|  |
| --- |
| NAZWA INWESTYCJI:  **PROJEKT WYKONAWCZY WYKONANIA KONSTRUKCJI STALOWEJ NAD STROPEM POMIESZCZENIA NR 115C ZLOKALIZOWANEGO W BUDYNKU OŚRODKA RADIOIZOTOPÓW POLATOM NA TERENIE NARODOWEGO CENTRUM BADAŃ JĄDROWYCH  PRZY UL. SOŁTANA 7 W OTWOCKU** |
| NAZWA I KATEGORIA OBIEKTU:  **PLACÓWKA BADAWCZA**  **KATEGORIA OBIEKTU IX** |
| ADRES INWESTYCJI:  **UL. ANDRZEJA SOŁTANA 7, 05-400 OTWOCK**  **DZIAŁKA NR 17, OBRĘB 257, JEDNOSTKA NR 141702\_1 OTWOCK** |
| INWESTOR:  **NARODOWE CENTRUM BADAŃ JĄDROWYCH**  **OŚRODEK RADIOIZOTOPÓW POLATOM**  **UL. ANDRZEJA SOŁTANA 7, 05-400 OTWOCK** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ZESPÓŁ AUTORSKI PROJEKTU:** | | |
| Projektant koordynator i projektant konstrukcji  mgr inż. Damian Cyrta | Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej  MAZ/0003/POOK/09 |  |
| Sprawdzający w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  mgr inż. arch. Radosław Lenart | Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej  MAZ/0937/PWBKb/17 |  |

**20 PAŹDZIERNIKA 2021r.**

**OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW**

**Warszawa, dn. 20.10.2021r.**

Na podstawie art. 34 ust.3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. - Prawo budowlane z późniejszymi zmianami (Dz.U. 2020 poz. 1333), oświadczam, że – projekt wykonawczy wykonania konstrukcji stalowej nad stropem pomieszczenia nr 115c zlokalizowanego w budynku ośrodka radioizotopów POLATOM na terenie narodowego centrum badań jądrowych przy ul. Sołtana 7 w Otwocku sporządzony jest zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ZESPÓŁ AUTORSKI PROJEKTU:** | | |
| Projektant koordynator i projektant konstrukcji  mgr inż. Damian Cyrta | Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej  MAZ/0003/POOK/09 |  |
| Sprawdzający w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  mgr inż. arch. Radosław Lenart | Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej  MAZ/0937/PWBKb/17 |  |

**SPIS TREŚCI**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Str.** |
| 1. **EKSPERTYZA TECHNICZNA** | **4** |
| 1. **OPIS TECHNICZNY** | **5** |
| 1. **Podstawa formalna OPRACOWANIA** | **5** |
| 1. **Przedmiot, cel i zakres OPRACOWANIA** | **5** |
| 1. SKRÓCONY OPIS BUDYNKU | **5** |
| 1. ZAKRES ROBÓT BUDOWLANYCH | **6** |
| PRACE ROZBIÓRKOWE | **7** |
| 1. **WYKONANIE KONSTRUKCJI STALOWEJ** | **7** |
| 1. **OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE** | **9** |
| 1. **ZALECENIA KOŃCOWE** | **35** |
| 1. **UPRAWNIENIA BUDOWLANE** | **36** |

**SPIS RYSUNKÓW**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **L.p.** | **Nr rysunku** | **Nazwa rysunku** | **Str.** |
| **1.** | **Rys. nr 1** | **PLAN SYTUACYJNY** | **38** |
| **2.** | **Rys. nr 2** | **RZUT POMIESZCZENIA 115C STAN ISTNIEJĄCY I PROJEKTOWANY** | **39** |
| **3.** | **Rys. nr 3** | **WIDOK I, II. III, IV** | **40** |
| **4.** | **Rys. nr 4** | **RZUT POMIESZCZENIA 115C PROJEKTOWANA KONSTRUKCJA STALOWA** | **41** |
| **5.** | **Rys. nr 5** | **PRZEKRÓJ A-A, B-B, C-C, D-D** | **42** |
| **6.** | **Rys. nr 6** | **DETAL D-1, D-2, D-3, D-4** | **43** |

1. **EKSPERTYZA TECHNICZNA**

Przeprowadzono analizę istniejącej konstrukcji w zakresie wykonania konstrukcji stalowej pod pomieszczenie chłodni. Stan techniczny budynku oceniono na dobry. Brak pęknięć i zarysowań ścian oraz stropów budynku w zakresie objętym opracowaniem, brak widocznego nierównomiernego osiadania fundamentów budynku.

Ocena stanu technicznego głównych elementów konstrukcyjnych budynku, poddanych ocenie w opracowaniu:

* Stropy międzykondygnacyjne nie wykazują nadmiernych odkształceń. Brak widocznych ubytków, korozji biologicznych, odspojeń wypraw tynkarskich. Elementy konstrukcyjne nie odsłonięte, nie wykazują zarysowań, stropy bez widocznych oznak przeciążenia. Stan stropów ocenia się jako dobry.
* Ściany nośne wewnętrzne oraz zewnętrzne nie wykazują oznak przeciążenia, brak widocznych rys oraz spękań, brak widocznych odspojeń wypraw tynkarskich. Stan ścian nośnych ocenia się jako dobry.
* Ławy fundamentowe budynku nie wykazują oznak nierównomiernego osiadania budynku. Stan fundamentów ocenia się jako dobry.

Na podstawie przeprowadzonych wizji lokalnych oraz badań in situ stwierdza się:

* brak przekroczenia warunków nośności i użytkowalności wskazanych elementów konstrukcyjnych,
* brak widocznych rys oraz pęknięć ścian nośnych,
* nie stwierdzono nadmiernych ugięć stropów,
* nie stwierdzono widocznych przemieszczeń pionowych i odkształceń budynku, mających wpływ na konstrukcję oraz jej przydatność użytkową.

Wykonanie stalowej konstrukcji nie wpłynie negatywnie na elementy konstrukcyjne budynku, tj. stropy, ściany nośne, ławy fundamentowe.

Stan techniczny istniejącego budynku ocenia się na dobry, nadaję się pod zamierzoną inwestycję budowlaną.

*Projektant*

**mgr inż. Damian Cyrta**

MAZ/0003/POOK/09

1. **OPIS TECHNICZNY**
2. **Podstawa formalna OPRACOWANIA**

Podstawę opracowania projektu wykonawczego stanowi zlecenie nr HZ.240.1303.2021 z dnia 19.08.2021r. zawarte pomiędzy Narodowym Centrum Badań Jądrowych Ośrodek Radioizotopów POLATOM, zlokalizowanym przy ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock a Studiem Budowlanym „UNITY” S.C., zlokalizowanym przy ul. Warszawskiej 33D, 05-082 Blizne Łaszczyńskiego.

Projekt wykonano w oparciu o:

* Wizję lokalną budynku w zakresie objętym opracowaniem,
* Dokumentację archiwalną budynku przekazaną przez Użytkownika,
* Wytyczne Zamawiającego,
* Ustawę z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2020r., poz. 1333),
* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2020r., poz. 2351 z późn. zm.),

1. **Przedmiot, cel i zakres OPRACOWANIA**

Przedmiotem opracowania jest pomieszczenie nr 115C w budynku zlokalizowanym na terenie Narodowego Centrum Badań Jądrowych.

Celem inwestycji jest wykonanie konstrukcji stalowej nad stropem przedmiotowego pomieszczenia.

1. SKRÓCONY OPIS BUDYNKU

Przedmiotowy budynek zlokalizowany jest na działce nr 17 w obrębie 257, jednostka ewidencyjna 141702\_1 Otwock. Budynek dwukondygnacyjny, podpiwniczony, wolnostojący. Przedmiotowe pomieszczenie nr 115C znajduje się na I piętrze budynku. Strop pod przedmiotowym pomieszczeniem Ackermana. Na stropie znajduje się wylewka betonowa o gr. 5cm. Obecnie wykończenie posadzki stanowi wykładzina PCV na kleju. Ściany nośne, murowane, o grubości 34cm – ściana nośna wewnętrzną oraz 51cm – ściana nośna zewnętrzna.

# ZAKRES ROBÓT BUDOWLANYCH

Projektuje się:

* demontaż wyposażenia pomieszczenia w miejsce wskazane przez Inwestora,
* demontaż elementów ściennych wskazanych w dokumentacji rysunkowej, tj. kaloryfery (2szt.) wraz z instalacjami sanitarnymi, gniazda elektryczne, łączniki, skrzynki ścienne oraz inne elementy wskazane w dokumentacji rysunkowej,
* zaślepienie otworów okiennych (2szt.) od wewnątrz w ścianie zewnętrznej pomieszczenia płytą GK gr. 12,5mm, gruntowanie, następnie malowanie farbą lateksową na kolor biały,
* skucie istniejącej szlichty betonowej o gr. 5cm wraz z warstwą wykończenia z wykładziny PCV z całej powierzchni pomieszczenia,
* montaż belek HEB 140 w rozstawie co 50cm, poprzez podkucie miejscowo ściany etapami zgodnie z dokumentacją rysunkową z uzupełnieniem betonem bruzdy po usytuowaniu belki na ścianie. Szerokość podkucia bruzdy w ścianie dostosować do warunków na budowie, lecz nie wykuwać więcej niż 50 cm odcinka ściany, głębokość osadzenia belek min. 20cm. Beton wypełniający o klasie nie niższej niż C20/25. Możliwość zastąpienia bruzdowania ścian poprzez lokalne podkucia w ścianie i wsunięcie belek dźwigiem z zewnątrz (technologia wymaga odtworzenia warstw izolacyjnych elewacji oraz struktury). Belki stalowe na końcach podlegających obetonowaniu należy zaizolować izolacją bitumiczną bezszwową. Belki montować na wysokości min. 2cm ponad istniejącym stropem,
* wykonanie miejscowego bruzdowania w ścianach nośnych pod montaż dwóch belek HEB 160, belki opierać na ścianach na głębokość 20cm, na końcach, belki należy owinąć papą SBS/uszczelnić izolacją bitumiczną bezszwową, następnie zabetonować, pod montowanymi belkami HEB 160 należy skuć górną warstwę stropu na grubość 3,5cm,
* ułożenie folii paroszczelnej na istniejącym stropie,
* montaż wypełnienia belek z wełny mineralnej gr. 10cm, λ=0,039 [W/mK],
* montaż drewnianych krawędziaków o wymiarach 40x20cm oraz 70x20mm (1szt.), wzdłuż oraz w poprzek belek HEB, zgodnie z dokumentacją rysunkową, krawędziaki wykonane z drewna egzotycznego, odpornego na zawilgocenia,
* na półkach belek, ułożenie płyt z wełny mineralnej, twardej gr. 2cm, λ=0,039 [W/mK],
* ułożenie folii paroprzepuszczalnej na warstwie wełny,
* wykonanie podłogi z płyt wiórowo-cementowych gr. 25mm, płyty należy obustronnie zagruntować paroszczelnie, montaż płyt do drewnianych krawędziaków za pomocą wkrętów do drewna,
* wykonanie szlichty betonowej, z betonu klasy C16/20 gr. 4cm w pomieszczeniu przedsionka,
* wykonanie wylewki samopoziomującej gr. 1cm w pomieszczeniu przedsionka,
* wykonanie pochylni w miejscu wskazanym w dokumentacji rysunkowej, pochylnię o spadku max. 10% należy wykonać na belkach drewnianych, szerokości 10cm, długości 120cm i zmiennej wysokości, zgodnie z dokumentacją rysunkową, do belek, za pomocą wkrętów należy przymocować płytę wiórowo-cementową gr. 25mm,
* ułożenie wykładziny homogenicznej, winylowej, elastycznej na całej powierzchni stropu (na szlichcie cementowej oraz na płytach wiórowo-cementowych), kolor wykładziny zostanie uzgodniony z Użytkownikiem na etapie prac remontowych przed wbudowaniem danego materiału, wykończenie na ścianach cokołem wysokości 7cm w kolorze wykładziny,
* uprzątnięcie terenu,

## PRACE ROZBIÓRKOWE

Rozbiórce podlegają: szlichta betonowa wraz z wykończeniem z wykładziny PCV, elementy wyposażenia pomieszczenia. Wszystkie elementy zgodnie z zakresem prac i dokumentacją rysunkową.

Przed przystąpieniem do robót rozbiórkowych należy przeprowadzić dokładne rozeznanie budynku i otaczającego terenu. Przed przystąpieniem do robót należy wykonać wszystkie niezbędne zabez­pieczenia, jak oznakowanie i ogrodzenie terenu robót, zgromadzenie potrzebnych narzędzi  
i sprzętu oraz wykonanie odpowiednich urządzeń do usuwania z budynku materiałów z rozbiórki. Pracownicy zatrudnieni przy robotach rozbiórkowych powinni być dokładnie zaznajomieni   
z zakresem prac.

Przy pracach rozbiórkowych mają zastosowanie ogólnie obowiązujące przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy w robotach budowlanych. W celu zapewnienia bezpieczeństwa robót rozbiórkowych wszystkie przejścia i inne niebezpieczne miejsca powinno się zabezpieczyć. Pracowników zatrudnionych przy robotach rozbiórkowych powinno się zaopatrzyć w odzież roboczą, okulary i rękawice, a wszystkie narzędzia używane przy rozbiórce stale utrzymywać w dobrym stanie.

Wszystkie instalacje znajdujące się w rejonie wykonywania prac rozbiórkowych Wykonawca ma obowiązek zabezpieczyć. Wykonanie tych prac nie podlega odrębnej zapłacie. Materiał rozbiórkowy należy na bieżąco usuwać poza obrys budynku. Znajdujące się w budynku elementy nie podlegające rozbiórce należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami. Wszystkie przejścia i przejazdy znajdujące się w zasięgu robót rozbiórkowych powinno się zabezpieczyć, wytyczyć obejścia. W celu zmniejszenia zanieczyszczenia przestrzeni Wykonawca zobowiązany jest wykonywać kurtyny osłaniające strefę prowadzenia robót. Ostateczny harmonogram prac Wykonawca ustali z przedstawicielem Inwestora.

1. **WYKONANIE KONSTRUKCJI STALOWEJ**

Montaż belek HEB

Projektuje się wykonanie konstrukcji stalowej nad istniejącym stropem Ackermana, poprzez montaż belek stalowych HEB 140 oraz HEB 160 ze stali S235JRH na istniejących ścianach nośnych pomieszczenia.

Przed przystąpieniem do prac montażowych, należy wykonać pomiary istniejącego pomieszczenia, ze zwróceniem uwagi na odchyłki ścian nośnych. Wykonawca prac, ma obowiązek dokonania wymiarów, przed zamówieniem elementów montażowych, następnie dobrania długości belek pod wyznaczony wymiar.

Ściany nośne, w miejscu montażu belek HEB 140 i HEB 160 należy miejscowo poduć etapowo zgodnie z dokumentacją rysunkową. Rozpocząć montaż od I etapu i kontynuować poprzez miejscowe podkucie, wsunięcie belek, osadzenie w pionie i poziomie i zabetonowanie. Po zabetonowaniu belki po odczekaniu min 3 dni można wykuwać ścianę w kolejnym etapie. Dopuszcza się dla przyśpieszenia prac podkuwać belki w co drugim etapie jednocześnie.

Belki HEB 140 należy opierać na wysokości 2cm ponad powierzchnią istniejącego stopu, belki HEB 160 na wysokości 2cm – należy skuć wierzchnią warstwę stropu na grubość 3,5cm. Miejsca łączenia prostopadłych belek, należy wykonać zgodnie z detalami zamieszczonymi w części rysunkowej tj. na kątowniki 60x100x5mm za pomocą dwóch śrub M12 klasy 8,8.

Belki podłużne HEB 160, należy opierać na ścianach nośnych pomieszczenia. Końce belek należy owinąć papą SBS/izolować izolacją bitumiczną bezszwową, następnie zabetonować.

Na całej powierzchni stropu należy ułożyć folię paroszczelną gr. 0,3mm, następnie ułożyć płyty z wełny mineralnej o gr. 10cm i współczynniku przenikania ciepła λ=0,039 [W/mK]. Celem odpowiedniego zaizolowania stalowych belek, na górnych stopkach belek, należy ułożyć płyty z wełny mineralnej, twardej, gr. 2cm, następnie ułożyć folię paroprzepuszczalną.

Ułożenie podłogi z płyt wiórowo-cementowych

Do zamocowanych na belkach stalowych, drewnianych krawędziaków, należy zamocować płyty wiórowo-cementowe gr. 25mm za pomocą wkrętów do płyt cementowych w rozstawie nie większym niż 20cm. Krawędziaki drewniane, należy stosować pod wszystkie krawędzie wzdłużne oraz poprzeczne. Należy zachować minimalny odstęp wkrętów 15mm od krawędzi płyt. Przed montażem, należy przeprowadzić dwustronne gruntowanie płyt. Przed naklejeniem warstwy wierzchniej z wykładziny, należy przeprowadzić obróbkę styków, aby wyrównać niewielkie różnice wysokości na stykach płyt.

Wymagania dla płyt:

Rodzaj: trzywarstwowa płyta wiórowa.

Klasa reakcji na ogień: B-s1, d0, trudno zapalne.

Odporność na obciążenia: układane w osiowym rozstawie 50cm, o odporności na obciążenie min. 5kN/m2.

Powierzchnie: obustronnie szlifowane, żółtawo brązowe o strukturze drobnych wiórów, tolerancja grubości ± 0,3mm.

Skład: drewno 58%, cement 20%, woda 9%, tolerowane przez środowisko materiały mineralizujące 3%, powietrze 10%.

Układanie wykładziny

Wykładziny podłogowe należy przechowywać w pomieszczeniach suchych, przewiewnych, nienasłonecznionych w temperaturze od +5 do +30 C, w warunkach zabezpieczających przed zabrudzeniem, zawilgoceniem, uszkodzeniem mechanicznym lub chemicznym w odległości od urządzeń grzejnych i punktów oświetleniowych zgodnie z obowiązującymi przepisami przeciwpożarowymi. Podłoże pod wykładziny powinno być równe oraz pozbawione jakichkolwiek wystających ostrych przedmiotów czy krawędzi mogących uszkodzić wykładzinę. Wykładziny arkuszowe zwinięte w rulon powinny być przechowywane w pozycji pionowej. Sznur spawalniczy powinien być składowany w pomieszczeniach krytych, suchych, nienasłonecznionych w temperaturze od +5 C do +30 C, w warunkach uniemożliwiających zabrudzenie, zawilgocenie, uszkodzenie mechaniczne czy chemiczne. Klej należy przechowywać w opakowaniach w pomieszczeniach o temperaturze od + 5 do + 25 C. Pojemniki powinny się znajdować w odległości, co najmniej 1m od urządzeń grzewczych. Czas składowania 6 miesięcy od daty produkcji.

Podłoże pod elastyczne wykładziny podłogowe musi być: wytrzymałe i odporne na naciski występujące w czasie eksploatacji podłóg, gładkie oraz suche, na powierzchni nie mogą występować żadne zgrubienia, powierzchnia powinna być wolna od kurzu i innych zanieczyszczeń.

Wykładzinę należy kleić zaprawą klejącą, następnie docisnąć do podłoża, np. specjalnym wałkiem. Ostateczną kolorystykę wykładzin uzgodnić z Użytkownikiem.

1. **OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE**

**Zestawienie obciążeń dla belki krótkiej**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Obciążenie | Wartość charakterystyczna obciążenia | Współczynnik obciążenia | Wartość obliczeniowa obciążenia |
| **Stałe** | | | | |
| 1 | Podłoga | 0,32\*0,5=0,16 kN/m | 1,30 | 0,21 |
| 2 | Obciążenie użytkowe (przyjęto poza miejscami ustawienia regałów) | 5,00\*0,5=2,50 kN/m | 1,30 | 3,25 kN/m |
| 3 | Obciążenie od regałów | 5,00\*0,5=2,50 kN/m | 1,30 | 3,25 kN/m |
|  |  |  |  |  |
| SUMA | Rozłożone: | 2,66 kN/m (przyjęto, że obciążenie użytkowe nie występuje w miejscu wstępowania regałów) | 1,30 | 3,46 kN/m |

NAZWA: Belka krótka HEB 140

OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN],[kNm],[kN/m])

------------------------------------------------------------------

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

------------------------------------------------------------------

Grupa: A "" Zmienne gf= 1,30

1 Liniowe 0,0 2,660 2,660 0,00 4,60

------------------------------------------------------------------

==================================================================

**W Y N I K I wg PN 82/B-02000**

**Teoria I-go rzędu**

==================================================================

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

------------------------------------------------------------------

Grupa: Znaczenie: yd: gf:

------------------------------------------------------------------

Ciężar wł. 1,10

A -"" Zmienne 1 1,00 1,30

------------------------------------------------------------------

MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

------------------------------------------------------------------

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

------------------------------------------------------------------

1 0,00 0,000 -0,000 8,807 0,000

0,50 2,300  **10,129\*** 0,000 0,000

1,00 4,600 -0,000 -8,807 0,000

------------------------------------------------------------------

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

------------------------------------------------------------------

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

------------------------------------------------------------------

1 0,000 8,807 8,807

2 0,000 8,807 8,807

------------------------------------------------------------------

**PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

------------------------------------------------------------------

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

------------------------------------------------------------------

1 0,00000 -0,00000 0,00000 -0,00502 ( -0,287)

2 0,00000 -0,00000 0,00000 0,00502 ( 0,287)

------------------------------------------------------------------

Przekrój: I 140 HEB



Wymiary przekroju:

I 140 HEB h=140,0 g=7,0 s=140,0 t=12,0 r=12,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

Jxg=1510,0 Jyg=550,0 A=43,00 ix=5,9 iy=3,6 Jw=22478,8 Jt=21,1 is=6,9.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=12,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

**Siły przekrojowe:**

xa = 2,300; xb = 2,300.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

**Mx = -10,129** kNm, **Vy = 0,000** kN, **N = 0,000** kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: σt = 47,0 MPa σC = -47,0 MPa.

**Naprężenia:**

xa = 2,300; xb = 2,300.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σt = 47,0 MPa σC = -47,0 MPa.

Naprężenia:

- normalne: σ = 0,0 *Δ*σ = 47,0 MPa ψoc = 1,000

Warunki nośności:

σec = σ / ψoc + *Δ*σ = 0,0 / 1,000 + 47,0 = 47,0 < 215 MPa

**Długości wyboczeniowe pręta:**

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

κa = 1,000 κb = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla lo = 4,600

lw = 1,000×4,600 = 4,600 m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

κa = 1,000 κb = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla lo = 4,600

lw = 1,000×4,600 = 4,600 m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej μω = 1,000. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem loω = 4,600 m. Długość wyboczeniowa lω = 4,600 m.

**Siły krytyczne:**







**Zwichrzenie:**

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem l1 = loω =4600 mm:

 = *l1*

Konieczne jest sprawdzenie zwichrzenia pręta.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia ao = 0,00 cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły as = -0,00 cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: A1 = 0,610, A2 = 0,530, B = 1,140.

Ao = A1 *by* + A2 as = 0,610 ×0,00 + 0,530 ×-0,00 = 0,000





Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:



**Nośność przekroju na zginanie:**

xa = 2,300; xb = 2,300.

- względem osi X

*M*R = αp *W fd* = 1,069×215,7×215×10-3 = 49,562 kNm

Współczynnik zwichrzenia dla ‾λ *L* = 0,758 wynosi *ϕL* = 0,915

Warunek nośności (54):

(\*MxMy \*)

**Nośność przekroju na ścinanie:**

xa = 0,000; xb = 4,600.

- wzdłuż osi Y

*VR* = 0,58 *AV fd* = 0,58×9,8×215×10-1 = 122,206 kN

*Vo* = 0,6 *VR* = 73,324 kN

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

*V* = 8,807 < 122,206 = *VR*

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

xa = 2,300; xb = 2,300.

- dla zginania względem osi X: *Vy* = 0,000 < 73,324 = *V*o

*MR,V* = *MR* = 49,562 kNm

Warunek nośności (55):



**Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:**

xa = 0,000; xb = 4,600.

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

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą σc= 0,0 MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

ηc = 1,000

Nośność środnika na siłę skupioną:

PR,W = co tw ηc *fd* = 220,0×7,0×1,000×215×10-3 = 331,100 kN

Warunek nośności środnika:

P = 0,000 < 331,100 = PR,W

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

amax = 5,6 mm

agr = *l* / 250 = 4600 / 250 = 18,4 mm

amax = 5,6 < 18,4 = agr

**Zestawienie obciążeń dla wymianu**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Obciążenie | Wartość charakterystyczna obciążenia | Współczynnik obciążenia | Wartość obliczeniowa obciążenia |
| **Stałe** | | | | |
| 1 | Ściany oraz strop chłodni | 0,32\*2,90+0,32\*2,30=1,67kN/m | 1,30 | 2,17 kN/m |
| 2 | Obciążenie skupione od belek opartych na wymianie | 6,89 kN | 1,28 | 8,82 kN |

NAZWA: Belka wymian

OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN],[kNm],[kN/m])

------------------------------------------------------------------

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

------------------------------------------------------------------

Grupa: A "" Zmienne gf= 1,30

1 Liniowe 0,0 1,670 1,670 0,00 4,60

Grupa: B "" Zmienne gf= 1,28

1 Skupione 0,0 6,890 0,50

1 Skupione 0,0 6,890 1,00

1 Skupione 0,0 6,890 1,50

1 Skupione 0,0 6,890 2,00

1 Skupione 0,0 6,890 2,50

1 Skupione 0,0 6,890 3,00

1 Skupione 0,0 6,890 3,50

1 Skupione 0,0 6,890 4,00

------------------------------------------------------------------

==================================================================

**W Y N I K I wg PN 82/B-02000**

**Teoria I-go rzędu**

==================================================================

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

------------------------------------------------------------------

Grupa: Znaczenie: yd: gf:

------------------------------------------------------------------

Ciężar wł. 1,10

B -"" Zmienne 1 1,00 1,28

------------------------------------------------------------------

MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+B

------------------------------------------------------------------

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

------------------------------------------------------------------

1 0,00 0,000 0,000 37,122 0,000

0,54 2,500  **47,244\*** -8,146 0,000

0,54 2,500  **47,244\*** 0,673 0,000

1,00 4,600 -0,000 -35,588 0,000

------------------------------------------------------------------

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+B

------------------------------------------------------------------

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

------------------------------------------------------------------

1 0,000 37,122 37,122

2 0,000 35,588 35,588

------------------------------------------------------------------

**PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+B

------------------------------------------------------------------

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

------------------------------------------------------------------

1 0,00000 -0,00000 0,00000 -0,01414 ( -0,810)

2 0,00000 -0,00000 0,00000 0,01407 ( 0,806)

------------------------------------------------------------------

Przekrój: I 160 HEB



Wymiary przekroju:

I 160 HEB h=160,0 g=8,0 s=160,0 t=13,0 r=15,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

Jxg=2490,0 Jyg=889,0 A=54,30 ix=6,8 iy=4,0 Jw=47943,2 Jt=31,1 is=7,9.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=13,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

**Siły przekrojowe:**

xa = 2,500; xb = 2,100.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

**Mx = -52,943** kNm, **Vy = 0,239** kN, **N = 0,000** kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: σt = 170,1 MPa σC = -170,1 MPa.

**Naprężenia:**

xa = 2,500; xb = 2,100.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σt = 170,1 MPa σC = -170,1 MPa.

Naprężenia:

- normalne: σ = 0,0 *Δ*σ = 170,1 MPa ψoc = 1,000

- ścinanie wzdłuż osi Y: Av = 12,80 cm2 τ = 0,2 MPa ψov = 1,000

Warunki nośności:

σec = σ / ψoc + *Δ*σ = 0,0 / 1,000 + 170,1 = 170,1 < 215 MPa

τ ey = τ / ψov = 0,2 / 1,000 = 0,2 < 124,7 = 0.58×215 MPa

 MPa

**Długości wyboczeniowe pręta:**

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

κa = 1,000 κb = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla lo = 4,600

lw = 1,000×4,600 = 4,600 m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

κa = 1,000 κb = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla lo = 4,600

lw = 1,000×4,600 = 4,600 m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej μω = 1,000. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem loω = 4,600 m. Długość wyboczeniowa lω = 4,600 m.

**Siły krytyczne:**







**Zwichrzenie:**

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem l1 = loω =4600 mm:

 = *l1*

Konieczne jest sprawdzenie zwichrzenia pręta.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia ao = 0,00 cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły as = 0,00 cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: A1 = 0,000, A2 = 0,000, B = 0,000.

Ao = A1 *by* + A2 as = 0,000 ×0,00 + 0,000 ×0,00 = 0,000





Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: *‾λ L* = 0.

**Nośność przekroju na zginanie:**

xa = 2,500; xb = 2,100.

- względem osi X

*M*R = αp *W fd* = 1,000×311,3×215×10-3 = 66,919 kNm

Współczynnik zwichrzenia dla ‾λ *L* = 0,000 wynosi *ϕL* = 1,000

Warunek nośności (54):

(\*MxMy \*)

**Nośność przekroju na ścinanie:**

xa = 0,000; xb = 4,600.

- wzdłuż osi Y

*VR* = 0,58 *AV fd* = 0,58×12,8×215×10-1 = 159,616 kN

*Vo* = 0,6 *VR* = 95,770 kN

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

*V* = 42,115 < 159,616 = *VR*

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

xa = 2,500; xb = 2,100.

- dla zginania względem osi X: *Vy* = 8,580 < 95,770 = *V*o

*MR,V* = *MR* = 66,919 kNm

Warunek nośności (55):



**Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:**

xa = 0,000; xb = 4,600.

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

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą σc= 0,0 MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

ηc = 1,000

Nośność środnika na siłę skupioną:

PR,W = co tw ηc *fd* = 240,0×8,0×1,000×215×10-3 = 412,800 kN

Warunek nośności środnika:

P = 0,000 < 412,800 = PR,W

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

amax = 17,9 mm

agr = *l* / 250 = 4600 / 250 = 18,4 mm

amax = 17,9 < 18,4 = agr

**Zestawienie obciążeń dla HEB 160**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Obciążenie | Wartość charakterystyczna obciążenia | Współczynnik obciążenia | Wartość obliczeniowa obciążenia |
| **Stałe** | | | | |
| 1 | Podłoga | 0,32\*0,5=0,16 kN/m | 1,30 | 0,21 |
| 2 | Ściany oraz strop chłodni | 0,32\*2,90+0,32\*2,30=1,67kN/m | 1,30 | 2,17 kN/m |
| 3 | Obciążenie użytkowe (przyjęto poza miejscami ustawienia regałów) | 5,00\*0,5=2,50 kN/m | 1,30 | 3,25 kN/m |
| 4 | Obciążenie od regałów | 5,00\*0,5=2,50 kN/m | 1,30 | 3,25 kN/m |
| 5 | Siła skupiona z wymianu | 31,78 kN | 1,28 | 40,58 |
| SUMA | Rozłożone: | 4,33 kN/m (przyjęto, że obciążenie użytkowe nie występuje w miejscu wstępowania regałów) | 1,30 | 5,63 kN/m |

NAZWA: Belka HEB 160

OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN],[kNm],[kN/m])

------------------------------------------------------------------

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

------------------------------------------------------------------

Grupa: A "" Zmienne gf= 1,30

1 Liniowe 0,0 4,330 4,330 0,00 5,90

Grupa: B "" Zmienne gf= 1,28

1 Skupione 0,0 32,781 1,20

------------------------------------------------------------------

==================================================================

**W Y N I K I wg PN 82/B-02000**

**Teoria I-go rzędu**

==================================================================

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

------------------------------------------------------------------

Grupa: Znaczenie: yd: gf:

------------------------------------------------------------------

Ciężar wł. 1,10

A -"" Zmienne 1 1,00 1,30

B -"" Zmienne 1 1,00 1,28

------------------------------------------------------------------

MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

------------------------------------------------------------------

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

------------------------------------------------------------------

1 0,00 0,000 -0,000 51,414 0,000

0,27 1,567  **57,680\*** -0,102 0,000

1,00 5,900 -0,000 -26,523 0,000

------------------------------------------------------------------

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

------------------------------------------------------------------

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

------------------------------------------------------------------

1 0,000 51,414 51,414

2 0,000 26,523 26,523

------------------------------------------------------------------

**PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

------------------------------------------------------------------

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

------------------------------------------------------------------

1 0,00000 -0,00000 0,00000 -0,02411 ( -1,381)

2 0,00000 -0,00000 0,00000 0,01952 ( 1,118)

------------------------------------------------------------------

Przekrój: I 160 HEB



Wymiary przekroju:

I 160 HEB h=160,0 g=8,0 s=160,0 t=13,0 r=15,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

Jxg=2490,0 Jyg=889,0 A=54,30 ix=6,8 iy=4,0 Jw=47943,2 Jt=31,1 is=7,9.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=13,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

**Siły przekrojowe:**

xa = 1,788; xb = 4,113.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

**Mx = -57,510** kNm, **Vy = -1,445** kN, **N = 0,000** kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: σt = 184,8 MPa σC = -184,8 MPa.

**Naprężenia:**

xa = 1,788; xb = 4,113.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σt = 184,8 MPa σC = -184,8 MPa.

Naprężenia:

- normalne: σ = 0,0 *Δ*σ = 184,8 MPa ψoc = 1,000

- ścinanie wzdłuż osi Y: Av = 12,80 cm2 τ = 1,1 MPa ψov = 1,000

Warunki nośności:

σec = σ / ψoc + *Δ*σ = 0,0 / 1,000 + 184,8 = 184,8 < 215 MPa

τ ey = τ / ψov = 1,1 / 1,000 = 1,1 < 124,7 = 0.58×215 MPa

 MPa

**Długości wyboczeniowe pręta:**

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

κa = 1,000 κb = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla lo = 5,900

lw = 1,000×5,900 = 5,900 m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

κa = 1,000 κb = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla lo = 5,900

lw = 1,000×5,900 = 5,900 m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej μω = 1,000. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem loω = 5,900 m. Długość wyboczeniowa lω = 5,900 m.

**Siły krytyczne:**







**Zwichrzenie:**

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem l1 = loω =5900 mm:

 = *l1*

Konieczne jest sprawdzenie zwichrzenia pręta.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia ao = 0,00 cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły as = -0,00 cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: A1 = 0,610, A2 = 0,530, B = 1,140.

Ao = A1 *by* + A2 as = 0,610 ×0,00 + 0,530 ×-0,00 = 0,000





Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:



**Nośność przekroju na zginanie:**

xa = 1,788; xb = 4,113.

- względem osi X

*M*R = αp *W fd* = 1,069×311,3×215×10-3 = 71,505 kNm

Współczynnik zwichrzenia dla ‾λ *L* = 0,833 wynosi *ϕL* = 0,874

Warunek nośności (54):

(\*MxMy \*)

**Nośność przekroju na ścinanie:**

xa = 0,000; xb = 5,900.

- wzdłuż osi Y

*VR* = 0,58 *AV fd* = 0,58×12,8×215×10-1 = 159,616 kN

*Vo* = 0,6 *VR* = 95,770 kN

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

*V* = 51,414 < 159,616 = *VR*

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

xa = 1,788; xb = 4,113.

- dla zginania względem osi X: *Vy* = 1,445 < 95,770 = *V*o

*MR,V* = *MR* = 71,505 kNm

Warunek nośności (55):



**Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:**

xa = 0,000; xb = 5,900.

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

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą σc= 0,0 MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

ηc = 1,000

Nośność środnika na siłę skupioną:

PR,W = co tw ηc *fd* = 240,0×8,0×1,000×215×10-3 = 412,800 kN

Warunek nośności środnika:

P = 0,000 < 412,800 = PR,W

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

amax = 30,5 mm

agr = *l* / 150 = 5900 / 150 = 39,3 mm

amax = 30,5 < 39,3 = agr

**Zestawienie obciążeń dla HEB 140**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Obciążenie | Wartość charakterystyczna obciążenia | Współczynnik obciążenia | Wartość obliczeniowa obciążenia |
| **Stałe** | | | | |
| 1 | Podłoga | 0,32\*0,5=0,16 kN/m | 1,30 | 0,21 |
| 2 | Obciążenie użytkowe (przyjęto poza miejscami ustawienia regałów) | 5,00\*0,5=2,50 kN/m | 1,30 | 3,25 kN/m |
| 3 | Obciążenie od regałów | 5,00\*0,5=2,50 kN/m | 1,30 | 3,25 kN/m |
|  |  |  |  |  |
| SUMA | Rozłożone: | 2,66 kN/m (przyjęto iż obciążenie użytkowe nie występuje w miejscu wstępowania regałów) | 1,30 | 3,46 kN/m |

NAZWA: Belka HEB 140

OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN],[kNm],[kN/m])

------------------------------------------------------------------

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

------------------------------------------------------------------

Grupa: A "" Zmienne gf= 1,30

1 Liniowe 0,0 2,660 2,660 0,00 5,90

------------------------------------------------------------------

==================================================================

**W Y N I K I wg PN 82/B-02000**

**Teoria I-go rzędu**

==================================================================

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

------------------------------------------------------------------

Grupa: Znaczenie: yd: gf:

------------------------------------------------------------------

Ciężar wł. 1,10

A -"" Zmienne 1 1,00 1,30

------------------------------------------------------------------

MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

------------------------------------------------------------------

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

------------------------------------------------------------------

1 0,00 0,000 0,000 11,159 0,000

0,50 2,950  **16,460\*** 0,000 0,000

1,00 5,900 0,000 -11,159 0,000

------------------------------------------------------------------

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

------------------------------------------------------------------

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

------------------------------------------------------------------

1 0,000 11,159 11,159

2 0,000 11,159 11,159

------------------------------------------------------------------

**PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

------------------------------------------------------------------

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

------------------------------------------------------------------

1 0,00000 -0,00000 0,00000 -0,01191 ( -0,682)

2 0,00000 -0,00000 0,00000 0,01191 ( 0,682)

------------------------------------------------------------------

Przekrój: I 140 HEB



Wymiary przekroju:

I 140 HEB h=140,0 g=7,0 s=140,0 t=12,0 r=12,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

Jxg=1510,0 Jyg=550,0 A=43,00 ix=5,9 iy=3,6 Jw=22478,8 Jt=21,1 is=6,9.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=12,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

**Siły przekrojowe:**

xa = 2,950; xb = 2,950.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

**Mx = -16,662** kNm, **Vy = 0,000** kN, **N = 0,000** kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: σt = 77,2 MPa σC = -77,2 MPa.

**Naprężenia:**

xa = 2,950; xb = 2,950.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σt = 77,2 MPa σC = -77,2 MPa.

Naprężenia:

- normalne: σ = 0,0 *Δ*σ = 77,2 MPa ψoc = 1,000

Warunki nośności:

σec = σ / ψoc + *Δ*σ = 0,0 / 1,000 + 77,2 = 77,2 < 215 MPa

**Długości wyboczeniowe pręta:**

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

κa = 1,000 κb = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla lo = 5,900

lw = 1,000×5,900 = 5,900 m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

κa = 1,000 κb = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ μ = 1,000 dla lo = 5,900

lw = 1,000×5,900 = 5,900 m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej μω = 1,000. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem loω = 5,900 m. Długość wyboczeniowa lω = 5,900 m.

**Siły krytyczne:**







**Zwichrzenie:**

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem l1 = loω =5900 mm:

 = *l1*

Konieczne jest sprawdzenie zwichrzenia pręta.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia ao = 0,00 cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły as = -0,00 cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: A1 = 0,610, A2 = 0,530, B = 1,140.

Ao = A1 *by* + A2 as = 0,610 ×0,00 + 0,530 ×-0,00 = 0,000





Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:



**Nośność przekroju na zginanie:**

xa = 2,950; xb = 2,950.

- względem osi X

*M*R = αp *W fd* = 1,069×215,7×215×10-3 = 49,562 kNm

Współczynnik zwichrzenia dla ‾λ *L* = 0,868 wynosi *ϕL* = 0,852

Warunek nośności (54):

(\*MxMy \*)

**Nośność przekroju na ścinanie:**

xa = 5,900; xb = -0,000.

- wzdłuż osi Y

*VR* = 0,58 *AV fd* = 0,58×9,8×215×10-1 = 122,206 kN

*Vo* = 0,6 *VR* = 73,324 kN

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

*V* = 11,296 < 122,206 = *VR*

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

xa = 2,950; xb = 2,950.

- dla zginania względem osi X: *Vy* = 0,000 < 73,324 = *V*o

*MR,V* = *MR* = 49,562 kNm

Warunek nośności (55):



**Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:**

xa = 0,000; xb = 5,900.

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

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą σc= 0,0 MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

ηc = 1,000

Nośność środnika na siłę skupioną:

PR,W = co tw ηc *fd* = 220,0×7,0×1,000×215×10-3 = 331,100 kN

Warunek nośności środnika:

P = 0,000 < 331,100 = PR,W

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

amax = 15,3 mm

agr = *l* / 250 = 5900 / 250 = 23,6 mm

amax = 15,3 < 23,6 = agr

1. **ZALECENIA KOŃCOWE**

* Ostateczne wymiary zweryfikować na budowie.
* W wypadku stwierdzenia różnic pomiędzy stanem istniejącym a przewidzianym w projekcie należy niezwłocznie skontaktować się z projektantem.
* Wykonawca ma obowiązek ustalić z Inwestorem sposób zabezpieczenia instalacji przed rozpoczęciem robót.
* Wszystkie materiały muszą spełniać obowiązujące wymogi techniczne i posiadać właściwe atesty i certyfikaty dopuszczające do stosowania w budownictwie.
* **Dokumentacja stanowi prawo autorskie jego twórcy. Wszystkie zmiany materiałowe wymagają zgody autora projektu oraz Inspektora Nadzoru.**

# UPRAWNIENIA BUDOWLANE





