

PROJEKT TECHNICZNY BRANŻY KONSTRUKCYJNEJ

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO:	PRZEBUDOWA I NADBUDOWA BUDYNKU Z POMIESZCZENIAMI TECHNICZNYMI ZWiK SP. Z O.O. WRAZ Z BUDOWĄ ŁĄCZNIKA ORAZ PRZEBUDOWA CZĘŚCI POMIESZCZEŃ I NADBUDOWA BUDYNKU SIEDZIBY ZWiK SP. Z O.O.
ADRES:	Działka nr 198 obręb 04 Miasto Mrągowo, 281001_1.0004.198 Os. Mazurskie 1a, 11-700 Mrągowo
INWESTOR:	ZWiK Sp. z o.o., os. Mazurskie 1a, 11-700 Mrągowo
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	STABILIS - BIURO PROJEKTOWE – Tomasz Okrój ul. Przemyska 26B7, 80-180 Gdańsk
BRANŻA KONSTRUKCJA	Projektował: <i>mgr inż. Tomasz Okrój</i> <i>uprawnienia budowlane POM/0218/POOK/07</i> Sprawdził: <i>mgr inż. Michał Chyła</i> <i>uprawnienia budowlane POM/0119/POOK/09</i>

Gdańsk, wrzesień 2025r.

POMORSKA OKRĘGOWA
RADA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
80-840 Gdańsk, ul. Świętojańska 43/44
(2) Tel. (0-58) 324-89-77
Fax (0-58) 301-44-98

Gdańsk, dnia 18 grudnia 2007 r.

syg. akt 254/POM/OKK/07

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów /Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, ze zm./, art. 12 ust. 3, art.13 ust.1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118/, § 6 pkt 1 i 2, § 11 ust.1 pkt 1, § 15, § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ oraz art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego /t.j. Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz.1071 ze zm./

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
stwierdza, że:

Pan TOMASZ OKRÓJ
magister inżynier
urodzony dnia 16.01.1975 r w Gdyni

uzyskał
UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny: POM/0218/POOK/07

do projektowania bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:



PRZEWODNICZĄCY
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Ryszard Kolasa

WICEPRZEWODNICZĄCY
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Leszek Niedostatkiwicz

CZŁONEK
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Ziemowit Suligowski

Otrzymują:

1. Pan Tomasz Okrój
81-166 Gdynia, ul. Podgórska 8a/11
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a

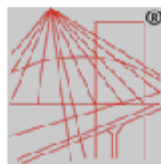
Pan Tomasz Okrój upoważniony jest do:

I. Na podstawie art.12 ust.1 pkt 1, art. 13 ust. 4 ustawy Prawo budowlane, w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, bez ograniczeń do:

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na podstawie § 15 i 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ uprawnienia niniejsze uprawniają do :

- 1) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- 2) projektowania obiektu budowlanego w zakresie sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.



P O L S K A
I N Ż Y N I E R Ő W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
POM-WAP-537-UWY *

Pan Tomasz Okrój o numerze ewidencyjnym POM/BO/0053/08
adres zamieszkania ul.Przemyska 26 B/7, 80-180 Gdańsk
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-11 roku przez:

Krzysztof Wilde, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.

POMORSKA OKRĘGOWA
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
80-840 Gdańsk, ul. Świętojańska 4C/44
(3) Tel. (0-58) 324-89-77
Fax (0-58) 301-44-98

Gdańsk, dnia 28 maja 2009 r.

syg. Akt. 112/POM/OKK/09

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów /Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, ze zm./, art. 12 ust. 3, art.13 ust.1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane /tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118/, § 6 pkt 1 i 2, § 11 ust.1 pkt 1, § 15, § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ oraz art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego /t.j. Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz.1071 ze zm./

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
stwierdza, że:

Pan **MICHAŁ BRONISŁAW CHYŁA**
magister inżynier
urodzony dnia 27.09.1980 r. w Gdańsku

uzyskał
UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny: **POM/0119/POOK/09**

**do projektowania bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

PRZEWODNICZĄCY
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Ryszard Kolasa

WICEPRZEWODNICZĄCY
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Leszek Niedostatkiwicz

CZŁONEK
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Ziemowit Suligowski



Otrzymują:

1. Pan Michał Bronisław Chyła
83-010 Straszyn, ul. Plażowa 44
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a

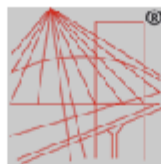
Pan Michał Bronisław Chyla upoważniony jest do:

I. Na podstawie art.12 ust.1 pkt 1, art. 13 ust. 4 ustawy Prawo budowlane, w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, bez ograniczeń do:

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na podstawie § 15 i 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578, ze zm./ uprawnienia niniejsze uprawniają do :

- 1) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- 2) projektowania obiektu budowlanego w zakresie sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
POM-G6Y-77N-XB5 *

Pan Michał Chyła o numerze ewidencyjnym POM/BO/0263/09
adres zamieszkania ul. Plażowa 44, 83-010 Straszyn
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-12 roku przez:

Krzysztof Wilde, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

Oświadczenie projektanta o sporządzeniu projektu budowlanego zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Ja, niżej podpisana

po zapoznaniu się z przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. „Prawo budowlane”

oświadczam, że projekt techniczny branży konstrukcyjnej dotyczący inwestycji:

*PRZEBUDOWA I NADBUDOWA BUDYNKU Z POMIESZCZENIAMI TECHNICZNYMI ZWiK SP. Z
O.O. WRAZ Z BUDOWĄ ŁĄCZNIKA*

ORAZ

PRZEBUDOWA CZĘŚCI POMIESZCZEŃ

I NADBUDOWA BUDYNKU SIEDZIBY ZWiK SP. Z O.O.

Działka nr 198 obręb 04 Miasto Mrągowo, Os. Mazurskie 1a, 11-700 Mrągowo

Inwestor:

ZWiK Sp. z o.o.,

os. Mazurskie 1a, 11-700 Mrągowo

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

mgr inż. Tomasz Okrój

upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w

specjalności konstrukcyjno - budowlanej nr POM/0218/POOK/07

Oświadczenie projektanta o sporządzeniu projektu budowlanego zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Ja, niżej podpisany

po zapoznaniu się z przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. „Prawo budowlane”

oświadczam, że projekt techniczny branży konstrukcyjnej dotyczący inwestycji:

*PRZEBUDOWA I NADBUDOWA BUDYNKU Z POMIESZCZENIAMI TECHNICZNYMI ZWiK SP. Z
O.O. WRAZ Z BUDOWĄ ŁĄCZNIKA*

ORAZ

PRZEBUDOWA CZĘŚCI POMIESZCZEŃ

I NADBUDOWA BUDYNKU SIEDZIBY ZWiK SP. Z O.O.

Działka nr 198 obręb 04 Miasto Mrągowo, Os. Mazurskie 1a, 11-700 Mrągowo

Inwestor:

ZWiK Sp. z o.o.,

os. Mazurskie 1a, 11-700 Mrągowo

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

mgr inż. Michał Chyła

upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w

specjalności konstrukcyjno - budowlanej nr POM/0119/POOK/09

1.1. Przedmiot opracowania.

Celem opracowania jest wykonanie projektu technicznego branży konstrukcyjnej: PRZEBUDOWA I NADBUDOWA BUDYNKU KOTŁOWNI ZWIK SP. Z O.O. WRAZ Z BUDOWĄ ŁĄCZNIKA; PRZEBUDOWA POMIESZCZEŃ SOCJALNYCH NA BIUROWE W BUDYNKU SIEDZIBY ZWIK SP. Z O.O.

1.2. Podstawa opracowania.

1.2.1. Zlecenie Inwestora

1.2.2. Inwentaryzacja budowlana lokalu.

1.2.3. Projekt architektoniczny PRZEBUDOWA I NADBUDOWA BUDYNKU KOTŁOWNI ZWIK SP. Z O.O. WRAZ Z BUDOWĄ ŁĄCZNIKA; PRZEBUDOWA POMIESZCZEŃ SOCJALNYCH NA BIUROWE W BUDYNKU SIEDZIBY ZWIK SP. Z O.O." Działka nr 109/4 obręb 06 Mrągowo, opracowany przez mgr inż. arch. xxxx.

1.2.4. Dokumentacja archiwalna: „Projekt techniczny Stacja uzdatniania wody w Mrągowie – kotłownia, branża konstrukcja” kwiecień 1984r, opracowany przez mgr inż. W. Łożyńskiego.

1.2.5. Obowiązujące przepisy i normy

1.3. Lokalizacja obiektu.

Budynki usytuowane są w Mrągowie na Działce nr 109/4 obręb 06 Mrągowo.

Przejęto strefę śniegową „4”, teren normalny wg PN-EN 1991-1-3 oraz strefę wiatrową „1”, teren kategorii II wg PN-EN 1991-1-4.

1.4. Opis konstrukcji budynku.

Budynek kotłowni c.o. stacji uzdatniania wody jest budynkiem o jednej kondygnacji nadziemnej, niepodpawianym.

Zgodnie z dokumentacją archiwalną [wg punktu 1.2.4] elementami konstrukcji budynku są:

1 – Fundamenty – wykonane jako stopy fundamentowe 90x90x40cm oraz ławy fundamentowe żelbetowe o wysokości 40cm i szerokość 40-70cm z betonu B15, zbrojone stalą A-a i A-II

2 – Ściany fundamentowe – grubości 20 i 25cm o wysokości 90cm z betonu B15.

3 – Ściany kotłowni – ściany zewnętrzne o grubości 38cm z cegły pełnej wapienno-piaskowej klasy 100 na zaprawie wapienno cementowej marki 5. Ściany działowe o grubościach 12 i 6cm z cegły dziurawki.

4 – Nadproża okienne i drzwiowe – nadproża okienne i drzwiowe z belek prefabrykowanych typ L19 oraz wylewane na mokro z betonu B-15 zbrojonego stalą A-I i A-II.

5 – Strop – Strop kotłowni z płyt kanałowych I/480 oraz I/600 wg KB1-31.5.1/8/. Wieńce i wylewki z betonu B-20 zbrojonego stalą A-I i A-II.

6 – Dach – dach z płyt korytkowych DK-180, DK-240 i DK-300 wg KB1-31.6.3/14 oparte na ściankach kolankowych z cegły pełnej na zaprawie cementowej marki „3”. Na płytach zacierka cementowa o grubości 0,5cm.

7 – Pokrycie dachowe – pokrycie z dwóch warstw papy na lepiku oraz 10cm wełny mineralnej ułożonej na warstwie papy izolacyjnej.

Ze względu na brak wykonanych odkrywek elementów konstrukcyjnych budynku wszystkie wymienione powyżej informacje z dokumentacji archiwalnej należy zweryfikować po przystąpieniu do pracy budowlanych. W przypadku rozbieżności sytuacji rzeczywistej z informacjami archiwalnymi należy niezwłocznie powiadomić o tym projektantów.

1.5. Opis elementów konstrukcji budynku, w których projektowane są zmiany konstrukcyjne oraz nowych elementów konstrukcyjnych.

1.5.1. Wykonanie nadbudowy o jedną kondygnację budynku kotłowni.

Zaprojektowano nadbudowę ścianami z pustaków ceramicznych „Porotherm-25 E3 500” o grubości 25cm. Stropodach nad ścianami wykonany jako konstrukcja z dźwigarów drewnianych pokrytych płytami warstwowymi z wypełnieniem PIR gr. 16cm. W ścianach przewidziano wykonanie nadproży prefabrykowanych typu L-19 nad otworami okiennymi oraz drzwiowymi. Dodatkowo zaprojektowano zakończenie ścian wieńcem żelbetowym, a którym oparte zostaną dźwigary

1.5.2. Wykonanie łącznika pomiędzy budynkiem z pomieszczeniami technicznymi ZWIK Sp. z o.o. budynku siedziby ZWIK Sp. z o.o.

Opis ogólny łącznika

Łącznik między dwoma budynkami składa się z dwóch portalowych ram wsporczych (RW-1 i RW-2) tworzących podpory dla jednoprzęsłowego stalowego pomostu (RP-1). Konstrukcję posadzki pomostu stanowi płyta żelbetowa o grubości $t=120$ mm oparta na poprzecznicach ramy pomostu. Na pomoście zamontowano nadbudowę złożoną z 4 ram (RN-1 do RN-4) połączonych trzema płatwiami (P-1) oraz stężonych poprzecznie prętami okrągłymi (St-1 i St-2) i podłużnie stężeniami rurowymi (St-3 i St-4). Pokrycie jednospadowego dachu łącznika z płyt warstwowych oparto na trzech płatwiach P-1. Obudowę ścian stanowi system fasadowy aluminiowo-szklany. Od spodu posadzkę łącznika należy zaizolować wełną mineralną i obudować blachą trapezową.

Przyjęto obciążenie użytkowe dachu łącznika o wartości $0,25 \text{ kN/m}^2$ oraz posadzki o wartości $5,0 \text{ kN/m}^2$.

Podstawowe wymiary łącznika:

Osiowy rozstaw słupów w kierunku podłużnym	L = 5510 mm
Osiowy rozstaw słupów w kierunku poprzecznym	B = 1980 mm
Wysokość łącznika od poziomu terenu	H = 6500 mm

Pokrycie dachu i ścian

Pokrycie dachu zaprojektowano z płyt warstwowych dachowych z rdzeniem PIR o grubości $t=160/200$ mm (do obliczeń przyjęto płyty firmy Pruszyński typu PWD-PIR 160/200) w układzie dwuprzęsłowym o maksymalnej rozpiętości przęsła $L=990$ mm. Mocowanie płyt warstwowych wkrętami samowiercącymi z uszczelką EPDM do płatwi wg zaleceń producenta płyt.

Pokrycie ścian systemem fasadowym aluminiowo-szklanym mocowanym do słupów nadbudowy według oddzielnego opracowania.

Ramy nadbudowy (RN-1 do RN-4)

Konstrukcja stalowej nadbudowy pomostu składa się z 4 ram (RN-1 do RN-4), których słupy i rygle zaprojektowano z rur prostokątnych RP120x80x5. Rozstaw słupów w ramie wynosi 1980 mm, natomiast rozstaw ram na kierunku podłużnym 1609+2150+1609 mm. Połączenie rygli ze słupami wykonać jako spawane. Połączenie słupów z dźwigarami podłużnymi pomostu wykonać jako śrubowe, doczołowe z zastosowaniem 4 śrub M16 kl. 8.8 w każdym węźle. Na jednospadowych ryglach ram oparto trzyprzęsłowe płatwie wykonane z rur kwadratowych RK70x70x4. Płatwie należy połączyć z ryglami ram za pomocą 4 śrub M12 kl. 8.8 w każdym węźle. Pionowe stężenia podłużne (St-3 i St-4) zaprojektowano z rur RK70x70x4 i połączono z ramami śrubami M20 kl. 8.8 za pomocą blach węzłowych. Stężenia połaciowe dachu łącznika (St-1 i St-2) należy wykonać z prętów okrągłych $\varnothing 12$, napinanych nakrętkami napinającymi M12. Pręty stężeń połaciowych należy łączyć przez blachy węzłowe z ramami nadbudowy przy pomocy śrub M16 kl.8.8.

Wszystkie elementy nadbudowy należy wykonać ze stali S235JR.

Rama pomostu (RP-1)

Rama pomostu (RP-1) składa się z dwóch dźwigarów podłużnych wykonanych z dwuteownika szerokostopowego HEB220 umieszczonych w rozstawie osiowym 1980 mm i sztywno połączonych ze słupami wsporczych ram portalowych (RW-1 i RW-2) za pomocą śrubowego połączenia doczołowego na 4 śruby M20 kl. 8.8 w każdym złączy. Rozpiętość dźwigara w osi ram wsporczych wynosi 5510 mm. Dźwigary są ze sobą połączone 4 poprzecznikami wykonanymi z dwuteowników szerokostopowych HEB100 w rozstawie 1610+2150+1610 mm. Na poprzecznikach oparto płytę żelbetową o grubości $t=120$ mm. Przy wymiarowaniu elementów przyjęto, że płyta żelbetowa jest tężnikiem poziomym ramy pomostu. Dźwigary pomostu należy zakotwić do budynku z pomieszczeniami technicznymi za pomocą łączników M-1 oraz dwóch kotew wklejanych M16x200 kl.8.8 mm w każdym złączy (np. Fischer FIS V z prętem gwintowanym FIS A M16x200 kl. 8.8). Głębokość osadzenia kotew wklejanych $h_{eff}=130$ mm.

Wszystkie elementy ramy pomostu należy wykonać ze stali S235JR.

Wsporcze ramy portalowe (RW-1 i RW-2)

Wsporcze ramy portalowe (RW-1 i RW-2) składają się z dwóch słupów wykonanych z rur kwadratowych RK150x150x10 połączonych stykiem spawanym z rygłem o tym samym przekroju.

Rozstaw osiowy słupów wynosi 1980 mm. Wysokości ram wsporczych mierzona od poziomu blachy podstawy do poziomu dolnej krawędzi ramy pomostu (RP-1) wynoszą 2730 mm (RW-1) i 2980 mm (RW-2). Zaprojektowano połączenie słupów z fundamentami przegubowe w kierunku podłużnym i sztywne w kierunku poprzecznym łącznika. Słupy ram wsporczych połączono z fundamentami za pomocą 4 kotew płytkowych M20 ze stali S355JR w każdym węźle.

Wszystkie elementy wsporczych ram portalowych należy wykonać ze stali S235JR, natomiast kotwy płytkowe M20 ze stali S355JR.

ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNE

Wszystkie elementy stalowe zabezpieczyć przeciw korozji powłokami malarskimi. Przyjęto, że łącznik znajduje się w środowisku o agresywności korozyjnej C3. Proponowany zestaw malarski składa się z podkładu z farby epoksydowej o łącznej grubości 80 µm oraz warstw nawierzchniowych z farb poliuretanowych o łącznej grubości 80 µm. Całkowita grubość powłoki antykorozyjnej wynosi 160 µm. Przed wykonaniem malowania należy usunąć odpryski spawalnicze, zaokrąglić krawędzie ($r=2\text{mm}$) oraz przygotować powierzchnię do malowania przez odtłuszczenie i obróbkę strumieniowo-ścierną do stopnia Sa2,5. Malowanie przeprowadzić zgodnie z wytycznymi dla wybranego zestawu malarskiego.

ZABEZPIECZENIA PRZECIWPOŻAROWE

Konstrukcję stalową łącznika należy zabezpieczyć przeciwpożarowo powłoką z farb pęczniejących do odporności ogniowej R30.

UWAGI KOŃCOWE

1. Wysokość przejazdu pod łącznikiem należy oznaczyć stosownie do obowiązujących przepisów.
2. Słupy ramy wsporczej łącznika (RW-1/RW-2) należy zabezpieczyć przed przypadkowym uderzeniem pojazdu przez zastosowanie odpowiednich barier ochronnych.
3. W trakcie transportu i składowania ram RW-1, RW-2, RN-1, RN-2, RN-3 i RN-4 należy zabezpieczyć je przed przypadkowymi deformacjami np. przez tymczasowe połączenie podstaw słupów jednej ramy ze sobą.

1.5.3. Wykonanie nowej klatki schodowej w budynku siedziby ZWIK Sp. z o.o.

Klatkę schodową zaprojektowano jako żelbetową, monolityczną opartą na istniejących ścianach budynku oraz nowej ścianie murowanej. Aby wykonać otwór na klatkę schodową konieczne będzie usunięcie w rejonie klatki schodowej płyt żebrańskich stanowiących jego konstrukcję. Usuwane płyty należy wyciąć fragmentami np. przy użyciu pilarki do betonu.

FUNDAMENTY

Nową ścianę klatki schodowej zaprojektowano jako posadowioną na ławie fundamentowej o grubości 40cm. Beton C30/37 (B37) W8, stal klasy A (RB500W). Pod fundamentami wykonać podkład betonowy gr. 10 cm z betonu klasy C12/15 (B15). Minimalne otulenie prętów zbrojenia fundamentów – 5 cm. Zakłady zbrojenia po min. 50cm.

Konstrukcję fundamentów należy zabezpieczyć poprzez wykonanie izolacji przeciwwilgociowej.

ŚCIANY MUROWANE

Nową ścianę klatki schodowej oraz ściany w nadbudowanej części klatki schodowej zaprojektowano jako murowane z elementów silikatowych (błoczki klasy M15, zaprawa klasy M5).

W celu oparcia spocznika klatki schodowej należy wykonać w istniejących ścianach wykucia gniazd zgodnie z odpowiednim detalem rysunkowym.

BIEGI ORAZ SPOCZNIKI SCHODÓW

Żelbetowe, monolityczne z betonu C30/37 (B37), zbrojenie stalą AIIIIN. Otulenie zbrojenia – 3cm. Usytuowanie oraz dokładna geometria wg rysunków.

PODCIĄGI I WIEŃCE ŻELBETOWE

Żelbetowe, monolityczne z betonu C30/37 (B37), zbrojenie stalą AIIIIN. Otulenie zbrojenia – 3cm. Usytuowanie oraz dokładna geometria wg rysunków.

DACH KLATKI SCHODOWEJ

Zadaszenie klatki schodowej zaprojektowano z płyty warstwowej opartej na wieńcach ścian murowanych oraz na płatwi stalowej. Płatew stalowa z profilu RP 90x50x5mm oparta na wieńcach ścian murowanych oraz na belce stalowej IPE160.

Usytuowanie oraz dokładna geometria wg rysunków.

Zabezpieczenie antykorozyjne analogicznie jak dla łącznika stalowego.

1.5.4. Wykonanie nadbudowy budynku z pomieszczeniami tech. ZWIK sp. z o.o.

Przed przystąpieniem do pracy przy nadbudowie budynku z pomieszczeniami technicznymi należy wykonać rozbiórkę porkycia dachu oraz jego konstrukcji wykonanej z płyt korytkowych typu DK-180, DK-240 i DK-300. Wszystkie prace rozbiórkowe należy prowadzić bez użycia narzędzi udarowych oraz ze szczególną ostrożnością tak aby nie uszkodzić elementów konstrukcyjnych stropu nad parterem tj. płyt kanałowych oraz wieńców żelbetowych. Monolityczne fragmenty attyki ponad wieńcem stropu należy wyciąć przy pomocy pilarek do betonu.

ŚCIANY MUROWANE

Nową ścianę klatki schodowej oraz ściany w nadbudowanej części klatki schodowej zaprojektowano jako murowane z pustaków ceramicznych typu Porothersm (pustaki klasy M15, zaprawa klasy M5).

Usytuowanie oraz dokładna geometria wg rysunków.

PODCIĄGI I WIEŃCE ŻELBETOWE

Żelbetowe, monolityczne z betonu C30/37 (B37), zbrojenie stalą AIIIIN. Otulenie zbrojenia – 3cm. Usytuowanie oraz dokładna geometria wg rysunków.

DACH DREWNIANY

Zadaszenie nadbudowanej części zaprojektowano z płyty warstwowej opartej na drewnianych kratownicach nośnych przekazujących siły na ściany za pośrednictwem wieńców żelbetowych. Rozstaw kratownic drewnianych równy 100cm. Profile drewniane:

- pas dolny kratownicy – przekrój drewniany 100x45mm
- pas górny – przekrój drewniany 100x45mm
- słupki kratownicy – przekrój drewniany 100x45mm
- krzyżylce kratownicy – przekrój drewniany 100x45mm

Elementy kratownicy należy połączyć przy pomocy płytek kolczastych zgodnie z projektem warsztatowym.

Usytuowanie oraz dokładna geometria wg rysunków.

1.5.5. Przebudowa pomieszczeń socjalnych na biurowe w budynku siedziby ZWIK Sp. z o.o.

W ramach planowanej przebudowy pomieszczeń socjalnych na biurowe nie planuje się żadnych zmian w elementach konstrukcyjnych, poza wykonaniem otworów instalacyjnych o średnicy ok 15cm. Zgodnie z wytycznymi technicznymi dotyczącymi płyt kanałowych dopuszczalne jest wykonywanie okrągłych otworów w osi istniejących kanałów pod warunkiem, że wymiar wykonywanego otworu nie przekraczają 18cm. Otwory należy wycinać przy pomocy wiertnic. W przypadku wykonywania większej liczby otworów jednej płycie dopuszcza się otworowanie tylko jednego kanału (otwory wykonywać w jednej osi równoległej do długości płyty kanałowej).

1.1. UWAGI.

1. Wszystkie materiały winny posiadać aktualne atesty i świadectwa ITB do stosowania w budownictwie
2. W projekcie przyjęto, że wszystkie elementy będą wykonane, co najmniej z dokładnością określoną w „Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych – budownictwo ogólne wydane przez ARKADY w 1990 roku. Inwestor przy zawieraniu umowy o wykonanie robót może ustalić wyższe wymagania jakościowe.
3. Kierownik budowy w niezbędnym zakresie powinien opracować plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz szczegółowego zakresu rodzajów robót budowlanych, stwarzających zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 27.08.2002 (dz. u. nr 151/2002)
4. Wszystkie roboty budowlane należy prowadzić zgodnie z "Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych"
5. Długości wszystkich elementów stalowych należy sprawdzić na budowie.

Opracował:
mgr inż. Tomasz Okrój
nr upr. proj. konstr. bud. POM/0218/POOK/07

OBLICZENIA STATYCZNO- WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

1. Zestawienie obciążeń

1.1. Zestawienie obciążeń stałych

Obciążenia stałe połaci dachowej (na 1 m²)

I.p.	Rodzaj	Obc. char. [kN/m ²]
1.	Płyta warstwowa dachowa z rdzeniem z pianki PIR, t=160/200 mm (Pruszyński PWD-PIR 160/200)	0,15
2.	Strop podwieszany na ruszcie stalowym	0,30
Razem (Gk)		0,45

Obciążenie stałe ścian (na 1 m²)

I.p.	Rodzaj	Obc. char. [kN/m ²]
1.	Fasada aluminiowo-szklana	0,50
Razem (Gk)		0,50

Obciążenie stałe posadzki (na 1 m²)

I.p.	Rodzaj	Obc. char. [kN/m ²]
1.	Terakota / gres	0,25
2.	Podkład betonowy, t=50 mm 0,05 x 25,0 =	1,25
3.	Styropian twardy, t=50 mm 0,05 x 0,3 =	0,02
4.	Płyta żelbetowa, t=120 mm 0,12 x 25,0	3,00
5.	Izolacja z wełny mineralnej półtwardej, t=100+50 mm 0,15 x 0,4 =	0,06
6.	Blacha osłonowa TR18, t=0,7 mm na ruszcie stalowym	0,15
Razem (Gk)		4,73

1.2. Zestawienie obciążeń zmiennych

1.2.1. Obciążenie śniegiem

Przyjęto 4 strefę śniegową, teren normalny wg PN-EN 1993-1-3.

Przypadek nr 1 – obciążenie równomierne (wartość charakterystyczna)

$$s_k = 1,60 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = 0,8$$

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

$$s = 1,6 \times 0,8 \times 1,0 \times 1,0 = 1,28 \text{ kN/m}^2$$

Przypadek nr 2 – zaspą śnieżną (wartość charakterystyczna)

$$\mu_s = 0 \text{ (kąt spadku połaci dachu sąsiedniego } \alpha < 15^\circ)$$

$$b_1 = 17,2 \text{ m}$$

$$b_2 = 12,8 \text{ m}$$

$$h = 1,2 \text{ m}$$

$$\mu_s = (17,2 + 12,8) / (2 \times 1,2) = 12,5 > 2,0 \times 1,2 / 1,28 = 1,875$$

$$s_k = 1,875 \times 1,60 \times 1,0 \times 1,0 = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

Długość zaspą śnieżnej

$$L_s = 2 \times 1,2 = 2,4 \text{ m} < 5,0 \text{ m}$$

Przyjęto długość zaspą śnieżnej $L_s = 5,0 \text{ m}$

1.2.2. Obciążenie wiatrem

Przyjęto 1 strefę obciążenia wiatrem, teren kategorii II wg PN-EN 1993-1-4.

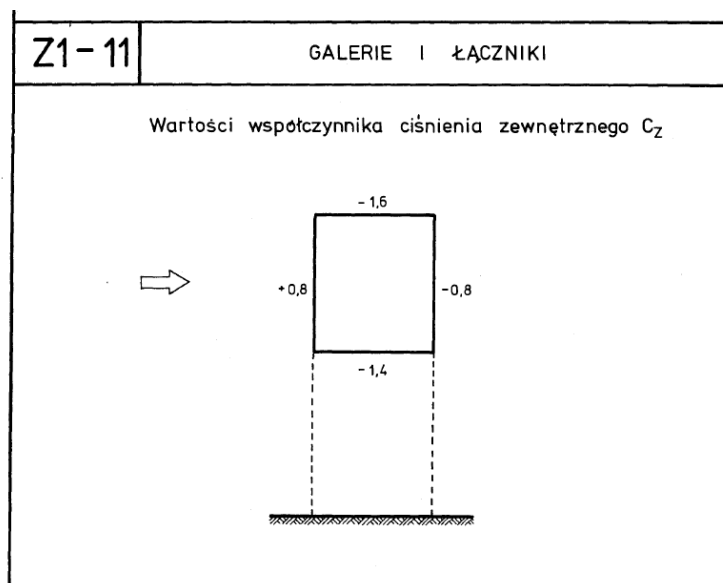
$$q,k = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

$$h = 6,5 \text{ m}$$

$$C_e = 2,3 \times (6,5 / 10)^{0,24} = 2,07$$

$$c_s, c_d = 1,0$$

11. Współczynniki ciśnienia przyjęto na podstawie normy PN-77/B-2011, Załącznik Z1-



Obciążenie dachu: $w,e = 0,30 \times 2,07 \times 1,0 \times (-1,6) = -1,00 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie ściany nawietrznej: $w,e = 0,30 \times 2,07 \times 1,0 \times (+0,8) = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie ściany zawietrznej: $w,e = 0,30 \times 2,07 \times 1,0 \times (-0,8) = -0,50 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie podłogi: $w,e = 0,30 \times 2,07 \times 1,0 \times (-1,4) = -0,87 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie słupów:

Przyjęto, że słupy zostaną zaizolowane termicznie i obudowane ($t = 2 \times 75 \text{ mm}$) stąd:

$$b = 0,15 + 0,15 = 0,30 \text{ m}$$

$$c,f,0 = 0,21 \text{ (przyjęto, że po obudowie słup będzie miał ostre krawędzie)}$$

$$w,e = 0,30 \times 2,07 \times 2,1 \times 0,30 \times 1,0 = 0,39 \text{ kN/m}$$

1.2.3. Obciążenie użytkowe podłogi

Przyjęto obciążenie jak dla powierzchni kategorii C3 wg PN-EN 1991-1-1
(powierzchnie ogólnie dostępne w budynkach publicznych i administracyjnych):

$$q,k = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

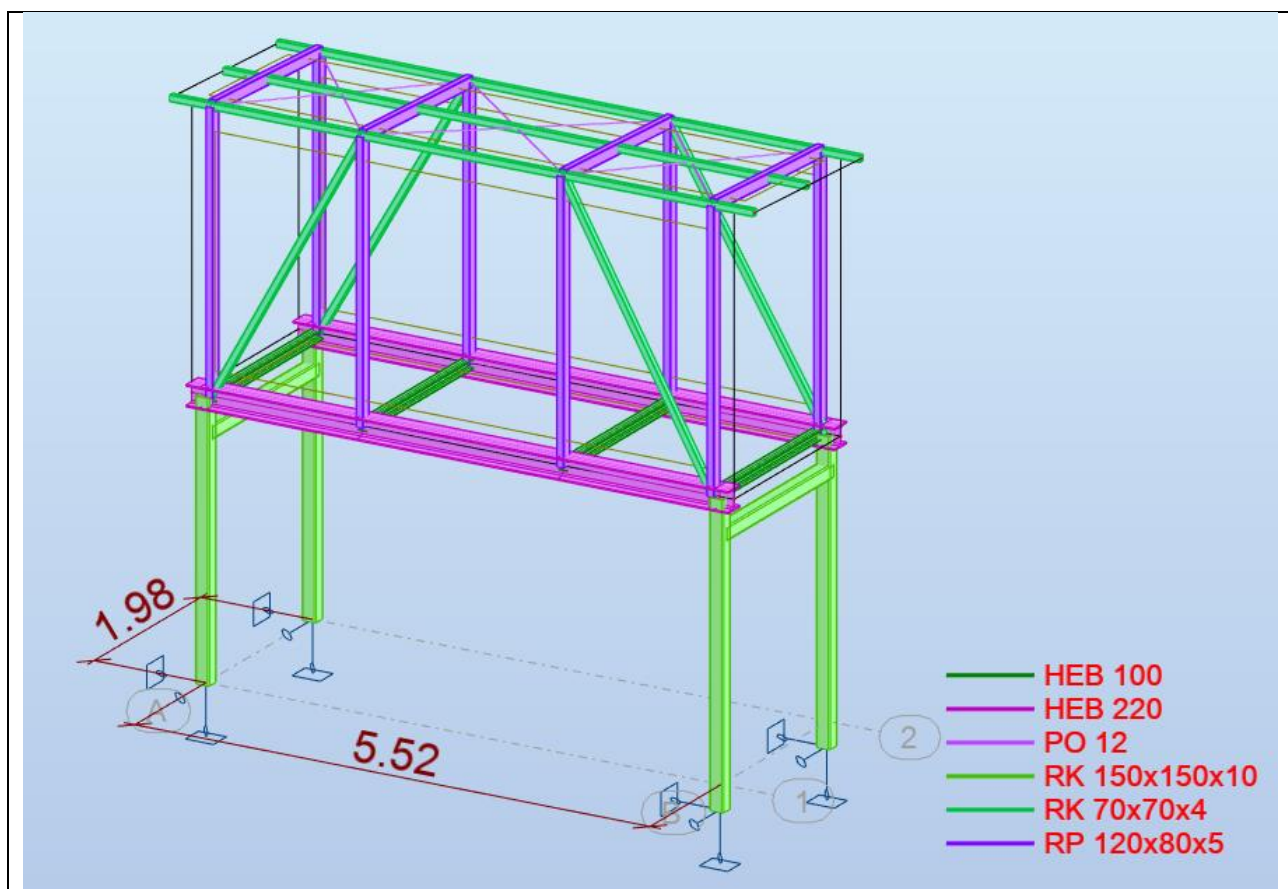
1.2.4. Obciążenie użytkowe dachu

Przyjęto obciążenie dachu instalacjami o wartości:

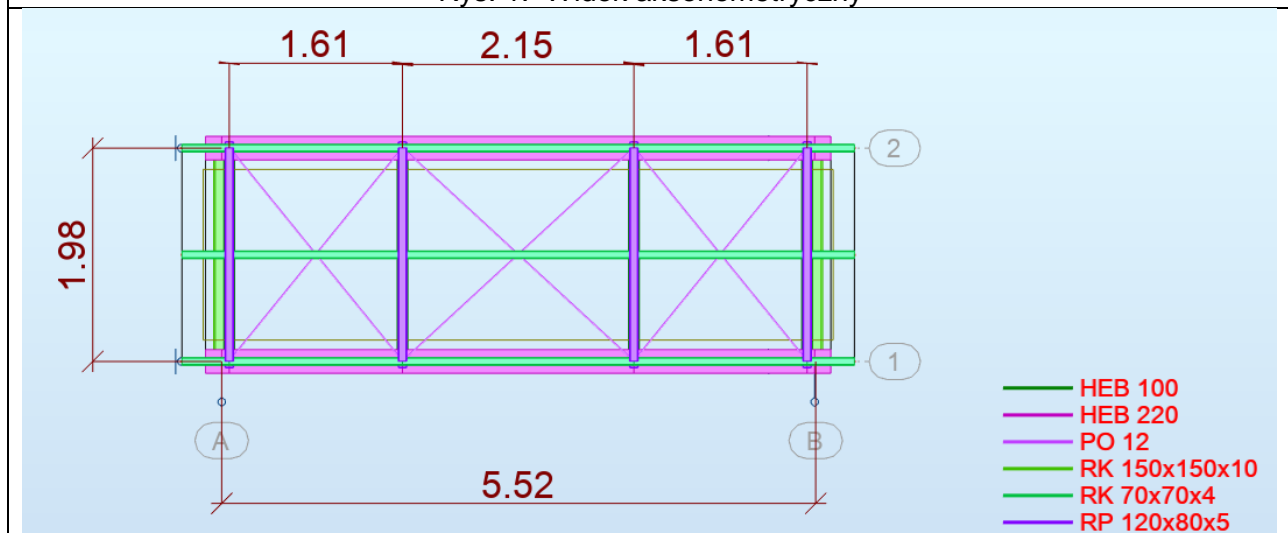
$$q,k = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

2. Konstrukcja stalowa łącznika

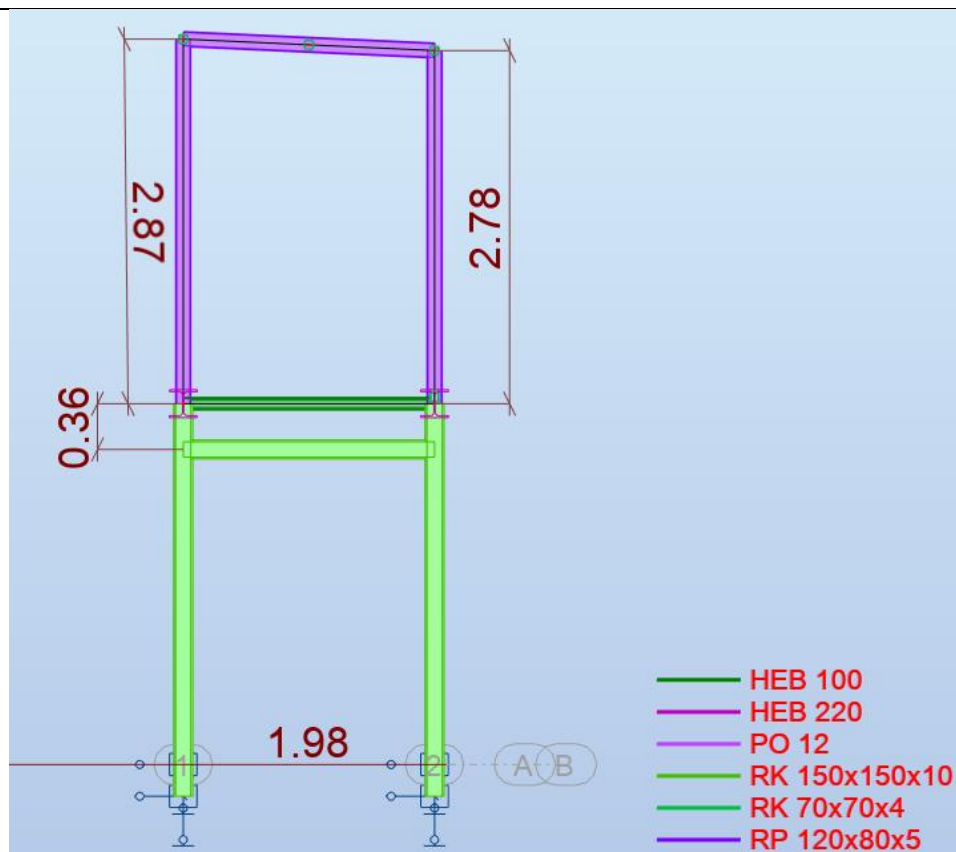
2.1. Schemat obliczeniowy konstrukcji łącznika



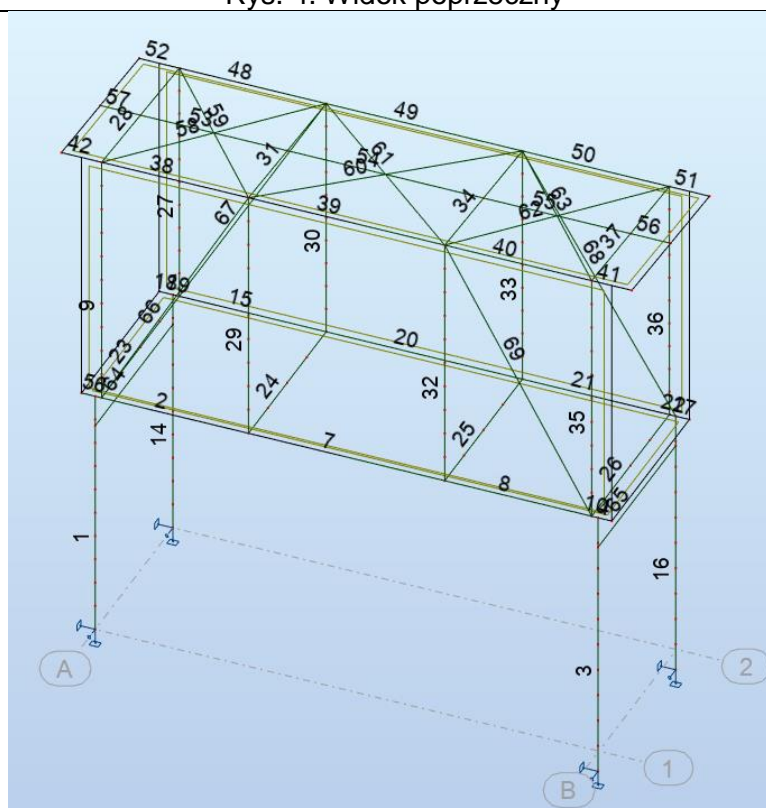
Rys. 1. Widok aksonometryczny



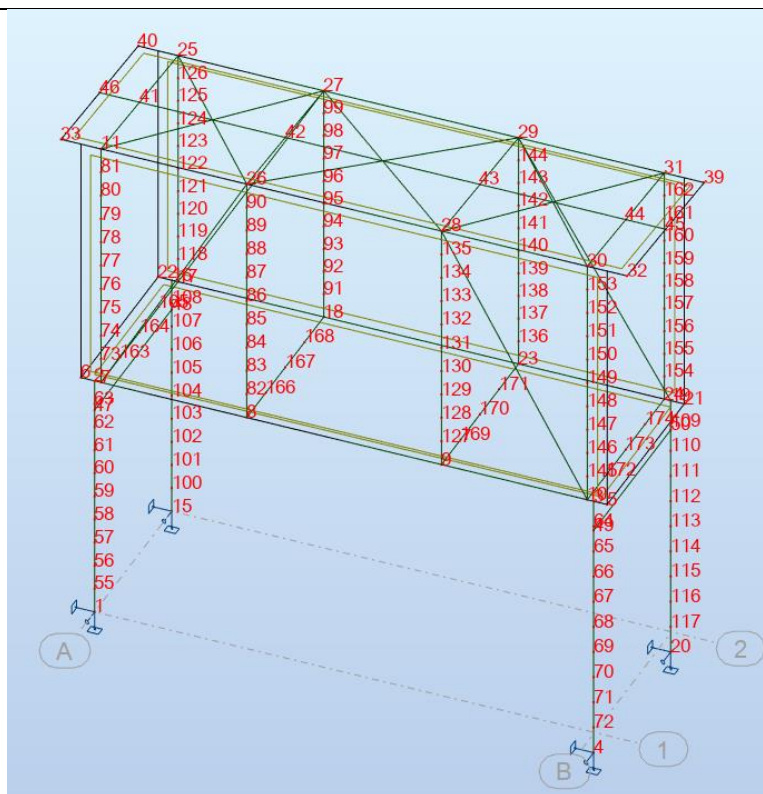
Rys. 2. Widok z góry



Rys. 4. Widok poprzeczny

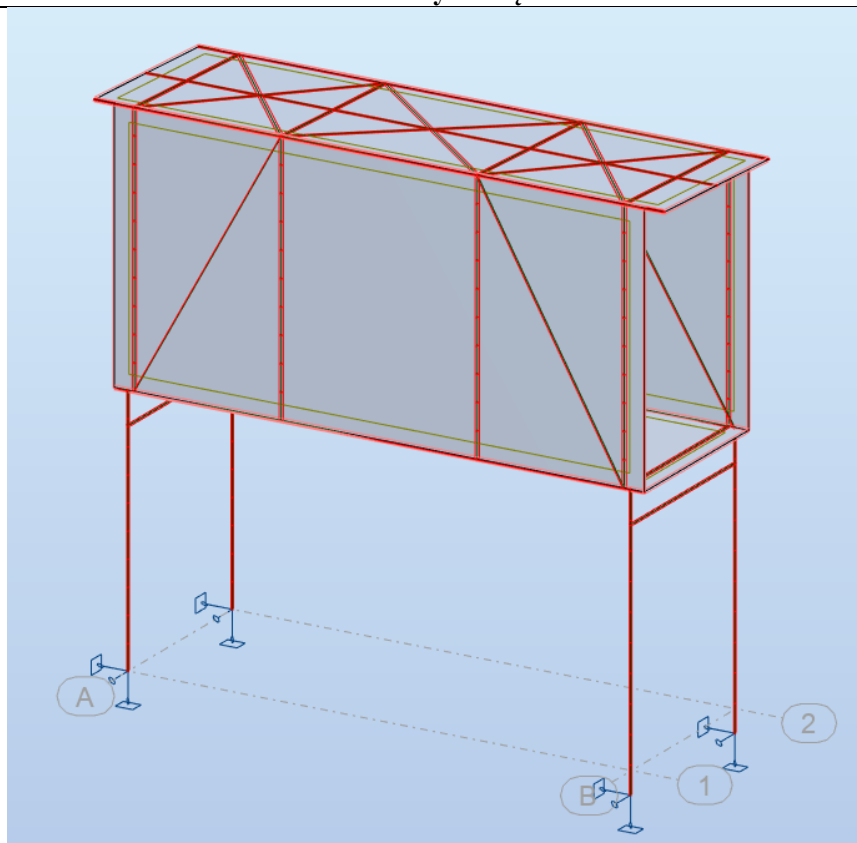


Rys. 5. Numeracja prętów

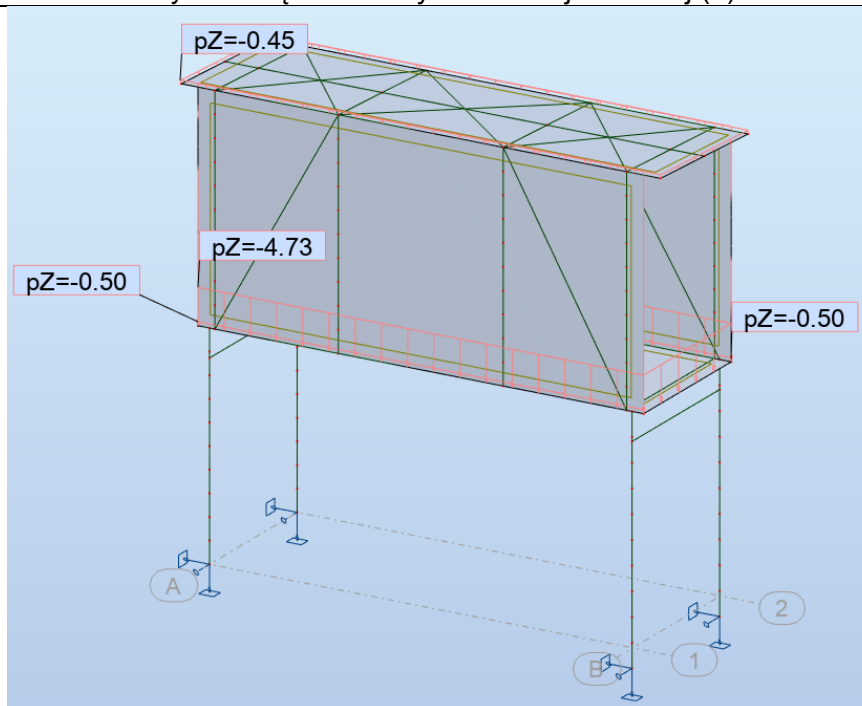


Rys. 6. Numeracja węzłów

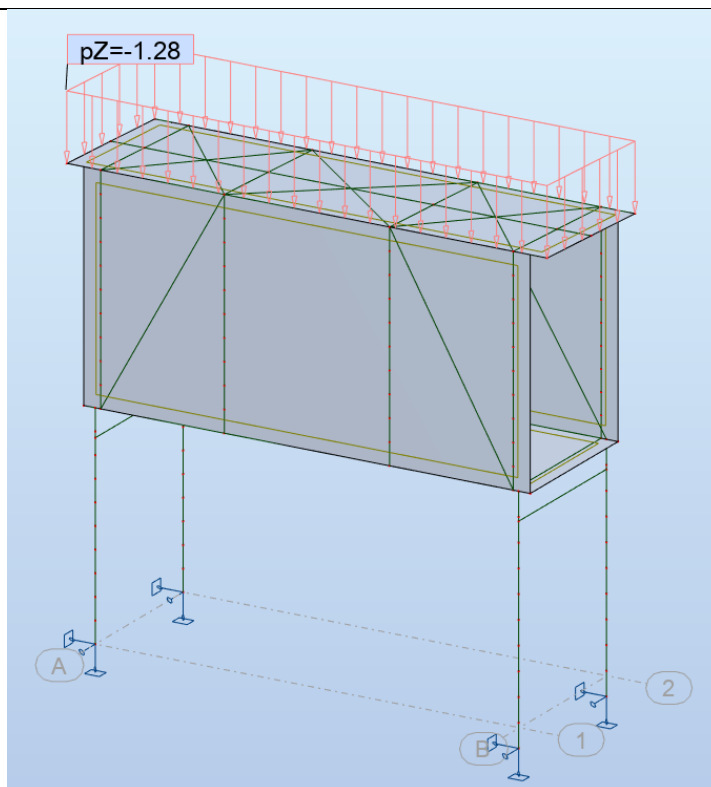
2.2. Schematy obciążeń



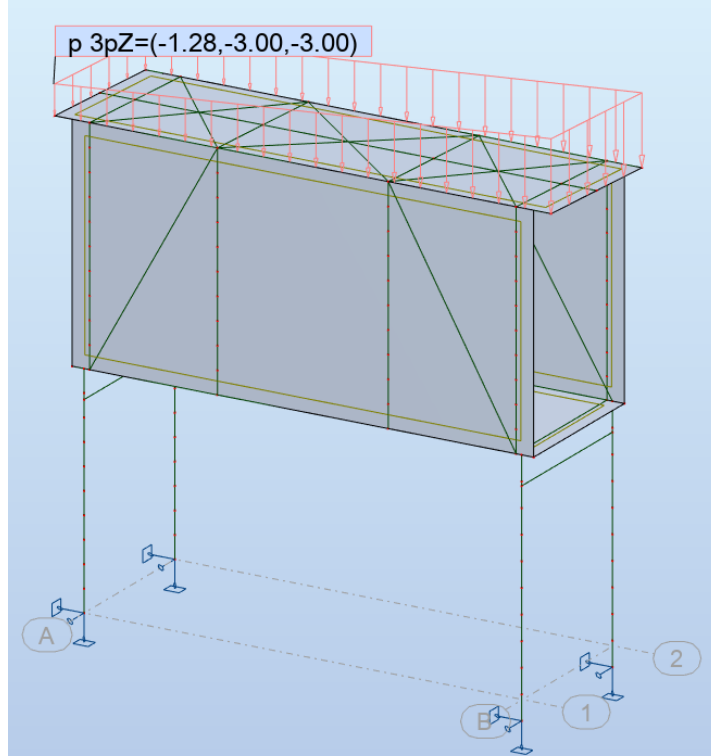
Rys. 7. Ciężar własny konstrukcji stalowej (1)



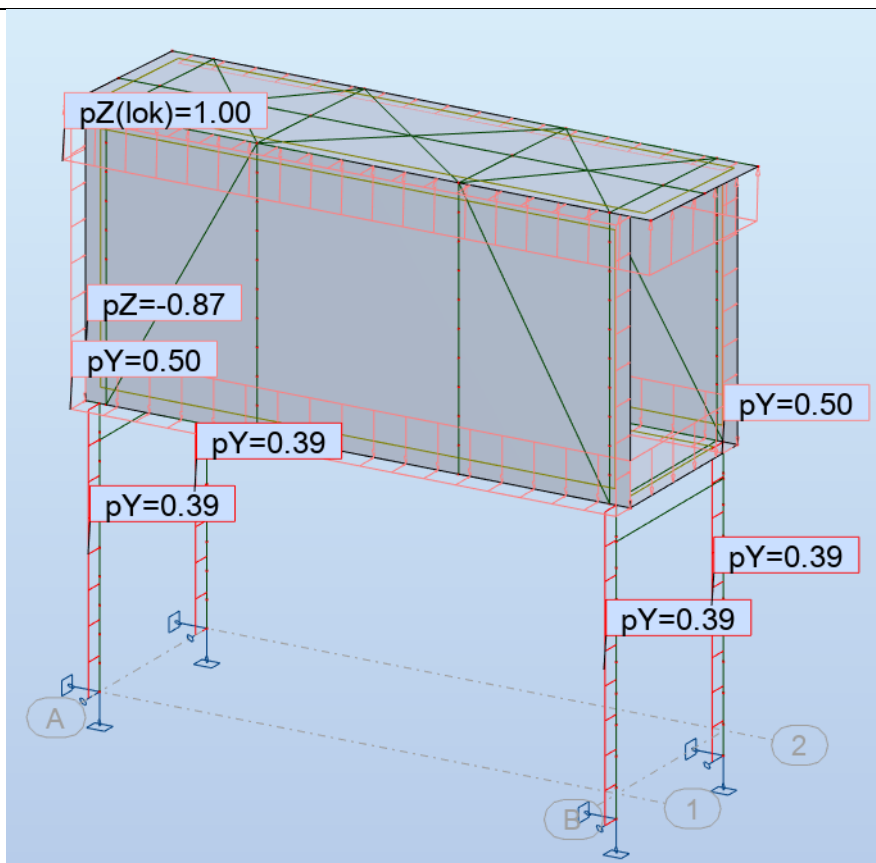
Rys. 8. Obciążenie ciężarem obudowy i posadzki (2) – obc. charakterystyczne [kPa]



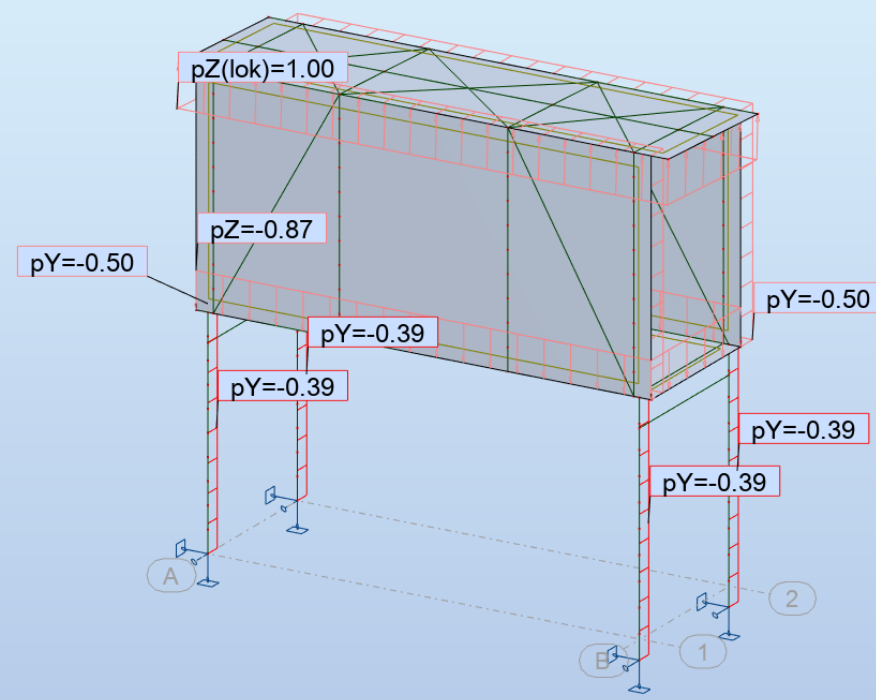
Rys. 9. Obciążenie śniegiem równomierne (3) – obc. charakterystyczne [kPa]



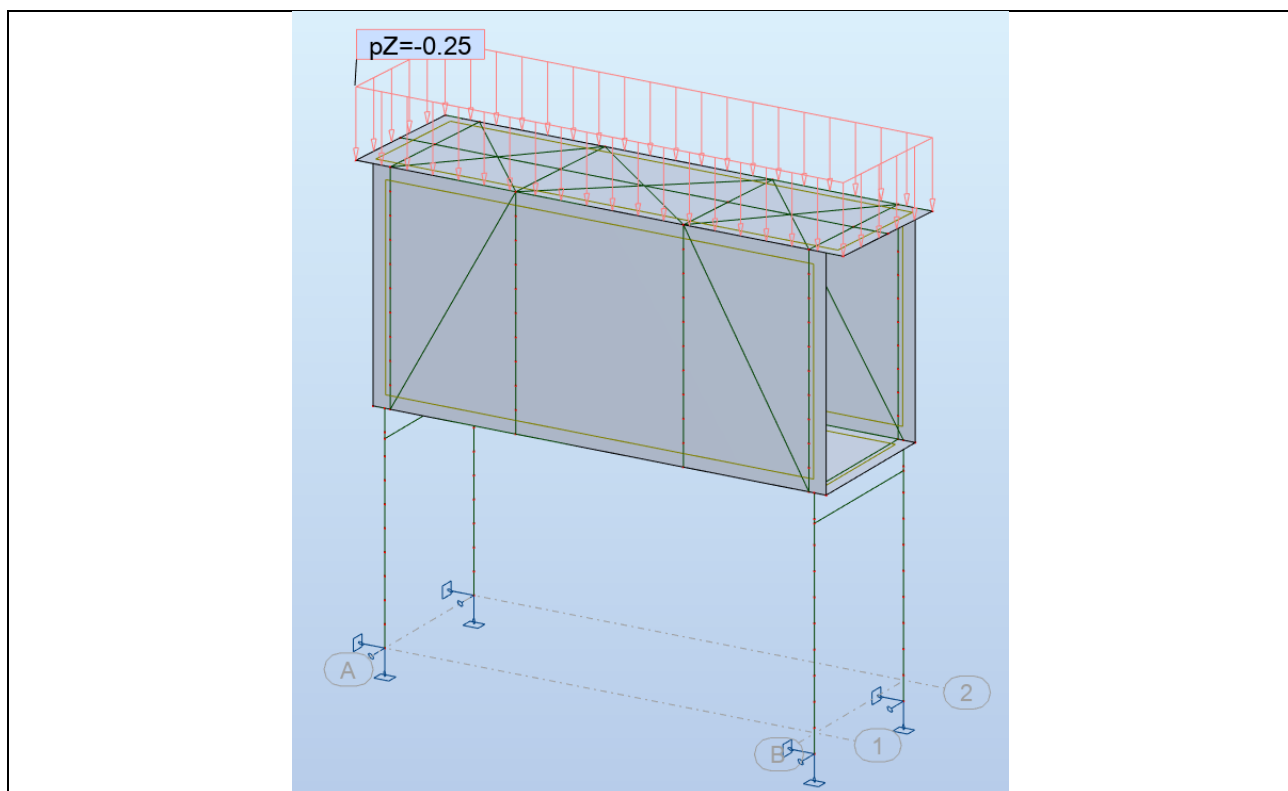
Rys. 10. Obciążenie śniegiem zaspą (4) – obc. charakterystyczne [kPa]



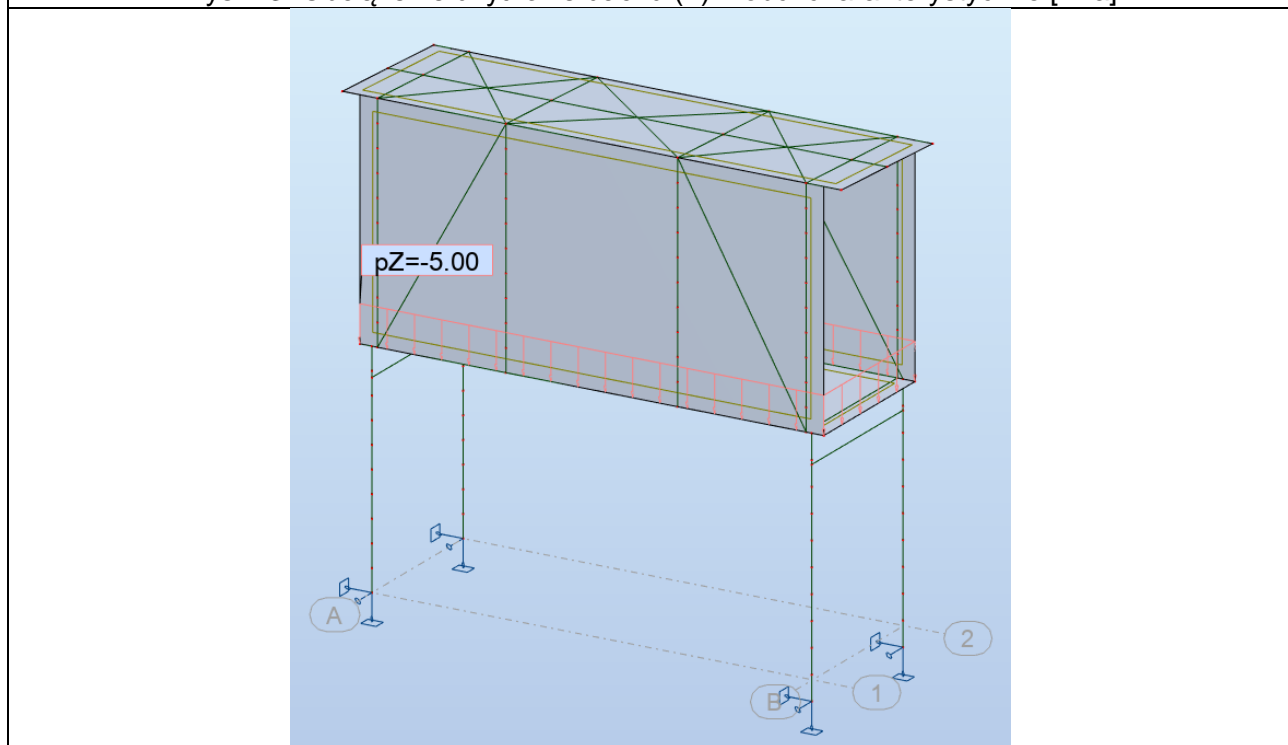
Rys. 11. Obciążenie oddziaływaniem wiatru – wariant 1 (5) – obc. charakterystyczne [kPa]



Rys. 12. Obciążenie oddziaływaniem wiatru – wariant 2 (6) – obc. charakterystyczne [kPa]



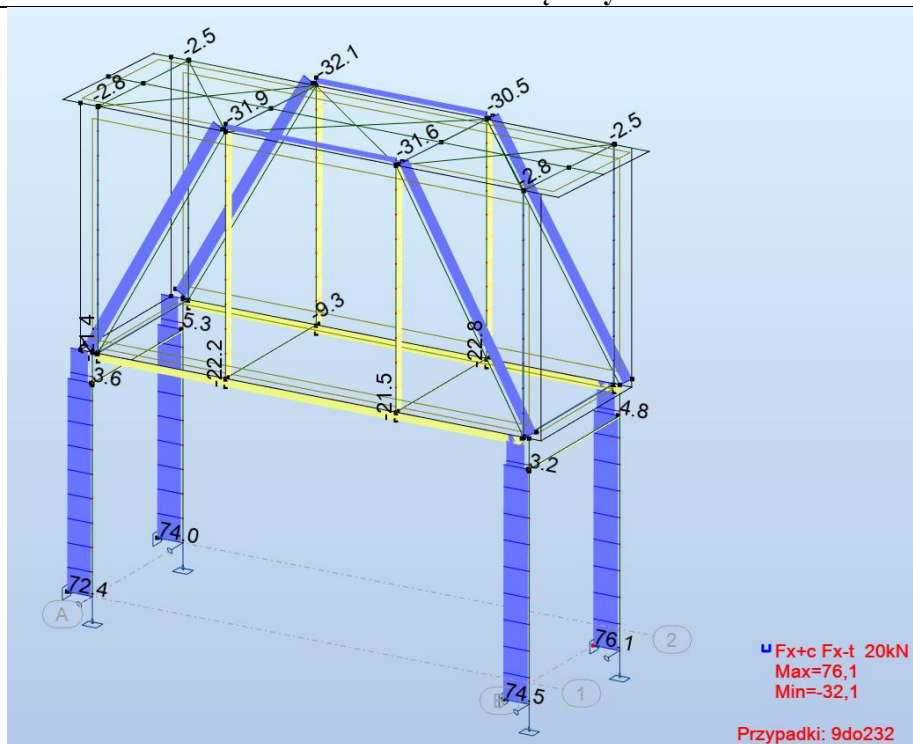
Rys. 13. Obciążenie użytkowe dachu (7) – obc. charakterystyczne [kPa]



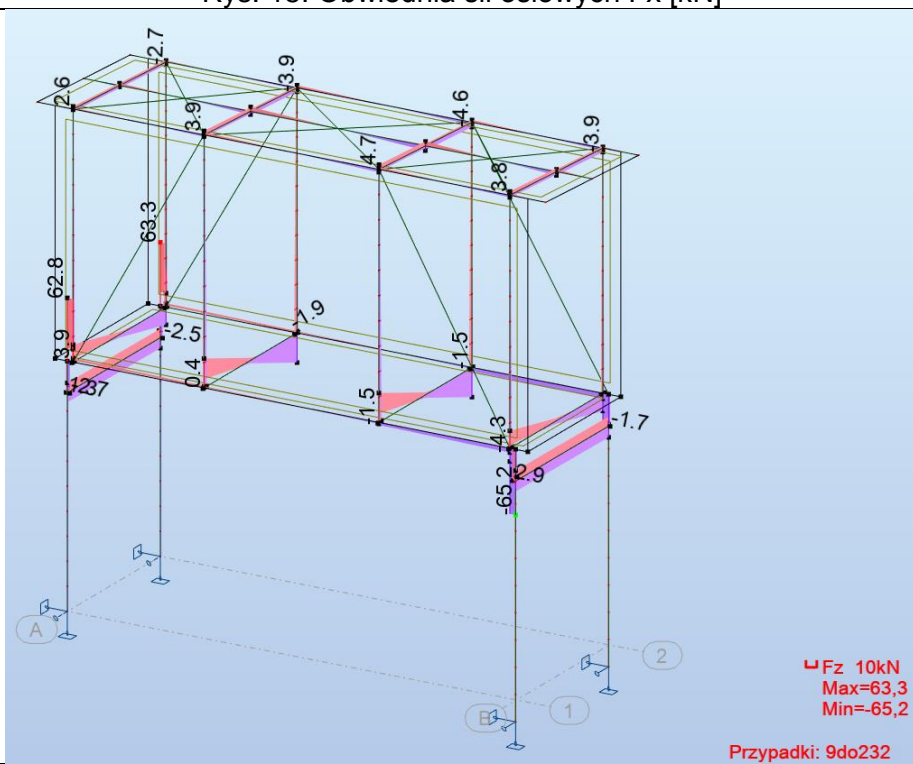
Rys. 14. Obciążenie użytkowe posadzki (8) – obc. charakterystyczne [kPa]

Utworzono 224 kombinacje SGN (Kombinacja 9 do 232) i 76 kombinacji SGU (Kombinacja 233 do 308).

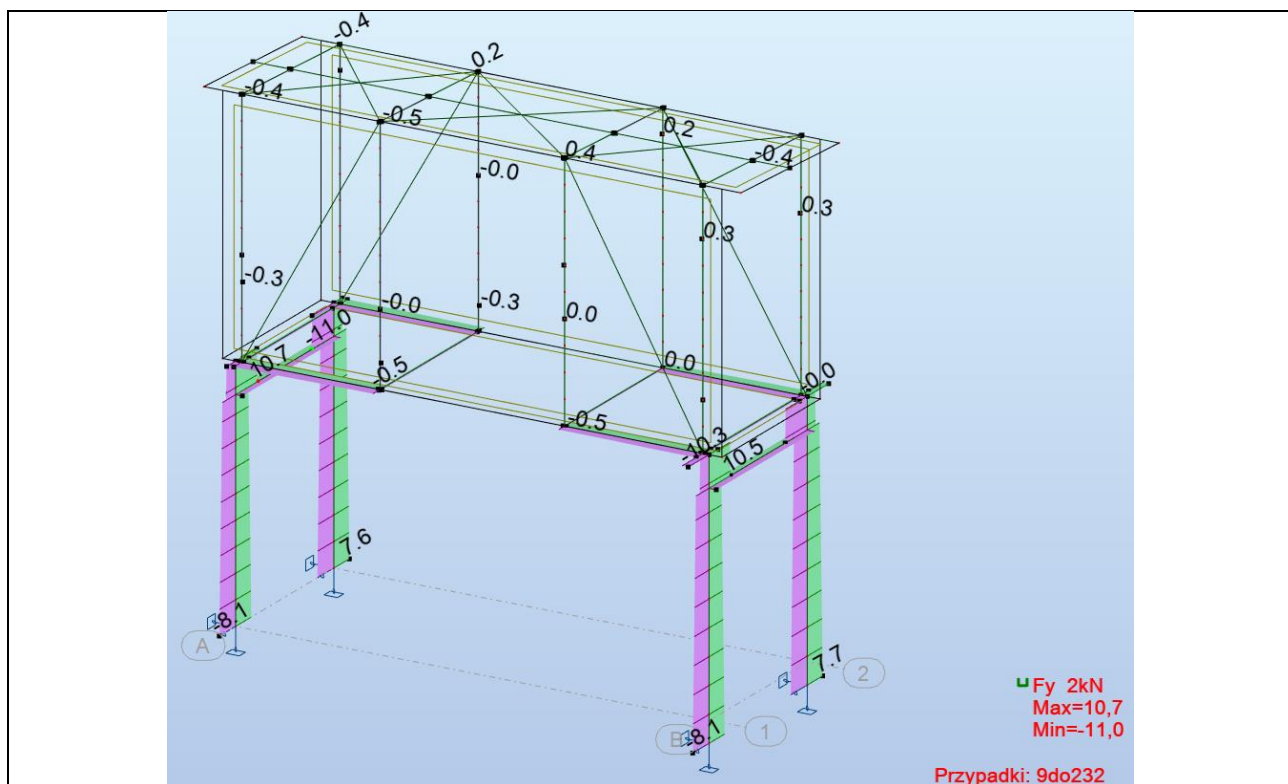
2.3. Obwiednie sił wewnętrznych



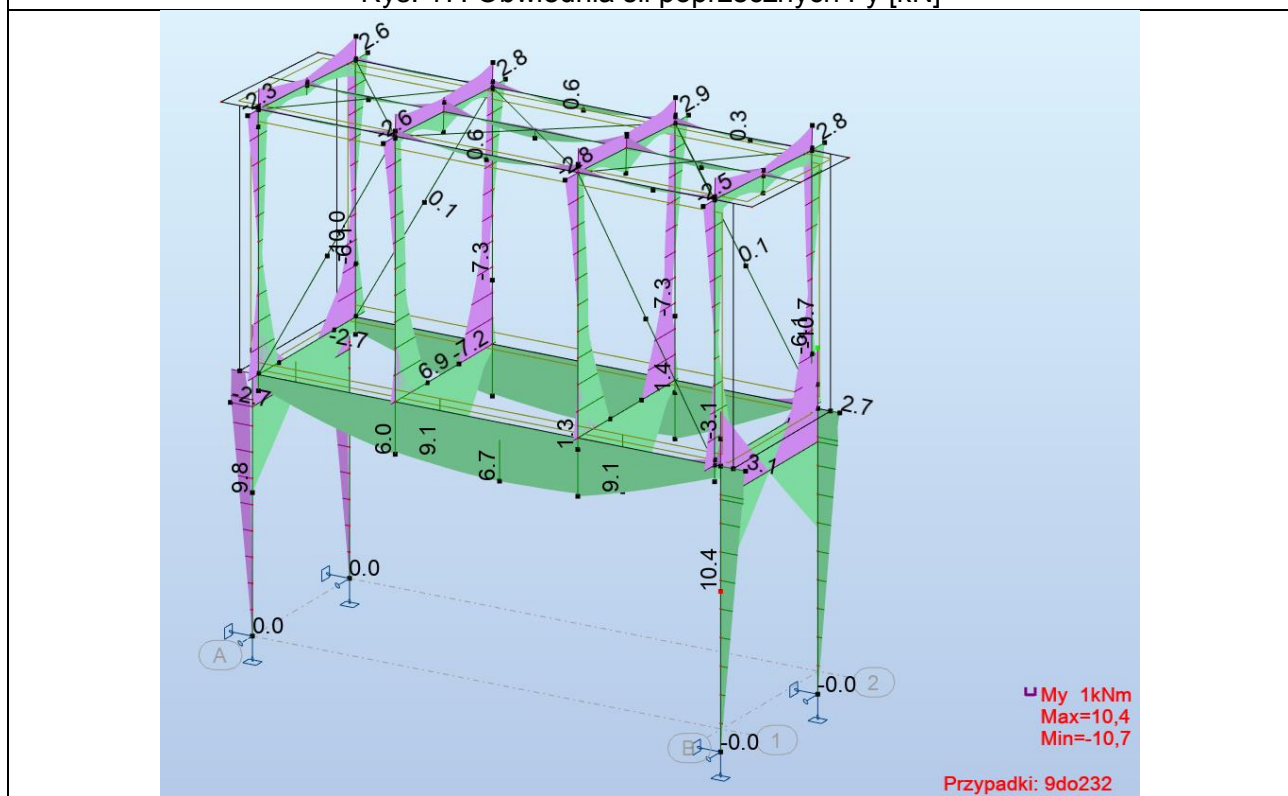
Rys. 15. Obwiednia sił osiowych F_x [kN]



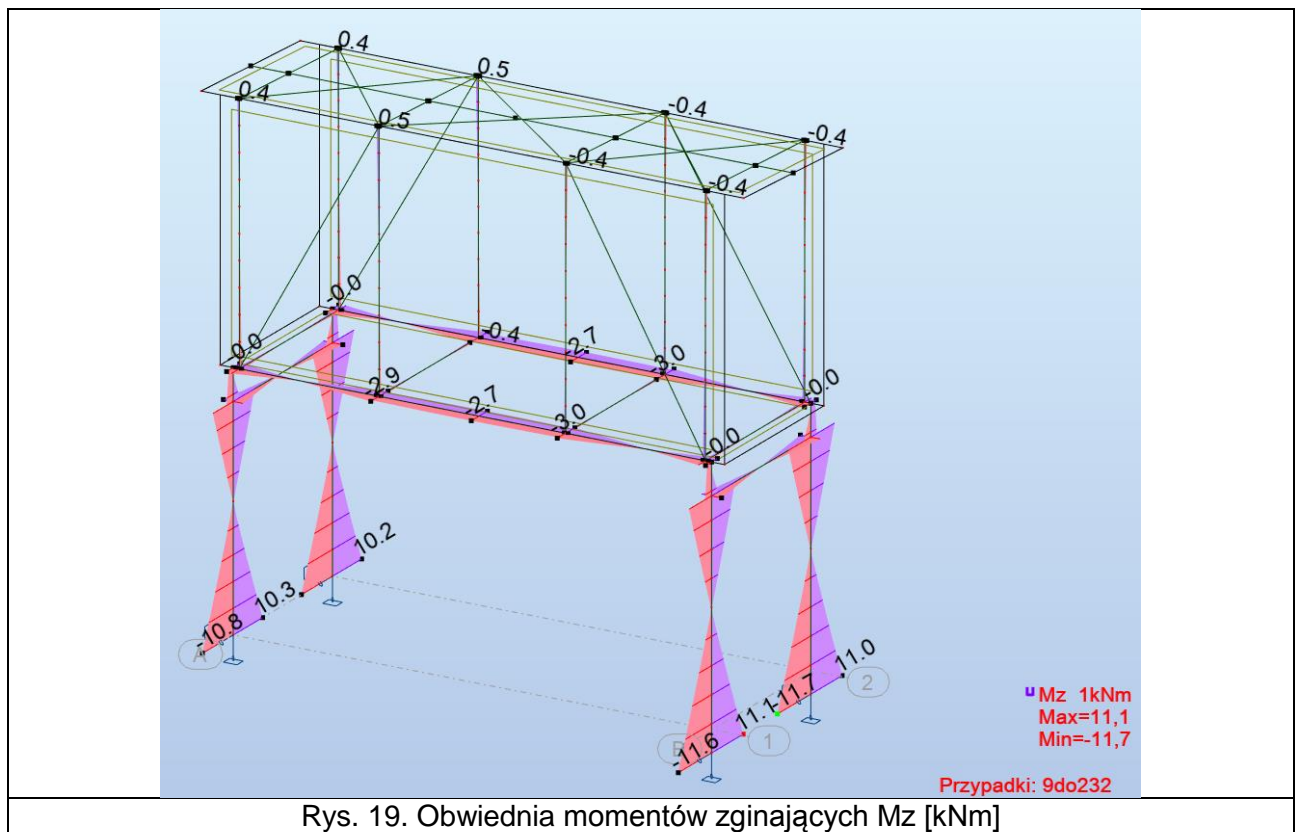
Rys. 16. Obwiednia sił poprzecznych F_z [kN]



Rys. 17. Obwiednia sił poprzecznych F_y [kN]

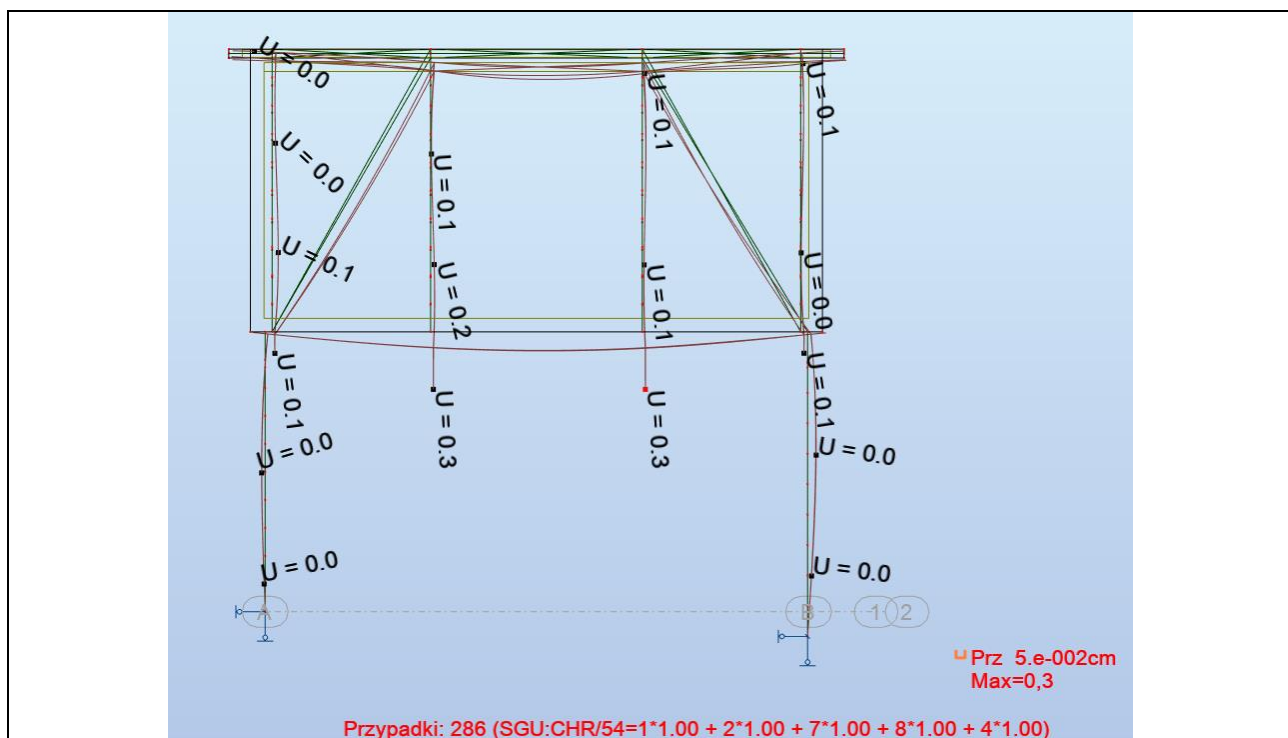


Rys. 18. Obwiednia momentów zginających M_y [kNm]

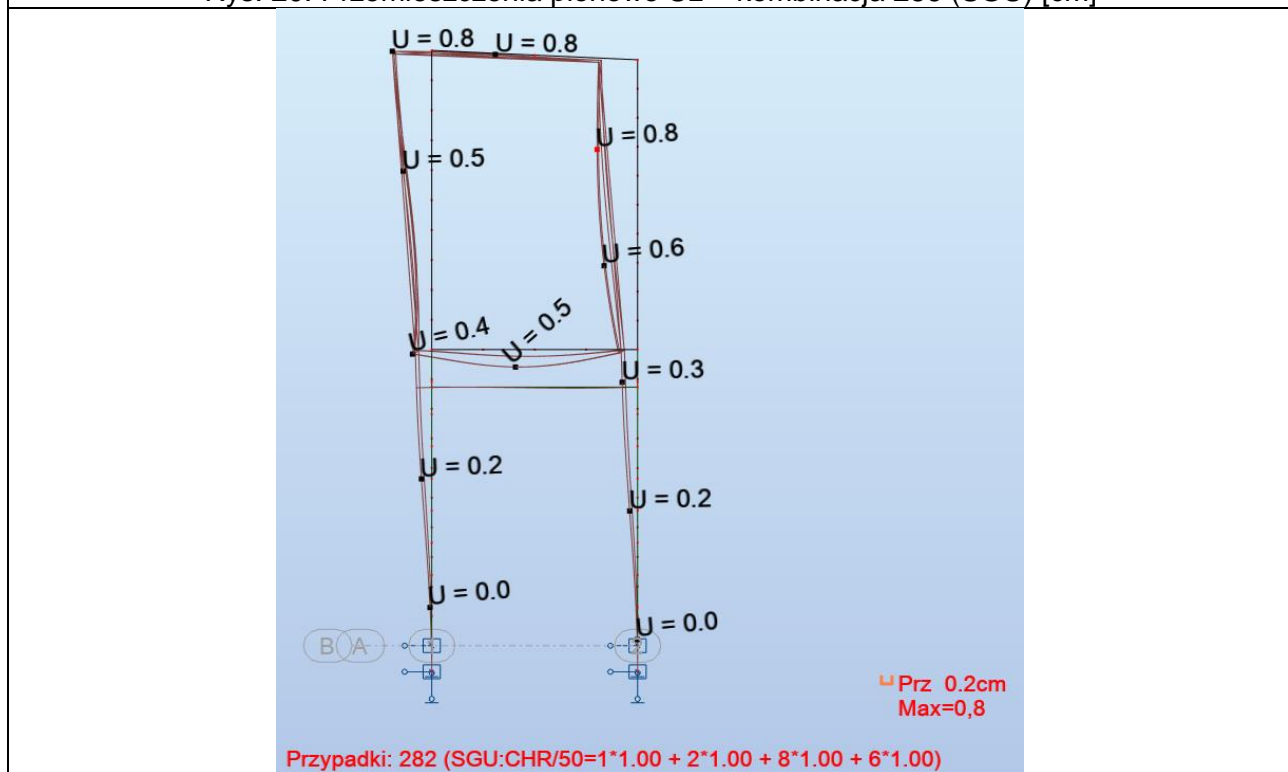


Rys. 19. Obwiednia momentów zginających M_z [kNm]

2.4. Przemieszczenia

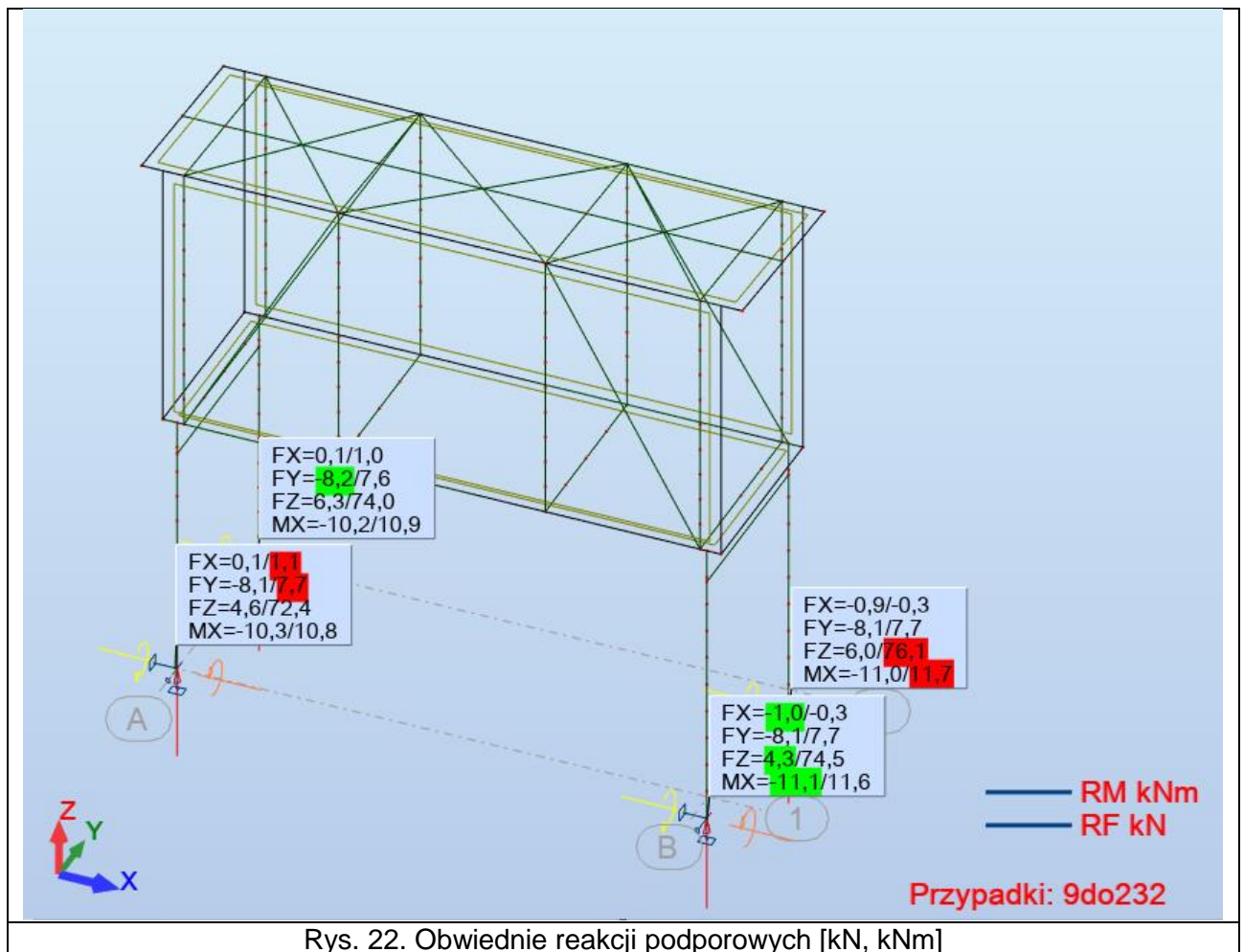


Rys. 20. Przemieszczenia pionowe U_z – kombinacja 286 (SGU) [cm]



Rys. 21. Przemieszczenia poziome U_y – kombinacja 282 (SGU) [cm]

2.5. Reakcje podporowe



Rys. 22. Obwiednie reakcji podporowych [kN, kNm]

2.6. Wymiarowanie elementów

2.6.1. Platew dachowa (P-1)

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 49 Płatwie_49
= 2.15 m

PUNKT:

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $186 \text{ SGN}/178 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 7 \cdot 1.50 + 8 \cdot 1.50 + 4 \cdot 1.50$
 $(1+2) \cdot 1.15 + (7+8+4) \cdot 1.50$

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.0 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZĘKROJU: RK 70x70x4

h=7.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=7.0 cm	Ay=5.20 cm ²	Az=5.20 cm ²	Ax=10.40 cm ²
tw=0.4 cm	Iy=74.70 cm ⁴	Iz=74.70 cm ⁴	Ix=115.56 cm ⁴
tf=0.4 cm	Wply=24.76 cm ³	Wplz=24.76 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 20.4 kN	My,Ed = -0.9 kN*m	Mz,Ed = -0.1 kN*m	Vy,Ed = 0.1 kN
Nc,Rd = 244.4 kN	My,Ed,max = -0.9 kN*m	Mz,Ed,max = -0.1 kN*m	Vy,T,Rd = 70.4 kN
Nb,Rd = 186.5 kN	My,c,Rd = 5.8 kN*m	Mz,c,Rd = 5.8 kN*m	Vz,Ed = -2.7 kN
	MN,y,Rd = 5.8 kN*m	MN,z,Rd = 5.8 kN*m	Vz,T,Rd = 70.4 kN
			Tt,Ed = -0.0 kN*m
			KLASA PRZĘKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 2.15 m	Lam_y = 0.85
Lcr,y = 2.15 m	Xy = 0.76
Lamy = 80.22	ky = 0.96



względem osi z:

Lz = 2.15 m	Lam_z = 0.85
Lcr,z = 2.15 m	Xz = 0.76
Lamz = 80.22	kyz = 0.58

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.08 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.16 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.67} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.67} = 0.05 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.04 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{y} = 80.22 < \lambda_{y,max} = 210.00$ $\lambda_{z} = 80.22 < \lambda_{z,max} = 210.00$

STABILNY

$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.27 < 1.00$ (6.3.3.(4))

$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.21 < 1.00$ (6.3.3.(4))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** $u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \max} = L/250.00 = 0.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 282 SGU:CHR/50=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.00 + 6*1.00
(1+2+8+6)*1.00 $u_z = 0.1 \text{ cm} < u_{z \max} = L/250.00 = 0.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 286 SGU:CHR/54=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.00 + 4*1.00
(1+2+7+8+4)*1.00**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano**Profil poprawny !!!**

2.6.2. Słup ramy nadbudowy (RN-1 do RN-4)

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 33 Słupki_33
= 0.00 m**PUNKT:****WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L**OBCIĄŻENIA:****Decydujący przypadek obciążenia:** 139 SGN/131=1*1.15 + 2*1.15 + 7*1.50 + 8*1.50 + 5*1.50 +
4*0.75 (1+2)*1.15+(7+8+5)*1.50+4*0.75**MATERIAŁ:**S 235 (S 235) $f_y = 235.0 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZEKROJU: RP 120x80x5**

h=12.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=8.0 cm

Ay=7.48 cm²Az=11.22 cm²Ax=18.70 cm²

tw=0.5 cm

Iy=365.00 cm⁴Iz=193.00 cm⁴Ix=393.11 cm⁴

tf=0.5 cm

Wply=72.45 cm³Wplz=54.74 cm³**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**N_{Ed} = -26.6 kNM_{y,Ed} = -7.3 kN*mM_{z,Ed} = 0.2 kN*mV_{y,Ed} = 0.2 kNN_{t,Rd} = 439.4 kNM_{y,pl,Rd} = 17.0 kN*mM_{z,pl,Rd} = 12.9 kN*mV_{y,T,Rd} = 101.0 kNM_{y,c,Rd} = 17.0 kN*mM_{z,c,Rd} = 12.9 kN*mV_{z,Ed} = 5.6 kNM_{N,y,Rd} = 17.0 kN*mM_{N,z,Rd} = 12.9 kN*mV_{z,T,Rd} = 151.5 kNT_{t,Ed} = -0.1 kN*m

KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:** $N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.06 < 1.00$ (6.2.3.(1)) $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.43 < 1.00$ (6.2.9.1.(2)) $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.02 < 1.00$ (6.2.9.1.(2)) $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.67} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.67} = 0.25 < 1.00$ (6.2.9.1.(6)) $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7) $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.04 < 1.00$ (6.2.6-7) $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

$$\tau_{\text{Ed}}/(\sigma_{\text{Ed}}/(\sqrt{3})\sigma_{\text{M0}}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY): Nie analizowano



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

$$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/300.00 = 0.9 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 288 SGU:CHR/56=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.00 + 5*0.60 + 4*1.00 (1+2+7+8+4)*1.00+5*0.60

$$v_y = 0.4 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/300.00 = 0.9 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 267 SGU:CHR/35=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 (1+2+5)*1.00

Profil poprawny !!!

2.6.3. Dźwigar ramy pomostu (RP-1)

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 10
= 0.07 m

PUNKT:

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 42 SGN/34=1*1.35 + 2*1.35 + 8*1.50 + 6*0.90 (1+2)*1.35+8*1.50+6*0.90

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.0 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZĘKROJU: HEB 220

h=22.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=22.0 cm

Ay=76.56 cm²

Az=27.88 cm²

Ax=91.00 cm²

tw=0.9 cm

Iy=8090.00 cm⁴

Iz=2840.00 cm⁴

Ix=76.80 cm⁴

tf=1.6 cm

Wply=827.05 cm³

Wplz=393.88 cm³

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N_{Ed} = -0.3 kN

M_{y,Ed} = -2.6 kN*m

M_{z,Ed} = 1.2 kN*m

V_{y,Ed} = -8.1 kN

N_{t,Rd} = 2138.5 kN

M_{y,pl,Rd} = 194.4 kN*m

M_{z,pl,Rd} = 92.6 kN*m

V_{y,T,Rd} = 930.7 kN

M_{y,c,Rd} = 194.4 kN*m

M_{z,c,Rd} = 92.6 kN*m

V_{z,Ed} = -57.3 kN

M_{N,y,Rd} = 194.4 kN*m

M_{N,z,Rd} = 92.6 kN*m

V_{z,T,Rd} = 355.4 kN

M_{b,Rd} = 194.4 kN*m

T_{t,Ed} = -1.6 kN*m

KLASA PRZĘKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 0.00

M_{cr} = 2026.0 kN*m

Krzywa_{LT} - b

XLT = 1.00

L_{cr,low} = 0.07 m

L_{am_LT} = 0.31

f_{i,LT} = 0.52

XLT_{mod} = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_y, Ed / M N, y, R_d)^{2.00} + (M_z, Ed / M N, z, R_d)^{1.00} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_y, Ed / V_y, T, R_d = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_z, Ed / V_z, T, R_d = 0.16 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy}, Ed / (f_y / (\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.25 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz}, Ed / (f_y / (\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.15 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$M_y, Ed / M_b, R_d = 0.01 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \max} = L/350.00 = 0.0 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 279 SGU:CHR/47=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.00 + 5*1.00
(1+2+8+5)*1.00

$$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z \max} = L/350.00 = 0.0 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 262 SGU:CHR/30=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.00 + 5*1.00
+ 3*0.50 (1+2+7+8+5)*1.00+3*0.50



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

Profil poprawny !!!

2.6.4. Poprzecznicę ramy pomostu (RP-1)

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 24 Poprzecznicę_24
= 1.05 m

PUNKT:

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.53 L

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 42 SGN/34=1*1.35 + 2*1.35 + 8*1.50 + 6*0.90
(1+2)*1.35+8*1.50+6*0.90

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.0 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: HEB 100

h=10.0 cm

g_{M0}=1.00

g_{M1}=1.00

b=10.0 cm

A_y=22.64 cm²

A_z=9.00 cm²

A_x=26.00 cm²

tw=0.6 cm

I_y=450.00 cm⁴

I_z=167.00 cm⁴

I_x=9.29 cm⁴

tf=1.0 cm

W_{ply}=104.21 cm³

W_{plz}=51.42 cm³

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N_{Ed} = -2.1 kN

M_{y,Ed} = 9.1 kN*m

M_{z,Ed} = 0.0 kN*m

V_{y,Ed} = -0.3 kN

N_{t,Rd} = 611.0 kN

M_{y,pl,Rd} = 24.5 kN*m

M_{z,pl,Rd} = 12.1 kN*m

V_{y,T,Rd} = 307.2 kN

M_{y,c,Rd} = 24.5 kN*m

M_{z,c,Rd} = 12.1 kN*m

V_{z,Ed} = -0.1 kN

M_{N,y,Rd} = 24.5 kN*m

M_{N,z,Rd} = 12.1 kN*m

V_{z,T,Rd} = 122.1 kN

M_{b,Rd} = 23.6 kN*m

T_{t,Ed} = 0.0 kN*m

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00

M_{cr} = 82.1 kN*m

Krzywa_{LT} - b

XLT = 0.94

L_{cr,upp}=1.98 m

L_{am_LT} = 0.55

f_{i,LT} = 0.64

XLT,mod = 0.96

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.37 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^1 = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(\tau_{xy}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(\tau_{xz}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.39 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \max} = L/350.00 = 0.6 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 263 \text{ SGU:CHR}/31 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.00 + 5 \cdot 1.00 + 4 \cdot 0.50 \quad (1+2+7+8+5) \cdot 1.00 + 4 \cdot 0.50$$

$$u_z = 0.3 \text{ cm} < u_{z \max} = L/350.00 = 0.6 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 282 \text{ SGU:CHR}/50 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + (1+2+8+6) \cdot 1.00$$

**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano**

Profil poprawny !!!**2.6.5. Słup ramy wsporczej (RW-1/RW-2)**

NORMA: [PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014](#), [Eurocode 3: Design of steel structures](#).**TYP ANALIZY:** [Weryfikacja prętów](#)

GRUPA:**PRĘT:** 16 Słupy_główne_16**PUNKT:****WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L= 0.00 m

OBCIĄŻENIA:

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 139 \text{ SGN}/131 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 7 \cdot 1.50 + 8 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75 \quad (1+2) \cdot 1.15 + (7+8+5) \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75$$

MATERIAŁ:S 235 (S 235) $f_y = 235.0 \text{ MPa}$

**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 150x150x10**

$$h = 15.0 \text{ cm}$$

$$g_{M0} = 1.00$$

$$g_{M1} = 1.00$$

$$b = 15.0 \text{ cm}$$

$$A_y = 27.45 \text{ cm}^2$$

$$A_z = 27.45 \text{ cm}^2$$

$$A_x = 54.90 \text{ cm}^2$$

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

$$I_y = 1773.00 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 1773.00 \text{ cm}^4$$

$$I_x = 2762.67 \text{ cm}^4$$

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

$$W_{ply} = 275.67 \text{ cm}^3$$

$$W_{plz} = 275.67 \text{ cm}^3$$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$$N_{Ed} = 76.1 \text{ kN}$$

$$M_{z,Ed} = -11.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,Ed} = -8.1 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = 1290.2 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed,max} = 2.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed,max} = -11.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,T,Rd} = 372.0 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 617.5 \text{ kN}$$

$$M_{y,c,Rd} = 64.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,c,Rd} = 64.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,Ed} = 0.9 \text{ kN}$$

$$M_{N,z,Rd} = 64.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,T,Rd} = 372.0 \text{ kN}$$

$$T_{t,Ed} = 0.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 3.09 \text{ m}$
 $L_{cr,y} = 6.86 \text{ m}$
 $\lambda_{my} = 120.71$

$\lambda_{my} = 1.29$
 $\chi_y = 0.48$
 $\eta_{yz} = 0.56$



względem osi z:

$L_z = 3.09 \text{ m}$
 $L_{cr,z} = 3.40 \text{ m}$
 $\lambda_{mz} = 59.81$

$\lambda_{mz} = 0.64$
 $\chi_z = 0.88$
 $\eta_{zz} = 0.93$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$
 $M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.18 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.18 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$
 $\tau_{xy,Ed}/(\tau_{xy}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$
 $\tau_{xz,Ed}/(\tau_{xz}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{my} = 120.71 < \lambda_{max} = 210.00$ $\lambda_{mz} = 59.81 < \lambda_{max} = 210.00$

STABILNY

$N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \eta_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \eta_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.26 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$

$N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \eta_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \eta_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.26 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY): Nie analizowano



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_{x,max} = L/500.00 = 0.6 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 265 SGU:CHR/33=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 8*1.00 + 6*1.00 + 3*0.50 (1+2+7+8+6)*1.00+3*0.50

$v_y = 0.3 \text{ cm} < v_{y,max} = L/500.00 = 0.6 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 267 SGU:CHR/35=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 (1+2+5)*1.00

Profil poprawny !!!

2.6.6. Tężnik ścienny (St-3/St-4)

NORMA: [PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.](#)

TYP ANALIZY: [Weryfikacja prętów](#)

GRUPA:

PRĘT: 66 Stężenia_ścienne_66 **PUNKT:**
 = 1.65 m

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50 L$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 17 SGN/9=1*1.35 + 2*1.35 + 7*1.50 + 8*1.50 + 6*0.90 + 4*0.75 (1+2)*1.35+(7+8)*1.50+6*0.90+4*0.75

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.0 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 70x70x4

$h = 7.0 \text{ cm}$
 $b = 7.0 \text{ cm}$
 $t_w = 0.4 \text{ cm}$

$g_{M0} = 1.00$
 $A_y = 5.20 \text{ cm}^2$
 $I_y = 74.70 \text{ cm}^4$

$g_{M1} = 1.00$
 $A_z = 5.20 \text{ cm}^2$
 $I_z = 74.70 \text{ cm}^4$

$A_x = 10.40 \text{ cm}^2$
 $I_x = 115.56 \text{ cm}^4$

tf=0.4 cm

Wply=24.76 cm³

Wplz=24.76 cm³

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 42.0 kN

My,Ed = 0.1 kN*m

Nc,Rd = 244.4 kN

My,Ed,max = 0.1 kN*m

Nb,Rd = 113.9 kN

My,c,Rd = 5.8 kN*m

MN,y,Rd = 5.8 kN*m

Tt,Ed = -0.0 kN*m

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 3.29 m

Lam_y = 1.31

Lcr,y = 3.29 m

Xy = 0.47

Lamy = 122.79

kyy = 1.17



względem osi z:

Lz = 3.29 m

Lam_z = 1.31

Lcr,z = 3.29 m

Xz = 0.47

Lamz = 122.79

kzy = 0.00

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.17 < 1.00$ (6.2.4.(1))

$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.5.(1))

$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))

$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$ (6.2.6)

$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{y} = 122.79 < \lambda_{max} = 210.00$

$\lambda_{z} = 122.79 < \lambda_{max} = 210.00$

STABILNY

$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) = 0.38 < 1.00$ (6.3.3.(4))

$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) = 0.37 < 1.00$ (6.3.3.(4))

Profil poprawny !!!

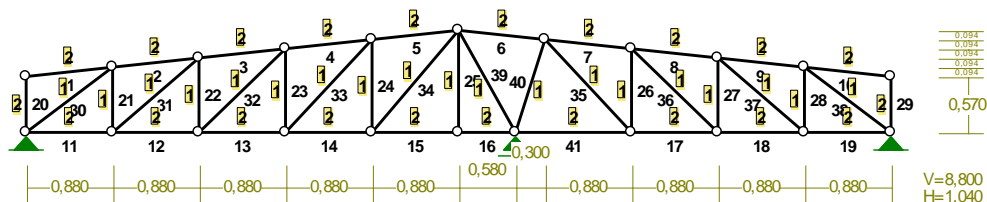
mgr inż. Tomasz Okrój

nr upr. proj. konstr. bud. POM/0218/POOK/07

3. Dach drewniany budynku siedziby ZWIK.

RM_Win v. 12.3 licencja nr 22032

PRZĘKROJE PRĘTÓW:



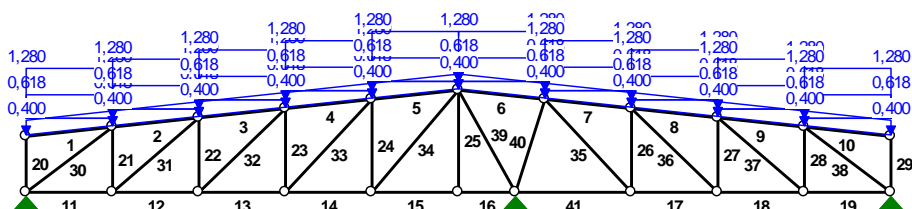
WIELKOŚCI PRZĘKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	45,0	375	76	75	75	10,0	1,4E+2 Drewno C24
2	45,0	375	76	75	75	10,0	1,4E+2 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
136 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"		Stałe		$\gamma_G = 1,35/1,00$	
Grupa:	A ""		Stałe		$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone		p=0,618*1,000			
2	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone		p=0,618*1,000			
3	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone		p=0,618*1,000			
4	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone		p=0,618*1,000			

5	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone	p=0,618*1,000				
6	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone	p=0,618*1,000				
7	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone	p=0,618*1,000				
8	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone	p=0,618*1,000				
9	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone	p=0,618*1,000				
10	Liniowe-Y	0,0	0,618	0,618	0,00	0,89
	2.1 Obciążenie złożone	p=0,618*1,000				

Grupa: S ""				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				
2	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				
3	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				
4	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				
5	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				
6	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				
7	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				
8	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				
9	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				
10	Liniowe-Y	0,0	1,280	1,280	0,00	0,89
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,000				

Grupa: U ""				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				
2	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				
3	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				
4	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				
5	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				
6	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				
7	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				
8	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				
9	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				
10	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,89
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,000				

Grupa: W "" Zmienne $\gamma_Q = 1,50$

=====

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

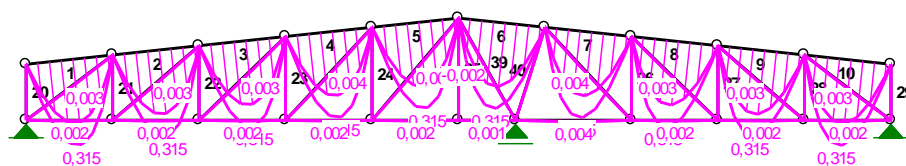
RM_Win v. 12.3 licencja nr 22032

=====

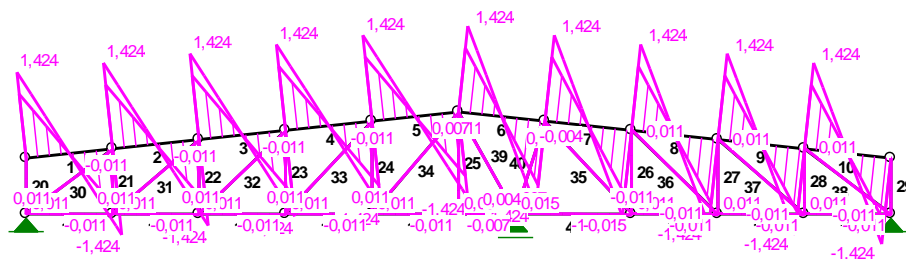
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A -""	Stałe	1,35/1,00	
S -""	Zmienne	1 1,50	0,5/0,2/0
U -""	Zmienne	1 1,50	1/1/1

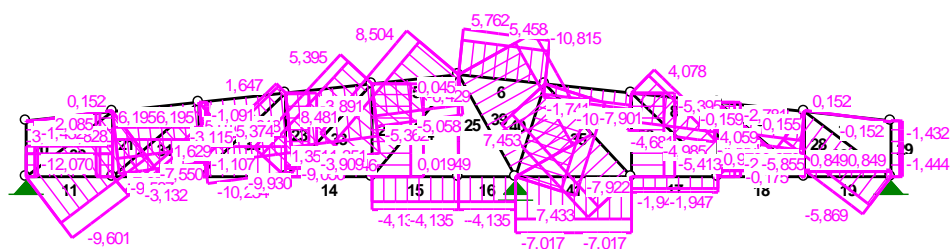
MOMENTY:



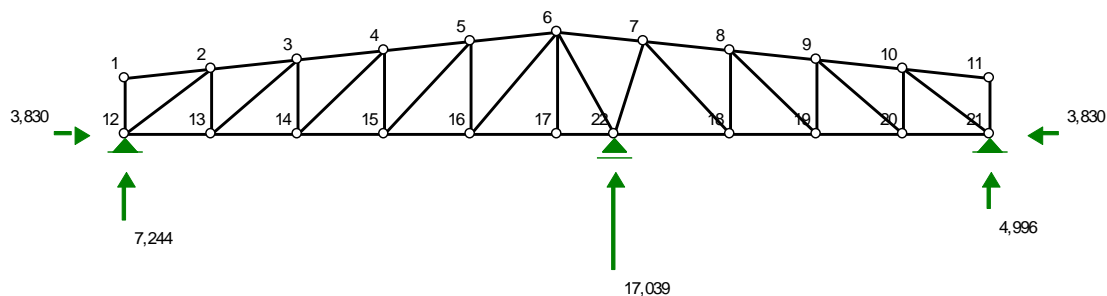
TNĄCE:



NORMALNE:



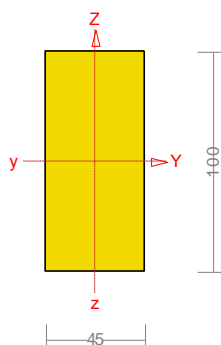
REAKCJE PODPOROWE:



Pręt nr 39

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.32 licencja nr 22032)

Zadanie: kratownica dachu



Przekrój: 1 „B 100x45”

Wymiary przekroju:

$$h=100,0 \text{ mm} \quad b=45,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=375,0; \quad J_z=75,9 \text{ cm}^4; \quad A=45,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=2,9; \quad i_z=1,3 \text{ cm}; \quad W_y=75,0; \quad W_z=33,8 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$K_{mod} = 0,70 \quad \gamma_M = 1,3$$

$$k_{h,m} = \min [(150/100)^{0,2}; 1,3] = 1,084$$

$$k_{h,t} = \min [(150/45)^{0,2}; 1,3] = 1,272$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 1,084 \times 24,00 = 26,03$$

$$f_{t,0,k} = 1,272 \times 14,50 = 18,45$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{v,k} = 4,00$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{m,d} = 14,015 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = 9,933 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,d} = 0,215 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = 11,308 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = 1,346 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 2,154 \text{ MPa}$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 39

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,447$ m; $x_b=0,744$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(S+U) (b)”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Y (wyznaczona w sposób uproszczony):

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,191 = 1,191 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,191 = 1,191 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,191 / 2,8868 \times 10^{-2} = 41,25$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,191 / 1,2990 \times 10^{-2} = 91,67$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 41,25 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 0,699 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 91,67 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 1,554 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,699 - 0,3) + (0,699)^2] = 0,785 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,554 - 0,3) + (1,554)^2] = 1,834 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,785 + \sqrt{0,785^2 - 0,699^2}) = 0,877 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,834 + \sqrt{1,834^2 - 1,554^2}) = 0,356 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 45,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 10,829 / 45,00 \times 10 = \mathbf{2,406} < \mathbf{4,030} = 0,356 \times 11,308 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,447$ m; $x_b=0,744$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(S+U) (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,406}{0,877 \times 11,308} + \frac{0,023}{14,015} + 0,7 \times \frac{0,000}{14,015} = \mathbf{0,244} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,406}{0,356 \times 11,308} + 0,7 \times \frac{0,023}{14,015} + \frac{0,000}{14,015} = \mathbf{0,598} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,191$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(S+U) (b)”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 1190,8 + 100 + 100 = 1390,8 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 45^2}{100 \times 1390,8} \times 7400 = 84,040 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{26,03 / 84,040} = 0,557 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{0,000^2}{1,000^2 \times 14,015^2} + \frac{2,408}{0,356 \times 11,308} = \mathbf{0,598} < \mathbf{1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,191$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(S+U) (b)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000}{14,015} + 0,7 \times \frac{0,000}{14,015} = \mathbf{0,000} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,000}{14,015} + \frac{0,000}{14,015} = \mathbf{0,000} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,191$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(S+U) (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,408^2}{11,308^2} + \frac{0,000}{14,015} + 0,7 \times \frac{0,000}{14,015} = \mathbf{0,045} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,408^2}{11,308^2} + 0,7 \times \frac{0,000}{14,015} + \frac{0,000}{14,015} = \mathbf{0,045} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,191$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(0,5·S+U) (a)”.
Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0,007 / (1,00 \times 45,00) \times 10 = 0,002 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 45,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,002^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,002} < \mathbf{2,154} = 1,000 \times 2,154 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=1,191$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(S+U) (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,250 \times 4,5^2 \times 10,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,393} = 1,111 \times 2,154 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+S+U; Q-S: CW+A+0·S+U” liczone od cięciwy przęta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 1190,8 / 150 = 7,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 1190,8 / 150 = 7,9 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 0,01 \times [1 + 19,20 \times (100,0/1190,8)^2] = 0,01 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y = 0,00 = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone z uwzględnieniem ugięć od pełzania wyznaczonych dla quasi-stałej kombinacji obciążeń (poprawka A2:2014):

$$u_{z,fin} = (u_{z,inst} + u_{z,creep}) [1 + \eta_1 (h/L)^2] = (0,01 + 0,00) \times [1 + 19,20 \times (100,0/1190,8)^2] = 0,01 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = (u_{y,inst} + u_{y,creep}) = (0,00 + 0,00) = 0,00 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = \mathbf{0,0}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{0,0} < \mathbf{7,9} = u_{z,fin,gr}$$

4. Podciągi żelbetowe

RM_Win v. 12.3 licencja nr 22032
PRZEKROJE PRETÓW:



STAŁE MATERIAŁOWE:

OBCIĄŻENIA:

46

Grupa:	S	""		Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,920	1,920	0,00	3,00
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,500				
2	Liniowe-Y	0,0	1,920	1,920	0,00	3,00
	3.1 Dach dwuspadow	p=1,280*1,500				

Grupa:	U	""		Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	3,00
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,500				
2	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	3,00
	1.1.1 Użytkowe (kategoria H	p=0,400*1,500				

Grupa: W "" Zmienne $\gamma_Q = 1,50$

W Y N I K I wg PN-EN 1990

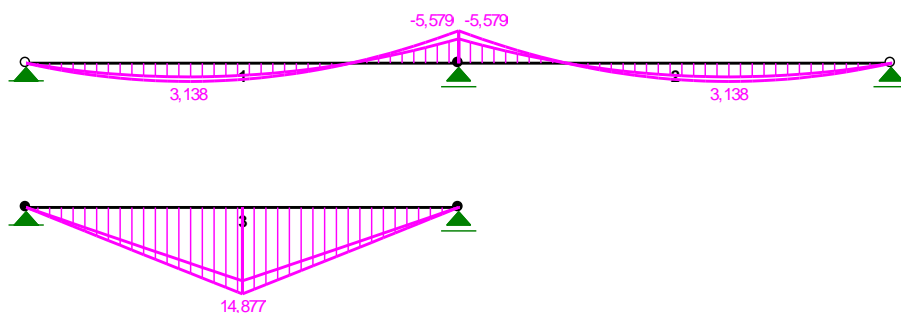
Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 12.3 licencja nr 22032

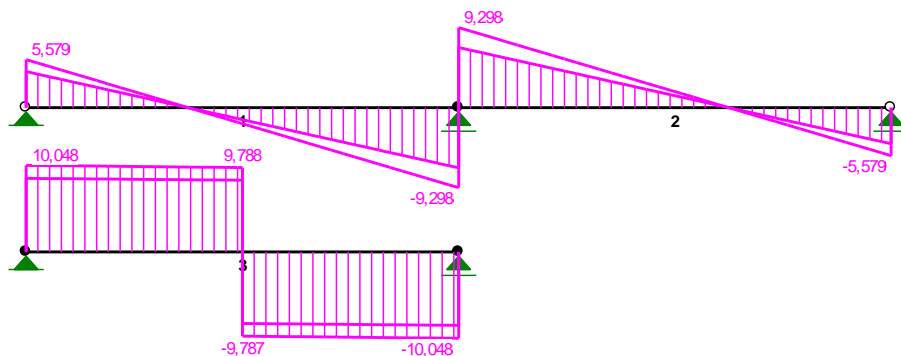
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A -""	Stałe	1,35/1,00	
S -""	Zmienne	1 1,50	0,5/0,2/0
U -""	Zmienne	1 1,50	1/1/1

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE:

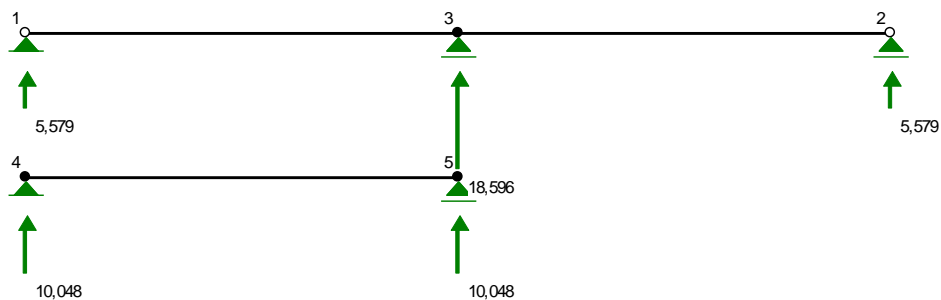
T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ASU

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	a	0,00	0,000	4,193	0,000
	b	0,00	0,000	5,579	0,000
	b	0,38	3,138*	0,000	0,000
	a	1,00	-4,193	-6,988	0,000
	b	1,00	-5,579	-9,298	0,000
2	a	0,00	-4,193	6,988	0,000
	b	0,00	-5,579	9,298	0,000
	b	0,63	3,138*	0,000	0,000
	a	1,00	0,000	-4,193	0,000
	b	1,00	0,000	-5,579	0,000
3	a	0,00	0,000	10,048	0,000
	b	0,00	0,000	8,541	0,000
	a	0,50	14,877*	9,788	0,000
	a	1,00	0,000	-10,048	0,000
	b	1,00	0,000	-8,541	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:

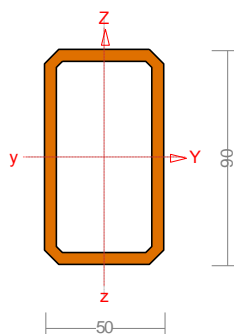


Pręt nr 2

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.60 licencja nr 22032)

Zadanie: platew stalowa

Przekrój: 1 - H 90x 50x 5.0



Wymiary przekroju:

$h=90,0$ $s=50,0$ $g=5,0$ $t=5,0$ $r=5,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=129,0$ $I_{zg}=49,9$ $A=12,80$ $i_y=3,2$ $i_z=2,0$

$I_w=37,7$ $I_t=114,4$ $i_s=3,739$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$ dla $g=5,0$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 0,400 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,790 \quad \text{dla } l_0 = 3,000$$

$$l_w = 0,790 \times 3,000 = 2,370 \text{ m}$$

Przęsło Zc

Przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,000$$

$$l_w = 1,000 \times 3,000 = 3,000 \text{ m}$$

Przęsło ω

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega 0} = 3,000$ m. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 3,000$ m.

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 129,0}{2,370^2} \times 10^{-2} = 476,006 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 49,9}{3,000^2} \times 10^{-2} = 114,915 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_T \right) = \frac{1}{3,739^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 37,7}{3,000^2} \times 10^{-2} + 81 \times 114,4 \times 10^2 \right) = 66297,687$$

kN

Zwichrzenie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_0 = 0,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_0 = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_{cr,z} + \sqrt{(A_o N_{cr,z})^2 + B^2 i_s^2 N_{cr,z} N_{cr,T}} =$$

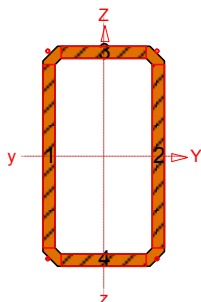
$$0,000 \times 114,915 + \sqrt{(0,000 \times 114,915)^2 + 0,000^2 \times 0,037^2 \times 114,915 \times 66297,687} = 0 \text{ kNm}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 3,000$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+U)$ (b)

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_σ	$(c/t)_1$	$(c/t)_2$	$(c/t)_3$	c/t	Klasa
1	75,0	5,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	15,000	
2	75,0	5,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	15,000	
3	35,0	5,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	7,000	
4	35,0	5,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	7,000	

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+U)$ (b)

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{8,23 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 111,643 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{9,298}{111,643} = 0,083 < 1$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto $\eta = 1,2$.

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 75,0 / 5,0 = 15,000 < 59,711 = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+U)$ (b)

Klasa przekroju 1.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{34,70 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 8,155 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12,80 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 300,8 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,000 / 300,8 = 0,000; \text{ przyjęto } n = 0,000 \leq 1;$$

Dla rury prostokątnej i bisymetrycznego przekroju skrzynkowego:

$$a_w = (A - 2 b t_f) / A = (12,80 - 2 \times 5,00 \times 0,50) / 12,80 = 0,609; \text{ przyjęto } a_w = 0,500 \leq 0,5$$

$$a_f = (A - 2 h t_w) / A = (12,80 - 2 \times 9,00 \times 0,50) / 12,80 = 0,297; \text{ przyjęto } a_f = 0,297 \leq 0,5$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n) / (1 - 0,5a_w) = 8,155 \times (1 - 0,000) / (1 - 0,5 \times 0,500) = 10,873 \quad (6.39)$$

lecz $M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$, przyjęto $M_{N,y,Rd} = 8,155 \text{ kNm}$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} (1 - n) / (1 - 0,5a_f) = 5,375 \times (1 - 0,000) / (1 - 0,5 \times 0,297) = 6,312; \quad (6.40)$$

lecz $M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$, przyjęto $M_{N,z,Rd} = 5,375 \text{ kNm}$

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{5,579}{8,155} = \mathbf{0,684 < 1} \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0}{300,8} + \frac{5,579}{8,155} + \frac{0}{5,375} = \mathbf{0,684 < 1} \quad (6.2)$$

Zginanie (stateczność):

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+U)$ (b)

Nie uwzględniono zwichrzenia pręta.

Warunek stateczności przy zginaniu:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1,000 \times 34,70 \times \frac{235}{1} \times 10^{-3} = 8,155 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{5,579}{8,155} = \mathbf{0,684 < 1} \quad (6.54)$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+U)$ (b)

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $s_s = \mathbf{100,0 \text{ mm}}$ oraz typ obciążenia środnika **(a)**.

Dodatkowo przyjęto rozstaw żeber poprzecznych $a = \mathbf{3,000 \text{ m}}$. Nośność najbardziej obciążonego środnika:

$$k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6 + 2 \times (75,0 / 3000,0)^2 = 6,00$$

$$m_1 = f_{yf} b_f / f_{yw} t_w = 235 \times 22,5 / (235 \times 5,0) = 4,500$$

$$m_2 = 0,000$$

$$l_y = s_s + 2 t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 100,0 + 2 \times 5,0 \times (1 + \sqrt{4,500 + 0,000}) = 131,2 \text{ przyjęto } l_y = 131,2 \leq a$$

$$F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 0,9 \times 6,00 \times 210 \times 5,0^3 / 75,0 = 1890,39 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{131,2 \times 5,0 \times 235 \times 10^6}{1890,39}} = 0,286$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} = \frac{0,5}{0,286} = 1,751 \quad \text{przyjęto } \chi_F = 1,000 \leq 1,0$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1,000 \times 131,2 = 131,2 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235 \times 131,2 \times 5,0 \times 10^6}{1} = 154,18 \text{ kN} \quad (6.1 \text{ EN 1993-1-5})$$

Warunki nośności środnika:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{9,30}{154,18} = \mathbf{0,060 < 1} \quad (6.14 \text{ EN 1993-1-5})$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,Ed} \sigma_{z,Ed} + 3 \tau_{Ed}^2}{(f_y / \gamma_{M0})^2} = \frac{162,2^2 + 18,6^2 - 162,2 \times 18,6 + 3 \times 11,3^2}{(235/1)^2} = \mathbf{0,435 < 1} \quad (6.1)$$

Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+S+U Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{max} = 5,7 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 3000 / 250 = 12,0 \text{ mm}$$

$$a_{max} = \mathbf{5,7 < 12,0} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

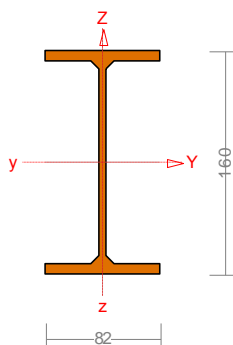
$$a = 5,744 \text{ mm}; \quad L / a = 3000,0 / 5,744 = 522,3$$

Pręt nr 3

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.60 licencja nr 22032)

Zadanie: platew stalowa

Przekrój: 2 - I 160 PE



Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \quad g=5,0 \quad s=82,0 \quad t=7,4 \quad r=9,0.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$I_{yg}=869,0 \quad I_{zg}=68,3 \quad A=20,10 \quad I_y=6,6 \quad I_z=1,8$$

$$I_w=3958,9 \quad I_t=3,4 \quad I_s=6,829.$$

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$ dla $g=5,0$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0 \text{ kN/m}$,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0, \quad M_b = 0 \text{ kNm}$,
- moment skręcający $T = 0 \text{ kNm}$.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,000$$
$$l_w = 1,000 \times 3,000 = 3,000 \text{ m}$$

Przęsło Zc

Przyjęto następujące podatności węzłów:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,000$$
$$l_w = 1,000 \times 3,000 = 3,000 \text{ m}$$

Przęsło ω

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 3,000 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 3,000 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 869,0}{3,000^2} \times 10^{-2} = 2001,227 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 68,3}{3,000^2} \times 10^{-2} = 157,289 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_T \right) = \frac{1}{6,829^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 3958,9}{3,000^2} \times 10^{-2} + 81 \times 3,42 \times 10^2 \right) = 789,786$$

kN

Zwicherung:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwężenia: $A_1 = 0,550$, $A_2 = 0,760$, $B = 1,370$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,550 \times 0,00 + 0,760 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_{cr,z} + \sqrt{(A_o N_{cr,z})^2 + B^2 i_s^2 N_{cr,z} N_{cr,T}} =$$

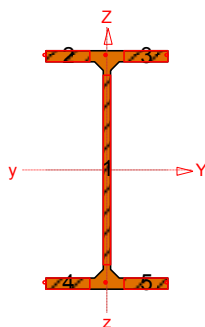
$$0,000 \times 157,289 + \sqrt{(0,000 \times 157,289)^2 + 1,370^2 \times 0,068^2 \times 157,289 \times 789,786} = 32,974 \text{ kNm}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 3,000$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+U)$ (b)

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_σ	$(c/t)_1$	$(c/t)_2$	$(c/t)_3$	c/t	Klasa
1	127,2	5,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	25,440	
2	29,5	7,4	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,986	
3	29,5	7,4	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,986	
4	29,5	7,4	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,986	
5	29,5	7,4	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,986	

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 3,000$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (0,5 \cdot S+U)$ (a)

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{9,67 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 131,146 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{10,107}{131,146} = 0,077 < 1$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto $\eta = 1,2$.

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 127,2/5,0 = 25,440 < 59,737 = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,500$; $x_b = 1,500$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (0,5 \cdot S+U)$ (a)

Klasa przekroju 1.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{123,76 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 29,083 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{20,10 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 472,35 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,000 / 472,35 = 0,000; \quad \text{przyjęto } n = 0,000 \leq 1;$$

Dla dwuteownika bisymetrycznego:

$$a = (A - 2 b t_f) / A = (20,10 - 2 \times 8,20 \times 0,74) / 20,10 = 0,396; \quad \text{przyjęto } a = 0,396 \leq 0,5;$$

– zginanie y-y

$$N_{Ed} = 0 < 118,088 = 0,25 \times 472,35 = 0,25 N_{pl,Rd} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} = 0 < 85,305 = \frac{0,5 \times 14,52 \times 0,50 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.34)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

– zginanie z-z

$$N_{Ed} = 0 < 170,61 = \frac{14,52 \times 0,50 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.35)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{14,921}{29,083} = 0,513 < 1 \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0}{472,35} + \frac{14,921}{29,083} + \frac{0}{6,14} = 0,513 < 1 \quad (6.2)$$

Zginanie (stateczność):

$x_a = 1,500$; $x_b = 1,500$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (0,5 \cdot S+U)$ (a)

Przyjęto krzywą zwichrzenia „b”.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{123,76 \times 235}{32,974 \times 10^3}} = 0,939$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,94 - 0,4) + 0,75 \times 0,94^2] = 0,922$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,922 + \sqrt{0,922^2 - 0,75 \times 0,939^2}} = 0,737;$$

$$\text{przyjęto } \chi_{LT} = 0,737 \leq 1,000 = \min\{1; 1/\bar{\lambda}_{LT}^2\}$$

Warunek stateczności przy zginaniu:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,737 \times 123,76 \times \frac{235}{1} \times 10^{-3} = 21,423 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{14,921}{21,423} = 0,696 < 1 \quad (6.54)$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 1,500$; $x_b = 1,500$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (0,5 \cdot S+U)$ (a)

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $s_s = 100,0$ mm oraz typ obciążenia środka (a).

Dodatkowo przyjęto rozstaw żebier poprzecznych $a = 3,000$ m. Nośność najbardziej obciążonego środka:

$$k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6 + 2 \times (127,2 / 3000,0)^2 = 6,00$$

$$m_1 = f_{yf} b_f / f_{yw} t_w = 235 \times 82,0 / (235 \times 5,0) = 16,400$$

$$m_2 = 0,000$$

$$l_y = s_s + 2 t_f \left(1 + \sqrt{m_1 + m_2} \right) = 100,0 + 2 \times 7,4 \times (1 + \sqrt{16,400 + 0,000}) = 174,7 \quad \text{przyjęto } l_y = 174,7 \leq a$$

$$F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 0,9 \times 6,00 \times 210 \times 5,0^3 / 127,2 = 1115,05 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{174,7 \times 5,0 \times 235 \times 10^3}{1115,05}} = 0,429$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} = \frac{0,5}{0,429} = 1,165 \quad \text{przyjęto } \chi_F = 1,000 \leq 1,0$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1,000 \times 174,7 = 174,7 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235 \times 174,7 \times 5,0 \times 10^3}{1} = 205,31 \text{ kN} \quad (6.1 \text{ EN } 1993-1-5)$$

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{19,58}{205,31} = \mathbf{0,095 < 1} \quad (6.14 \text{ EN } 1993-1-5)$$

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff} / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{y,N}}{f_y W_{y,eff} / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{z,N}}{f_y W_{z,eff} / \gamma_{M0}} = \frac{0}{20,1 \times 235 / 1} \times 10 + \frac{14,921 + 0 \times 0,000}{108,63 \times 235 / 1} \times 10^3 + \frac{0 + 0 \times 0,000}{16,66 \times 235 / 1} \times 10^3 = 0,585 \quad (4.15 \text{ EN } 1993-1-5)$$

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,095 + 0,8 \times 0,585 = \mathbf{0,563 < 1,4} \quad (7.2 \text{ EN } 1993-1-5)$$

Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+S+U Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 4,6 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 3000 / 250 = 12,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{4,6 < 12,0} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 4,561 \text{ mm}; \quad L / a = 3000,0 / 4,561 = 657,8$$

6. Weryfikacja nośności stropu kanałowego budynku siedziby ZWIK
Sprawdzenie maksymalnych momentów

6.1. Zestawienie obciążeń

Obciążenia użytkowe (na 1 m²)

I.p.	Rodzaj	Obc. char. [kN/m ²]
1.	B. Powierzchnia biurowa	2,00
2.	Obciążenie zastępcze od ścian działowych (ciężar ściany z wyprawą <2,0 kN/m ²)	0,80
Razem (Gk)		2,80

Obciążenie stałe posadzki (na 1 m²)

I.p.	Rodzaj	Obc. char. [kN/m ²]
1.	Terakota / gres	0,25
2.	Podkład ze styrobetonu, t=70 mm 0,07 x 3,60 =	0,25
3.	Styropian twardy, t=120 mm 0,12 x 0,3 =	0,04
4.	2xFolia budowlana o,2mm 2x0,01	0,02
Razem (Gk)		0,56

6.2. Dopuszczalne obciążenia w stropach wielokanałowych (wg.
„Konstrukcje żelbetowe” J.Kobiak; W. Stachurski; Arkady; Warszawa
1973r. tom 1 str.439)

Tablica 4-12

Momenty niszczące przęsłowe i podporowe dla płyt wielokanałowych obciążonych wg wariantu I ($\rho = 375 \text{ kg/m}^3$)
Stal o $Q_r = 4200 \text{ kg/cm}^2$ i 2500 kg/cm^2 , beton o $R_w = 200 \text{ kg/cm}^2$, $s = 1,5$

Lp.	Symbol płyty	Zbrojenie płyty		Momenty niszczące kGm	
		w przęśle	na podporach	w przęśle	na podporach
1	I/600/90	4 ϕ 12(34GS)	2 ϕ 8(34GS)	4025	935
2	I/540/90	3 ϕ 10+1 ϕ 12(34GS)	2 ϕ 7(34GS)	3105	710
3	I/480/90	3 ϕ 9+1 ϕ 10(34GS)	2 ϕ 6(34GS)	2430	525
4	I/420/90	3 ϕ 8+1 ϕ 9(34GS)	2 ϕ 6(34GS)	1940	525
5	I/360/90	3 ϕ 8+1 ϕ 7(34GS)	2 ϕ 6(St0)	1720	318
6	I/300/90	4 ϕ 6(34GS)	2 ϕ 6(St0)	1030	318
7	I/240/90	4 ϕ 6(St0)	2 ϕ 4,5(St0)	625	180
8	I/600/120	4 ϕ 10+2 ϕ 12(34GS)	4 ϕ 6(34GS)	4800	1050
9	I/540/120	3 ϕ 10+3 ϕ 9(34GS)	4 ϕ 6(34GS)	3840	1050
10	I/480/120	4 ϕ 8+2 ϕ 9(34GS)	2 ϕ 7(34GS)	2980	710
11	I/420/120	4 ϕ 7+2 ϕ 8(34GS)	2 ϕ 6(34GS)	2295	525
12	I/360/120	4 ϕ 7+2 ϕ 8(34GS)	2 ϕ 6(34GS)	2295	525
13	I/300/120	4 ϕ 6+2 ϕ 8(St0)	2 ϕ 6(St0)	1188	318
14	I/240/120	6 ϕ 6(St0)	2 ϕ 4,5(St0)	930	178
15	I/600/150	4 ϕ 12+3 ϕ 10(34GS)	2 ϕ 8+1 ϕ 7(34GS)	6120	1290
16	I/540/150	7 ϕ 10(34GS)	3 ϕ 7(34GS)	4920	1070
17	I/480/150	5 ϕ 9+2 ϕ 8(34GS)	3 ϕ 6(34GS)	3800	785
18	I/420/150	5 ϕ 8+2 ϕ 7(34GS)	2 ϕ 6+1 ϕ 8(St0)	2990	600
19	I/360/150	2 ϕ 7+5 ϕ 8(34GS)	2 ϕ 6+1 ϕ 8(St0)	2990	600
20	I/300/150	3 ϕ 8+4 ϕ 6(St0)	3 ϕ 6(St0)	1450	480
21	I/240/150	7 ϕ 6(St0)	3 ϕ 6(St0)	1090	480

6.3. Sprawdzenie warunku nośności.

Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne to $3,75 \text{ kN/m}^2$.

Projektowane obciążenie charakterystyczne - $2,80 + 0,56 = 3,36 \text{ kN/m}^2$.

$$3,36 \text{ kN/m}^2 < 3,75 \text{ kN/m}^2.$$

Warunek spełniony

7. Fundamenty.