad \xi_{\text{eff}} := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_c} \quad \xi_{\text{eff}} = \begin{pmatrix} 0.1 \\ 0.05 \\ 0.12 \\ 0.09 \end{pmatrix} < \xi_{\text{efflim}} = 0.5$$

$$A_{s1} := \frac{\xi_{\text{eff}} \cdot d \cdot b \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_{s1} = \begin{pmatrix} 5.64 \\ 2.54 \\ 6.67 \\ 4.73 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^2$$

- zbrojenie minimalne

$$A_{\text{smin}} := \max \left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d \right) \quad A_{\text{smin}} = 2.26 \cdot \text{cm}^2$$

- pole przekroju pręta

$$F_d := \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \quad F_d = 1.13 \cdot \text{cm}^2$$

- potrzebna ilość prętów (na 1 mb)

$$n := \frac{A_{s1}}{F_d} \quad n = \begin{pmatrix} 4.99 \\ 2.25 \\ 5.9 \\ 4.18 \end{pmatrix}$$

- wymagany rozstaw prętów

$$s_1 := \frac{b}{n} \quad s_1 = \begin{pmatrix} 20.04 \\ 44.51 \\ 16.95 \\ 23.91 \end{pmatrix} \cdot \text{cm} \quad \begin{array}{l} \text{- zbr. 1} \\ \text{- zbr. 2} \end{array}$$

- przyjęto rozstaw

$$s := \begin{pmatrix} 15 \\ 20 \\ 15 \\ 15 \end{pmatrix} \cdot \text{cm} \quad \begin{array}{l} \text{- zbr. 1} \\ \text{- zbr. 2} \end{array}$$

- zastosowane pole przekroju prętów

$$A_{s,\text{prz}} := \frac{b}{s} \cdot F_d \quad A_{s,\text{prz}} = \begin{pmatrix} 7.54 \\ 5.65 \\ 7.54 \\ 7.54 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^2$$

OSTATECZNIE PRZYJĘTO:

- zbrojenie przęsłowe (dołem) w płytach krzyżowo zbr.: #12 co 15
- zbrojenie przęsłowe (dołem) w kierunku dłuższym zbr.: #12 co 20
- zbrojenie podporowe (górną): #12 co 15
- zbrojenie części wspornikowej (górną): #12 co 15
- zbrojenie obwodowe (górną): #12 co 25

STAN GRANICZNY UŻYTKOWALNOŚCI

- max. rozpiętość przęsła $l_x := 6.42\text{m}$
- grubość płyty $h = 20\cdot\text{cm}$
- pasmo $b = 1\text{ m}$

Moment maksymalny od obciążeń długotrwałych $M_{sdl} := 25.25\cdot\text{kN}\cdot\text{m}$

Współczynnik uwzględniający wpływ pełzania betonu przy obciążeniu długotrwałym:

- pole przekroju elementu $A_c := b\cdot h$ $A_c = 0.2\text{m}^2$
- obwód przekroju poddany działaniu powietrza $u := b$ $u = 100\cdot\text{cm}$
- miarodajny wymiar przekroju $h_o := \frac{2\cdot A_c}{u}$ $h_o = 400\cdot\text{mm}$
- wiek betonu w chwili obciążenia $t = 90$ dni oraz wilgotność względną wewnątrz $RH=50\%$ $t_1 := 90$
- końcowy wsp. pełzania betonu (na podstawie tabl. A.1 PN) $\phi_{to} := 2.27$
- dla kilkuletniego przyrostu pełzania betonu po przyłożeniu obciążenia przyjęto $\beta_c(t - t_p) = 1.0$
- współczynnik pełzania betonu $\phi_{tto} := \phi_{to}$
- efektywny moduł sprężystości betonu $E_{ceff} := \frac{E_{cm}}{1 + \phi_{tto}}$ $E_{ceff} = 9.17\cdot\text{GPa}$

Obliczany współczynnik: $\alpha_{et} := \frac{E_s}{E_{ceff}}$ $\alpha_{et} = 21.8$

Moment statyczny przekroju niezarysowanego względem górnej krawędzi płyty:

$$S_c := b\cdot h\cdot 0.5\cdot h$$

$$S_c = 20000\cdot\text{cm}^3$$

Moment bezwładności przekroju przed zarysowaniem (z uwzględnieniem stali zbrojeniowej)

- zbrojenie w miejscu występowania max. momentu zginającego $A_{s1} := A_{s.prz0}$ $A_{s1} = 7.54\cdot\text{cm}^2$
- sprowadzone pole przekroju $A_{cs} := A_c + \alpha_{et}\cdot A_{s1}$ $A_{cs} = 0.22\text{m}^2$
- wysokość użyteczna przekroju $d = 0.17\text{ m}$
- moment statyczny przekroju wzgl. górnej krawędzi płyty

$$S_{cs} := S_c + \alpha_{et}\cdot A_{s1}\cdot d$$
$$S_{cs} = 22860\cdot\text{cm}^3$$

- położenie środka ciężkości przekroju (oś obojętna) przed zarysowaniem

$$x_I := \frac{S_{cs}}{A_{cs}}$$
$$x_I = 10.56198\cdot\text{cm}$$

- moment bezwładności przekroju sprowadzonego obliczony wzgl. środka ciężkości x_I

$$I_c := \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot (x_I - 0.5 \cdot h)^2 \quad I_c = 67298.302 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{cs,I} := I_c + \alpha_{et} \cdot A_{sI} \cdot (d - x_I)^2 \quad I_{cs,I} = 74983.92 \cdot \text{cm}^4$$

- wskaźnik przekroju obliczony względem skrajnych włókien rozciąganych (oś zbrojenia A_{sI})

$$W_{cs,I} := \frac{I_{cs,I}}{d - x_I} \quad W_{cs,I} = 1.1 \times 10^4 \cdot \text{cm}^3$$

Moment rysujący $M_{cr} := W_{cs,I} \cdot f_{ctm} \quad M_{cr} = 24.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} < M_{sdl} = 25.25 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

$$M_{cr2} := \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm} \quad M_{cr2} = 14.67 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} < M_{sdl} = 25.25 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

PŁYTA ULEGNIE ZARYSOWANIU POD WPŁYWEM DZIAŁANIA OBCIĄŻEŃ DŁUGOTRWAŁYCH

Moment bezwładności przekroju

Położenie osi obojętnej x_{II} wyznacza się z warunku zerowania się momentu statycznego względem tej osi (moment statyczny ściskanej części przekroju betonowego i rozciąganego zbrojenia)

$$x_{II} := d \cdot \left[\sqrt{\alpha_{et} \cdot \frac{A_{sI}}{b \cdot d} \cdot \left(2 + \alpha_{et} \cdot \frac{A_{sI}}{b \cdot d} \right)} - \alpha_{et} \cdot \frac{A_{sI}}{b \cdot d} \right] \quad x_{II} = 6.1 \cdot \text{cm}$$

Moment bezwładności przekroju jako suma momentów bezwładności ściskanej betonowej części przekroju i stali zbrojeniowej względem osi x_{II}

$$I_{cs,II} := \frac{b \cdot x_{II}^3}{3} + \alpha_{et} \cdot A_{sI} \cdot (d - x_{II})^2$$

$$I_{cs,II} = 28554.187 \cdot \text{cm}^4$$

Napężenie w stali w miejscu rysy $\sigma_s := \frac{\alpha_{et} \cdot M_{sdl} \cdot (d - x_{II})}{I_{cs,II}} \quad \sigma_s = 217.91 \cdot \text{MPa}$

Średnie odkształcenie w stali $\beta_1 := 1.0$ - pręty żebrowane $\beta_2 := 0.5$ - obciążenie długotrwałe

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{M_{cr2}}{M_{sdl}} \right)^2 \right] \quad \epsilon_{sm} = 9.06 \times 10^{-4}$$

Średni rozstaw rys

- pręty żebrowane $k_1 := 0.8$
- zginanie $k_2 := 0.5$
- stosowane pręty zbrojenia $\phi = 12 \cdot \text{mm}$
- poziom środka ciężkości zbrojenia $a_1 := h - d$

- efektywne pole strefy rozciąganej $A_{ct,eff} := \min\left(2.5 \cdot a_1 \cdot b, \frac{h - x_{II}}{3} \cdot b\right) \quad A_{ct,eff} = 0.05 \text{ m}^2$
- efektywny stopień zbrojenia $\rho_r := \frac{A_{s1}}{A_{ct,eff}} \quad \rho_r = 0.01627$
- średni rozstaw rys $S_{rm} := 50\text{mm} + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi}{\rho_r} \quad S_{rm} = 12.38 \cdot \text{cm}$

Obliczeniowa szerokość rys prostopadłych do osi płyty

- graniczna szerokość (tab. 7 PN) $w_{lim} := 0.3\text{mm}$
- szerokość rysy rzeczywista $\beta := 1.3 \quad w_k := \beta \cdot S_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$$\boxed{w_k = 0.15 \cdot \text{mm}} < w_{lim} = 0.3 \cdot \text{mm}$$

Ugięcie płyty

- graniczna wartość ugięcia dla płyt (tab. 8 PN) $a_{lim} := 30 \cdot \text{mm}$
- sztywność elementu w stanie sprężystym $\beta_{spr} := \frac{b \cdot h^3}{12} \cdot E_{cm} \quad \beta_{spr} = 20000 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$
- sztywność elementów zarysowanych przy obciążeniu długotrwałym (E.3 PN)

$$\beta_{oo} := \frac{E_{ceff} \cdot I_{cs,II}}{1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{M_{cr2}}{M_{sdlt}}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{I_{cs,II}}{I_{cs,I}}\right)} \quad \beta_{oo} = 2925.21 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$
- ugięcie obliczone metodą MES (kombinacja obc. długotrwałych, płyta niezarysowana):
 $a_{kom} := 4.2\text{mm}$
- ugięcie płyty zarysowanej $a := a_{kom} \cdot \frac{\beta_{spr}}{\beta_{oo}} \quad \boxed{a = 28.7 \cdot \text{mm}} < a_{lim} = 30 \cdot \text{mm}$

2.2.6 PŁYTA ŻELBETOWA NAD PIĘTREM

Zastosowane materiały:

- BETON B25

$$f_{ck} := 20\text{MPa}$$

$$f_{cd} := 13.3\text{MPa}$$

$$E_{cm} := 30\text{GPa}$$

$$f_{cube} := 25\text{MPa}$$

$$f_{ctd} := 1.0\text{MPa}$$

$$f_{ctk} := 1.5\text{MPa}$$

$$f_{ctm} := 2.2\text{MPa}$$

- STAL A-IIIN (RB500W)

$$f_{yk} := 500\text{MPa}$$

$$E_s := 200\text{GPa}$$

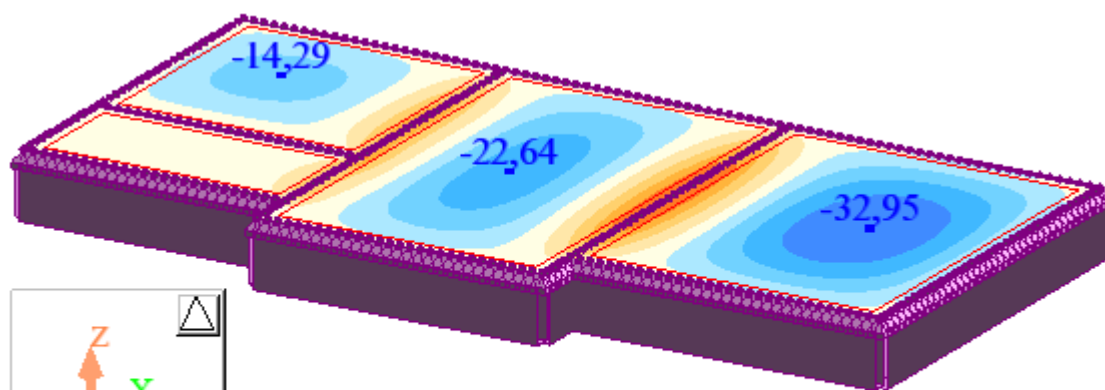
$$f_{yd} := 420\text{MPa}$$

$$\xi_{efflim} := 0.50$$

STAN GRANICZNY NOŚNOŚCI

Momenty zginające [kNm] dla kombinacji wymiarujących:

Momenty zginające - obwiednia dolna, kierunek y

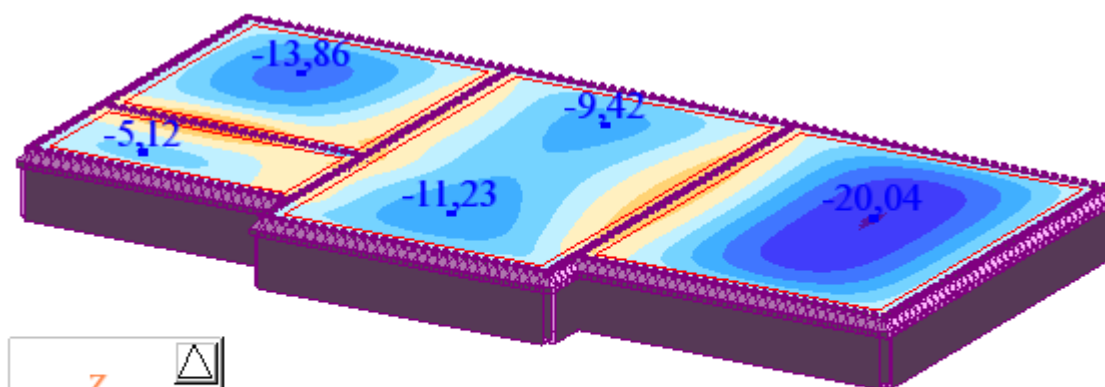


MXX, (kNm/m)

Kierunek X

Przypadki: 8do11 13

Momenty zginające - obwiednia dolna, kierunek x

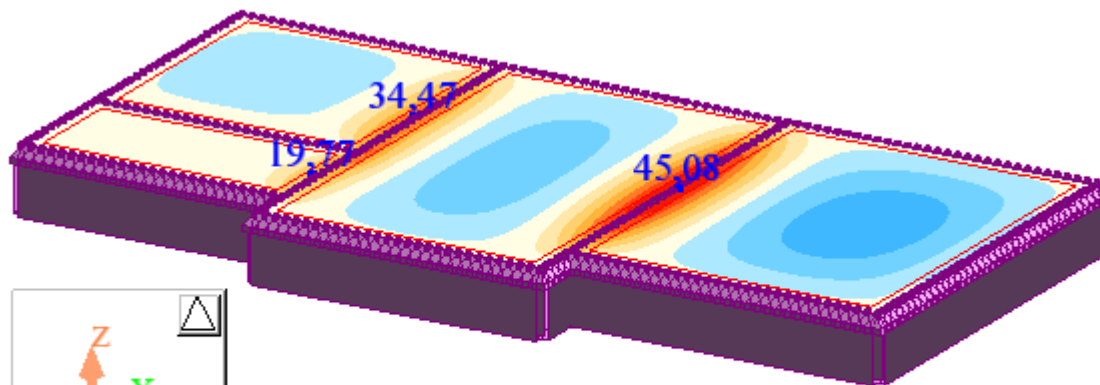


MYY, (kNm/m)

Kierunek X

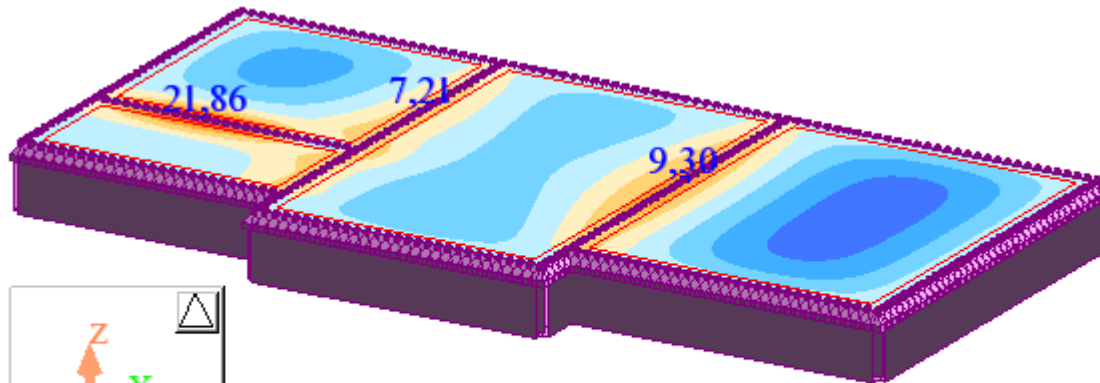
Przypadki: 8do11 13

Momenty zginające - obwiednia górna , kierunek y



M_{XX} , (kNm/m)
Kierunek X
Przypadki: 8 do 11 13

Momenty zginające - obwiednia górna , kierunek x



M_{YY} , (kNm/m)
Kierunek X
Przypadki: 8 do 11 13

ZBROJENIE

Grubość płyty: $h := 20\text{cm}$

- moment obliczeniowy

$$M := \begin{pmatrix} 32.95 \\ 20.04 \\ 45.08 \\ 21.86 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \begin{array}{l} \text{- moment nr 1} \\ \text{- moment nr 2} \end{array}$$

- pasmo płyty

$$b := 1\text{m}$$

- zastosowana średnica pręta

$$\phi := 12\text{mm}$$

- otulina

$$c_{\text{nom}} := 20\text{mm}$$

- wysokość użyteczna przekroju

$$d := h - c_{\text{nom}} - 0.5 \cdot \phi \quad d = 17.4 \cdot \text{cm}$$

- obliczenia:

$$s_c := \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} \quad s_c = \begin{pmatrix} 0.08 \\ 0.05 \\ 0.11 \\ 0.05 \end{pmatrix} \quad \xi_{\text{eff}} := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_c} \quad \xi_{\text{eff}} = \begin{pmatrix} 0.09 \\ 0.05 \\ 0.12 \\ 0.06 \end{pmatrix} < \xi_{\text{efflim}} = 0.5$$

$$A_{s1} := \frac{\xi_{\text{eff}} \cdot d \cdot b \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad A_{s1} = \begin{pmatrix} 4.71 \\ 2.81 \\ 6.56 \\ 3.08 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^2$$

- zbrojenie minimalne

$$A_{\text{smin}} := \max \left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d \right) \quad A_{\text{smin}} = 2.26 \cdot \text{cm}^2$$

- pole przekroju pręta

$$F_d := \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \quad F_d = 1.13 \cdot \text{cm}^2$$

- potrzebna ilość prętów (na 1 mb)

$$n := \frac{A_{s1}}{F_d} \quad n = \begin{pmatrix} 4.16 \\ 2.49 \\ 5.8 \\ 2.72 \end{pmatrix}$$

- wymagany rozstaw prętów

$$s_1 := \frac{b}{n} \quad s_1 = \begin{pmatrix} 24.01 \\ 40.19 \\ 17.24 \\ 36.75 \end{pmatrix} \cdot \text{cm} \quad \begin{array}{l} \text{- zbr. 1} \\ \text{- zbr. 2} \end{array}$$

- przyjęto rozstaw

$$s := \begin{pmatrix} 12 \\ 20 \\ 15 \\ 15 \end{pmatrix} \cdot \text{cm} \quad \begin{array}{l} \text{- zbr. 1} \\ \text{- zbr. 2} \end{array}$$

- zastosowane pole przekroju prętów

$$A_{s,\text{prz}} := \frac{b}{s} \cdot F_d \quad A_{s,\text{prz}} = \begin{pmatrix} 9.42 \\ 5.65 \\ 7.54 \\ 7.54 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^2$$

OSTATECZNIE PRZYJĘTO:

- zbrojenie przęsłowe (dołem) w płytach krzyżowo zbr.: #12 co 12
- zbrojenie przęsłowe (dołem) w kierunku dłuższym zbr.: #12 co 20
- zbrojenie podporowe (górze): #12 co 15
- zbrojenie obwodowe (górze): #12 co 25

STAN GRANICZNY UŻYTKOWALNOŚCI

- max. rozpiętość przęsła $l_x := 7.62\text{m}$
- grubość płyty $h = 20\cdot\text{cm}$
- pasmo $b = 1\text{ m}$

Moment maksymalny od obciążeń długotrwałych $M_{sdl} := 23.36\cdot\text{kN}\cdot\text{m}$

Współczynnik uwzględniający wpływ pełzania betonu przy obciążeniu długotrwałym:

- pole przekroju elementu $A_c := b\cdot h$ $A_c = 0.2\text{m}^2$
- obwód przekroju poddany działaniu powietrza $u := b$ $u = 100\cdot\text{cm}$
- miarodajny wymiar przekroju $h_o := \frac{2\cdot A_c}{u}$ $h_o = 400\cdot\text{mm}$
- wiek betonu w chwili obciążenia $t = 90$ dni oraz wilgotność względną wewnątrz $RH=50\%$ $t_1 := 90$
- końcowy wsp. pełzania betonu (na podstawie tabl. A.1 PN) $\phi_{to} := 2.27$
- dla kilkuletniego przyrostu pełzania betonu po przyłożeniu obciążenia przyjęto $\beta_c(t - t_p) = 1.0$
- współczynnik pełzania betonu $\phi_{tto} := \phi_{to}$
- efektywny moduł sprężystości betonu $E_{ceff} := \frac{E_{cm}}{1 + \phi_{tto}}$ $E_{ceff} = 9.17\cdot\text{GPa}$

Obliczany współczynnik: $\alpha_{et} := \frac{E_s}{E_{ceff}}$ $\alpha_{et} = 21.8$

Moment statyczny przekroju niezarysowanego względem górnej krawędzi płyty:

$$S_c := b\cdot h\cdot 0.5\cdot h$$

$$S_c = 20000\cdot\text{cm}^3$$

Moment bezwładności przekroju przed zarysowaniem (z uwzględnieniem stali zbrojeniowej)

- zbrojenie w miejscu występowania max. momentu zginającego $A_{s1} := A_{s.prz0}$ $A_{s1} = 9.42\cdot\text{cm}^2$
- sprowadzone pole przekroju $A_{cs} := A_c + \alpha_{et}\cdot A_{s1}$ $A_{cs} = 0.22\text{m}^2$
- wysokość użyteczna przekroju $d = 0.17\text{ m}$
- moment statyczny przekroju wzgl. górnej krawędzi płyty

$$S_{cs} := S_c + \alpha_{et}\cdot A_{s1}\cdot d$$
$$S_{cs} = 23575\cdot\text{cm}^3$$

- położenie środka ciężkości przekroju (oś obojętna) przed zarysowaniem

$$x_I := \frac{S_{cs}}{A_{cs}}$$
$$x_I = 10.68938\cdot\text{cm}$$

- moment bezwładności przekroju sprowadzonego obliczony wzgl. środka ciężkości x_I

$$I_c := \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot (x_I - 0.5 \cdot h)^2 \quad I_c = 67617.163 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{cs,I} := I_c + \alpha_{et} \cdot A_{sI} \cdot (d - x_I)^2 \quad I_{cs,I} = 76869.525 \cdot \text{cm}^4$$

- wskaźnik przekroju obliczony względem skrajnych włókien rozciąganych (oś zbrojenia A_{sI})

$$W_{cs,I} := \frac{I_{cs,I}}{d - x_I} \quad W_{cs,I} = 1.15 \times 10^4 \cdot \text{cm}^3$$

Moment rysujący $M_{cr} := W_{cs,I} \cdot f_{ctm} \quad M_{cr} = 25.2 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} > M_{sdl} = 23.36 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

$$M_{cr2} := \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm} \quad M_{cr2} = 14.67 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} < M_{sdl} = 23.36 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

PLYTA ULEGNIE ZARYSOWANIU POD WPŁYWEM DZIAŁANIA OBCIĄŻEŃ DŁUGOTRWAŁYCH

Moment bezwładności przekroju

Położenie osi obojętnej x_{II} wyznacza się z warunku zerowania się momentu statycznego względem tej osi (moment statyczny ściskanej części przekroju betonowego i rozciąganej zbrojenia)

$$x_{II} := d \cdot \left[\sqrt{\alpha_{et} \cdot \frac{A_{sI}}{b \cdot d} \cdot \left(2 + \alpha_{et} \cdot \frac{A_{sI}}{b \cdot d} \right)} - \alpha_{et} \cdot \frac{A_{sI}}{b \cdot d} \right] \quad x_{II} = 6.65 \cdot \text{cm}$$

Moment bezwładności przekroju jako suma momentów bezwładności ściskanej betonowej części przekroju i stali zbrojeniowej względem osi x_{II}

$$I_{cs,II} := \frac{b \cdot x_{II}^3}{3} + \alpha_{et} \cdot A_{sI} \cdot (d - x_{II})^2$$

$$I_{cs,II} = 33546.137 \cdot \text{cm}^4$$

Naprężenie w stali w miejscu rysy $\sigma_s := \frac{\alpha_{et} \cdot M_{sdl} \cdot (d - x_{II})}{I_{cs,II}} \quad \sigma_s = 163.23 \cdot \text{MPa}$

Średnie odkształcenie w stali $\beta_1 := 1.0$ - pręty żebrowane $\beta_2 := 0.5$ - obciążenie długotrwałe

$$\epsilon_{sm} := \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{M_{cr2}}{M_{sdl}} \right)^2 \right] \quad \epsilon_{sm} = 6.55 \times 10^{-4}$$

Średni rozstaw rys

- pręty żebrowane $k_1 := 0.8$
- zginanie $k_2 := 0.5$
- stosowane pręty zbrojenia $\phi = 12 \cdot \text{mm}$
- poziom środek ciężkości zbrojenia $a_1 := h - d$

- efektywne pole strefy rozciąganej $A_{ct,eff} := \min\left(2.5 \cdot a_1 \cdot b, \frac{h - x_{II}}{3} \cdot b\right) \quad A_{ct,eff} = 0.04 \text{ m}^2$
- efektywny stopień zbrojenia $\rho_r := \frac{A_{s1}}{A_{ct,eff}} \quad \rho_r = 0.02117$
- średni rozstaw rys $S_{rm} := 50\text{mm} + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\phi}{\rho_r} \quad S_{rm} = 10.67 \cdot \text{cm}$

Obliczeniowa szerokość rys prostopadłych do osi płyty

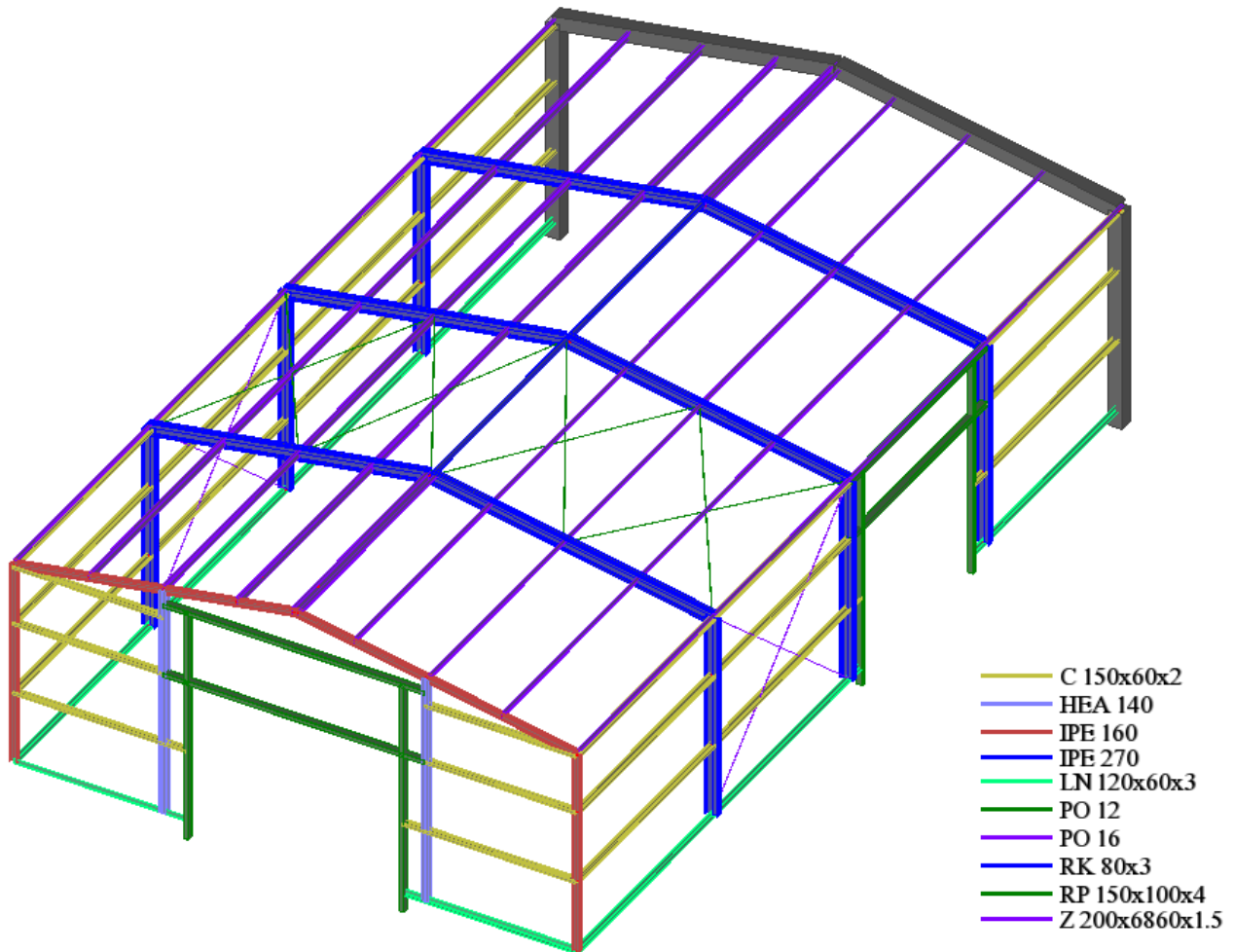
- graniczna szerokość (tab. 7 PN) $w_{lim} := 0.3\text{mm}$
 - szerokość rysy rzeczywista $\beta := 1.3 \quad w_k := \beta \cdot S_{rm} \cdot \epsilon_{sm}$
- $$\boxed{w_k = 0.09 \cdot \text{mm}} < w_{lim} = 0.3 \cdot \text{mm}$$

Ugięcie płyty

- graniczna wartość ugięcia dla płyt (tab. 8 PN) $a_{lim} := \frac{l_x}{250} \quad a_{lim} = 30.48 \cdot \text{mm}$
 - sztywność elementu w stanie sprężystym $\beta_{spr} := \frac{b \cdot h^3}{12} \cdot E_{cm} \quad \beta_{spr} = 20000 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$
 - sztywność elementów zarysowanych przy obciążeniu długotrwałym (E.3 PN)
- $$\beta_{oo} := \frac{E_{ceff} \cdot I_{cs,II}}{1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{M_{cr2}}{M_{sdlr}}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{I_{cs,II}}{I_{cs,I}}\right)} \quad \beta_{oo} = 3462.23 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$
- ugięcie obliczone metodą MES (kombinacja obc. długotrwałych, płyta niezarysowana): $a_{kom} := 5.2\text{mm}$
 - ugięcie płyty zarysowanej $a := a_{kom} \cdot \frac{\beta_{spr}}{\beta_{oo}} \quad \boxed{a = 30 \cdot \text{mm}} < a_{lim} = 30.48 \cdot \text{mm}$

2.3 OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCJI CZĘŚCI MAGAZYNOWEJ

2.3.1 Model obliczeniowy



2.3.2 Płatwie



L = 5,000 m

Rozstaw płyt: $a = 1,600 \text{ m}$

Obciążenia:

Przypadek 1: Obciążenie obliczeniowe (typ 1) $Q_d = 1,200 \text{ kN/m}^2$

Przypadek 2: Obciążenie obliczeniowe (typ 2) $Q_{dN} = 1,200 \text{ kN/m}^2$ $N = 5,000 \text{ kN}$

Przypadek 3: Ssanie wiatru $w = 0,860 \text{ kN/m}^2$

Przypadek 4: Obciążenie charakterystyczne (dla ugięcia $L/200$) $q = 0,820 \text{ kN/m}^2$

Wyniki:

Płatwie spełniające zadane warunki:

	Ciężar	Wykorzystanie nośności			
		Przypadek 1	Przypadek 2	Przypadek 3	Przypadek 4
Z200x68x60x1.50	Stal: S350GD 0,053	45%	49%	36%	30%

Wymagana liczba tężników w każdym przęśle: 1

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płyt.

2.3.3 Rygle ścienne



L = 5,000 m

Rozstaw płatwi : a = 1,500 m

Obciążenia:

Przypadek 1: Obciążenie obliczeniowe (typ 1) $Q_d = 0,000 \text{ kN/m}^2$

Przypadek 2: Obciążenie obliczeniowe (typ 2) $Q_{dN} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ N = 5,000 kN

Przypadek 3: Ssanie wiatru $w = 1,140 \text{ kN/m}^2$

Przypadek 4: Obciążenie charakterystyczne (dla ugięcia L/200) $q = 0,760 \text{ kN/m}^2$

Wyniki:

Płatwie spełniające zadane warunki:

	Ciężar Stal: [kN/m]	Wykorzystanie nośności			
		Przypadek 1	Przypadek 2	Przypadek 3	Przypadek 4
C150x60x2.00	S350GD 0,046	nie sprawdzony	nie sprawdzony	64%	90%

Wymagana liczba tęgników w każdym przęśle: 2

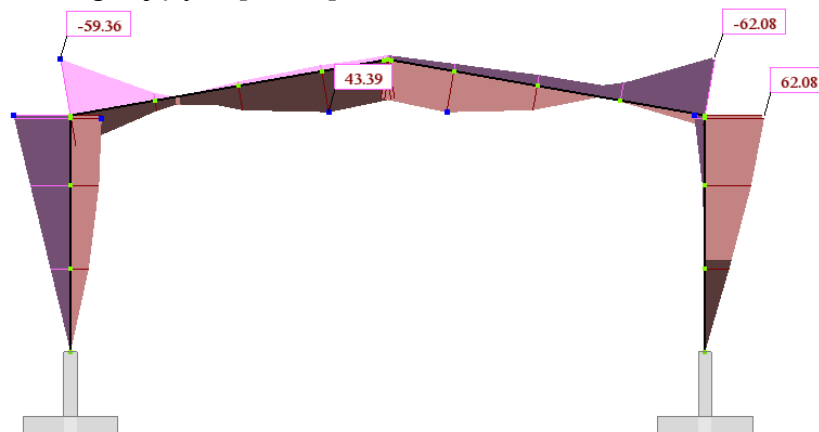
Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

C

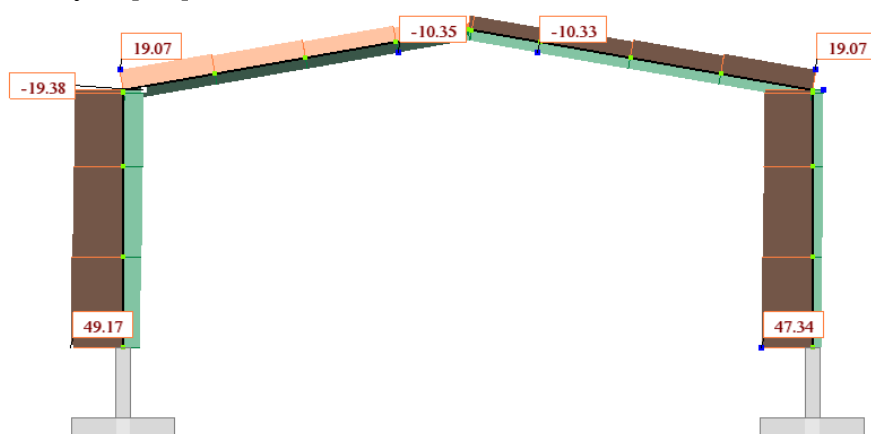
2.3.4 Rama główna

Wyniki obliczeń statycznych

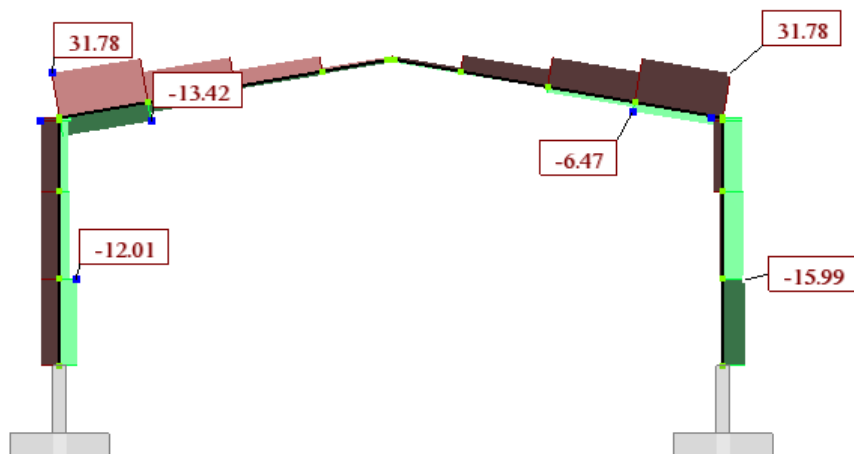
Obwiednia momentów zginających [kN*m]



Obwiednia sił osiowych [kN]



Obwiednia sił ścinających [kN]



Odsztalcenia [cm]



Wymiarowanie rygla ramy glownej



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 270

$h=27.0$ cm	$A_y=27.540$ cm ²	$A_z=17.820$ cm ²	$A_x=45.900$ cm ²
$b=13.5$ cm	$I_y=5790.000$ cm ⁴	$I_z=420.000$ cm ⁴	$I_x=16.400$ cm ⁴
$t_w=0.7$ cm	$W_{ey}=428.889$ cm ³	$W_{ez}=62.222$ cm ³	
$t_f=1.0$ cm			

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 13.95$ kN	$M_y = -62.08$ kN*m	$M_z = 0.00$ kN*m	$V_y = 0.11$ kN
$N_{rc} = 986.85$ kN	$M_{ry} = 92.21$ kN*m	$M_{rz} = 13.38$ kN*m	$V_{ry} = 343.42$ kN
	$M_{ry_v} = 92.21$ kN*m	$M_{rz_v} = 13.38$ kN*m	$V_z = 27.09$ kN
KLASA PRZEKROJU = 1	$B_y * M_{y_{max}} = -62.08$ kN*m	$B_z * M_{z_{max}} = 0.00$ kN*m	$V_{rz} = 222.22$ kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$	$L_{a_L} = 0.54$	$N_w = 2147.34$ kN	$f_i L = 0.98$
$L_d = 3.00$ m	$N_z = 944.19$ kN	$M_{cr} = 414.06$ kN*m	

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 12.00$ m	$\Lambda_{y} = 1.27$
$L_{wy} = 12.00$ m	$N_{cr y} = 813.52$ kN
$\Lambda_{y} = 106.84$	$f_i y = 0.53$



względem osi Z:

$L_z = 3.00$ m	$\Lambda_{z} = 1.18$
$L_{wz} = 3.00$ m	$N_{cr z} = 944.19$ kN
$\Lambda_{z} = 99.18$	$f_i z = 0.54$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$N/(\phi \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y\max}/(\phi L \cdot M_{ry}) + B_z \cdot M_{z\max}/M_{rz} = 0.03 + 0.69 + 0.00 = 0.71 < 1.00 - \Delta y = 0.99 \quad (58)$$

$$V_y/V_{ry} = 0.00 < 1.00 \quad V_z/V_{rz} = 0.12 < 1.00 \quad (53)$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$$u_z = 3.1 \text{ cm} < u_{z\max} = L/250.00 = 4.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 12 KOMB7 sgu sn (1+2+3)*1.00

Wymiarowanie słupa ramy głównej



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 270 90

$$h = 27.0 \text{ cm}$$

$$b = 13.5 \text{ cm}$$

$$t_w = 0.7 \text{ cm}$$

$$t_f = 1.0 \text{ cm}$$

$$A_y = 27.540 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 5790.000 \text{ cm}^4$$

$$W_{ely} = 428.889 \text{ cm}^3$$

$$A_z = 17.820 \text{ cm}^2$$

$$I_z = 420.000 \text{ cm}^4$$

$$W_{elz} = 62.222 \text{ cm}^3$$

$$A_x = 45.900 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 16.400 \text{ cm}^4$$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$$N = 44.51 \text{ kN}$$

$$N_{rc} = 986.85 \text{ kN}$$

$$M_y = -59.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ry} = 92.21 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ry_v} = 92.21 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_z = -0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{rz} = 13.38 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{rz_v} = 13.38 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{ry} = 343.42 \text{ kN}$$

$$V_z = 13.26 \text{ kN}$$

$$\text{KLASA PRZEKROJU} = 1 \quad B_y \cdot M_{y\max} = -59.36 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad B_z \cdot M_{z\max} = -0.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad V_{rz} = 222.22 \text{ kN}$$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$$z = 0.00$$

$$L_d = 4.48 \text{ m}$$

$$L_{a_L} = 0.85$$

$$N_z = 424.04 \text{ kN}$$

$$N_w = 1498.61 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = 168.59 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\phi L = 0.86$$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$$L_y = 4.48 \text{ m}$$

$$L_{wy} = 9.50 \text{ m}$$

$$\lambda_y = 84.62$$

$$\lambda_{y_1} = 1.00$$

$$N_{cr_y} = 1296.96 \text{ kN}$$

$$\phi_y = 0.70$$



względem osi Z:

$$L_z = 4.48 \text{ m}$$

$$L_{wz} = 4.48 \text{ m}$$

$$\lambda_z = 147.99$$

$$\lambda_{z_1} = 1.75$$

$$N_{cr_z} = 424.04 \text{ kN}$$

$$\phi_z = 0.30$$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$N/(\phi \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y\max}/(\phi L \cdot M_{ry}) + B_z \cdot M_{z\max}/M_{rz} = 0.15 + 0.75 + 0.00 = 0.90 < 1.00 - \Delta z = 1.00 \quad (58)$$

$$V_y/V_{ry} = 0.00 < 1.00 \quad V_z/V_{rz} = 0.06 < 1.00 \quad (53)$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Przemieszczenia

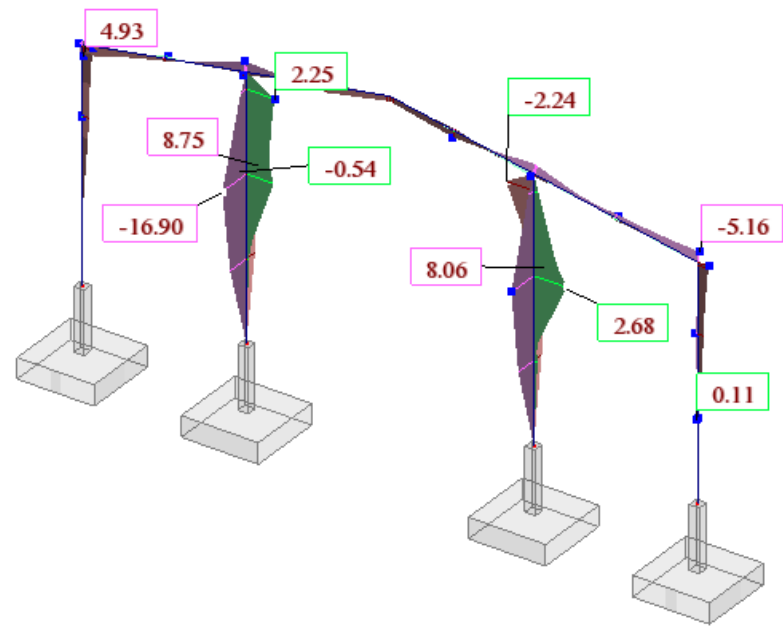
$$v_y = 1.9 \text{ cm} < v_{y\max} = L/150.00 = 3.0 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

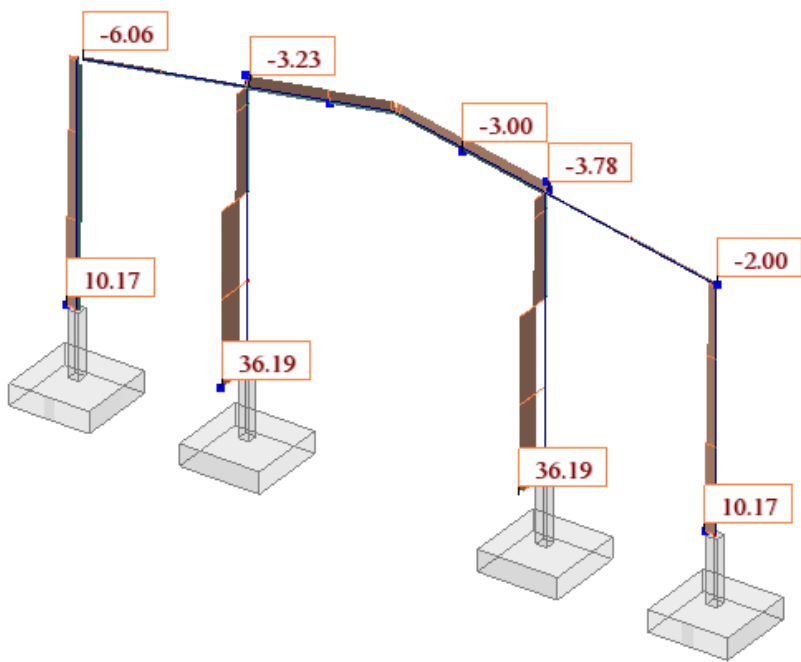
Decydujący przypadek obciążenia: 13 KOMB8 sgu w1 (1+2+4)*1.00

2.3.5 Rama szczytowa

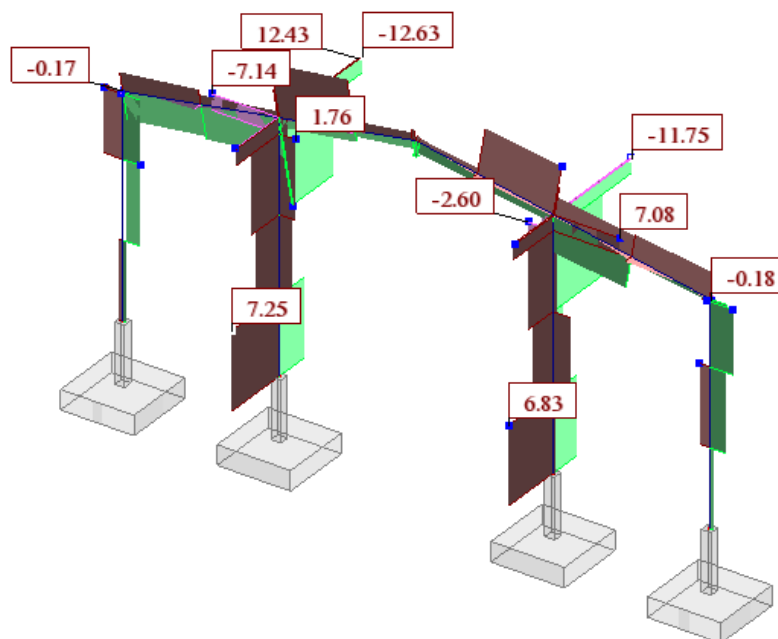
Wyniki obliczeń statycznych
Obwiednia momentów zginających [kN*m]



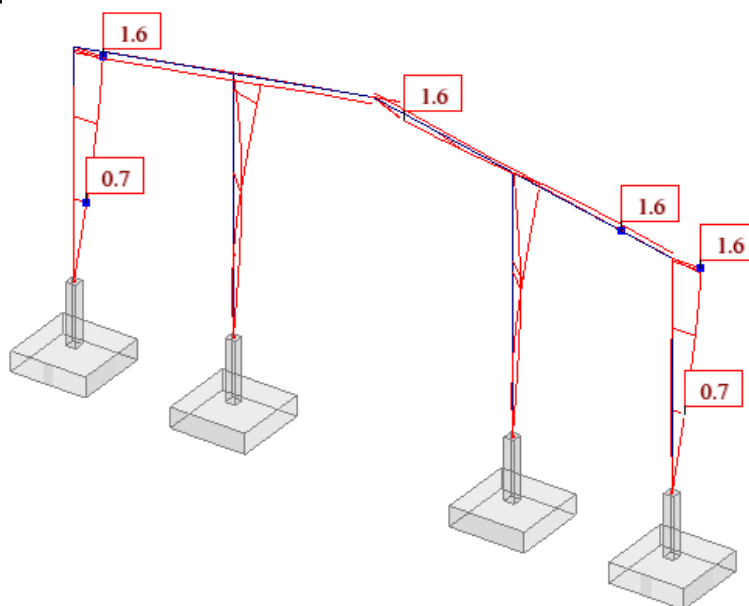
Obwiednia sił osiowych [kN]



Obwiednia sił ścinających [kN]



Odkształcenia [cm]



Wymiarowanie rygła ramy szczytowej



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 160

h=16.0 cm
b=8.2 cm
tw=0.5 cm
tf=0.7 cm

Ay=12.136 cm²
Iy=869.000 cm⁴
Wely=108.625 cm³

Az=8.000 cm²
Iz=68.300 cm⁴
Welz=16.659 cm³

Ax=20.100 cm²
Ix=3.610 cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 7.30 kN	My = -4.18 kN*m	Mz = -0.35 kN*m	Vy = -0.19 kN
Nrc = 432.15 kN	Mry = 23.35 kN*m	Mrz = 3.58 kN*m	Vry = 151.34 kN
	Mry_v = 23.35 kN*m	Mrz_v = 3.58 kN*m	Vz = 4.02 kN
KLASA PRZEKROJU = 1	By*Mymax = -4.18 kN*m	Bz*Mzmax = -0.35 kN*m	Vrz = 99.76 kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$ $La_L = 1.02$ $Nw = 811.01 \text{ kN}$ $f_i L = 0.74$
 $Ld = 3.00 \text{ m}$ $Nz = 153.54 \text{ kN}$ $Mcr = 29.42 \text{ kN*m}$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$Ly = 5.60 \text{ m}$ $Lambda_y = 1.01$
 $Lwy = 5.60 \text{ m}$ $Ncr_y = 560.66 \text{ kN}$
 $Lambda_y = 85.17$ $f_i y = 0.70$



względem osi Z:

$Lz = 3.00 \text{ m}$ $Lambda_z = 1.93$
 $Lwz = 3.00 \text{ m}$ $Ncr_z = 153.54 \text{ kN}$
 $Lambda_z = 162.75$ $f_i z = 0.25$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(f_i * Nrc) + By * Mymax / (f_i L * Mry) + Bz * Mzmax / Mrz = 0.07 + 0.24 + 0.10 = 0.41 < 1.00$ - Delta z = 1.00 (58)
 $Vy/Vry = 0.00 < 1.00$ $Vz/Vrz = 0.04 < 1.00$ (53)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$uz = 0.2 \text{ cm} < uz_{max} = L/250.00 = 2.4 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 12 KOMB7 sgu sn (1+2+3)*1.00

Wymiarowanie słupów skrajnych ramy szczytowej



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 160 90

$h = 16.0 \text{ cm}$
 $b = 8.2 \text{ cm}$ $Ay = 12.136 \text{ cm}^2$ $Az = 8.000 \text{ cm}^2$ $Ax = 20.100 \text{ cm}^2$
 $tw = 0.5 \text{ cm}$ $Iy = 869.000 \text{ cm}^4$ $Iz = 68.300 \text{ cm}^4$ $Ix = 3.610 \text{ cm}^4$
 $tf = 0.7 \text{ cm}$ $Wely = 108.625 \text{ cm}^3$ $Welz = 16.659 \text{ cm}^3$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 6.41 \text{ kN}$ $My = 5.07 \text{ kN*m}$ $Mz = -0.02 \text{ kN*m}$ $Vy = -0.01 \text{ kN}$
 $Nrc = 432.15 \text{ kN}$ $Mry = 23.35 \text{ kN*m}$ $Mrz = 3.58 \text{ kN*m}$ $Vry = 151.34 \text{ kN}$
 $Mry_v = 23.35 \text{ kN*m}$ $Mrz_v = 3.58 \text{ kN*m}$ $Vz = -2.40 \text{ kN}$
KLASA PRZEKROJU = 1 $By * Mymax = 5.07 \text{ kN*m}$ $Bz * Mzmax = -0.02 \text{ kN*m}$ $Vrz = 99.76 \text{ kN}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 0.00$ $La_L = 1.06$ $Nw = 705.41 \text{ kN}$ $f_i L = 0.71$
 $Ld = 4.48 \text{ m}$ $Nz = 68.96 \text{ kN}$ $Mcr = 27.38 \text{ kN*m}$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$Ly = 4.48 \text{ m}$ $Lambda_y = 1.56$
 $Lwy = 8.65 \text{ m}$ $Ncr_y = 234.87 \text{ kN}$
 $Lambda_y = 131.59$ $f_i y = 0.38$



względem osi Z:

$Lz = 4.48 \text{ m}$ $Lambda_z = 2.88$
 $Lwz = 4.48 \text{ m}$ $Ncr_z = 68.96 \text{ kN}$
 $Lambda_z = 242.85$ $f_i z = 0.12$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(f_i * Nrc) + By * Mymax / (f_i L * Mry) + Bz * Mzmax / Mrz = 0.13 + 0.31 + 0.00 = 0.44 < 1.00$ - Delta z = 1.00 (58)
 $Vy/Vry = 0.00 < 1.00$ $Vz/Vrz = 0.02 < 1.00$ (53)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Przemieszczenia

$vy = 1.6 \text{ cm} < vy_{max} = L/150.00 = 3.0 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 13 KOMB8 sgu w1 (1+2+4)*1.00

Wymiarowanie słupów wewnętrznych ramy szczytowej



PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 140

$h=13.3$ cm	$A_y=23.800$ cm ²	$A_z=7.315$ cm ²	$A_x=31.420$ cm ²
$b=14.0$ cm	$I_y=1033.130$ cm ⁴	$I_z=389.321$ cm ⁴	$I_x=7.970$ cm ⁴
$t_w=0.5$ cm	$W_{ely}=155.358$ cm ³	$W_{elz}=55.617$ cm ³	
$t_f=0.9$ cm			

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 29.53$ kN	$M_y = -15.58$ kN*m	$M_z = 2.68$ kN*m	$V_y = 1.93$ kN
$N_{rc} = 675.53$ kN	$M_{ry} = 33.40$ kN*m	$M_{rz} = 11.96$ kN*m	$V_{ry} = 296.79$ kN
	$M_{ry_v} = 33.40$ kN*m	$M_{rz_v} = 11.96$ kN*m	$V_z = 3.06$ kN
KLASA PRZEKROJU = 1	$B_y * M_{y\max} = -15.58$ kN*m	$B_z * M_{z\max} = 2.68$ kN*m	$V_{rz} = 91.22$ kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 0.00$	$L_{a_L} = 0.89$	$N_w = 1673.71$ kN	$f_i L = 0.83$
$L_d = 5.04$ m	$N_z = 310.00$ kN	$M_{cr} = 55.25$ kN*m	

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 5.04$ m	$\Lambda_y = 1.04$
$L_{wy} = 5.04$ m	$N_{cr y} = 822.64$ kN
$\Lambda_y = 87.91$	$f_i y = 0.62$



względem osi Z:

$L_z = 5.04$ m	$\Lambda_z = 1.70$
$L_{wz} = 5.04$ m	$N_{cr z} = 310.00$ kN
$\Lambda_z = 143.20$	$f_i z = 0.28$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$N/(f_i * N_{rc}) + B_y * M_{y\max}/(f_i L * M_{ry}) + B_z * M_{z\max}/M_{rz} = 0.15 + 0.56 + 0.22 = 0.94 < 1.00 - \Delta z = 0.99 \quad (58)$$
$$V_y/V_{ry} = 0.01 < 1.00 \quad V_z/V_{rz} = 0.03 < 1.00 \quad (53)$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



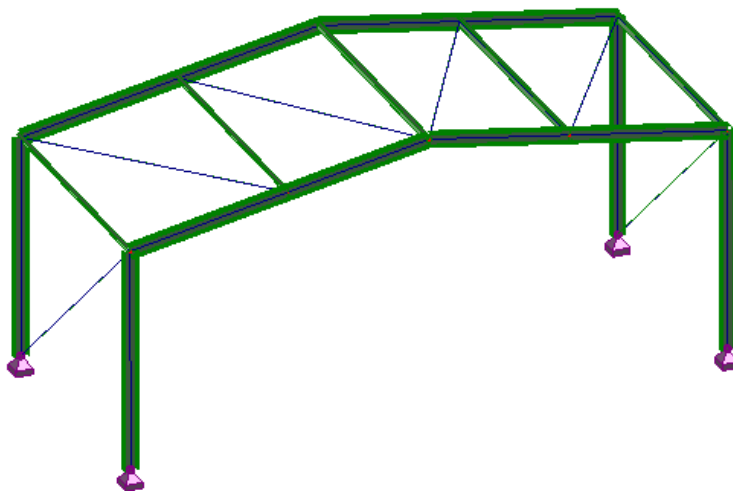
Przemieszczenia

$$v_y = 1.6 \text{ cm} < v_{y\max} = L/150.00 = 3.4 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

Decydujący przypadek obciążenia: 13 KOMB8 sgu w1 (1+2+4)*1.00

2.3.6 Stężenie poprzeczne

Schemat obliczeniowy (pominięto pręty ściskane)



Wymiarowanie stężenia połaciowego



PARAMETRY PRZEKROJU: PO 12

$h=1.2$ cm	$A_y=0.678$ cm ²	$A_z=0.678$ cm ²	$A_x=1.130$ cm ²
$b=1.2$ cm	$I_y=0.102$ cm ⁴	$I_z=0.102$ cm ⁴	$I_x=0.204$ cm ⁴
$tw=0.6$ cm	$W_{ey}=0.170$ cm ³	$W_{ez}=0.170$ cm ³	
$tf=0.6$ cm			

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -22.09$ kN

$N_{rt} = 24.30$ kN

KLASA PRZEKROJU = 1

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} = 22.09/24.30 = 0.91 < 1.00$ (31)

Wymiarowanie stężenia międzysłupowego



PARAMETRY PRZEKROJU: PO 16

$h=1.6$ cm	$A_y=1.206$ cm ²	$A_z=1.206$ cm ²	$A_x=2.010$ cm ²
$b=1.6$ cm	$I_y=0.322$ cm ⁴	$I_z=0.322$ cm ⁴	$I_x=0.643$ cm ⁴
$tw=0.8$ cm	$W_{ey}=0.402$ cm ³	$W_{ez}=0.402$ cm ³	
$tf=0.8$ cm			

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -30.34$ kN

$N_{rt} = 43.22$ kN

KLASA PRZEKROJU = 1

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} = 30.34/43.22 = 0.70 < 1.00$ (31)

2.3.6 Stopy fundamentowe

- Środowisko : XC2
- Beton : C20/25
- Zbrojenie podłużne : typ A-IIIIN (RB500W)
- Zbrojenie poprzeczne : typ A-0 (St0S)

Grunt:

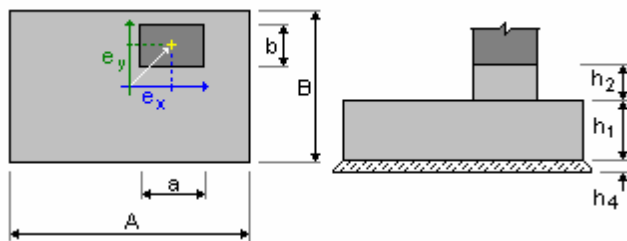
Poziom gruntu:	N_1	= 0,00 (m)
Poziom trzonu słupa:	N_a	= 0,40 (m)

Gлина пыlasta

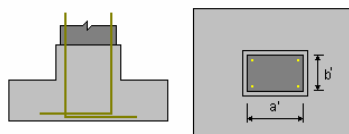
- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 2039.43 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2732.84 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 15.8 (Deg)
- Kohezja: 0.03 (MPa)
- IL / ID: 0.33
- Symbol konsolidacji: B
- Typ wilgotności: ----
- M_o : 27.02 (MPa)
- M : 36.03 (MPa)

Wymiarowanie stopy fundamentowej ramy głównej F-4

Geometria:



A	= 1,80 (m)	a	= 0,25 (m)
B	= 2,10 (m)	b	= 0,40 (m)
h1	= 0,40 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 1,22 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		



a'	= 20,0 (cm)
b'	= 27,0 (cm)
c	= 5,0 (cm)

Obciążenia:

Obciążenia fundamentu:

Przypadek	Natura	Grupa	Stan	N	Fx (kN)	Fy (kN)	Mx (kN)	My (kN*m)	Nd/Nc (kN*m)	Wsp. max
KOMB1	obliczeniowe	----	SGN	47,64	-0,00	13,22	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB2	obliczeniowe	----	SGN	39,22	-0,16	16,53	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB3	obliczeniowe	----	SGN	33,07	0,08	12,68	-0,00	0,00	1,00	----
KOMB4	obliczeniowe	----	SGN	-1,14	-0,17	5,48	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB5	obliczeniowe	----	SGN	-7,98	0,09	1,19	-0,00	0,00	1,00	----
KOMB6	obliczeniowe	----	SGN	34,63	-0,17	15,82	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB7	obliczeniowe	----	SGU	34,02	-0,00	9,31	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB8	obliczeniowe	----	SGU	3,41	-0,12	4,56	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB9	obliczeniowe	----	SGU	-1,15	0,06	1,70	-0,00	0,00	1,00	----
KOMB1	obliczeniowe	----	SGN	49,80	-0,00	-13,22	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB2	obliczeniowe	----	SGN	27,01	0,03	1,66	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB3	obliczeniowe	----	SGN	35,05	-0,02	-14,03	0,00	0,00	1,00	----
KOMB4	obliczeniowe	----	SGN	-15,67	0,04	14,74	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB5	obliczeniowe	----	SGN	-6,73	-0,02	-2,70	0,00	0,00	1,00	----
KOMB6	obliczeniowe	----	SGN	20,80	0,04	4,39	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB7	obliczeniowe	----	SGU	35,85	-0,00	-9,31	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB8	obliczeniowe	----	SGU	-5,53	0,02	8,92	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB9	obliczeniowe	----	SGU	0,43	-0,01	-2,71	0,00	0,00	1,00	----
KOMB1	obliczeniowe	----	SGN	49,89	0,00	-13,26	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB2	obliczeniowe	----	SGN	27,33	0,06	1,52	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB3	obliczeniowe	----	SGN	35,13	-0,03	-14,07	-0,00	0,00	1,00	----
KOMB4	obliczeniowe	----	SGN	-15,37	0,07	14,60	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB5	obliczeniowe	----	SGN	-6,71	-0,04	-2,71	0,00	0,00	1,00	----
KOMB6	obliczeniowe	----	SGN	21,15	0,07	4,24	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB7	obliczeniowe	----	SGU	35,93	0,00	-9,34	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB8	obliczeniowe	----	SGU	-5,31	0,05	8,82	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB9	obliczeniowe	----	SGU	0,47	-0,02	-2,72	0,00	0,00	1,00	----
KOMB1	obliczeniowe	----	SGN	47,73	0,00	13,26	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB2	obliczeniowe	----	SGN	39,55	2,56	16,71	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB3	obliczeniowe	----	SGN	33,14	-1,33	12,71	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB4	obliczeniowe	----	SGN	-0,83	2,85	5,65	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB5	obliczeniowe	----	SGN	-7,96	-1,47	1,20	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB6	obliczeniowe	----	SGN	34,98	2,85	16,01	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB7	obliczeniowe	----	SGU	34,09	0,00	9,34	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB8	obliczeniowe	----	SGU	3,63	1,90	4,68	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB9	obliczeniowe	----	SGU	-1,12	-0,98	1,72	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB1	obliczeniowe	----	SGN	49,81	0,00	-13,22	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB2	obliczeniowe	----	SGN	27,45	0,09	1,27	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB3	obliczeniowe	----	SGN	35,11	-0,05	-14,09	0,00	0,00	1,00	----

KOMB4	obliczeniowe	----	SGN	-15,19	0,10	14,31	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB5	obliczeniowe	----	SGN	-6,68	-0,05	-2,76	-0,00	0,00	1,00	----
KOMB6	obliczeniowe	----	SGN	21,29	0,10	3,96	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB7	obliczeniowe	----	SGU	35,86	0,00	-9,31	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB8	obliczeniowe	----	SGU	-5,20	0,07	8,63	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB9	obliczeniowe	----	SGU	0,47	-0,04	-2,75	-0,00	0,00	1,00	----
KOMB1	obliczeniowe	----	SGN	49,81	-0,00	13,22	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB2	obliczeniowe	----	SGN	41,30	0,36	17,23	0,00	0,00	1,00	----
KOMB3	obliczeniowe	----	SGN	35,11	-0,19	14,09	0,00	0,00	1,00	----
KOMB4	obliczeniowe	----	SGN	0,20	0,40	6,24	0,00	0,00	1,00	----
KOMB5	obliczeniowe	----	SGN	-6,68	-0,21	2,76	0,00	0,00	1,00	----
KOMB6	obliczeniowe	----	SGN	36,68	0,40	16,59	0,00	0,00	1,00	----
KOMB7	obliczeniowe	----	SGU	35,86	-0,00	9,31	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB8	obliczeniowe	----	SGU	5,05	0,27	5,07	0,00	0,00	1,00	----
KOMB9	obliczeniowe	----	SGU	0,47	-0,14	2,75	0,00	0,00	1,00	----

Wyniki obliczeniowe:

Zbrojenie teoretyczne

Stopa:

dolne:

SGN : KOMB2 N=39,55 Fx=2,56 Fy=16,71

My = 6,29 (kN*m) $A_{sx} = 4,67$ (cm²/m)

SGN : KOMB2 N=41,30 Fx=0,36 Fy=17,23

Mx = 12,92 (kN*m) $A_{sy} = 4,67$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 4,67$ (cm²/m)

górne:

SGN : KOMB4 N=-15,67 Fx=0,04 Fy=14,74

My = -1,75 (kN*m) $A'_{sx} = 4,67$ (cm²/m)

SGN : KOMB4 N=-15,67 Fx=0,04 Fy=14,74

Mx = -8,30 (kN*m) $A'_{sy} = 4,67$ (cm²/m)

$A'_{s \min} = 4,67$ (cm²/m)

Trzon słupa:

Zbrojenie podłużne $A = 6,79$ (cm²) $A_{\min} = 4,00$ (cm²)

$A = 2 * (Asx + Asy)$

$Asx = 1,13$ (cm²) $Asy = 2,26$ (cm²)

Rzeczywisty poziom posadowienia = -1,22 (m)

Analiza stateczności

Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB2 N=39,55 Fx=2,56 Fy=16,71**

Współczynniki obciążeniowe: **1.10** * ciężar fundamentu

1.20 * ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 116,51 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 156,07 (kN) Mx = -27,07 (kN*m) My = 4,15 (kN*m)

Obliczeniowy opór podłoża gruntowego: qf = 0.15 (MPa)

Maksymalne naprężenie pod fundamentem: q0 = 0.07 (MPa)

Współczynnik bezpieczeństwa: $1.2 * qf * m / q0 = 2.229 > 1$

Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca

SGU : KOMB7 sgu sn N=35,93 Fx=0,00 Fy=-9,34

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu

1.00 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 100,43 (kN)

Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego: q = 0,04 (MPa)

Miękkość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 0,90$ (m)

Naprężenie na poziomie z :

- dodatkowe: $\sigma_{zd} = 0,01$ (MPa)

- wywołane ciężarem gruntu: $\sigma_{z\gamma} = 0,04$ (MPa)

Osiadanie:

- pierwotne $s' = 0,0$ (cm)

- wtórne $s'' = 0,0$ (cm)

- CAŁKOWITE $S = 0,1$ (cm) < $S_{adm} = 7,0$ (cm)

Współczynnik bezpieczeństwa: $93,96 > 1$

Odrywanie

Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca

SGN : KOMB4 N=-15,67 Fx=0,04 Fy=14,74

Współczynniki obciążeniowe:

0.90 * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Powierzchnia kontaktu:

$s = -0,09$

$s_{lim} = 0,00$

Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca

SGN : KOMB4 N=-15,67 Fx=0,04 Fy=14,74

Współczynniki obciążeniowe:

0.90 * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 90,39$ (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$Nr = 74,72$ (kN) $Mx = -23,88$ (kN*m) $My = 0,06$ (kN*m)

Wymiary zastępcze fundamentu: $A_{-} = 1,80$ (m) $B_{-} = 2,10$ (m)

Współczynnik tarcia fundament - grunt: $\mu = 0,23$

Kohezja: $C = 0,00$ (MPa)

Współczynnik redukcji spójności gruntu = 0,20

Wartość siły poślizgu $F = 14,74$ (kN)

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:

- na poziomie posadowienia: $F(stab) = 35,47$ (kN)

Stateczność na przesunięcie: $F(stab) * m / F = 1.733 > 1$

Obrót

Wokół osi OX

Kombinacja wymiarująca

SGN : KOMB4 N=-15,67 Fx=0,04 Fy=14,74

Współczynniki obciążeniowe:

0.90 * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 90,39$ (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$Nr = 74,72$ (kN) $Mx = -23,88$ (kN*m) $My = 0,06$ (kN*m)

Moment stabilizujący: $M_{stab} = 94,91$ (kN*m)

Moment obracający: $M_{renv} = 40,34$ (kN*m)

Stateczność na obrót: $M_{stab} * m / M = 1.694 > 1$

Wokół osi OY

Kombinacja wymiarująca:

SGN : KOMB4 N=-15,67 Fx=0,04 Fy=14,74

Współczynniki obciążeniowe:

0.90 * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 90,39$ (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$Nr = 74,72$ (kN) $Mx = -23,88$ (kN*m) $My = 0,06$ (kN*m)

Moment stabilizujący: $M_{stab} = 81,35$ (kN*m)

Moment obracający: $M_{renv} = 14,16$ (kN*m)

Stateczność na obrót: $M_{stab} * m / M = 4.136 > 1$

Ścinanie

Kombinacja wymiarująca

SGN : KOMB2 N=41,30 Fx=0,36 Fy=17,23

Współczynniki obciążeniowe: **0.90** * ciężar fundamentu
0.90 * ciężar gruntu

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 131,69 (kN) Mx = -27,90 (kN*m) My = 0,59 (kN*m)

Długość obwodu krytycznego: 1,80 (m)

Siła ścinająca: 24,33 (kN)

Wysokość użyteczna przekroju $h_{eff} = 0,34$ (m)

Powierzchnia ścinania: A = 0,61 (m²)

F_{tj} = 1,03 (MPa)

Stopień zbrojenia: $\rho = 0.14$ %

Współczynnik bezpieczeństwa: 14.36 > 1

Zbrojenie:

Stopa:

Dolne:

Wzdłuż osi X: 9 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 1,70 (m) e = 1*-0,85

Wzdłuż osi Y: 8 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 2,00 (m) e = 0,23

Górne:

Wzdłuż osi X: 9 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 1,70 (m) e = 1*-0,85

Wzdłuż osi Y: 8 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 2,00 (m) e = 0,23

Trzon

Zbrojenie podłużne

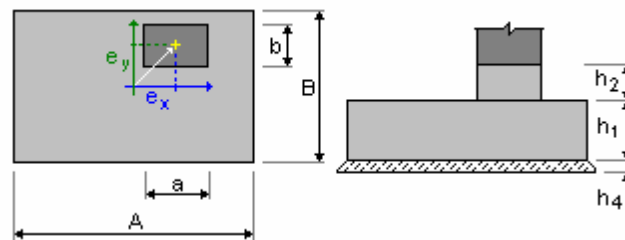
Wzdłuż osi X: 2 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 3,63 (m) e = 1*-0,05 + 1*0,10

Wzdłuż osi Y: 2 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 3,38 (m) e = 1*0,04

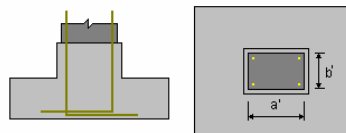
Zbrojenie poprzeczne 8 A-0 (St0S) 6,0 l = 0,99 (m) e = 1*-0,06

Wymiarowanie stopy fundamentowej ściany szczytowej F-5

Geometria:



A	= 1,50 (m)	a	= 0,25 (m)
B	= 1,50 (m)	b	= 0,25 (m)
h1	= 0,40 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 1,22 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		



a'	= 20,0 (cm)
b'	= 20,0 (cm)
c	= 5,0 (cm)

Obciążenia:

Obciążenia fundamentu:

Przypadek	Natura	Grupa	Stan	N (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Nd/Nc	Wsp. max
KOMB1	obliczeniowe	----	SGN	21,17	0,00	-0,02	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB2	obliczeniowe	----	SGN	15,22	1,47	1,13	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB3	obliczeniowe	----	SGN	18,56	-0,76	-1,20	-0,00	0,00	1,00	----
KOMB4	obliczeniowe	----	SGN	5,41	1,63	1,27	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB5	obliczeniowe	----	SGN	9,13	-0,84	-1,32	-0,00	0,00	1,00	----
KOMB6	obliczeniowe	----	SGN	13,96	1,63	1,26	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB7	obliczeniowe	----	SGU	17,58	0,00	-0,02	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB8	obliczeniowe	----	SGU	9,22	1,09	0,84	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB9	obliczeniowe	----	SGU	11,70	-0,56	-0,88	-0,00	0,00	1,00	----
KOMB1	obliczeniowe	----	SGN	21,17	-0,00	0,02	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB2	obliczeniowe	----	SGN	20,41	1,51	0,48	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB3	obliczeniowe	----	SGN	18,56	-0,78	1,20	0,00	0,00	1,00	----
KOMB4	obliczeniowe	----	SGN	11,18	1,68	0,51	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB5	obliczeniowe	----	SGN	9,13	-0,87	1,32	0,00	0,00	1,00	----
KOMB6	obliczeniowe	----	SGN	19,73	1,68	0,52	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB7	obliczeniowe	----	SGU	17,58	-0,00	0,02	-0,00	-0,00	1,00	----
KOMB8	obliczeniowe	----	SGU	13,06	1,12	0,35	0,00	-0,00	1,00	----
KOMB9	obliczeniowe	----	SGU	11,70	-0,58	0,88	0,00	0,00	1,00	----

Wyniki obliczeniowe:**Zbrojenie teoretyczne****Stopa:**

dolne:

SGN : KOMB6 N=19,73 Fx=1,68 Fy=0,52

My = 2,74 (kN*m) $A_{sx} = 4,67 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

SGN : KOMB3 N=18,56 Fx=-0,76 Fy=-1,20

Mx = 2,40 (kN*m) $A_{sy} = 4,67 \text{ (cm}^2\text{/m)}$ $A_{s \text{ min}} = 4,67 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

górne:

SGN : KOMB4 N=5,41 Fx=1,63 Fy=1,27

My = -0,17 (kN*m) $A'_{sx} = 4,42 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

SGN : KOMB4 N=5,41 Fx=1,63 Fy=1,27

Mx = -0,00 (kN*m) $A'_{sy} = 4,42 \text{ (cm}^2\text{/m)}$ $A_{s \text{ min}} = 4,42 \text{ (cm}^2\text{/m)}$ **Trzon słupa:**Zbrojenie podłużne A = 4,52 (cm²) $A_{\text{min}} = 1,88 \text{ (cm}^2\text{)}$

A = 2 * (Asx + Asy)

Asx = 1,13 (cm²) Asy = 1,13 (cm²)**Rzeczywisty poziom posadowienia** = -1,22 (m)**Analiza stateczności****Obliczenia naprężeń**

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB1 N=21,17 Fx=0,00 Fy=-0,02**Współczynniki obciążeniowe: **1.10** * ciężar fundamentu**1.20** * ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 69,39 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 90,56 (kN) Mx = 0,03 (kN*m) My = 0,00 (kN*m)

Obliczeniowy opór podłoża gruntowego: qf = 0.12 (MPa)

Średnie naprężenie pod fundamentem: q0 = 0.04 (MPa)

Współczynnik bezpieczeństwa: $qf * m / q0 = 3.019 > 1$ **Osiadanie średnie**

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca

SGU : KOMB7 sgu sn N=17,58 Fx=0,00 Fy=-0,02Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu**1.00** * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 59,82 (kN)

Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego: q = 0,03 (MPa)

Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: z = 0,38 (m)

Naprężenie na poziomie z:

- dodatkowe: $\sigma_{zd} = 0,01$ (MPa)- wywołane ciężarem gruntu: $\sigma_{zy} = 0,03$ (MPa)

Osiadanie:

- pierwotne $s' = 0,0$ (cm)- wtórne $s'' = 0,0$ (cm)- CAŁKOWITE $S = 0,0$ (cm) < $S_{adm} = 7,0$ (cm)

Współczynnik bezpieczeństwa: 209.5 > 1

OdrywanieOdrywanie w SGNKombinacja wymiarująca **SGN : KOMB4 N=5,41 Fx=1,63 Fy=1,27**Współczynniki obciążeniowe: **0.90** * ciężar fundamentu**0.90** * ciężar gruntu

Powierzchnia kontaktu: s = -2,15

slim = 0,00

PrzesunięcieKombinacja wymiarująca **SGN : KOMB4 N=5,41 Fx=1,63 Fy=1,27**Współczynniki obciążeniowe: **0.90** * ciężar fundamentu**0.90** * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 53,84 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 59,25 (kN) Mx = -2,06 (kN*m) My = 2,64 (kN*m)

Wymiary zastępcze fundamentu: A₋ = 1,50 (m) B₋ = 1,50 (m)Współczynnik tarcia fundament - grunt: $\mu = 0,23$

Kohezja: C = 0.00 (MPa)

Współczynnik redukcji spójności gruntu = 0,20

Wartość siły poślizgu F = 2,07 (kN)

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:

- na poziomie posadowienia: F(stab) = 24,52 (kN)

Stateczność na przesunięcie: F(stab) * m / F = 8.547 > 1

ObrótWokół osi OXKombinacja wymiarująca **SGN : KOMB4 N=5,41 Fx=1,63 Fy=1,27**Współczynniki obciążeniowe: **0.90** * ciężar fundamentu**0.90** * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 53,84 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 59,25 (kN) Mx = -2,06 (kN*m) My = 2,64 (kN*m)

Moment stabilizujący: Mstab = 44,44 (kN*m)

Moment obracający: Mrenv = 2,06 (kN*m)

Stateczność na obrót: Mstab * m / M = 15.55 > 1

Wokół osi OYKombinacja wymiarująca: **SGN : KOMB4 N=5,41 Fx=1,63 Fy=1,27**Współczynniki obciążeniowe: **0.90** * ciężar fundamentu**0.90** * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 53,84 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 59,25 (kN) Mx = -2,06 (kN*m) My = 2,64 (kN*m)

Moment stabilizujący: Mstab = 44,44 (kN*m)

Moment obracający: Mrenv = 2,64 (kN*m)

Stateczność na obrót: Mstab * m / M = 12.13 > 1

Ścinanie

Kombinacja wymiarująca

Współczynniki obciążeniowe:

SGN : KOMB6 N=19,73 Fx=1,68 Fy=0,52

0.90 * ciężar fundamentu

0.90 * ciężar gruntu

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 73,57 (kN) Mx = -0,85 (kN*m) My = 2,72 (kN*m)

Długość obwodu krytycznego: 1,50 (m)

Siła ścinająca: 5,25 (kN)

Wysokość użyteczna przekroju heff = 0,34 (m)

Powierzchnia ścinania: A = 0,51 (m²)

Ftj = 1,03 (MPa)

Stopień zbrojenia: ρ = 0.14 %

Współczynnik bezpieczeństwa: 55.51 > 1

Zbrojenie:

Stopa:

Dolne:

Wzdłuż osi X: 7 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 1,40 (m) e = 1*-0,70

Wzdłuż osi Y: 7 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 1,40 (m) e = 0,22

Górne:

Wzdłuż osi X: 7 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 1,40 (m) e = 1*-0,70

Wzdłuż osi Y: 7 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 1,40 (m) e = 0,22

Trzon

Zbrojenie podłużne

Wzdłuż osi X: 2 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 3,33 (m) e = 1*-0,05 + 1*0,10

Wzdłuż osi Y: 2 A-IIIN (RB500W) 12,0 l = 3,38 (m) e = 1*0,04

Zbrojenie poprzeczne

8 A-0 (St0S) 6,0 l = 0,69 (m) e = 1*-0,06