

PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

Str. nr 1/46

EGZ. 1/7

PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY

**PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE**

BRANŻA KONSTRUKCYJNA

Zamawiający – Inwestor: INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ
ul. Filtrowa 1, 00-611 Warszawa

Adres obiektu: ul. Ksawerów 21, Warszawa

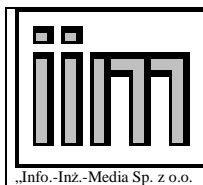
Nr ewidencyjny działki: dz. Nr 24 obręb 1-02-16

Kategoria obiektu: Kategoria IX – laboratoria i placówki badawcze

Jednostka projektowa: **„Info.-Inż.-Media” Sp. z o.o.**
05-110 Jabłonna k. Warszawy
ul. Sadowa 4 m 36
Tel. 022 401 09 38; Fax. 022 244 25 29

Projektant: mgr inż. Mirosław Hodun
upr. nr B1/13/00

Sprawdzający: mgr inż. Ryszard Rak
upr. nr. MAZ/0021/POOK/06

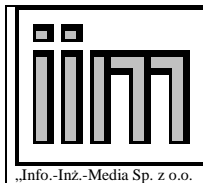


Spis treści

1. Przedmiot opracowania.....	3
2. Cel i zakres opracowania.....	3
3. Podstawa opracowania.....	3
4. Opis stanu istniejącego	4
5. Warunki gruntowo-wodne	5
6. Kategoria geotechniczna posadowienia budynku.....	5
7. Opis projektowanej konstrukcji	6
8. Zabezpieczenie antykorozyjne i p.poż.	7
9. Materiały	7
10. Wymogi realizacyjne.....	8
OBLICZENIA STATYCZNE.....	11

Spis rysunków

Lp.	Nr rys.	Nazwa rysunku	Skala
1	K1	Rysunek szalunkowy posadzki	1:50
2	K2	Rysunek zbrojeniowy posadzki	1:50
3	K3	Wzmocnienie słupów i rygli istniejących	1:50
4	K4	Rzut konstrukcji hali	1:50
5	K5	Rzut konstrukcji dachu	1:50
6	K6	Przekrój A-A	1:50
7	K7	Przekrój B-B	1:50
8	K8	Przekrój C-C	1:50
9	K9	Przekrój D-D	1:50
10	K10	Detale połączeń stalowych (Det. 1-3)	1:10
11	K11	Detale połączeń stalowych (Det. A-AN)	1:5
12	K12	Konstrukcja zadaszenia pomieszczenia przy osi A	1:50
13	K13	Konstrukcja zadaszenia pomieszczenia przy osi 1	1:50 (1:5)
14	K14	Konstrukcja zadaszenia nad wejściem	1:25 (1:5)
15	K15	Konstrukcja wsporcza pod generatory	1:25 (1:5)
16	K16	Drabina stalowa	1:25 (1:5)
17	K17	Schody na pomost techniczny	1:25 (1:5)
18	K18	Wzmocnienie stopy fundamentowej słupa ściany szczytowej	1:25



1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany-wykonawczy przebudowy hali badań „OTWR” na cele Laboratorium Zakładu Inżynierii Elementów Budowlanych Instytutu Techniki Budowlanej przy ul. Ksawerów 21.

2. Cel i zakres opracowania.

Celem opracowania jest:

- Stworzenie dokumentacji formalnej do uzyskania Decyzji o pozwoleniu na budowę.
- Stworzenie dokumentacji wykonawczej w celu przeprowadzenia robót.

Zakres nie obejmuje dokumentacji warsztatowej.

3. Podstawa opracowania.

Podstawą formalną jest umowa podpisana pomiędzy Zamawiającym tj. Instytutem Techniki Budowlanej i Wykonawcą tj. „Info.-Inż.-Media” Sp. z o.o.

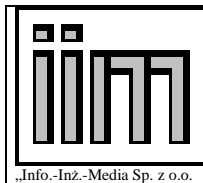
Podstawą merytoryczną są:

- [1]. Inwentaryzacja własna budynku.
- [2]. Ekspertyza techniczna budowlana nr 02/04/2016 hali badań „OTWR” w kontekście przebudowy dla potrzeb laboratorium Zakładu Konstrukcji i Elementów Budowlanych na dz. nr ewid. 24 w obrębie 1-02-16 Mokotów przy ul. Ksawerów 21 w Warszawie.
- [3]. Opinia geotechniczna – kwiecień 2016r.
- [4]. Polskie normy i wiedza budowlana:

Nr normy.	Tytuł.
PN-B-02000:1982	Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
PN-B-03020:1981	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-03200:1990	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
PN-B-03264:2002 PN-B-03264:2002/Apl:2004	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-02010:1980 PN-B-02010:1980/Az1:2006	Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie śniegiem
PN-B-02011:1977 PN-B-02011:1977/Az1:2009	Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie wiatrem
PN-B-02003:1982	Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.
PN-B-02001:1982	Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.

PRZYJĘTE OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE:

L.p.	Rodzaj pomieszczenia - funkcja	Wartość char. [kPa]
1	Posadzka laboratorium	55,00
2	Posadzka pomieszczeń pozostałych	5,00
3	Pomost techniczny	1,50



4. Opis stanu istniejącego.

4.1. Lokalizacja.

Przedmiotowa hala znajduje się w kompleksie zabudowań Instytutu Techniki budowlanej przy ul. Ksawerów 21 na dz. nr Ew. 24 w obrębie 1-02-16 Mokotów w Warszawie.

4.2. Bryła budynku i wyposażenie.

Przedmiotowym budynkiem jest hala stalowa jednonawowa o wymiarach 54,0x17,6m osiowo, wysokość w attyce wynosi 9,6m. Wewnątrz hali znajduje się wydzielony kantor (12,3x3,77m - wymiary zewnętrzne) oraz pomost techniczny.

Konstrukcję główną budynku stanowią ramy jednonawowe o węzłach sztywnych, z posadowieniem przegubowym w stopach fundamentowych. Wszystkie ramy rozpoznano jako powtarzalne.

Obudowa w formie ściany warstwowej z wypełnieniem wełną mineralną oraz przekrycia w formie blachy nośnej T55, ocieplenia wełną mineralną oraz pokrycia papą.

Elewacja posiada dwa poziomy okien oraz 5 szt. bram (jedna czynna).

Budynek jest wyposażony jest w suwnicę o udźwigu 50kN. We wnętrzu hali znajduje się wydzielone pomieszczenie o wysokości 3,3m na pobyt ludzi.

Budynek wyposażony jest w instalację elektryczną, gazową, wodociagową, kanalizacyjną.

4.3. Opis techniczny elementów konstrukcji istniejącej .

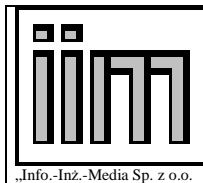
Konstrukcję główną budynku stanowią ramy jednonawowe o węzłach sztywnych, z posadowieniem przegubowym w stopach fundamentowych. Wszystkie ramy rozpoznano jako powtarzalne. Słupy zostały wykonane z blachownic spawanych I 400-6-200-12, które w górnej części powiększono do przekroju I 400-6-200-21-200-12. Dźwigar dachowy również wykonano jako blachownicę- rozróżniając strefę przypodporową- I 500-6-180-10 oraz środkową I 500-6-180-12. Węzły sztywne zostały wykonane z użyciem śrub sprężających M20 kl. 10.9.

Przekrycie dachu w postaci płatwi ciągłych z profili cienkościennych zimnogiętych Z180x70x60x20x2 zachodzących na siebie w strefie podporowej na min. 25 cm od podpory (do 120 cm na podporach przedskrajnych).

Płatwie w środku swej rozpiętości stężone poprzecznym profilem L75x5 (wg rysunku). Pokrycie i stężenie strefy ściskanej w strefie przeszłowej stanowi blacha trapezowa T55. Blacha łapana do płatwi co trzecią fałdę za pomocą blachowkrętów.

Usztywnieniami podłużnymi jest konstrukcja ryglowa dwuteowniki I 120 ze ściągami w płaszczyznach ścian zewnętrznych (przy osiach A i E). Ściąg wiotkie w postaci płaskowników 12x60 mm- w ścianach skrajnych (przy wejściu na podest obsługi technicznej suwnicy, zastosowano skratowanie w przęśle przedskrajnym). Obłożenie ścian blachą trapezową T55 od zewnątrz, wewnątrz zastosowano panele typu "sandwich" z ociepleniem wełną mineralną.

Fundamenty budynku w postaci stóp fundamentowych o rzucie 140 (137) cm x 146cm. Według dokumentacji archiwalnej 140 x 180cm. Rzędna posadowienia -1,46m.



Dokumentacja archiwalna przewiduje podwaliny zewnętrzne o wymiarach 20x60cm i poziomie posadowienia ok. -0,38cm. Odkrywka własna nie wykryła podwaliny a jedynie krawędź posadzki.

Na bazie pobranych próbek stwierdzono posadzkę betonową dwuwarstwową o grubości łącznej 32-37cm, przy czym warstwą grubszą jest warstwa niższa. Badania wykazały wytrzymałość na ściskanie próbek betonu dolnego średnio 33MPa przyjęto C25/30.

Miejscami pomiędzy warstwami posadzki stwierdzono papę.

Warstwę podbudowy dla posadzki jest nasyp z domieszkami gruzu lub kamieni. Narzędzie wiertnicze geotechniczne (ani łom) nie było w stanie przebić się przez górną warstwę gruntu. Przyjęto nasyp konstrukcyjny o $I_s \geq 0,97$.

Pomost remontowy składa się z dwóch podestów bocznych oraz jednego wzdłuż suwnicy. Konstrukcja oparta jest na słupach I260, które zostały skratowane sztywno profilami L60x6 (4 pary słupów w płaszczyźnie osi liczbowych). Belki nośne podestów z profilu I220. Płyty spoczników wykonane z blachy ryflowanej gr. 5 mm uźebrowanej płaskownikami 6x75 co ok. 31 cm. Płyty oparto na ceownikach C100 co ok. 150 cm. Nad bramą południową konstrukcja podestu została chwycona do słupów ściany szczytowej za pomocą skratowań L40x4 pośrednio za pomocą belki C120.

Materiały konstrukcyjne (wg dokumentacji archiwalnej):

- konstrukcja hali:

Stal konstrukcyjna 10HAV.

Stal konstrukcji wsporczej dachu 10HA.

Klasa śrub do połączeń sprężonych 10.9 (10).

Klasa śrub kotwowych- stal S355 (18G2A).

Tor jezdny (belka podsuwnicowa)- stal S235 (St3S).

Beton fundamentów: C8/10 (według dokumentacji arch. do B-100), (badania sklerometryczne do 17MPa, ale powierzchniowo).

zbrojenie prętami Ø10 (stal St0).

Beton posadzki C25/30 (B30) – wg sprawozdania z badań nr 269/L/2016

- konstrukcja pomostu remontowego suwnicy (wg dokumentacji archiwalnej):

Stal profilowa St3SX, St3S, R35

Elektrody EA.1.46

5. Warunki gruntowe.

Do głębokości 1,7m pod poziomem terenu stwierdzono nasypy organiczne (grunty nie budowlane). Poniżej stwierdzono warstwę pyłów o grubości 0,4 do 1,1m i $IL=0,35-0,4$.

Następnie warstwa gliny piaszczystej o grubości warstwy 1,7-1,8m i $IL=0,35$.

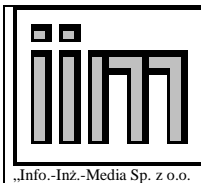
Wody gruntowej nie nawiercono.

Warunki gruntowe należy uznać za złożone.

6. Kategoria geotechniczna posadowienia budynku.

Kategoria geotechniczna druga.

Na taką klasyfikację wpływa statyczna niewyznaczalność konstrukcji budynku oraz złożone warunki gruntowe.



7. Opis projektowanej konstrukcji.

Projektuje się roboty wyburzeniowe w zakresie fundamentów przemysłowych zewnętrznych przy osi A oraz mostku zewnętrznego przy osi 10.

Projektuje się usztywnienie całej bryły budynku. Sztywność bryły budynku zapewniona będzie skratowaniami ściennymi połączonymi z ryglówką. Dotyczy to zarówno ścian podłużnych jak i szczytowych. Projektuje się rygle z profili rurowych R200x100x8 skratowane 80x80x4 i 100x100x5. Skratowaniu sztywnemu podlega także połącz dachowa - obwodowo (skrajne pola) oraz dodatkowo tak, by każda krokiew była połączona z elementem usztywniającym w środku rozpiętości. Wzmocnieniu podlegają stopy fundamentowe pod słupami elewacyjnymi szczytowymi.

Demontażowi podlegają obecne warstwy ścienne, krokiew, część rygli ryglówki.

Całość konstrukcji istniejącej będzie oczyszczona z rdzy. Profile rygli na odległości objętej przekrojem 500-6-180-10 będą wzmocnione dodatkowo kątownikami L80x80x8 szt. na odcinek rygla. Wynika to z niepełnego przetopu spoiny istniejącej oraz potrzeby miejscowego wzmocnienia rygla. Profile kątowe będą frezowane narożnikowo w celu uniknięcia dystansowania przez istniejące spoiny. W podobny sposób górne odcinki słupów zostaną wzmocnione czterema profilami L120x80x8. Połączenie słupa i rygla będzie wzmocnione przez wprowadzenie dodatkowych dwóch śrub M20 kl. 10.9.

Zamontowane będą nowe płatwie w postaci IPE200. Zamontowane zostaną nowe stężenia dachowe R80x80x4, wymiany dachowe pod świetliki C100x60x4 oraz elementy prowadzące instalacje podstropowo.

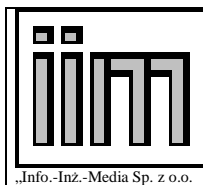
Istniejąca posadzka zostanie skuta na grubość pierwszej warstwy (ok. 10-12cm). Warstwa podkładowa grubości ok. 15cm będzie nienaruszona poza obszarami pogłębień. Istniejące kanały po skuciu górnych krawędzi zostaną zasypane piaskiem średnim lub pospółką i zagęszczone do $I_s \geq 0,98$. Warstwa podkładowa zostanie w miejscach ubytków uzupełniona a całość powierzchni warstwy podkładowej wyrównana. Na warstwie podkładowej ułożone zostaną dwie warstwy folii poślizgowej. Na płaszczyznach pionowych ograniczających ruch skurczowy posadzki umieszczony będzie styropian zapewniającym możliwość (ograniczonego) ruchu poziomego posadzki. Nowa posadzka zostanie zazbrojona z podziałem na etapy betonowania oraz wylana ze spadkami w konstrukcji. Zostanie zatarta na gładko i utwardzona powierzchnie z wykonaniem powierzchni antypoślizgowej.

Wraz z posadzką (w kolejnym etapie) wylane zostaną obwodowe progi w linii ścian osłonowych. Progi te są barierami dla wód opadowych oraz elementem dolnego mocowania płyt ściennych za pośrednictwem osadzonej w nich blachy.

Po docelowym skurczu betonu będzie wyjęty styropian pomiędzy posadzki i słupów stalowych, a wolne przestrzenie wypełnione materiałem trwale sprężystym nienasiąkalnym.

Wokół słupów elewacji szczytowych wypełnienie zostanie wykonane jako hybrydowe tj. na kierunku wzdłuż ściany szczytowej ruch zostanie zablokowany zaprawą do napraw betonów a na kierunku wzdłuż hali (przy półkach) materiałem trwale sprężystym. Ma to na celu przeniesienie na posadzkę sił ścinających przenoszonych przez słupki.

Zamontowane zostaną rygle ścienne w postaci R200x100x8 i IPE200 oraz skratowania w postaci R80x80x4 oraz R100x100x5. Pojedyncze skratowania ścian szczytowych R80x80x4 zostały wzmocnione dodatkowo płaskownikami by zmniejszyć ich smukłość.



Zamontowane zostaną podkonstrukcje pod bramy.

Uwaga: Podkonstrukcje pod bramy, szyny oraz konstrukcje przy szynach należy mocować przed zalaniem posadzki.

Dobór szyn i ich poziomu na etapie realizacji po wyborze sprzętu, który ma na nich pracować.

Zostanie zmontowana konstrukcja przekryć kantorów. Konstrukcja ta składa się z profili ceowych zimnogiętych (C100x50x4) i jest oparta na ryglówce z jednej strony a na ścianie murowanej i słupkach stalowych z drugiej strony. Część wydzielona przy osi 1 opiera się z jednej strony na słupkach stalowych C120x60x5. Słupki te będą omurowane „na wcisk” cegłą ceramiczną (12cm) klasy 15MPa na zaprawie 10MPa. W części wydzielonej przy osi A z jednej strony konstrukcja przekrycia oprze się na istniejącej ścianie murowanej. Należy zapewnić przesuw by ruchy konstrukcji stalowej nie wpływały na ścianę.

Zostaną zamontowane nowe schody drabiniaste prowadzące na pomost techniczny.

Całość konstrukcji (łącznie z istniejącą konstrukcją pomostu technicznego) będzie odłuszczona, pomalowana antykorozyjnie oraz przeciwpożarowo w celu osiągnięcia odporności ogniowej 30min.

Po wyborze konkretnego systemu płyt dachowych i ściennych będą one zamontowane do ryglówki. Na etapie wyboru należy sprawdzić nośność paneli zgodnie z PN (obciążenie śniegiem, wiatrem, serwisowe). W niniejszym opracowaniu przyjęto obciążenia od ciężaru własnego przykładowego systemu.

Zostanie zamontowana nowa drabina na ścianie szczytowej.

8. Zabezpieczenie antykorozyjne i p.poż.

8.1. Zabezpieczenie antykorozyjne.

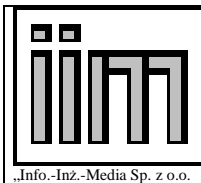
Zabezpieczenie farbami podkładowymi do środowiska wewnętrznego średnioagresywnego.
Elementy na dachu farbami do środowiska zewnętrznego średnioagresywnego.

8.2. Zabezpieczenie p. poż.

Zabezpieczenie farbami pęczniejącymi na odporność ogniową 30 min.

9. Materiały.

Beton posadzki C35/45 W8
Beton podkładowy C25/30, C7/10.
Stal zbrojeniowa RB500W
Stal konstrukcyjna S355 (18G2a)
10HAV
Śruby klasy 8,8; 10,9.



10. Wymogi realizacyjne.

Wszystkie roboty muszą być wykonywane przez wykwalifikowany zespół pod stałym nadzorem osoby uprawnionej. Wszystkie technicznie istotne fakty należy natychmiast umieszczać w dzienniku budowy.

10.1. Prace przygotowawcze.

A. Zaleca się szczegółową inwentaryzację geodezyjną istniejącej konstrukcji głównej hali.

Powodem tego są stwierdzone odchyłki wykonawcze (odchylenia od pionu i od osi w rzucie), które utrudniają montaż bez wcześniejszego przygotowania.

B. Zaleca się przygotowanie projektu warsztatowego konstrukcji hali na bazie pomiarów j.w.

C. Wymagane jest opracowanie projektów technologicznych:

- demontażu elementów hali i suwnicy;

Powodem jest możliwość częściowego wykorzystania suwnicy przy robotach przygotowawczych, jednak suwnica nie może obciążać niestężonej konstrukcji głównej hali.

- spawania stali różnych gatunków (18G2a i 10HAV) oraz badania spoin;

Spawanie różnych gatunków stali wymaga właściwych procedur, które powinien określić wykonawca w ramach projektu technologii spawania (spoiny czołowe i pachwinowe). Opracowanie powinno być autorstwa uprawnionego inżyniera technologa spawalnictwa.

- ponownego montażu hali i suwnicy;

Powód – jak demontażu.

10.2. Prace demontażowe i rozbiórkowe.

Wyburzeniu podlegają:

- fundamenty zewnętrzne przy osi A;
- mostek łukowy przy osi 10;
- zbiornik paliwa pod mostkiem.

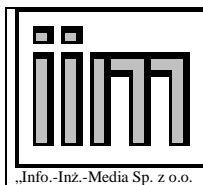
D. Fundamenty należy rozkuć i usunąć (zutylizować) a ubytek gruntu zasypać piaskiem średnim z zagęszczeniem do $I_s=0,95$.

E. Mostek zaleca się podstemplować, pociąć piłami na elementy możliwe do transportu, elementy usunąć wywożąc do utylizacji. Rozkuć elementy betonowe pod mostkiem, wywieźć do utylizacji. Poziom dopasować do spodu warstw branży drogowej.

Demontażowi podlegają:

- poszycie dachu i ścian;
- stolarka okienna i drzwiowa;
- wierzchnia warstwa posadzki z postawieniem warstwy podkładowej (ok. 15cm);
- drabina zewnętrzna;
- schody drabiniaste wewnętrzne antresoli technicznej;

10.3. Prace montażowe.



F. Ze względu na wzrost siły osiowej w słupkach szczytowych powodowany przez oddziaływania skratowań konieczne jest poszerzenie stup fundamentowych obecnie 0,6x0,7m. Należy odkopać stopy, skontrolować grunt w obszarze poszerzenia (parametry nie gorsze niż $IL=0,4$), oczyścić powierzchnię boczną, wkleić zbrojenie łączące, posmarować powierzchnię styku warstwą szepną, obetonować w nowym gabarycie. Grunt wykopu uzupełnić piaskiem średnim o $Is=0,97$, bezpośrednio pod posadzką $Is=0,98$.

G. Konstrukcję projektuje się w klasie EXC3.

Wymaga się kontroli wymiarów elementów istniejących przed wykonaniem elementów z nimi związanych i łączonych. Wymaga się opracowania technologii spawania i badań spawów (z naciskiem na spawanie stali różnych gatunków). Zakres badań i metodologię badań dostosować do klasy konstrukcji. Badaniom podlegają także spoiny elementów istniejących ze szczególnym naciskiem na belki podsuwnicowe (100% długości) i ich mocowania. Belki podsuwnicowe i ich mocowania sprawdzić w całości pod kątem uszkodzeń zmęczeniowych.

H. Elementy wysyłkowe nowych konstrukcji stalowych dostarczać na budowę wstępnie zabezpieczone antykorozyjnie.

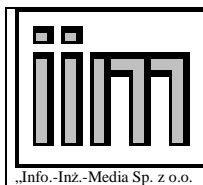
I. Demontaż konstrukcji istniejącej i montaż nowej prowadzić zgodnie z opracowanym przez Wykonawcę i zatwierdzonym przez nadzór inwestorski projektem technologicznym (de)montażu konstrukcji i suwnicy.

J. Nowa posadzka powinna być wykonywana na wyrównanej warstwie betonu podkładowego (zgodnie z badaniami C25/30) grubości min. 15cm na nienaruszonym gruncie. W przypadku naruszenia gruntu w miejscach pogłębień grunt uzupełnić i zagęścić do $Is=0,98$, wylać beton podkładowy C25/30. Posadzka przeznaczona jest do dużych obciążeń, ale z minimalnym tarcieniem na skutek skurczu i temperatury. Dlatego wierzchnia warstwa posadzki (od 9 do 13cm) wylewana będzie na podwójnej warstwie folii poślizgowej i będzie oddylatowana od przeszkód pionowych (od słupów, betonu podkładowego pionowego w zagłębieniach). Posadzkę wylewać z zachowaniem przerw roboczych. Beton zatrzeć na gładko (mechanicznie), przygotować do malowania. Po ok. 5u dniach betonowanie etapu drugiego. Beton zatrzeć na gładko (mechanicznie), przygotować do malowania.

Po osiągnięciu wystarczającej dojrzałości betonu (zakłada się, że po 14u dniach od ostatniego betonowania), płytę posadzkową pokryć malarską powłoką epoksydową zapewniającą trwałość przy ciężkim ruchu pojazdów na ogumieniu oraz antypoślizgową. Zastosować piasek kwarcowy na przedostatnią warstwę. Doboru epoksydów dokonuje Wykonawca w oparciu o specyfikację i opis techniczny i przedstawia do akceptacji. Po upływie okresu skurczu betonu należy wypełnić przerwy dylatacyjne pomiędzy posadzką a przeszkodami pionowymi materiałem nienamakalnym trwale sprężystym.

K. Prace szczególnie istotne dla konstrukcji.

- Należy wzmocnić węzły połączeniowe słupów z ryglami poprzez wprowadzenie dodatkowych śrub M20 kl. 10.9 (dokręcenie momentem 640Nm). Prace te należy wykonywać po odciążeniu konstrukcji (zdjęciu dachu i suwnicy);
- Wymagane jest wzmocnienie profili słupów i rygli dodatkowymi profilami wprowadzonymi w ich przekrój. W tym celu należy profile kątowe wzmocnień sfrezować od strony narożnika.



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

Str. nr 10/46

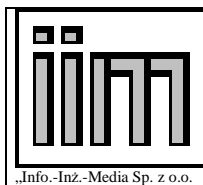
Po oczyszczeniu profili istniejących i zgodnie z opracowaną przez wykonawcę technologią spawania spawać profile wzmocnień do blachownic. Należy minimalizować naprężenia spawalnicze.

Wszelkie niejasności techniczne rozstrzygać z udziałem projektanta projektu niniejszego i/lub projektu warsztatowego.

L. Wszystkie prace budowlane powinny być wykonywane pod nadzorem osoby uprawnionej z zachowaniem zasad BHP.

opracował: mgr inż. Mirosław Hodun upr. nr B1/13/00

sprawdził: mgr inż. Ryszard Rak upr. nr MAZ/0021/POOK/06



OBLICZENIA STATYCZNE.

1. Zebranie obciążeń.

1.1. Dach.

Obciążenia stałe.

I.p.	Źródło obciążenia	wartość. char.	wsp.	wartość obl.
1	Płyta dachowa z rdzeniem z wełny mineralnej.	0,28	1,2	0,336
2	Elementy drugorzędnej konstrukcji	0,15	1,1	0,165
3	Elementy podwieszone (instalacje)	0,05	1,3	0,065
	Razem:	0,48	1,188	0,57

Obciążenie śniegiem.

Śnieg

strefa II

Q_k

0,9

C

0,80

S_k

0,72

S_d

1,08 kPa

Obciążenie wiatrem.

Ssanie 0,44kPa x 1,5 = 0,66kPa

Obciążenie krokwi.

q_{ch} = (0,48+0,72)*2,65 = 1,2*2,65 = 3,18 kPa (x1,37)

q_{obl} = (0,57+1,08)*2,65 = 4,37 kPa.

1.2. Obciążenia ścian.

Obciążenie okładziną ścienną- płyta ścienna 120mm- 0,24 kN/m²
(x1,2)

Obciążenie oknami przyjęto 1,0kN/m²

(x1,1)

Obciążenie ciężarem ryglówki przyjęto 0,22kN/m²

(x1,1)

Obciążenie na 1m.b. ściany

(0,21*1,0+0,79*0,24+0,22)*9,35 = 5,79kN/m x 1,13

Wiatr.

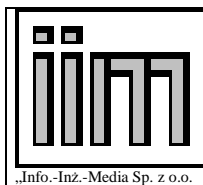
+0,37kPa x 1,5

-0,21kPa x 1,5

1.3. Obciążenie suwnicą.

Nośność suwnicy 50kN.

Maksymalna siła oddziaływania koła na szynę według dostawcy 46kN.



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

Str. nr 12/46

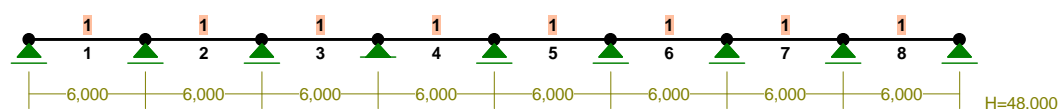
Dwa koła na jednej szynie obciążenie na punkt podparcia toru 82kN.

Współczynnik dynamiczny 1,1.

Współczynnik obciążenia 1,1.

2. Obliczenie krokwi.

PRZEKROJE PRĘTÓW:



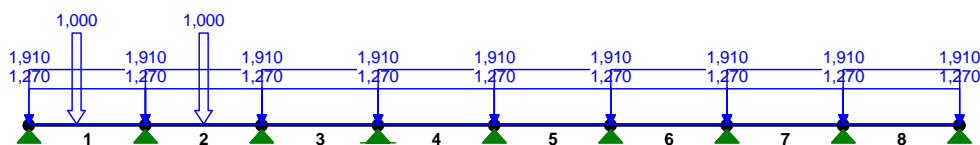
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	28,5	1940	142	194	194	20,0	4 18G2 (A)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
4 18G2 (A)	205	295,000	1,20E-05

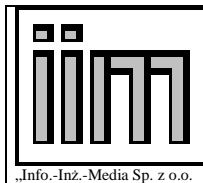
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	" "		Zmienne	γf= 1,19	
1	Liniowe	0,0	1,270	1,270	0,00	6,00
2	Liniowe	0,0	1,270	1,270	0,00	6,00
3	Liniowe	0,0	1,270	1,270	0,00	6,00
4	Liniowe	0,0	1,270	1,270	0,00	6,00
5	Liniowe	0,0	1,270	1,270	0,00	6,00
6	Liniowe	0,0	1,270	1,270	0,00	6,00
7	Liniowe	0,0	1,270	1,270	0,00	6,00
8	Liniowe	0,0	1,270	1,270	0,00	6,00

Grupa: S " " Zmienne γf= 1,50



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

Str. nr 13/46

1	Liniowe	0,0	1,910	1,910	0,00	6,00
3	Liniowe	0,0	1,910	1,910	0,00	6,00
5	Liniowe	0,0	1,910	1,910	0,00	6,00
7	Liniowe	0,0	1,910	1,910	0,00	6,00

Grupa: T "				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe	0,0	1,910	1,910	0,00	6,00
4	Liniowe	0,0	1,910	1,910	0,00	6,00
6	Liniowe	0,0	1,910	1,910	0,00	6,00
8	Liniowe	0,0	1,910	1,910	0,00	6,00

Grupa: U "				Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Skupione	0,0	1,000		2,45	
2	Skupione	0,0	1,000		3,00	

=====

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :

Ciężar wł.			1,10
A - "	Zmienne	1	1,00
S - "	Zmienne	1	1,00
T - "	Zmienne	1	1,00
U - "	Zmienne	1	1,00

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:

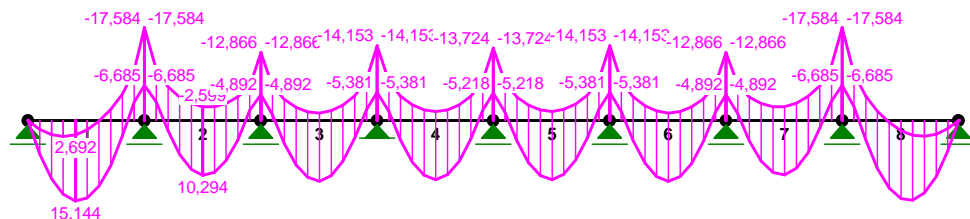
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "	EWENTUALNIE
S - "	EWENTUALNIE
T - "	EWENTUALNIE
U - "	EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

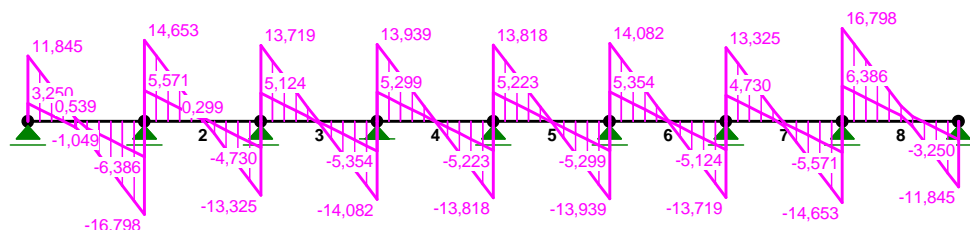
Nr:	Specyfikacja:

1	ZAWSZE : A EWENTUALNIE: S+T
2	ZAWSZE : A EWENTUALNIE: S
3	ZAWSZE : A EWENTUALNIE: T

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

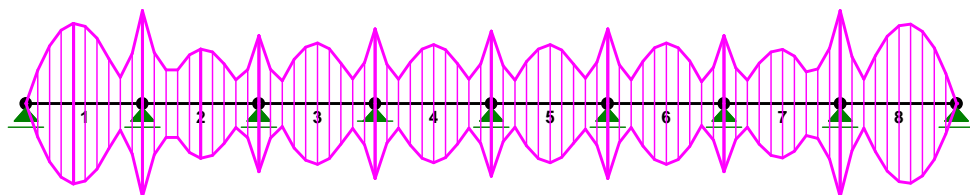
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,668	15,150*	-0,488	0,000	AS
	6,000	-17,584*	-16,798	0,000	AST
	6,000	-17,584	-16,798*	0,000	AST
	6,000	-17,584	-16,798	0,000*	AST
	2,668	15,150	-0,488	0,000*	AS
	6,000	-17,584	-16,798	0,000*	AST
	2,668	15,150	-0,488	0,000*	AS
	2,668	15,150	-0,488	0,000*	AS
2	3,188	10,314*	-0,324	0,000	AT
	0,000	-17,584*	14,653	0,000	AST
	0,000	-17,584	14,653*	0,000	AST
	0,000	-17,584	14,653	0,000*	AST
	3,188	10,314	-0,324	0,000*	AT
	0,000	-17,584	14,653	0,000*	AST
	3,188	10,314	-0,324	0,000*	AT
	3,188	10,314	-0,324	0,000*	AT
3	3,000	11,478*	-0,148	0,000	AS
	6,000	-14,153*	-14,082	0,000	AST
	6,000	-14,153	-14,082*	0,000	AST
	6,000	-14,153	-14,082	0,000*	AST
	3,000	11,478	-0,148	0,000*	AS
	6,000	-14,153	-14,082	0,000*	AST
	3,000	11,478	-0,148	0,000*	AS
	3,000	11,478	-0,148	0,000*	AS
4	3,000	11,182*	0,049	0,000	AT
	0,000	-14,153*	13,939	0,000	AST
	0,000	-14,153	13,939*	0,000	AST
	0,000	-14,153	13,939	0,000*	AST
	3,000	11,182	0,049	0,000*	AT
	0,000	-14,153	13,939	0,000*	AST
	3,000	11,182	0,049	0,000*	AT
	3,000	11,182	0,049	0,000*	AT
5	3,000	11,182*	-0,049	0,000	AS
	6,000	-14,153*	-13,939	0,000	AST
	6,000	-14,153	-13,939*	0,000	AST
	6,000	-14,153	-13,939	0,000*	AST
	3,000	11,182	-0,049	0,000*	AS
	6,000	-14,153	-13,939	0,000*	AST
	3,000	11,182	-0,049	0,000*	AS
	3,000	11,182	-0,049	0,000*	AS

	3,000	11,182	-0,049	0,000*	AS
6	3,000	11,478*	0,148	0,000	AT
	0,000	-14,153*	14,082	0,000	AST
	0,000	-14,153	14,082*	0,000	AST
	0,000	-14,153	14,082	0,000*	AST
	3,000	11,478	0,148	0,000*	AT
	0,000	-14,153	14,082	0,000*	AST
	3,000	11,478	0,148	0,000*	AT
7	3,000	10,294*	-0,543	0,000	AS
	6,000	-17,584*	-14,653	0,000	AST
	6,000	-17,584	-14,653*	0,000	AST
	6,000	-17,584	-14,653	0,000*	AST
	3,000	10,294	-0,543	0,000*	AS
	6,000	-17,584	-14,653	0,000*	AST
	3,000	10,294	-0,543	0,000*	AS
8	3,375	15,167*	0,289	0,000	AT
	0,000	-17,584*	16,798	0,000	AST
	0,000	-17,584	16,798*	0,000	AST
	0,000	-17,584	16,798	0,000*	AST
	3,375	15,167	0,289	0,000*	AT
	0,000	-17,584	16,798	0,000*	AST
	3,375	15,167	0,289	0,000*	AT

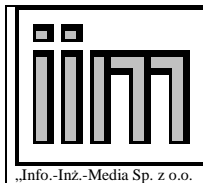
* = Wartości ekstremalne

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:



NAPĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
				[MPa]	
			Ro		
1	6,000	0,307*		90,640	AST
	2,668	-0,265*		-78,093	AS
	2,668		0,265*	78,093	AS
	6,000		-0,307*	-90,640	AST
2	0,000	0,307*		90,640	AST
	3,188	-0,180*		-53,167	AT
	3,188		0,180*	53,167	AT
	0,000		-0,307*	-90,640	AST
3	6,000	0,247*		72,954	AST
	3,000	-0,201*		-59,164	AS
	3,000		0,201*	59,164	AS
	6,000		-0,247*	-72,954	AST
4	0,000	0,247*		72,954	AST
	3,000	-0,195*		-57,638	AT
	3,000		0,195*	57,638	AT
	0,000		-0,247*	-72,954	AST
5	6,000	0,247*		72,954	AST
	3,000	-0,195*		-57,638	AS



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

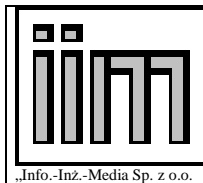
Str. nr 16/46

	3,000	0,195*	57,638	AS
	6,000	-0,247*	-72,954	AST
6	0,000	0,247*	72,954	AST
	3,000	-0,201*	-59,164	AT
	3,000	0,201*	59,164	AT
	0,000	-0,247*	-72,954	AST
7	6,000	0,307*	90,640	AST
	3,000	-0,180*	-53,061	AS
	3,000	0,180*	53,061	AS
	6,000	-0,307*	-90,640	AST
8	0,000	0,307*	90,640	AST
	3,375	-0,265*	-78,179	AT
	3,375	0,265*	78,179	AT
	0,000	-0,307*	-90,640	AST

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000*	11,845	11,845		AS
	0,000*	3,250	3,250		AT
	0,000*	4,158	4,158		A
	0,000	11,845*	11,845		AS
	0,000	3,250*	3,250		AT
	0,000	11,845	11,845*		AS
2	0,000*	31,451	31,451		AST
	0,000*	11,958	11,958		A
	0,000	31,451*	31,451		AST
	0,000	11,958*	11,958		A
	0,000	31,451	31,451*		AST
3	0,000*	26,734	26,734		AST
	0,000*	10,164	10,164		A
	0,000	26,734*	26,734		AST
	0,000	10,164*	10,164		A
	0,000	26,734	26,734*		AST
4	0,000*	28,020	28,020		AST
	0,000*	10,653	10,653		A
	0,000	28,020*	28,020		AST
	0,000	10,653*	10,653		A
	0,000	28,020	28,020*		AST
5	0,000*	27,591	27,591		AST
	0,000*	10,490	10,490		A
	0,000	27,591*	27,591		AST
	0,000	10,490*	10,490		A
	0,000	27,591	27,591*		AST
6	0,000*	28,020	28,020		AST
	0,000*	10,653	10,653		A
	0,000	28,020*	28,020		AST
	0,000	10,653*	10,653		A
	0,000	28,020	28,020*		AST
7	0,000*	26,734	26,734		AST
	0,000*	10,164	10,164		A
	0,000	26,734*	26,734		AST
	0,000	10,164*	10,164		A
	0,000	26,734	26,734*		AST
8	0,000*	31,451	31,451		AST
	0,000*	11,958	11,958		A
	0,000	31,451*	31,451		AST
	0,000	11,958*	11,958		A
	0,000	31,451	31,451*		AST



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

Str. nr 17/46

9	0,000*	11,845	11,845	AT
	0,000*	3,250	3,250	AS
	0,000*	4,158	4,158	A
	0,000	11,845*	11,845	AT
	0,000	3,250*	3,250	AS
	0,000	11,845	11,845*	AT

* = Wartości ekstremalne

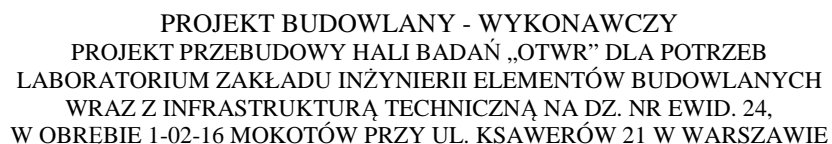
PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00000	0,00000	0,00000	AS AS
2	0,00000	0,00000	0,00000	AST AST
3	0,00000	0,00000	0,00000	AST AST
4	0,00000	0,00000	0,00000	AST AST
5	0,00000	0,00000	0,00000	AST AST
6	0,00000	0,00000	0,00000	AST AST
7	0,00000	0,00000	0,00000	AST AST
8	0,00000	0,00000	0,00000	AST AST
9	0,00000	0,00000	0,00000	AT AT

NOŚNOŚĆ PRĘTÓW: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Przekrój:Pręt:	Warunek:	Wykorzystanie:	Kombinacja obc.
1	1 Zgin.(54)	53,1%	AST
	2 Zgin.(54)	36,1%	AST
	3 Zgin.(54)	29,0%	AST
	4 Zgin.(54)	29,0%	AST
	5 Zgin.(54)	29,0%	AST
	6 Zgin.(54)	29,0%	AST
	7 Zgin.(54)	36,1%	AST
	8 Zgin.(54)	53,1%	AST

Sprawdzenie węzła połączeniowego krokwi – 1,5m od podpory.



$M=5,5\text{kNm}$ ponieważ wykorzystanie bez urządzeń dodatkowych wynosi 53% przyjęto zwiększone obciążenie węzła (dla dodatkowego bezpieczeństwa) 10kNm

Siłą rozciągająca w śrubach

$N=10/0,163 = 61,3 \text{ kN}$ przyjęto dwie śruby klasy 8,8 nośność na rozciąganie łącznie 87,6 kN Wykorzystanie 70%.

$$T = 8,7 \text{ kNm}$$

Nośność na ścinanie $52,9 \cdot 4 = 211,6$ kN (na 4ech śrubach)

3. Obliczenie ramy głównej.

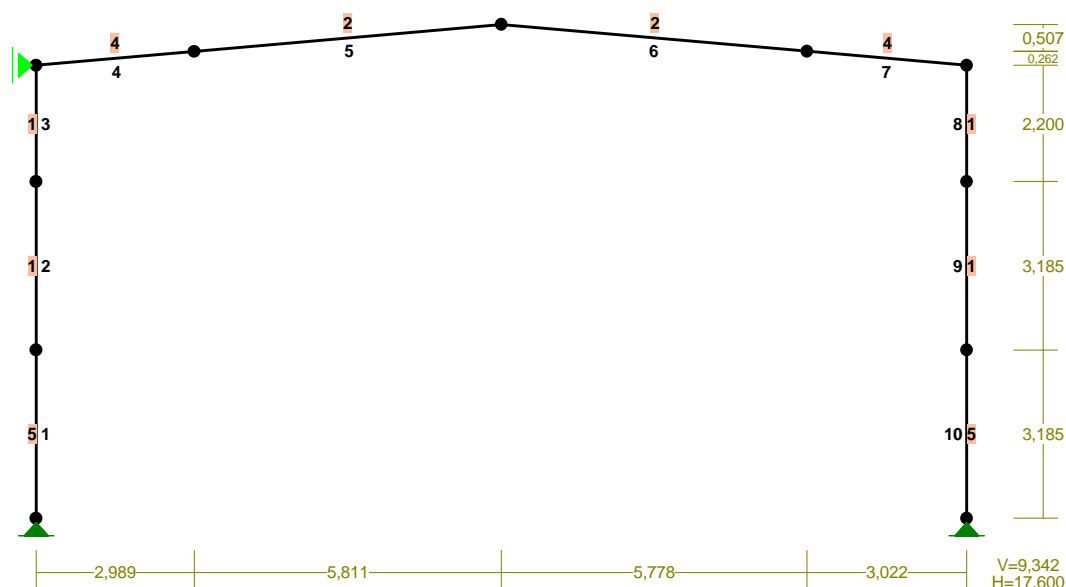
Przyjęto ograniczenie przemieszczenia poziomego przez usztywnienie skratowaniami zgodnie ekspertyza [2].

Obciążenie suwnicą – na jedno koło max. 46kN

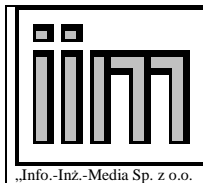
Dwa koła symetrycznie wokół słupa 82,6kN. Współczynnik dynamiczny 1,1, obliczeniowy 1,1.

PRETY:

PRZEKROJE PRĘTÓW:



WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

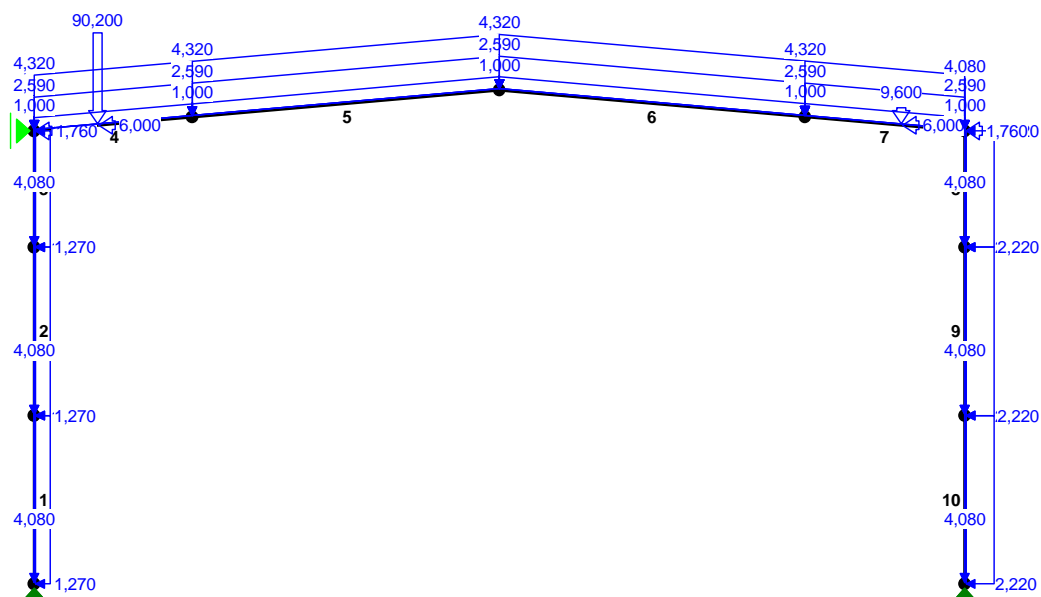
Str. nr 19/46

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:	
1	132,6	35518	2225	1771	1769	40,0	6 10HA	na zimno
2	71,8	31117	1167	1245	1245	50,0	6 10HA	na zimno
4	114,0	50699	1585	2028	2028	50,0	6 10HA	na zimno
5	70,6	20729	1601	1036	1036	40,0	6 10HA	na zimno

STAŁE MATERIAŁOWE:

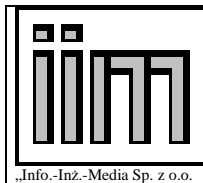
Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
6 10HA na zim	205	275,000	1,20E-05

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""						
4	Liniowe	0,0	2,590	2,590	0,00	3,00
5	Liniowe	0,0	2,590	2,590	0,00	5,83
6	Liniowe	0,0	2,590	2,590	0,00	5,80
7	Liniowe	0,0	2,590	2,590	0,00	3,03
Grupa: K ""						
4	Liniowe	0,0	1,000	1,000	0,00	3,00
5	Liniowe	0,0	1,000	1,000	0,00	5,83
6	Liniowe	0,0	1,000	1,000	0,00	5,80
7	Liniowe	0,0	1,000	1,000	0,00	3,03
Grupa: P ""						
1	Liniowe	0,0	4,080	4,080	0,00	3,19
2	Liniowe	0,0	4,080	4,080	0,00	3,19



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

Str. nr 20/46

3	Liniowe	0,0	4,080	4,080	0,00	2,20
8	Liniowe	0,0	4,080	4,080	0,00	2,20
9	Liniowe	0,0	4,080	4,080	0,00	3,19
10	Liniowe	0,0	4,080	4,080	0,00	3,19

Grupa: S "				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
4	Liniowe	0,0	4,320	4,320	0,00	3,00
5	Liniowe	0,0	4,320	4,320	0,00	5,83
6	Liniowe	0,0	4,320	4,320	0,00	5,80
7	Liniowe	0,0	4,320	4,320	0,00	3,03

Grupa: U "				Zmienne	$\gamma_f = 1,10$	
4	Skupione	0,0	90,200		1,20	
4	Skupione	-90,0	6,000		1,20	
7	Skupione	0,0	9,600		1,83	
7	Skupione	-90,0	6,000		1,83	

Grupa: W "				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	-90,0	1,270	1,270	0,00	3,19
2	Liniowe	-90,0	1,270	1,270	0,00	3,19
3	Liniowe	-90,0	1,270	1,270	0,00	2,20
3	Skupione	-90,0	1,760		2,20	
8	Liniowe	-90,0	2,220	2,220	0,00	2,20
8	Skupione	-90,0	1,760		0,00	
9	Liniowe	-90,0	2,220	2,220	0,00	3,19
10	Liniowe	-90,0	2,220	2,220	0,00	3,19

=====

W Y N I K I

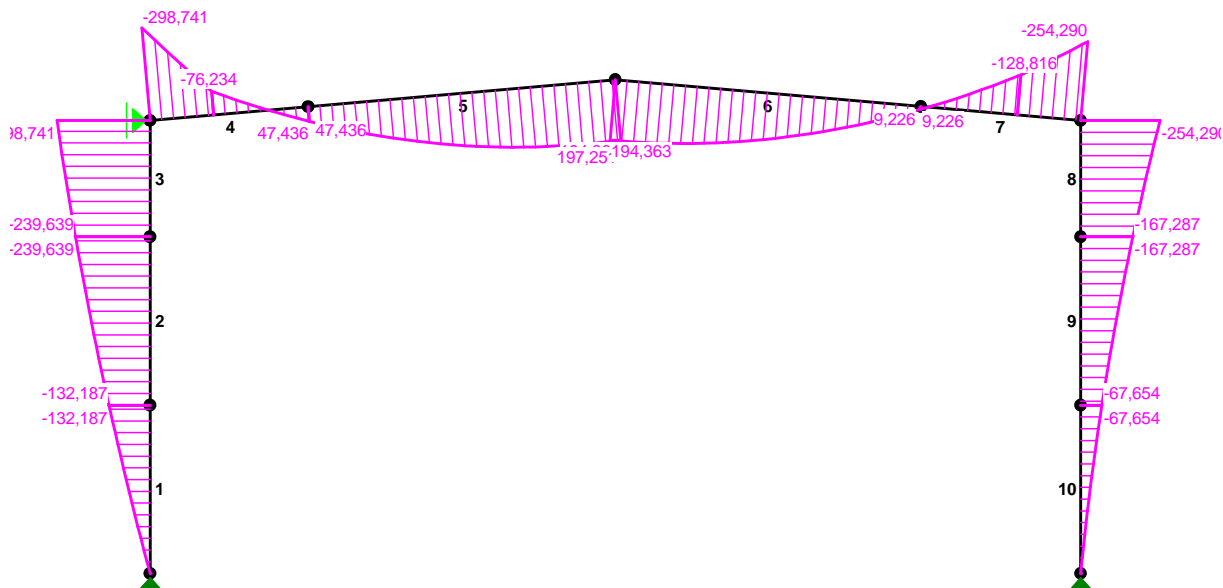
Teoria II-go rzędu

=====

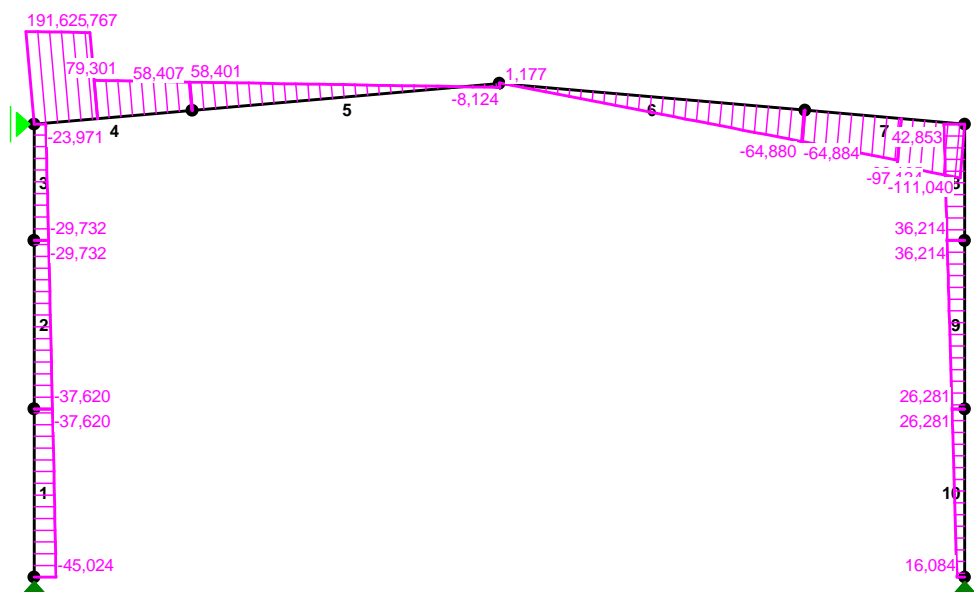
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:		ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.				1,10
A - "	Zmienne	1	1,00	1,20
K - "	Zmienne	1	1,00	1,10
P - "	Zmienne	1	1,00	1,13
S - "	Zmienne	1	1,00	1,50
U - "	Zmienne	1	1,00	1,10
W - "	Zmienne	1	1,00	1,50

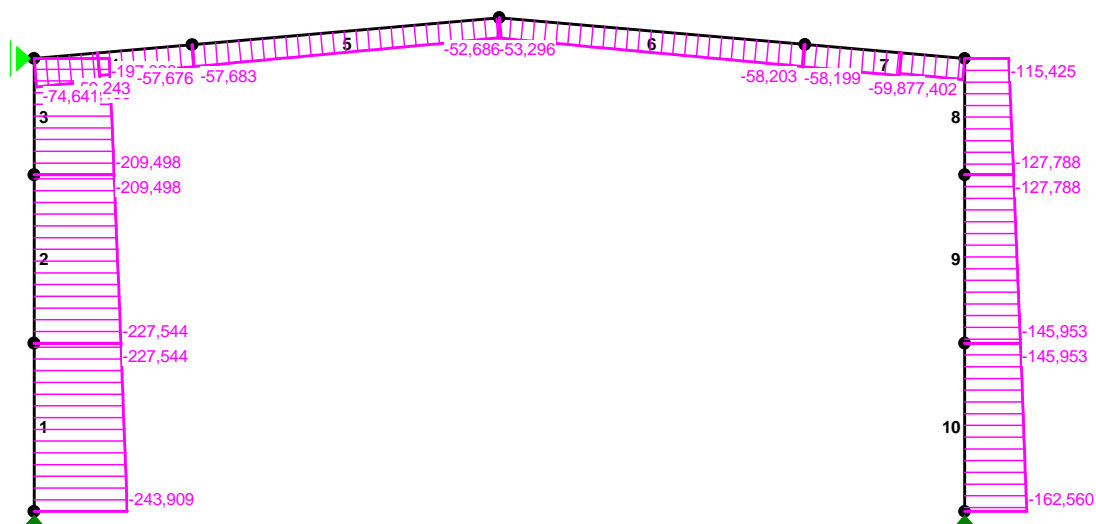
MOMENTY :



SIŁY :
 SIŁY :
 SIŁY :



NORMALNE :



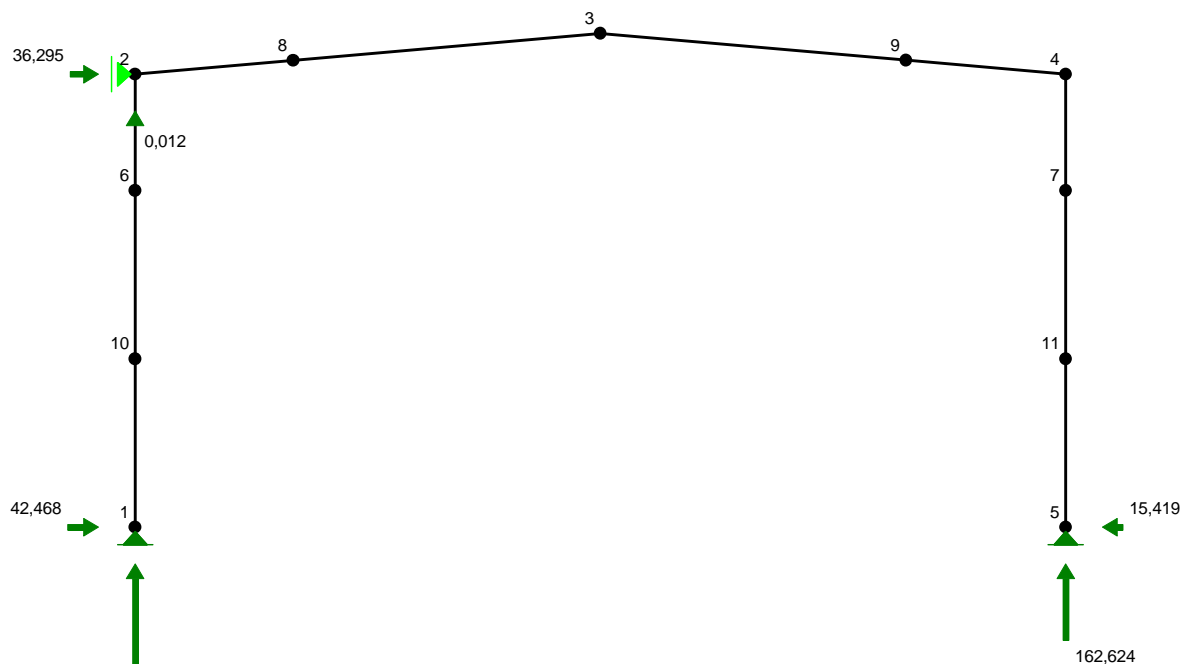
SIŁY PRZEKROJOWE: T.II rzędu bez imperf.

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AKPSUW

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,000	-45,024	-243,909
	1,00	3,185	-132,187	-37,620	-227,544
2	0,00	0,000	-132,187	-37,620	-227,544
	1,00	3,185	-239,639	-29,732	-209,498
3	0,00	0,000	-239,639	-29,732	-209,498
	1,00	2,200	-298,741	-23,971	-197,028
4	0,00	0,000	-298,741	191,625	-74,641
	1,00	3,000	47,436	58,407	-57,676
5	0,00	0,000	47,436	58,401	-57,683
	0,88	5,127	197,251*	-0,051	-53,390
	1,00	5,833	194,363	-8,124	-52,686
6	0,00	0,000	194,363	1,177	-53,296
	0,02	0,113	194,423*	-0,118	-53,407
	1,00	5,800	9,226	-64,880	-58,203
7	0,00	0,000	9,226	-64,884	-58,199
	0,60	1,828	-128,816	-97,134	-54,094*
	0,60	1,828	-128,816	-86,105	-59,877*
	1,00	3,034	-254,290	-111,040	-55,402
8	0,00	0,000	-254,290	42,853	-115,425
	1,00	2,200	-167,287	36,214	-127,788
9	0,00	0,000	-167,287	36,214	-127,788
	1,00	3,185	-67,654	26,281	-145,953
10	0,00	0,000	-67,654	26,281	-145,953
	1,00	3,185	-0,000	16,084	-162,560

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.II rzędu bez imperf.

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AKPSUW

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	42,468	244,367	248,030	
2	36,295	0,012	36,295	
5	-15,419	162,624	163,353	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.II rzędu bez imperf.

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AKPSUW

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad]([deg]):
1	-0,00000	-0,00000	0,00000	0,01047 (0,600)
2	-0,01815	-0,00094	0,01817	-0,01102 (-0,632)
3	-0,01123	-0,08333	0,08408	0,00064 (0,037)
4	-0,00427	-0,00060	0,00431	0,00960 (0,550)
5	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00409 (-0,234)
6	-0,03309	-0,00078	0,03310	-0,00286 (-0,164)
7	0,00940	-0,00050	0,00942	0,00327 (0,187)
8	-0,01483	-0,03980	0,04247	-0,01338 (-0,766)
9	-0,00733	-0,03638	0,03711	0,01280 (0,733)
10	-0,02785	-0,00052	0,02785	0,00537 (0,307)
11	0,01065	-0,00034	0,01066	-0,00176 (-0,101)

NOŚNOŚĆ PRĘTÓW: T.II rzędu bez imperf.

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AKPSUW

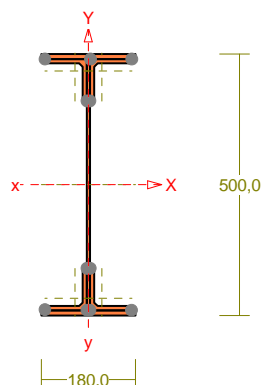
Przekrój:	Pręt:	Warunek nośności:	Wykorzystanie:
1	2	Stan graniczny użytkowania	73,7%
	3	Nośność przy ściskaniu ze zgin	81,9%
	8	Nośność przy ściskaniu ze zgin	60,1%
	9	Nośność przy ściskaniu ze zgin	44,2%
2	5	Stan graniczny użytkowania	89,8%
	6	Nośność przy ściskaniu ze zgin	73,7%
4	4	Nośność przy ściskaniu ze zgin	75,4%
	7	Nośność przy ściskaniu ze zgin	50,0%
5	1	Nośność przy ściskaniu ze zgin	99,0%
	10	Nośność przy ściskaniu ze zgin	53,8%

Rygiel przy podporze.

Pręt nr 4

Zadanie: itb_wzm_o

Przekrój:



Wymiary przekroju:

$h=500,0$ $s=180,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=50699,1$ $J_{yg}=1584,5$ $A=114,00$ $i_x=21,1$ $i_y=3,7$ $J_w=913866,1$ $J_t=100,3$ $x_s=0,0$ $y_s=-0,1$ $i_s=21,4$.

Materiał: **10HA na zimno**. Wytrzymałość **$f_d=275$ MPa** dla **$g=10,0$** .

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AKPSUW**

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu: momenty przywęzłowe $M_a = 0,000$ i $M_b = -5,000$ kNm, obciążenie rozłożone na całej długości pręta $q = 0,000$ kN/m. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1,000$.

$M_x = 298,741$ kNm, $V_y = 191,625$ kN, $N = -74,641$ kN,

$M_y = 0,000$ kNm, $V_x = -1,666$ kN.

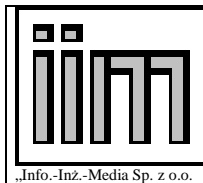
Naprężenia w skrajnych włókna: $\sigma_t = 140,7$ MPa $\sigma_c = -153,9$ MPa.

Stateczność lokalna.

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **4**.

Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 3000,5$ mm.



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

Str. nr 25/46

Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \varphi_p f_{cd} = 0,549 < 1$$

Przyjęto, że przekrój wymiarowany będzie w stanie **krytycznym**.

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginana względem osi X: $\psi_x = \varphi_p = 1,000$
- dla zginana względem osi Y: $\psi_y = \varphi_p = 1,000$
- dla ściskania: $\psi_o = \varphi_p = 0,710$

Naprężenia:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 140,7 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -153,9 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -6,6$ $\Delta\sigma = 147,3 \text{ MPa}$ $\psi_{oc} = 1,000$
- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 51,84 \text{ cm}^2$ $\tau = 37,0 \text{ MPa}$ $\psi_{ov} = 1,000$
- ścinanie wzdłuż osi X: $A_v = 59,04 \text{ cm}^2$ $\tau = 0,3 \text{ MPa}$ $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 6,6 / 1,000 + 147,3 = 153,9 < 275 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 37,0 / 1,000 = 37,0 < 159,5 = 0,58 \times 275 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ex} = \tau / \psi_{ov} = 0,3 / 1,000 = 0,3 < 159,5 = 0,58 \times 275 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{148,0^2 + 3 \times 37,0^2} = 161,2 < 275 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Siała osiowa: $N = -74,641 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 114,00 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_{td} = 114,00 \times 275 \times 10^{-1} = 3135,000 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 74,641 < 3135,000 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 0,511 \quad \kappa_b = 0,760 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,784 \quad \text{dla } l_o = 18,000$$

$$l_w = 1,784 \times 18,000 = 32,112 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,650$$

$$l_w = 1,000 \times 2,650 = 2,650 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{\omega} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega} = 2,650 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_{\omega} = 2,650 \text{ m}$.

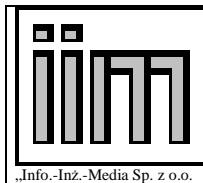
Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 50699,1}{32,112^2} 10^{-2} = 994,762 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1584,5}{2,650^2} 10^{-2} = 4565,143 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{21,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 913866,1}{2,650^2} 10^{-2} + 80 \times 100,3 \times 10^2 \right) = 7490,942 \text{ kN}$$



Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$:

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,710 \times 114,0 \times 275 \times 10^{-1} = 2225,850 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wybocheniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{2225,850 / 994,762} = 1,727 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,275$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{2225,850 / 4565,143} = 0,806 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,677$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{2225,850 / 7490,942} = 0,627 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,790$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,275$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{74,641}{0,275 \times 2225,850} = 0,122 < 1$$

Zwicherungie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = -0,00 \text{ cm}$.
Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia: $A_1 = 0,270$, $A_2 = 1,610$, $B = 1,880$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,270 \times 0,00 + 1,610 \times -0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 4565,143 + \sqrt{(0,000 \times 4565,143)^2 + 1,880^2 \times 0,214^2 \times 4565,143 \times 7490,942} = 2354,418$$

Smukłość względna dla zwicherungia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{557,623 / 2354,418} = 0,560$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

- względem osi X

$$M_R = \psi W_e f_d = 1,000 \times 2027,7 \times 275 \times 10^{-3} = 557,623 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_e f_d = 1,000 \times 176,1 \times 275 \times 10^{-3} = 48,415 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwicherungia dla $\bar{\lambda}_L = 0,560$ wynosi $\varphi_L = 0,954$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{74,641}{2225,850} + \frac{298,741}{0,954 \times 557,623} + \frac{0,000}{48,415} = 0,595 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

- dla zginania względem osi X:

$$M_{x \max} = 298,741 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{RC}} = 1,25 \times 0,275 \times 1,727^2 \times \frac{1,000 \times 298,741}{557,623} \times \frac{74,641}{2225,850} = 0,018$$

$$\Delta_y = 0,018$$

- dla zginania względem osi Y:

$$M_{y \max} = -5,000 \text{ kNm} \quad \beta_y = 0,550$$

$$\Delta_y = 1,25 \varphi_y \lambda_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,677 \times 0,806^2 \frac{0,550 \times 5,000}{48,415} \times \frac{74,641}{2225,850} = 0,001$$

$$\Delta_y = 0,001$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_x M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} =$$

$$\frac{74,641}{0,275 \times 2225,850} + \frac{1,000 \times 298,741}{0,954 \times 557,623} + \frac{0,550 \times 5,000}{48,415} = 0,740 < 0,982 = 1 - 0,018$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_x M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} =$$

$$\frac{74,641}{0,677 \times 2225,850} + \frac{1,000 \times 298,741}{0,954 \times 557,623} + \frac{0,550 \times 5,000}{48,415} = 0,668 < 0,999 = 1 - 0,001$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 3,000.$$

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 51,8 \times 275 \times 10^{-1} = 826,848 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 \quad V_R = 248,054 \text{ kN}$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 59,0 \times 275 \times 10^{-1} = 941,688 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 \quad V_R = 282,506 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y:} \quad V = 191,625 < 826,848 = V_R$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X:} \quad V = 1,666 < 941,688 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 3,000.$$

- dla zginania względem osi X: $V_y = 191,625 < 248,054 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 557,623 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 1,666 < 282,506 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 48,415 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{74,641}{2225,850} + \frac{298,741}{557,623} + \frac{0,000}{48,415} = 0,569 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

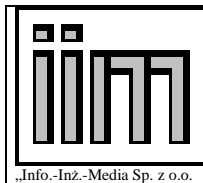
$$x_a = 0,000, \quad x_b = 3,000.$$

- dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 1,666 < 941,158 = 941,688 \times \sqrt{1 - (74,641 / 2225,850)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 191,625 < 826,383 = 826,848 \times \sqrt{1 - (74,641 / 2225,850)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

Str. nr 28/46

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm.

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą $\sigma_c = 148,0$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 148,0 / 275 = 0,981$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 150,0 \times 8,0 \times 0,981 \times 275 \times 10^{-3} = 323,710 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0,000 < 323,710 = P_{R,W}$$

Złożony stan środnika

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Siły przekrojowe przypadające na środnik i nośności środnika:

N_w	= -18,908	N_{Rw}	= 562,209 kN
M_w	= 32,583	M_{Rw}	= 63,360 kNm
V	= 191,625	V_R	= 826,848 kN
P	= 0,000	P_{Rc}	= 198,000 kN

Przyjęto, że zastosowane zostaną żebra w miejscu występowania siły skupionej ($P = 0$).

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\phi_p = 1,000$.

Warunek nośności środnika:

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \phi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left(\frac{18,908}{562,209} + \frac{32,583}{63,360} + \frac{0,000}{198,000} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{18,908}{562,209} + \frac{32,583}{63,360} \right) \frac{0,000}{198,000} + \left(\frac{191,625}{826,848} \right)^2 = 0,354 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 30,0 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 17600 / 250 = 70,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 30,0 < 70,4 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X wynoszą:

$$a_{\max} = 0,9 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 2650 / 250 = 10,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,9 < 10,6 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

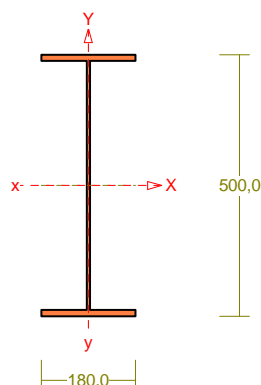
$$a = \sqrt{0,0^2 + 30,0^2} = 30,0$$

Rygiel przęsłowo.

Pręt nr 5

Zadanie: itb_wzm_o

Przekrój: I 500x180x12x6



Wymiary przekroju:

$h=500,0$ $g=6,0$ $s=180,0$ $t=12,0$ $v_x=0,0$ $v_y=0,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=311117,2$ $J_{yg}=1167,3$ $A=71,76$ $i_x=20,8$ $i_y=4,0$ $J_w=694427,9$ $J_t=24,2$ $i_s=21,2$.

Materiał: **10HA na zimno**. Wytrzymałość **$f_d=275$ MPa** dla **$g=12,0$** .

Siły przekrojowe:

$x_a = 5,104$; $x_b = 0,729$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AKPSUW**

$M_x = -197,249$ kNm, $V_y = 0,209$ kN, $N = -53,412$ kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 151,0$ MPa $\sigma_c = -165,9$ MPa.

Stateczność lokalna.

$x_a = 5,104$; $x_b = 0,729$.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **4**.

Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 5833,3$ mm.

Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \varphi_p f_{d1} = 0,589 < 1$$

Przyjęto, że przekrój wymiarowany będzie w stanie **krytycznym**.

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginania względem osi X: $\psi_x = \varphi_p = 1,000$

- dla ściskania: $\psi_o = \varphi_p = 0,376$

Naprężenia:

$x_a = 5,104$; $x_b = 0,729$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 151,0$ MPa $\sigma_c = -165,9$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -7,4$ $\Delta\sigma = 158,5$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 28,56$ cm² $\tau = 0,1$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

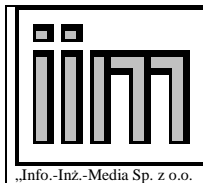
Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 7,4 / 1,000 + 158,5 = 165,9 < 275 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 0,1 / 1,000 = 0,1 < 159,5 = 0,58 \times 275 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{165,9^2 + 3 \times 0,1^2} = 165,9 < 275 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:



$$x_a = 0,000; \quad x_b = 5,833.$$

Siała osiowa:

$$N = -57,683 \text{ kN}.$$

$$\text{Pole powierzchni przekroju:} \quad A = 71,76 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Nośność przekroju na rozciąganie:} \quad N_{Rt} = A f_d = 71,76 \times 275 \times 10^{-1} = 1973,400 \text{ kN}.$$

Warunek nośności (31):

$$N = 57,683 < 1973,400 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 0,300 \quad \kappa_b = 0,499 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,330 \quad \text{dla } l_0 = 17,600$$
$$l_w = 1,330 \times 17,600 = 23,408 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,650$$
$$l_w = 1,000 \times 2,650 = 2,650 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega 0} = 2,650 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 2,650 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 31117,2}{23,408^2} 10^{-2} = 1149,016 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1167,3}{2,650^2} 10^{-2} = 3363,011 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{21,2^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 694427,9}{2,650^2} 10^{-2} + 80 \times 24,2 \times 10^2 \right) = 4878,309 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 5,833:$$

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,376 \times 71,8 \times 275 \times 10^{-1} = 741,998 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{741,998 / 1149,016} = 0,928 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \quad \varphi = 0,696$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{741,998 / 3363,011} = 0,542 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \quad \varphi = 0,841$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{741,998 / 4878,309} = 0,449 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \quad \varphi = 0,893$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,696$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

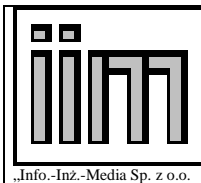
$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{57,683}{0,696 \times 741,998} = 0,112 < 1$$

Zwicherungie:

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

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

$$M_{cr} = \pm A_0 N_y + \sqrt{(A_0 N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$



$$0,000 \times 3363,011 + \sqrt{(0,000 \times 3363,011)^2 + 0,000^2 \times 0,212^2 \times 3363,011 \times 4878,309} = 0,000$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: $\bar{\lambda}_L = 0$.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 5,104$; $x_b = 0,729$.

- względem osi X

$$M_R = \psi W_{ef} f_d = 1,000 \times 1244,7 \times 275 \times 10^{-3} = 342,290 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\phi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{53,412}{741,998} + \frac{197,249}{1,000 \times 342,290} = 0,648 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -197,251 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \phi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,696 \times 0,928^2 \frac{1,000 \times 197,251}{342,290} \times \frac{57,683}{741,998} = 0,034$$

$$\Delta_x = 0,034 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\phi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{57,683}{0,696 \times 741,998} + \frac{1,000 \times 197,251}{1,000 \times 342,290} = 0,688 < 0,966 = 1 - 0,034$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\phi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{57,683}{0,841 \times 741,998} + \frac{1,000 \times 197,251}{1,000 \times 342,290} = 0,669 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 5,833$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 \phi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 0,780 \times 28,6 \times 275 \times 10^{-1} = 355,397 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 106,619 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 58,401 < 355,397 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 5,104$; $x_b = 0,729$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,209 < 106,619 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 342,290 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

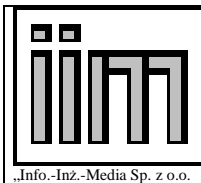
$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{R_{x,V}}} = \frac{53,412}{741,998} + \frac{197,249}{342,290} = 0,648 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 5,104$; $x_b = 0,729$.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,209 < 354,475 = 355,397 \times \sqrt{1 - (53,412 / 741,998)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$



Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 5,833$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm. Dodatkowo przyjęto usztywnienie środnika o rozstawie $a_1 = 5833,3$ mm.

$$k_c = \left(15 + 25 \frac{c_o}{h_w} \right) \sqrt{\frac{t_f}{t_w} \frac{215}{f_d}} = \left(15 + 25 \times \frac{124,0}{476,0} \right) \times \sqrt{\frac{12,0 \times 215}{6,0 \times 275}} = 26,901$$

$$k_c \leq c_o / t_w = 124,0 / 6,0 = 20,667$$

Przyjęto $k_c = 20,667$

Warunek dodatkowy:

$$k_c > 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20 \times \sqrt{\frac{215}{275}} = 17,684$$

Siła nie może zmieniać położenie na pręcie.

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą $\sigma_c = 28,2$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,c} = k_c t_w^2 \eta_c f_d = 20,667 \times (6,0)^2 \times 1,000 \times 275 \times 10^{-3} = 204,600 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0,000 < 204,600 = P_{R,c}$$

Złożony stan środnika

$x_a = 5,104$; $x_b = 0,729$.

Siły przekrojowe przypadające na środnik i nośności środnika:

N_w	$= -21,258$	N_{Rw}	$= 295,554 \text{ kN}$
M_w	$= 34,183$	M_{Rw}	$= 62,308 \text{ kNm}$
V	$= 0,209$	V_R	$= 355,397 \text{ kN}$
P	$= 0,000$	P_{Rc}	$= 204,600 \text{ kN}$

Przyjęto, że zastosowane zostaną żebra w miejscu występowania siły skupionej ($P = 0$).

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\phi_p = 1,000$.

Warunek nośności środnika:

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \phi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left(\frac{21,258}{295,554} + \frac{34,183}{62,308} + \frac{0,000}{204,600} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{21,258}{295,554} + \frac{34,183}{62,308} \right) \frac{0,000}{204,600} + \left(\frac{0,209}{355,397} \right)^2 = 0,385 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 63,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 17600 / 250 = 70,4 \text{ mm}$$

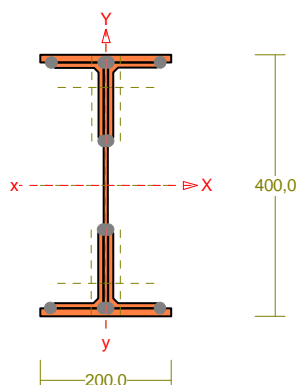
$$a_{\max} = 63,2 < 70,4 = a_{\text{gr}}$$

Słup przy ryglu.

Pręt nr 3

Zadanie: itb_wzm_o

Przekrój: wzm_sl



Wymiary przekroju:

$h=400,0$ $s=200,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=35517,6$ $J_{yg}=2225,2$ $A=132,56$ $i_x=16,4$ $i_y=4,1$ $J_w=794192,6$ $J_t=154,4$ $x_s=-0,0$ $y_s=-0,0$ $i_s=16,9$.

Materiał: **10HA na zimno**. Wytrzymałość **$f_d=275$ MPa** dla **$g=12,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

$x_a = 2,200$; $x_b = -0,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AKPSUW**

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu: momenty przywęzłowe $M_a = 5,000$ i $M_b = 0,000$ kNm, obciążenie rozłożone na całej długości pręta $q = 0,000$ kN/m. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_t = 1,000$.

$M_x = 298,741$ kNm, $V_y = -23,972$ kN, $N = -197,028$ kN,

$M_y = 0,135$ kNm, $V_x = -2,262$ kN.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 153,9$ MPa $\sigma_c = -183,7$ MPa.

Naprężenia:

$x_a = 2,200$; $x_b = -0,000$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 153,9$ MPa $\sigma_c = -183,7$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -14,9$ $\Delta\sigma = 168,8$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 58,40$ cm² $\tau = 4,1$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi X: $A_v = 71,04$ cm² $\tau = 0,3$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 14,9 / 1,000 + 168,8 = 183,7 < 275 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 4,1 / 1,000 = 4,1 < 159,5 = 0,58 \times 275 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ex} = \tau / \psi_{ov} = 0,3 / 1,000 = 0,3 < 159,5 = 0,58 \times 275 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{183,7^2 + 3 \times 0,0^2} = 183,7 < 275 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,200$.

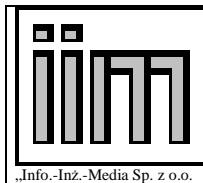
Siła osiowa: $N = -209,498$ kN.

Pole powierzchni przekroju: $A = 132,56$ cm².

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 132,56 \times 275 \times 10^{-1} = 3645,400$ kN.

Warunek nośności (31):

$$N = 209,498 < 3645,400 = N_{Rt}$$



Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 0,591 \quad \kappa_b = 0,489 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,534 \quad \text{dla } l_0 = 8,800$$

$$l_w = 1,534 \times 8,800 = 13,499 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,200$$

$$l_w = 1,000 \times 2,200 = 2,200 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega 0} = 2,200 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 2,200 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 35517,6}{13,499^2} 10^{-2} = 3943,493 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2225,2}{2,200^2} 10^{-2} = 9302,068 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{16,9^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 794192,6}{2,200^2} 10^{-2} + 80 \times 154,4 \times 10^2 \right) = 15998,725 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,200$:

$$N_{RC} = A f_d = 132,6 \times 275 \times 10^{-1} = 3645,400 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{3645,400 / 3943,493} = 1,110 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \quad \varphi = 0,502$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{3645,400 / 9302,068} = 0,723 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \quad \varphi = 0,730$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{3645,400 / 15998,725} = 0,549 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \quad \varphi = 0,838$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,502$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{209,498}{0,502 \times 3645,400} = 0,114 < 1$$

Zwichrzenie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_0 = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00 \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 1,116$, $A_2 = 0,000$, $B = 1,116$.

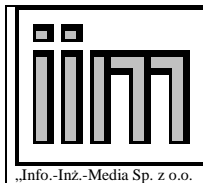
$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 1,116 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 9302,068 + \sqrt{(0,000 \times 9302,068)^2 + 1,116^2 \times 0,169^2 \times 9302,068 \times 15998,725} = 2297,393$$

Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{488,079 / 2297,393} = 0,530$$



Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,200$; $x_b = -0,000$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 1774,8 \times 275 \times 10^{-3} = 488,079 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 222,3 \times 275 \times 10^{-3} = 61,128 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,530$ wynosi $\phi_L = 0,963$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{197,028}{3645,400} + \frac{298,741}{0,963 \times 488,079} + \frac{0,135}{61,128} = 0,692 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

- dla zginania względem osi X:

$$M_{x \max} = 298,741 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \phi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,502 \times 1,110^2 \frac{1,000 \times 298,741}{488,079} \times \frac{209,498}{3645,400} = 0,027$$

$$\Delta_x = 0,027$$

- dla zginania względem osi Y:

$$M_{y \max} = 5,108 \text{ kNm} \quad \beta_y = 0,562$$

$$\Delta_y = 1,25 \phi_y \bar{\lambda}_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,730 \times 0,723^2 \frac{0,562 \times 5,108}{61,128} \times \frac{209,498}{3645,400} = 0,001$$

$$\Delta_y = 0,001$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\phi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{209,498}{0,502 \times 3645,400} + \frac{1,000 \times 298,741}{0,963 \times 488,079} + \frac{0,562 \times 5,108}{61,128} = 0,797 < 0,973 = 1 - 0,027$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\phi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{209,498}{0,730 \times 3645,400} + \frac{1,000 \times 298,741}{0,963 \times 488,079} + \frac{0,562 \times 5,108}{61,128} = 0,761 < 0,999 = 1 - 0,001$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,200$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 58,4 \times 275 \times 10^{-1} = 931,480 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 279,444 \text{ kN}$$

- wzdłuż osi X

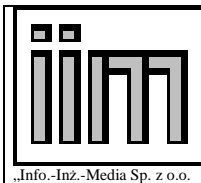
$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 71,0 \times 275 \times 10^{-1} = 1133,088 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 339,926 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y:} \quad V = 29,733 < 931,480 = V_R$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X:} \quad V = 2,259 < 1133,088 = V_R$$



Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 2,200$; $x_b = -0,000$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 23,972 < 279,444 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 488,079 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 2,262 < 339,926 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 61,128 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{R,x,V}} + \frac{M_y}{M_{R,y,V}} = \frac{197,028}{3645,400} + \frac{298,741}{488,079} + \frac{0,135}{61,128} = 0,668 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 2,200$, $x_b = -0,000$.

- dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 2,262 < 1131,432 = 1133,088 \times \sqrt{1 - (197,028 / 3645,400)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 23,972 < 930,118 = 931,480 \times \sqrt{1 - (197,028 / 3645,400)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Nośność środniczki pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 2,200$; $x_b = -0,000$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

$$k_c = (15 + 25 \frac{c_o}{h_w}) \sqrt{\frac{t_f}{t_w} \frac{215}{f_d}} = (15 + 25 \times \frac{124,0}{376,0}) \times \sqrt{\frac{12,0 \times 215}{6,0 \times 275}} = 29,066$$

$$k_c \leq c_o / t_w = 124,0 / 6,0 = 20,667$$

Przyjęto $k_c = 20,667$

Warunek dodatkowy:

$$k_c > 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20 \times \sqrt{\frac{215}{275}} = 17,684$$

Siła nie może zmieniać położenie na przecie.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 173,1 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 173,1 / 275 = 0,935$$

Nośność środniczki na siłę skupioną:

$$P_{R,c} = k_c t_w^2 \eta_c f_d = 20,667 \times (6,0)^2 \times 0,935 \times 275 \times 10^{-3} = 191,374 \text{ kN}$$

Warunek nośności środniczki:

$$P = 0,720 < 191,374 = P_{R,c}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 24,9 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 8800 / 250 = 35,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 24,9 < 35,2 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X wynoszą:

$$a_{\max} = 0,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 2200 / 250 = 8,8 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,2 < 8,8 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

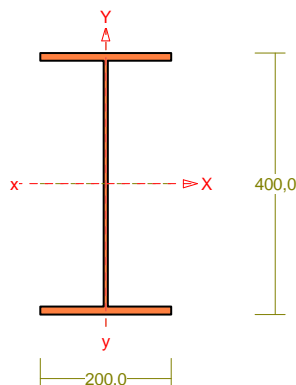
$$a = \sqrt{0,2^2 + 24,9^2} = 24,9$$

Słup bez wzmocnień.

Pręt nr 1

Zadanie: itb_wzm_o

Przekrój: I 400x200x12x6



Wymiary przekroju:

$h=400,0$ $g=6,0$ $s=200,0$ $t=12,0$ $v_x=0,0$ $v_y=0,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=20728,9$ $J_{yg}=1600,7$ $A=70,56$ $i_x=17,1$ $i_y=4,8$ $J_w=602176,0$ $J_t=25,8$ $i_s=17,8$.

Materiał: **10HA na zimno**. Wytrzymałość **$f_d=275$ MPa** dla **$g=12,0$** .

Siły przekrojowe:

$x_a = 3,185$; $x_b = -0,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AKPSUW**

$M_x = 132,187$ kNm, $V_y = -37,620$ kN, $N = -227,544$ kN,

Naprężenia w skrajnych włókniach: $\sigma_t = 95,3$ MPa $\sigma_c = -159,8$ MPa.

Stateczność lokalna.

$x_a = 3,185$; $x_b = -0,000$.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **4**.

Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 3185,0$ mm.

Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \varphi_p f_d = 0,567 < 1$$

Przyjęto, że przekrój wymiarowany będzie w stanie **krytycznym**.

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginania względem osi X: $\psi_x = \varphi_p = 1,000$

- dla ściskania: $\psi_o = \varphi_p = 0,549$

Naprężenia:

$x_a = 3,185$; $x_b = -0,000$.

Naprężenia w skrajnych włókniach: $\sigma_t = 95,3$ MPa $\sigma_c = -159,8$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -32,2$ $\Delta\sigma = 127,5$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 22,56$ cm² $\tau = 16,7$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 32,2 / 1,000 + 127,5 = 159,8 < 275 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 16,7 / 1,000 = 16,7 < 159,5 = 0,58 \times 275 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{159,8^2 + 3 \times 0,0^2} = 159,8 < 275 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,185$.

Siała osiowa:

$$N = -243,909 \text{ kN.}$$

Pole powierzchni przekroju: $A = 70,56 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 70,56 \times 275 \times 10^{-1} = 1940,400 \text{ kN.}$

Warunek nośności (31):

$$N = 243,909 < 1940,400 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,369 \text{ węzły przesuwne} \Rightarrow \mu = 2,288 \text{ dla } l_0 = 8,800$$

$$l_w = 2,288 \times 8,800 = 20,134 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \text{ węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \text{ dla } l_0 = 2,200$$

$$l_w = 1,000 \times 2,200 = 2,200 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega 0} = 2,200 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 2,200 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 20728,9}{20,134^2} 10^{-2} = 1034,553 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1600,7}{2,200^2} 10^{-2} = 6691,321 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{17,8^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 602176,0}{2,200^2} 10^{-2} + 80 \times 25,8 \times 10^2 \right) = 8607,499 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,185$:

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,549 \times 70,6 \times 275 \times 10^{-1} = 1065,280 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{1065,280 / 1034,553} = 1,172 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,542$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{1065,280 / 6691,321} = 0,461 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,886$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{1065,280 / 8607,499} = 0,405 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,914$$

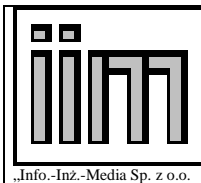
Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,542$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{243,909}{0,542 \times 1065,280} = 0,422 < 1$$

Zwichrzenie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_0 = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00 \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 1,818$, $A_2 = 0,000$, $B = 1,818$.



$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 1,818 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 6691,321 + \sqrt{(0,000 \times 6691,321)^2 + 1,818^2 \times 0,178^2 \times 6691,321 \times 8607,499} = 2454,668$$

Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{285,022 / 2454,668} = 0,392$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 3,185$; $x_b = -0,000$.

- względem osi X

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 1036,4 \times 275 \times 10^{-3} = 285,022 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,392$ wynosi $\phi_L = 0,988$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{227,544}{1065,280} + \frac{132,187}{0,988 \times 285,022} = 0,683 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 132,187 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \phi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,542 \times 1,172^2 \frac{1,000 \times 132,187}{285,022} \times \frac{243,909}{1065,280} = 0,099$$

$$\Delta_x = 0,099 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\phi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{243,909}{0,542 \times 1065,280} + \frac{1,000 \times 132,187}{0,988 \times 285,022} = 0,892 < 0,901 = 1 - 0,099$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\phi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{243,909}{0,886 \times 1065,280} + \frac{1,000 \times 132,187}{0,988 \times 285,022} = 0,728 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,185$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 \phi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 0,988 \times 22,6 \times 275 \times 10^{-1} = 355,397 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 106,619 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 45,024 < 355,397 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

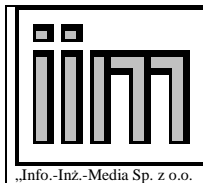
$x_a = 3,185$; $x_b = -0,000$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 37,620 < 106,619 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 285,022 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{R,x,V}} = \frac{227,544}{1065,280} + \frac{132,187}{285,022} = 0,677 < 1$$



Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 3,185$; $x_b = -0,000$.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 37,620 < 347,195 = 355,397 \times \sqrt{1 - (227,544 / 1065,280)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R, N}$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,185$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm. Dodatkowo przyjęto usztywnienie środnika o rozstawie $a_1 = 3185,0$ mm.

$$k_c = (15 + 25 \frac{c_o}{h_w}) \sqrt{\frac{t_f}{t_w} \frac{215}{f_d}} = (15 + 25 \times \frac{124,0}{376,0}) \times \sqrt{\frac{12,0 \times 215}{6,0 \times 275}} = 29,066$$

$$k_c \leq c_o / t_w = 124,0 / 6,0 = 20,667$$

Przyjęto $k_c = 20,667$

Warunek dodatkowy:

$$k_c > 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20 \times \sqrt{\frac{215}{275}} = 17,684$$

Siła nie może zmieniać położenie na przecie.

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą $\sigma_c = 34,6$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 34,6 / 275 = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{Rc} = k_c t_w^2 \eta_c f_d = 20,667 \times (6,0)^2 \times 1,000 \times 275 \times 10^{-3} = 204,600 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0,000 < 204,600 = P_{Rc}$$

Złożony stan środnika

$x_a = 3,185$; $x_b = -0,000$.

Siły przekrojowe przypadające na środnik i nośności środnika:

N_w	= -72,752	N_{Rw}	= 340,478 kN
M_w	= 16,949	M_{Rw}	= 38,878 kNm
V	= -37,620	V_R	= 355,397 kN
P	= 0,000	P_{Rc}	= 199,156 kN

Przyjęto, że zastosowane zostaną żebra w miejscu występowania siły skupionej ($P = 0$).

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\phi_p = 1,000$.

Warunek nośności środnika:

$$(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}})^2 - 3 \phi_p (\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}}) \frac{P}{P_{Rc}} + (\frac{V}{V_R})^2 =$$

$$(\frac{72,752}{340,478} + \frac{16,949}{38,878} + \frac{0,000}{199,156})^2 - 3 \times 1,000 \times (\frac{72,752}{340,478} + \frac{16,949}{38,878}) \frac{0,000}{199,156} + (\frac{37,620}{355,397})^2 = 0,433 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 21,1 \text{ mm}$$

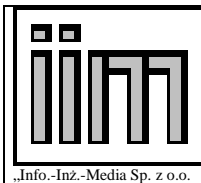
$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 8800 / 250 = 35,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 21,1 < 35,2 = a_{\text{gr}}$$

3. Obliczenia węzłów głównych.

3.1. Połączenie rygla i słupa.

$M = 306,8 \text{ kNm}$



Połączenie śrubowe:

$306,8/0,49=626$ kN na 4 śruby M20 klasy 10.9 – nośność łączna $(2*0,8+2)*166$ kN = 597,6 kN
< 626 kN

Przyjęto dwie dodatkowe śruby M20 kl. 10.9 w drugim rzędzie poniżej półki.

$(2*0,8+2*1+2*0,6)*166=796$ kN > 626 kN wykorzystanie połączenia śrubowego 80%.

Sprawdzenie momentu zginającego przenoszonego przez śruby

$(2*0,36*0,6+2*0,435+2*0,455*0,8)*166$ kNm = 336 kNm > 306,8 kNm wykorzystanie
połączenia śrubowego na zginanie 91%

Sprawdzenie spawów:

$0,16*2*0,008*305000*0,85*0,9=597$ kN na samych kątownikach + pas.

Nośność zachowana.

3.2. Sprawdzenie połączenia kalenicowego.

$M_d=198,5$ przyjęto 200 kNm

$200/0,49=408$ kN

$(2*0,8+2*1)*166=597$ kN > 408 kN wykorzystanie 68%

4. Daszki zewnętrzne.

Obciążenie daszka

$0,9*2,5=2,25$ kN/m² x 1,5

Główny profil podłużny przyjęto R180x100x5

$0,9*2,25*1,5+0,15*1,1=3,2$ kN/m

Wyężenie 37%

Ugięcie 16 mm.

Reakcja 10,4 kN.

Rynna $0,25*2,25+0,1*1,1=0,67$ kN/m

Przyjęto jednostronne częściowe utwierdzenie profilu podpierającego rynnę.

Przyjęto C 100x60x5.

Nośność zachowana (51%), ugięcie 16,6 mm.

Dobór blachy.

0,44 kPa x 1,5

Obciążenie śniegiem

2,25 kPa x 1,5

T40 gr. 1 mm dopuszczalne obciążenie SGN 6,55 kPa

Dopuszczalne obciążenie SGU 4,48 kPa

Blachę przeszywniono by uniknąć drgań i efektów dźwiękowych.

Podrywanie wiatrem konstrukcji.

0,77 kPa x1,5

$6 \times 0,9 \times 0,77 \times 1,5 = 6,24 \text{ kN}$

Na zawiesie sztywne $6,24 \times 2^{0,5} = 8,8 \text{ kN}$

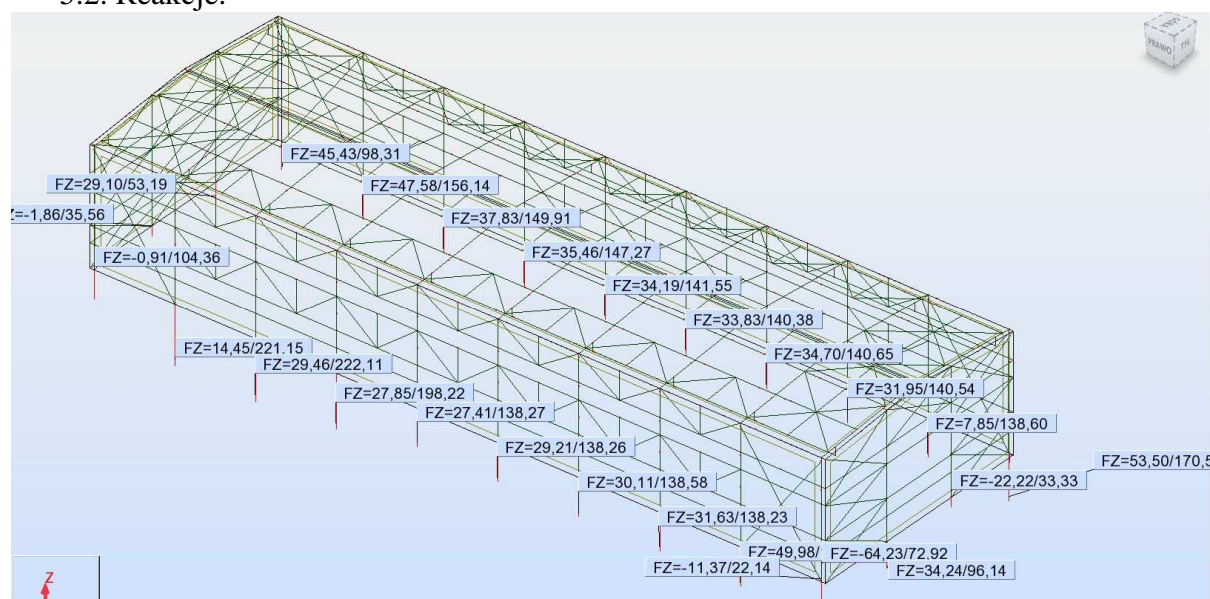
Przyjęto rurę 42,4x42,4x4. Nośność zachowana ze znacznym zapasem.

5. Wyniki analizy 3D.

5.1. Przemieszczenia.

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	1,1	1,0	0,2	0,010	10974,224	0,070
Węzeł	677	795	1196	408	636	1211
Przypadek	SGU/6	SGU/5	SGU/5	SGU/6	SGU/6	SGU/5
MIN	-2,7	-1,0	-5,0	-0,014	-21693,345	-0,037
Węzeł	414	839	500	483	1190	265
Przypadek	SGU/5	SGU/5	SGU/6	SGU/6	SGU/6	SGU/6

5.2. Reakcje.



5.3. Wyniki dla płatwi.

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 308 platew_308

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L = 0.66 m

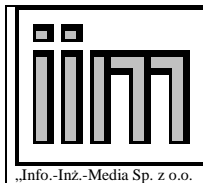
OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 SGN /19/ 1*1.10 + 2*1.10 + 3*1.50 + 4*1.50 + 7*1.32

MATERIAŁ: STAL 18G2

fd = 305.00 MPa

E = 205000.00 MPa



PROJEKT BUDOWLANY - WYKONAWCZY
PROJEKT PRZEBUDOWY HALI BADAŃ „OTWR” DLA POTRZEB
LABORATORIUM ZAKŁADU INŻYNIERII ELEMENTÓW BUDOWLANYCH
WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ NA DZ. NR EWID. 24,
W OBRĘBIE 1-02-16 MOKOTÓW PRZY UL. KSAWERÓW 21 W WARSZAWIE

Str. nr 43/46



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 200

h=20.0 cm			
b=10.0 cm	Ay=17.00 cm ²	Az=11.20 cm ²	Ax=28.50 cm ²
tw=0.6 cm	Iy=1940.00 cm ⁴	Iz=142.00 cm ⁴	Ix=7.00 cm ⁴
tf=0.9 cm	Wely=194.00 cm ³	Welz=28.40 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = -3.40 kN	My = -11.07 kN*m	Mz = -3.98 kN*m	Vy = 2.71 kN
Nrt = 869.25 kN	Mry = 59.17 kN*m	Mrz = 8.66 kN*m	Vry_n = 300.73 kN
	Mry_v = 59.17 kN*m	Mrz_v = 8.66 kN*m	Vz = -9.63 kN
KLASA PRZEKROJU = 1			Vrz_n = 198.13 kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	La_L = 0.75	Nw = 1167.20 kN	fi L = 0.92
Ld = 6.00 m	Nz = 79.81 kN	Mcr = 139.78 kN*m	

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$N/Nrt + My/(fiL \cdot Mry) + Mz/Mrz = 0.00 + 0.20 + 0.46 = 0.67 < 1.00 \quad (54)$$
$$Vy/Vry_n = 0.01 < 1.00 \quad Vz/Vrz_n = 0.05 < 1.00 \quad (56)$$

Profil poprawny !!!

5.4. Wyniki dla ryglówki.

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 804 rygle0,5_804

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.50 L = 3.00 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 SGN /11/ 1*1.10 + 2*1.10 + 5*1.50 + 7*1.32 + 9*1.50

MATERIAŁ: STAL 18G2

fd = 305.00 MPa

E = 205000.00 MPa

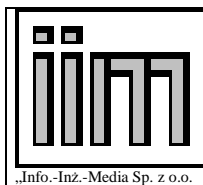


PARAMETRY PRZEKROJU: RP 200x100x8

h=20.0 cm			
b=10.0 cm	Ay=14.93 cm ²	Az=29.87 cm ²	Ax=44.80 cm ²
tw=0.8 cm	Iy=2234.00 cm ⁴	Iz=739.00 cm ⁴	Ix=1767.54 cm ⁴
tf=0.8 cm	Wely=223.40 cm ³	Welz=147.80 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = -11.29 kN	My = 3.67 kN*m	Mz = -10.68 kN*m
Nrt = 1366.40 kN	Mry = 68.14 kN*m	Mrz = 45.08 kN*m
	Mry_v = 68.14 kN*m	Mrz_v = 45.08 kN*m



KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$La_L = 0.33$

$Nw = 213110.31 \text{ kN}$

$fi \text{ L} = 1.00$

$Ld = 6.00 \text{ m}$

$Nz = 415.33 \text{ kN}$

$Mcr = 851.97 \text{ kN*m}$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/Nrt + My/(fiL * Mry) + Mz/Mrz = 0.01 + 0.05 + 0.24 = 0.30 < 1.00 \quad (54)$

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 941 stezenie_scienneX_941
 $= 0.50 \text{ L} = 3.15 \text{ m}$

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $10 \text{ SGN} / 1/ \quad 1 * 1.10 + 2 * 1.10 + 5 * 1.50 + 8 * 1.32 + 9 * 1.50$

MATERIAŁ: STAL 18G2

$fd = 305.00 \text{ MPa}$

$E = 205000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 80x80x4

$h = 8.0 \text{ cm}$

$b = 8.0 \text{ cm}$

$tw = 0.4 \text{ cm}$

$tf = 0.4 \text{ cm}$

$Ay = 6.00 \text{ cm}^2$

$Iy = 114.00 \text{ cm}^4$

$Wely = 28.50 \text{ cm}^3$

$Az = 6.00 \text{ cm}^2$

$Iz = 114.00 \text{ cm}^4$

$Welz = 28.50 \text{ cm}^3$

$Ax = 12.00 \text{ cm}^2$

$Ix = 175.59 \text{ cm}^4$

SŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 27.61 \text{ kN}$

$My = -0.14 \text{ kN*m}$

$Mz = 0.03 \text{ kN*m}$

$Vy = 0.01 \text{ kN}$

$Nrc = 366.00 \text{ kN}$

$Mry = 8.69 \text{ kN*m}$

$Mrz = 8.69 \text{ kN*m}$

$Vry = 106.14 \text{ kN}$

$Mry_v = 8.69 \text{ kN*m}$

$Mrz_v = 8.69 \text{ kN*m}$

$Vz = 0.19 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 2 $By * Mymax = -0.14 \text{ kN*m}$ $Bz * Mzmax = 0.03 \text{ kN*m}$ $Vrz = 106.14 \text{ kN}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$Ly = 6.30 \text{ m}$

$Lwy = 6.30 \text{ m}$

$Lambda \text{ y} = 204.46$

$Lambda_y = 2.89$

$Ncr \text{ y} = 58.08 \text{ kN}$

$fi \text{ y} = 0.12$



względem osi Z:

$Lz = 3.15 \text{ m}$

$Lwz = 3.15 \text{ m}$

$Lambda \text{ z} = 102.23$

$Lambda_z = 1.44$

$Ncr \text{ z} = 232.31 \text{ kN}$

$fi \text{ z} = 0.41$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(fi * Nrc) + By * Mymax/(fiL * Mry) + Bz * Mzmax/Mrz = 0.64 + 0.02 + 0.00 = 0.66 < 1.00 - \Delta y = 1.00 \quad (58)$

$Vy/Vry = 0.00 < 1.00 \quad Vz/Vrz = 0.00 < 1.00 \quad (53)$

Profil poprawny !!!

Profile główne według RM-Wina.

5.5. Częstość drgań własnych.

Przypadek/Forma	Częstotliwość (Hz)	Okres (sek)	Relat.masy UX (%)	Relat.masy UY (%)	Relat.masy UZ (%)	Bież.masy UX (%)	Bież.masy UY (%)	Bież.masy UZ (%)	Całk.masy UX (kg)	Całk.masy UY (kg)	Całk.masy UZ (kg)
16/ 1	1,96	0,51	70,00	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	74960,33	74960,33	74960,33
16/ 2	3,25	0,31	77,80	0,01	0,01	7,80	0,01	0,01	74960,33	74960,33	74960,33
16/ 3	4,97	0,20	78,05	0,17	0,03	0,25	0,16	0,02	74960,33	74960,33	74960,33
16/ 4	4,97	0,20	78,05	0,17	0,03	0,00	0,00	0,00	74960,33	74960,33	74960,33
16/ 5	5,07	0,20	78,80	60,83	0,12	0,75	60,67	0,08	74960,33	74960,33	74960,33

Pierwsza postać drgań własnych bez uwzględnienia obudowy wynosi 1,96Hz. W stanie istniejącym 1,41Hz. Nie udało się uzyskać uzyskanych w ekspertyzie 2,9Hz ponieważ zmieniono model połączenia słupa i rygla na przegubowy w wokół osi Z. Połączenia śrubowe nie zapewniłyby pełnej sztywności wokół Z a obspawanie bokiem spowodowałoby zwiększone wyężenie profilu ze względu na momenty wokół Z. Ponieważ faktycznie nie jest to pełen przegub prawdziwa wartość częstości drgań własnych zawrze się pomiędzy 1,96 a 2,9Hz, co jest wynikiem o tyle satysfakcjonującym, że pozwala przyjmować współczynnik dynamiczny dla wiatru 1,8 a nie 2,2. Tym samym rośnie zapas nośności ustroju i maleją przemieszczenia poziome.

6.0. Sprawdzenie fundamentów.

Stopa ramy (przyjęto na bazie modelu 3D)

$N_{max}=222,1\text{kN}$

Obliczenia fundamentów.

$N=220\text{kN} + \text{c.w.}$

$T_x=20,1\text{ kN}$

$T_y=0,2\text{ kN}$

Parametry gruntu:

Ze względu na nieznaczne różnica parametrów gruntu przyjęto grunt jednowarstwowy – pył o $IL=0,4$

$\rho=20,5\text{kN/m}^3$	$\times 0,9$	$18,5\text{kN/m}^3$
$\varnothing=11\text{ st.}$	$\times 0,9$	$9,9\text{ st.}$
$C_u=10\text{ kPa}$	$\times 0,9$	$9,0\text{ kPa}$

**** WYNIKI OBLICZEN dla N O S N O S C I ****

Szerokosc fundamentu $B= 1.40\text{ [m]}$

Długosc fundamentu $L= 1.50\text{ [m]}$

Wysokosc fundamentu $h= 1.26\text{ [m]}$

Obliczeniowy opor graniczny podloza

grunt. w poziomie posad. fund.

$m_q \cdot Q= 0.31\text{ [MN]}$

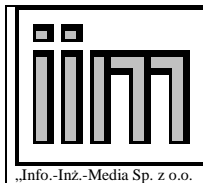
Nośność fundamentu zachowana z zapasem.

Osiadania całkowite do 4mm.

$N=207$

$T_{max}=28\text{ kN}$

$T_y=0,1\text{ kN}$



Zbyt małe wymiary fundamentu.

Na parametrach charakterystycznych gruntu (z zachowaniem współczynnika globalnego 0,81) nośność zachowana 310kN

**** WYNIKI OBLICZEN dla NOSNOSCI ****

Szerokosc fundamentu B= 1.40 [m]
Długosc fundamentu L= 1.50 [m]
Wysokosc fundamentu h= 1.26 [m]
Przekroj stali liczonej w kier.L Fal= 0.90 [cm2]
Przekroj stali liczonej w kier.B Fab= 0.58 [cm2]
Min. przekroj stali w kier.L Falm= 8.40 [cm2]
Min. przekroj stali w kier.B Fabm= 8.40 [cm2]
Obliczeniowy opor graniczny podloza
grunt. w poziomie posad. fund. mq*Q= 0.31 [MN]
Obliczeniowy opor graniczny podloza
grunt. w poz. styku warstwy li2 mq*Qz= 0.00 [MN]
Moment zginajacy fundament Ml= 0.038 [MNm]
Moment zginajacy fundament Mb= 0.024 [MNm]
Naprezenie srednie Gko= 0.125 [MPa]
Naprez. pod naroznikiem fund.- max. G11= 0.193 [MPa]
Naprez. pod naroz. fund.- posred. G12= 0.192 [MPa]
Naprez. pod naroz. fund.- posred. G21= 0.058 [MPa]
Naprez. pod naroznikiem fund.- min. G22= 0.057 [MPa]

Ponieważ maksymalne siły tnące w słupach powstają od wiatru i pracy suwnicy a są to obciążenia zmienne krótkotrwałe, dopuszczono przekroczenie nośności obliczeniowej. Na wartościach charakterystycznych parametrów gruntu przy zachowaniu globalnego współczynnika bezpieczeństwa 0,81 nośność zachowana.

Stopa ściany szczytowej

Tx=50,89

Ty=13,28

Fundament 0,7x0,6

Fundament nie jest w stanie przenieść ścinania w płaszczyźnie ściany i z płaszczyzny. Ścinanie musi być przełożone na inne elementy.

Siła osiowa N=96kN wielkość znaczna wynika z pracy stężeń a nie ciężaru konstrukcji. Wielkość ta jest chwilowa. Nie może być przeniesiona przez stopy 0,7x0,6m.

Konieczne podbicie stóp szczytowych.

Przyjęto powiększenie stopy do gabarytów 0,9x0,9m

**** WYNIKI OBLICZEN dla NOSNOSCI ****

Szerokosc fundamentu B= 0.90 [m]
Długosc fundamentu L= 0.90 [m]
Wysokosc fundamentu h= 1.26 [m]
Obliczeniowy opor graniczny podloza
grunt. w poziomie posad. fund. mq*Q= 0.16 [MN]

Nośność zachowana.