

Pracownia Projektowa – „KONART” – Dariusz Zarębski

41-600 Świętochłowice ul. Wojska Polskiego 16/201
Nr NIP 627-106-96-79

Nr Regon 271 935 396

tel. 0 508 257 634
e- mail : konartdz@interia.pl

Temat :

**PROJEKT BUDOWLANO- WYKONAWCZY KLATKI
SCHODOWEJ W SZYBIE CARNALL NA TERENIE
SKANSENU GÓRNICZEGO „KRÓLOWA LUIZA” W
ZABRZU PRZY ULICY WOLNOŚCI 410**

Branża :

KONSTRUKCJA

Inwestor :

Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrzu
41-800 Zabrze ul. Jodłowa 59

Obiekt :

Szyb Carnall w Zabrzu ul. Wolności 410

Jednostka Projektowa :

Pracownia Projektowa –KONART- Dariusz Zarębski
41-600 Świętochłowice ul wojska Polskiego 16/201 tel.:0 508 257 634

Projektował :

Mgr inż. Dariusz Zarębski

Nr upr. 103/94

Sprawdził :

Mgr inż. Jacek Biernot

Nr upr 361/02

Świętochłowice 02.2015 r.

Oświadczenie projektanta i sprawdzającego

projektanci oświadczają , że:

Projekt Budowlany Klatki schodowej w szybie Carnall na terenie skansenu górniczego „Królowa Luiza” w Zabrzu przy ulicy Wolności 410 – w zakresie konstrukcji

Wykonany dla Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrzu z siedzibą ul. Jodłowa 59
41-800 Zabrze

został wykonany zgodnie z wymaganiami ustaw, przepisów i obowiązującymi Polskimi Normami oraz zasadami wiedzy technicznej i jest kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć. Na podstawie art.20 , ust 4 – Ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz.U. Nr 207,poz. 2016 z 2003 r. z późniejszymi zmianami) .

Projektant : mgr inż. Dariusz Zarębski

Sprawdzający : mgr inż. Jacek Biernot

Spis Treści

I – CZĘŚĆ OPISOWA:

1. Podstawa opracowania :
2. Zakres opracowania
3. Opis stanu istniejącego
4. Zagadnienia funkcjonalne
5. Opis konstrukcji
6. Materiały konstrukcyjne
7. Obliczenia statyczne

II – CZĘŚĆ GRAFICZNA:

- K1. Przekrój pionowy klatki schodowej szybu
- K2. Konstrukcja schodów dwubiegowych - rzuty
- K3. Elementy konstrukcyjne spoczników – cz 1
- K4. Elementy konstrukcyjne spoczników – cz.2
- K5. Elementy konstrukcyjne biegów schodowych
- K6. Konstrukcja schodów dwubiegowych- układ blach
- K7. Konstrukcja schodów kręconych- rzuty
- K8. Elementy konstrukcyjne schodów kręconych
- K9. Konstrukcja schodów kręconych- układ blach
- K10. Konstrukcja podestów 1 i 2 - rzuty
- K11. Elementy konstrukcyjne podestów
- K12. Konstrukcja podestów- układ blach
- K13. Konstrukcja pomostu w poz. 0,00m – rzut
- K14. Konstrukcja pomostu w poz. 0,00m – elementy stalowe
- K15. Żaluzja kierunkowa wlotu powietrza

OPIS TECHNICZNY

1. PODSTAWA OPRACOWANIA :

- umowa 353/2014 z 17.11.2014 r. na wykonanie dokumentacji
- projekt budowlany architektury
- inwentaryzacja budowlana i geodezyjna
- oględziny szybu
- dokumentacja fotograficzna

2. ZAKRES OPRACOWANIA :

Opracowanie obejmuje projekt budowlany i wykonawczy zabudowy klatki schodowej w szybie zabytkowej kopalni Królowa Luiza . Schody przeznaczone są dla zwiedzających i obsługi muzeum . Prowadzą z poziomu terenu do pogórnich wyrobisk znajdujących się w poziomie -43m ppt . Szyb Carnall oraz wszystkie wyrobiska z nim połączone są obiektami Zabytkowej Kopalni Węgla Kamiennego „Guido” , która stanowi część Muzeum Górnictwa Węglowego w Zabrzu i podlegają przepisom Prawa Geologicznego i Górniczego.

3. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO :

- Historia szybu

Szyb Carnall jest jednym z najstarszych, a zarazem jedynym działającym do dziś szybem kopalnianym byłej kopalni „Królowa Luiza”. Prace przy jego głębieniu rozpoczęto w 1854 roku. Do tego czasu dla odwadniania kopalni Królowa Luiza służyła Główna Kluczowa Sztolnia Dziedziczna, jednak już w połowie XIX wieku była ona budowlą przestarzałą i nie mogła służyć do odwadniania głębiej zalegających pokładów węgla. Nazwa szybu pochodzi od nazwiska Rudolfa von Carnalla, od roku 1856 dyrektora Wyższego Urzędu Górniczego we Wrocławiu, któremu podlegała była zabrzańska kopalnia.

Już w 1873 roku szyb osiągnął głębokość 210 metrów. Zainstalowano na nim maszynę parową o mocy 180 KM, która poruszała dwie pompy nurnikowe. Umożliwiło to wyciąganie 7m³ wody na minutę. W 1873 roku szyb pogłębiono do 270 metrów, a 4 lata później dokonano gruntowej przebudowy szybu. Wyburzono wieżę, gdzie znajdowała się odwadniająca maszyna parowa, a na jej miejscu postawiono stalową wieżę wyciągową i maszynownię o charakterystycznej, wieżowej konstrukcji. W 1912 roku szyb osiągnął swą ostateczną głębokość 503 metrów. Ostatnia przed drugą wojną światową przebudowa szybu miała miejsce w latach 1929–1931.

Po roku 1945 szyb Carnall wszedł w skład kopalni „Zabrze Zachód”. Jego niemiecką nazwę zmieniono na Zabrze II. Ze względu na wysokie koszty modernizacji i małe zasoby węgla wstrzymano wydobywanie na „Polu Zachodnim”, przez co szyb powoli tracił swoje znaczenie dla górnictwa.

W czasie likwidacji kopalni szyb Carnall został całkowicie zasypany. Po utworzeniu Muzeum Górnictwa i skansenu górnictwa, odkopano szyb ponownie do głębokości 48 m ppt aby umożliwić dostęp do sztolni z korytarzami podziemnymi o długości około 1,5 km.

- OPIS STANU TECHNICZNEGO SZYBU

Szyb jest konstrukcją murową wykonaną z cegły klinkierowej o eliptycznym kształcie i niemal idealnie pionowych ścianach. Na poziomie -43,62 m znajdują się dwa wyjścia z szybu prowadzące do wyrobisk. Dostęp z powierzchni zapewnia wejście w poziomie -4,07 m oraz krawędź górna szybu. Ponad szybem znajduje się stalowa konstrukcja wieży wyciągowej.

Obecnie w szybie znajduje się układ drabin i pomostów umożliwiających komunikację pieszą. Poza układem drabin w szybie ułożone są kable energetyczne, rurociąg wody pożarowej, oraz przewody tymczasowe służące obecnie pracom dołowym przewidziane do usunięcia.

Konstrukcja murowa jest w dobrym stanie technicznym. Ściany w zdecydowanej większości są nieotynkowane. Lokalnie występują fragmenty cienkich tynków cementowych. Na ścianach występuje wilgoć wynikająca z kontaktu z warstwami wodonośnymi gruntu. Nie występują jednak sączenia. Szyb jest szybem wlotowym dla wentylacji sztolni co powoduje stałe schnięcie powierzchni ścian murowanych. Na dnie szybu znajduje się rzępie. Chodniki przyległe są wyprofilowane w sposób ułatwiający spływ wody z chodników do szybu. Konstrukcja jest górnym fragmentem szybu o głębokości 273m, Jest stabilna, nośność murów nie budzi wątpliwości. Nie ma przesłanek technicznych powodujących konieczność zaniechania inwestycji.

Szyb jest szybem wlotowym wentylacji nieczynnych wyrobisk pogórnicznych. Obecnie strefa nie wykazuje żadnego zagrożenia wybuchowego. Dla użytych instalacji obowiązują zabezpieczenia wynikające jedynie z obecności wilgoci.

4. ZAGADNIENIA FUNKCJONALNE :

W istniejącym szybie zaprojektowano schody zejściowe prowadzące do podziemnej części kopalni. Schody podstawowe zaprojektowano jako proste dwubiegowe biegnące od poziomu -3,97m do poziomu -36,17m oraz kręte (spiralne) od poziomu -36,17 do -43,34m.

Schody dwubiegowe powtarzalne zaprojektowano zgodnie z warunkami technicznymi o wysokości 17,5cm długości 26,5cm, szerokość biegów 120cm, długość spoczników 150cm. W wyniku zachowania tych wymiarów różnica poziomów kondygnacji wynosi 2,45m a ilość stopni w biegu wynosi 7. Schody kręte stanowią ostatni odcinek zejściowy o wys. 7,17 m i wprowadzono je w celu umożliwienia eksponowania pompy nurnikowej i uniknięcia kolizji spoczników z istniejącymi łukowo sklepionymi wyjściami z szybu do wyrobisk. Schody zaprojektowano w konstrukcji stalowej ze stopnicami z blachy ryflowanej(żeberkowej). Spoczniki – o konstrukcji stalowej – z wypełnieniem z blachy ryflowanej. Balustrady stalowe jako balustrady techniczne wykonane rur i mocowane do konstrukcji nośnej klatki.

Całą konstrukcję nośną mocuje się do ścian szybu kotwami wklejanymi do muru. Nie dopuszcza się do pozostawienia pustych otworów, które mogłyby ułatwić penetrację wody przez przegrodę. Wszystkie kotwy muszą być wykonane jako nierdzewne. Instalacje projektowane, biegnące przez całą wysokość szybu zgrupowano po jednej stronie schodów. Są to rurociąg wody pożarowej, koryto kablowe instalacji oświetleniowej i zasilania centralnego odkurzania, przewód centralnego odkurzania. Projektuje się zamknięcie poziome szybu w postaci klap zamykanych ręcznie w poziomie 0,00m. W tym celu projektuje się podest stalowy pokryty blachami żeberkowymi z czterema otwieralnymi klapami. Podłoga klatki szybowej zawieszona w szybie będzie uzupełniać zamknięcie. Istnieje możliwość wykorzystania do podnoszenia klap mechanizmu zabytkowego kołowrotu co powinno być uwzględnione przy ustawianiu eksponatów szybowych. Dostęp osób postronnych z nadziemna zostanie zamknięty siatką górniczą w poziomie 0,00.

Wejście piesze do szybu zostanie zamknięte stalową stolarką wyposażoną w zamykaną kratę. W poziomie -43,34 m ostatni pomost schodowy przekrywa się ażurowymi kratami pomostowymi dla umożliwienia swobodnego przepływu wody do rzepia. Poniżej wprowadza się dodatkowy pomost pośredni na którym umieszczono jednostkę centralną centralnego odkurzacza. W tych pomostach zaprojektowano klapy techniczne oraz stałe drabiny dostępne.

5. KONSTRUKCJA :

5.1. Opis ogólny zagadnień konstrukcyjnych :

Pod względem konstrukcyjnym zakłada się dwa typy schodów :

- typ I to schody dwubiegowe stalowe, belkowe
- typ II to schody spiralne wspornikowe z rurą stalową nośną.

Elementami konstrukcyjnymi są oprócz samych schodów są pomosty poziome :

- zamknięcie przeciwpożarowe szybu w poziomie + 0,0 m
- pomost denny podpierający schody spiralne w poziomie -43,34 m
- pomost techniczny w poziomie -45,94m

Wszelkie obciążenia z projektowanych konstrukcji zostaną przekazane na ściany murowane szybu.

- uzupełnienie progu w poziomie -3,97
- wyrównanie poziomów posadzek w poziomie -43,34m

5.2. Opis szczegółowy :

5.2.1. Schody belkowe :

- **biegi schodowe** : biegi schodowe projektuje się jako elementy belkowe z ceownika 100. Na krawędziach przyspawać blachy połączeniowe z otworami na połączenia śrubowe z podporami. Na górnych półkach belek przyspawać półramy podstopnicowe z kątownika 50x50x5mm. Połączenie belek biegów z podporami za pomocą śrub M10. Stopnie z blach żeberkowych o kształcie zetowym z wywinięciami pod kątem prostym o wysokości 50mm. Stopnice mocować do ram z kątowników śrubami M6 z łbem stożkowym. Do obliczeń przyjęto obciążenie schodów wysokości 5,0 kN/m² zarówno na spocznikach jak i biegach schodowych.

- **spoczniki** : Spoczniki zbudowano z dwóch belek głównych z dwuteownika HEB140 rozpartych pomiędzy ścianami nośnymi szybu. Belki te mocuje się do ścian stosując po cztery kotwy wklejane M12 na kleju epoksydowym. Otwory w murze o średnicy 14mm o głębokości 120mm. Kotwy o długości zakotwienia 110mm. Pomiędzy belkami na stykach blach żeberkowych wprowadza się elementy usztywniające z dwuteowników 100. Belki od strony biegów schodowych wyposaża się w blachy połączeniowe z biegami schodowymi.

Ostatni bieg schodów prostych jest wydłużony do 9 stopni schodowych stąd w tych elementach spoczniki i biegi nieznacznie różnią się od elementów powtarzalnych.

5.2.2. Schody kręcone – wspornikowe :

Przyjęto schody wspornikowe ułożone spiralnie na rurze nośnej stalowej o średnicy 193,7x 8mm. Stopnie wspornikowe osadzone na pierścieniach nasadzanych na rurę nośną. Elementy nośne z płaskowników

spawanych do pierścieni spoiną doczołową. Stopnie ze względów montażowych rozdzielono na łącznik z obręczą oraz dopasowane do niej elementy nośne z płaskowników pokrytych blachą żeberkową jako elementy powtarzalne mocowane dwiema śrubami M10 do łączników. Stalowa rura nośna opiera się na belce nośnej podestu w poziomie -43,34 m i mocowana jest do ścian szybu górą w dwóch poziomach za pomocą belek nośnych spoczników. Do krawędzi płaskowników stopnic mocować słupy balustrady stalowej.

5.2.3. Pomost w poziomie -43,34m :

Pomost kończący zejście do sztolni zaprojektowano z belek w rozstawie 1,0 m. Belka środkowa jest belką podpierającą słup schodów wspornikowych i jest to belka z dwuteownika HEB240. Oparcie tej belki na ścianach jest wykonane za pomocą czterech kotew M20 wklejanych do ścian szybu na głębokość 150mm. Pozostałe belki to dwuteowniki HEB140. Przekrycie tego pomostu zaprojektowano z krat pomostowych. Kraty pomostowe typu SP 40x2mm wykonać w wersji ocynkowanej galwanicznie. W miejscu przyległym do stopy słupa kraty wyprofilować i zabrzegować płaskownikiem krawędziowym. W pomości e znajduje się kłapa dostępu do poziomu -45,94m. W otworze na stałe zostanie zamontowana drabina aluminiowa typowa mocowana dołem i górą do elementów konstrukcji.

5.2.4. Pomost w poziomie -45,94m :

Pomost roboczy stanowi zwierciadlane odbicie pomostu w poziomie -43,34m. Przeciwnie położenie kłapy dostępowej umożliwia stałe osadzenie drabin, w tym drabinę do rząpia szybu. Na poziomie tego pomostu usytuowana zostanie jednostka główna centralnego odkurzania szybu wraz z rozdzielnią elektryczną.

5.2.5. Pomost w poziomie 0,00m :

Przewidziano w części nadziemnej ekspozycję klatki szybowej trzykondygnacyjnej. Przyjęto jej ustawienie wykorzystujące podłogę nad dolną komorą jako część zamknięcia poziomego szybu. Ponadto w świetle szybu znajdują się dwie belki nośne (spawane) poprzeczne, które stanowiły oparcie dla mechanizmu drzwi do klatek szybowych. Elementy te muszą pozostać jako zabytkowe. Pomost zamykający musi być wykonany po zawieszeniu klatki szybowej. Między istniejącymi belkami głównymi zamontować belkę podłużną z dwuteownika 180 mocowaną poprzez blachy węzłowe spawane do belek zabytkowych. Pośrodku z dwuteownika 140 dla oparcia krawędzi arkuszy blach żeberkowych. W części środkowej układ czterech kłap zamykających szyb o wymiarach 0,8 x 1,0m. Zawiasy umieszcza się w sposób umożliwiający zapewnienie szczelności przekrycia. Kłapy będą stale otwarte ze względu na zasysający charakter szybu, stąd wprowadzono po jednej stronie otworu dodatkowo balustradę uniemożliwiającą oparcie otwartych kłap. Po drugiej stronie klatki szybowej do podłogi przymocować kątownik dla oparcie skrajnych blach żeberkowych. Blachy te przykręcić do kątowników oraz betonowego obrzeża szybu. Elementy te muszą być łatwe do demontażu w przypadku wprowadzania gotowych elementów stalowych do szybu, np. wymiana rurociągów. Nad tą strefą istnieje możliwość zamontowania wciągarki elektrycznej do konstrukcji wieży szybowej (można zamocować się do istniejących powyżej poziomych rygli stężających wieżę).

5.2.6. Elementy żelbetowe :

W poziomie -3,97 m należy uzupełnić posadzkę pomiędzy blachami spocznika a obecnym zakończeniem posadzki w korytarzu.

W poziomie -43,34 m należy wyrównać poziomy dojsć do szybu. Założono wykonanie wylewki betonowej na podłożu skalnym i murze o średniej grubości 6cm i powierzchni po 10 m² przy każdym z dwóch wyjść.

5.2.7. Żaluzja kierunkowa wlotu ciepłego powietrza do szybu. :

Wlot ciepłego powietrza znajduje się po lewej stronie wejścia do szybu na szerokości pierwszego spocznika. Otwór wlotowy sięga od wysokości 40 cm 120 cm od poziomu posadzki. Aby zminimalizować negatywny wpływ nawiewanego z prędkością do 5 m/s powietrza na zwiedzających w otwór w murze wprowadza się żaluzję stalową montowaną w otworze (nie zmienia przekroju wylotu), której zadaniem jest skierowania strugi powietrza ku dołowi.

Listwy żaluzji przyjęto z blachy grubej 5x 120 mm ułożonej pod kątem 45 stopni . Masywność elementu spowodowana jest koniecznością uodpornienia listew na drgania pod wpływem przelatującego powietrza .

5.3. Obciążenia przyjęte do obliczeń konstrukcji :

Wszystkie elementy konstrukcyjne zaprojektowano dla obciążenia użytkowego w wysokości 5,0 kN/m² (500kg/m²) ze współczynnikiem nośności 1,30. Obciążenia ciężarami własnymi wg normy obciążenia stałe ze współczynnikiem 1,1.

6. Materiały konstrukcyjne :

- stal profilowa : klasy S235 RJ
- kotwy do betonu ze stali nierdzewnej, klasy 5.8
- kleje epoksydowe analogiczne do Hilti Hit HY200
- śruby klasy 5.8
- zabezpieczenie anty korozyjne elementów stalowych :

Przyjęto klasę korozyjności jako C5-I – wewnątrz : obiekty z niemal ciągłą kondensacją i dużym zanieczyszczeniem. Przyjęto zabezpieczenie antykorozyjne poprzez cynkowanie ogniowe o gr. powłoki 120µm.

7. Obliczenia statyczne :

7.1. Biegi schodów dwubiegowych :

Obciążenia :

Blacha ryflowana 8mm: $0,62 \times 1,1 = 0,69$ kN/m²

Użytkowe : $5 \times 1,3 = 6,5$

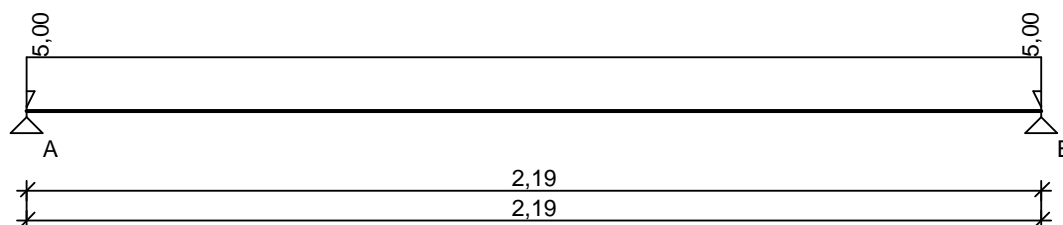
Razem : $q_0 = 7,2$ kN/m²

Na belkę : $0,6 \times 7,2 = 4,32$ kN/m

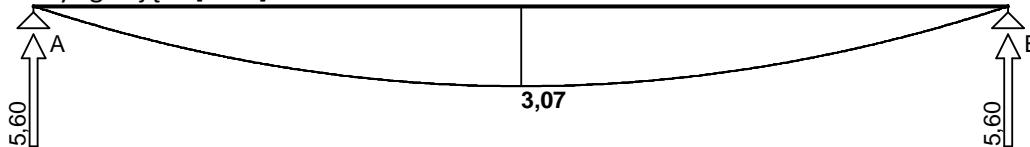
Balustrada- ciężar własny $0,5 \times 1,2 = 0,6$ kN/m

Razem dla belki : $4,92$ kN/m

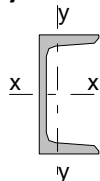
Długość belki schodowej w rzucie: $l_0 = 2,08 \times 1,05 = 2,19$ m



Momenty zginające [kNm]:



Wymiarowanie wg PN-90/B-03200



Przekrój : **C 100**

stal: **St3**

$W_x = 41,2$ cm³, $J_x = 206$ cm⁴, $A_v = 6,00$ cm², $m = 10,6$ kg/m

zginanie : klasa przekroju 1

$M_R = 6,64$ kNm

ściananie : klasa przekroju 1

$V_R = 74,82$ kN

Nośność na zginanie

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,836$

Moment maksymalny $M_{\max} = 3,07 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / \phi_L \cdot M_R = 0,552 < 1$$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 5,60 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,075 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 5,60 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 22,45 \text{ kN}$$

→ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,20$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 6,26 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{\max} = 3,03 \text{ mm}$

$$f_{\max} = 3,03 \text{ mm} < f_{gr} = 6,26 \text{ mm}$$

7.2. Belka spocznikowa :

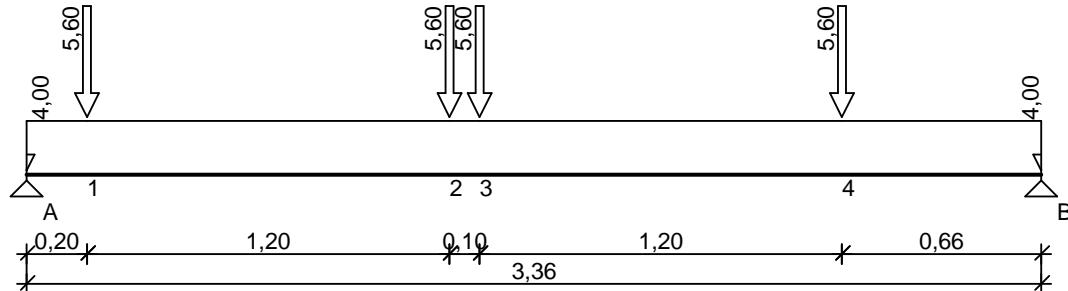
$$l_o = 3,2 \times 1,05 = 3,36 \text{ m}$$

Obciążenia :

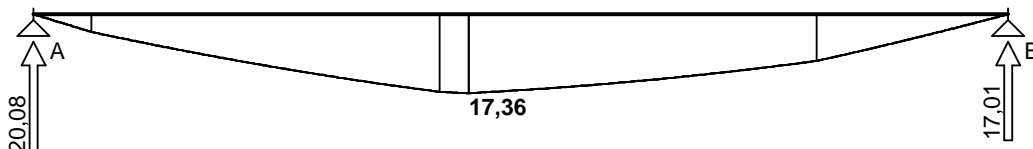
Obciążenie z belek biegów : $P = 5,60 \text{ kN}$

Obciążenie ze spocznika : $0,6 \times (4 \times 1,3 + 0,69) = 3,54 \text{ kN/m}$

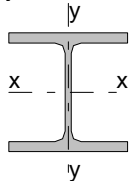
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Momenty zginające [kNm]:



Wymiarowanie wg PN-90/B-03200



Przekrój : **HE 140 B**

stal: **St3**

$$W_x = 216 \text{ cm}^3, J_x = 1510 \text{ cm}^4, A_v = 9,80 \text{ cm}^2, m = 33,7 \text{ kg/m}$$

zginanie : klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,069$) $M_R = 49,66 \text{ kNm}$

ściananie : klasa przekroju 1 $V_R = 122,21 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,933$

Moment maksymalny $M_{\max} = 17,36 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / \phi_L \cdot M_R = 0,374 < 1$$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 20,08 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,164 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 20,08 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 73,32 \text{ kN}$$

→ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,25$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 9,60 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{max} = 4,96 \text{ mm}$

$$f_{max} = 4,96 \text{ mm} < f_{gr} = 9,60 \text{ mm}$$

Mocowanie do ściany za pomocą 4 kotwy do betonu wklejane M12.

Nośność kotwy na ścinanie: $0,5 \times 11,7 \text{ kN} = 5,8 \text{ kN}$ współczynnik 0,5 zmniejszający dla podłoża murowego

Przyjęto po cztery kotwy na połączenie o nośności $4 \times 5,8 = 23,2 \text{ kN} > R = 17,01 \text{ kN}$

7.3. Stopień schodów kręconych :

Wysięg wspornika $l_w = 1,20 \text{ m}$

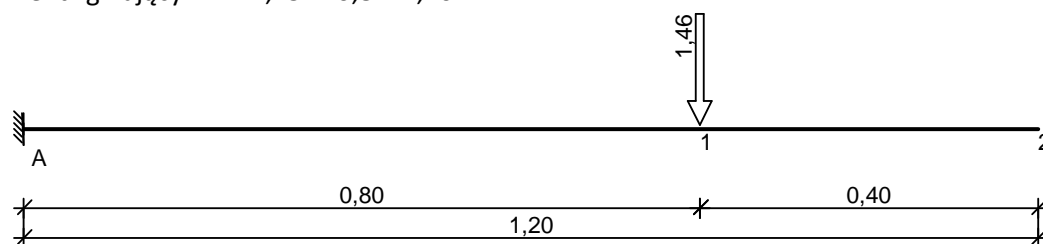
Obciążenie :

Powierzchnia stopnia: $A = 0,465 \times 0,5 \times 1,2 = 0,279 \text{ m}^2$

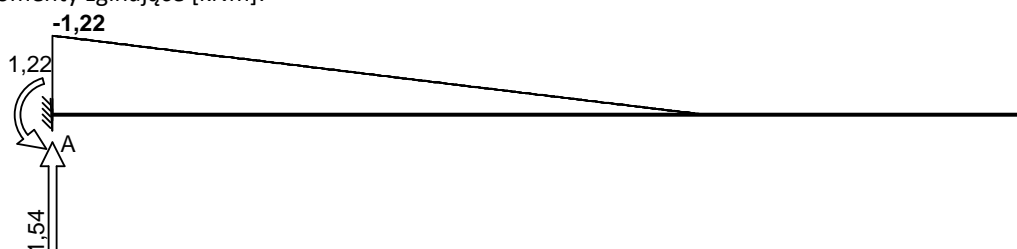
$$Q = 0,279 \times 5 \times 1,3 = 1,451 \text{ kN}$$

Środek ciężkości: $l_o = 0,666 \times 1,2 = 0,8 \text{ m}$

Moment zginający: $M = 1,451 \times 0,8 = 1,161 \text{ kNm}$



Momenty zginające [kNm]:



Wymiarowanie wg PN-90/B-03200

Przekrój : **płatownik 2x8x120mm** stal: **St3**

zginanie : klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 0,6$) $M_R = 5,35 \text{ kNm}$

ściananie : klasa przekroju 1 $V_R = 38,91 \text{ kN}$

potrzebny $I_x > 27,7 \text{ cm}^4$ potrzebny $W_x > 5,79 \text{ cm}^3$

przyjęto $2 \times 8 \times 120 \text{ mm}$ $W_x = 38,4 \text{ cm}^3$ $I_x = 230 \text{ cm}^4$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwężenia $\phi_L = 0,7$

Moment maksymalny $M_{max} = 1,22 \text{ kNm}$

$$M_{max} / \phi_L \cdot M_R = 0,32 < 1$$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 1,54 \text{ kN}$

$$V_{max} / V_R = 0,040 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{max} = 1,54 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 23,34 \text{ kN}$$

→ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,20$)

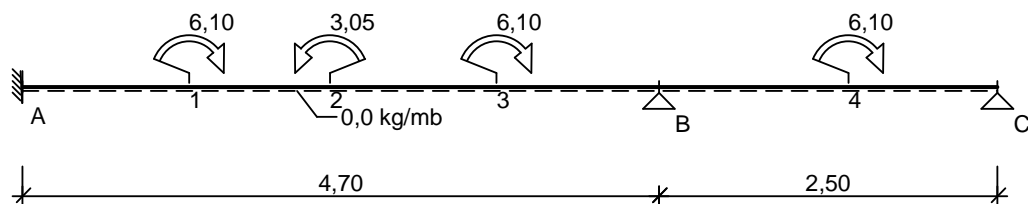
Ugięcie graniczne $f_{gr} = 2 \cdot l_o / 350 = 6,86 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{max} = 0,37 \text{ mm}$

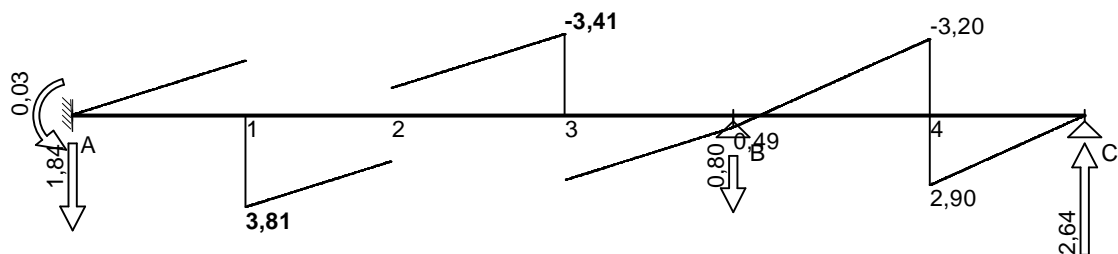
$$f_{max} = 0,37 \text{ mm} < f_{gr} = 6,86 \text{ mm}$$

7.4. Sprawdzenie nośności rury nośnej schodów wspornikowych :

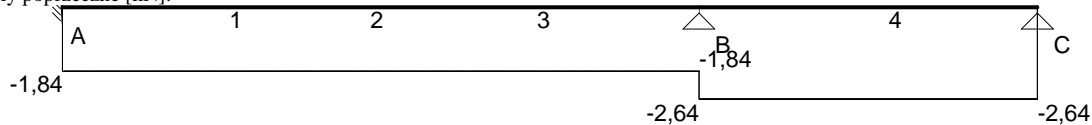
Określenie maksymalnych momentów zginających od obciążenia schodów :



Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



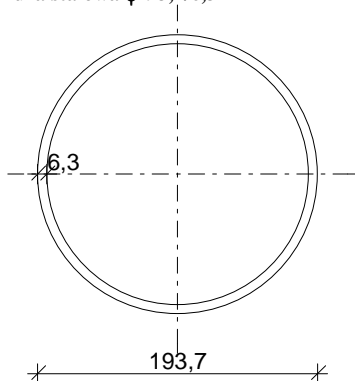
Obciążenia pionowe :

Ze schodów wspornikowych :

$$(5,0 \times 1,3 + 0,9) \times 1,3 \times 1,3 \times 3,14 \times 3 + 3,0 \text{ kN} = 120,8 \text{ kN}$$

Ze względów geometrycznych przyjęto rurę o średnicy 193,7mm grubości ścianki 6,3 mm

Rura stalowa $\phi 193,7/6,3$



Wymiary przekroju

$D = 193,7 \text{ mm}$, $t = 6,3 \text{ mm}$,

Cechy geometryczne przekroju

$A = 37,10 \text{ cm}^2$, $A_v = 23,61 \text{ cm}^2$
 $W = 168,0 \text{ cm}^3$
 $J = 1630 \text{ cm}^4$
 $i = 6,630 \text{ cm}$
 $I_T = 3260 \text{ cm}^4$, $W_T = 336,0 \text{ cm}^3$
 $m = 29,10 \text{ kg/m}$
 $U = 0,609 \text{ m}^2/\text{mb}$, $U/A = 164,0 \text{ m}^{-1}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 797,6 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 797,6 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 4,70 \text{ m}$, $\lambda_x = 70,9$, $N_{cr,x} = 1493 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 0,844$ wg "a" $\rightarrow \varphi_x = 0,815$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 649,7 \text{ kN}$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 4,70 \text{ m}$, $\lambda_y = 70,9$, $N_{cr,y} = 1493 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y}} = 0,844$ wg "a" $\rightarrow \varphi_y = 0,815$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 649,7 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_R = 41,85 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_p = 1,159$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia
element o przekroju rurowym $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

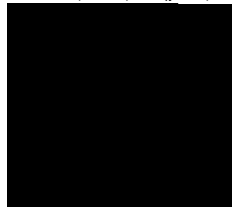
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$V_y = 2,640 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,3 \cdot V_{R,y} = 88,33 \text{ kN} \rightarrow M_{R,x,V} = M_{R,x}$

$V_x = 1,840 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 88,33 \text{ kN} \rightarrow M_{R,y,V} = M_{R,y}$

Obciążenie elementu

$N = 117,8 \text{ kN}$, $M_x = 3,810 \text{ kNm}$, $M_y = 3,850 \text{ kNm}$, $V_y = 2,640 \text{ kN}$, $V_x = 1,840 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

(57) $\Delta_x = 0,010$; założono $\beta_x = 1,0$ i $\beta_y = 1,0$

(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_x = 0,181 + 0,091 + 0,092 + 0,010 = 0,374 < 1$

(57) $\Delta_y = 0,010$; założono $\beta_x = 1,0$ i $\beta_y = 1,0$

(58) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_y = 0,181 + 0,091 + 0,092 + 0,010 = 0,374 < 1$

(55) $N / N_{Rc} + M_x / M_{R,x,V} + M_y / M_{R,y,V} = 0,148 + 0,091 + 0,092 = 0,331 < 1$

(53) $V_y / V_{Ry} = 0,009 < 1$

(56) $V_y = 2,640 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 291,2 \text{ kN}$

(53) $V_x / V_{Rx} = 0,006 < 1$

(56) $V_x = 1,840 \text{ kN} < V_{Rx,N} = V_{Rx} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 291,2 \text{ kN}$

7.5. Belka nośna pod schody wspornikowe :

Obciążenia :

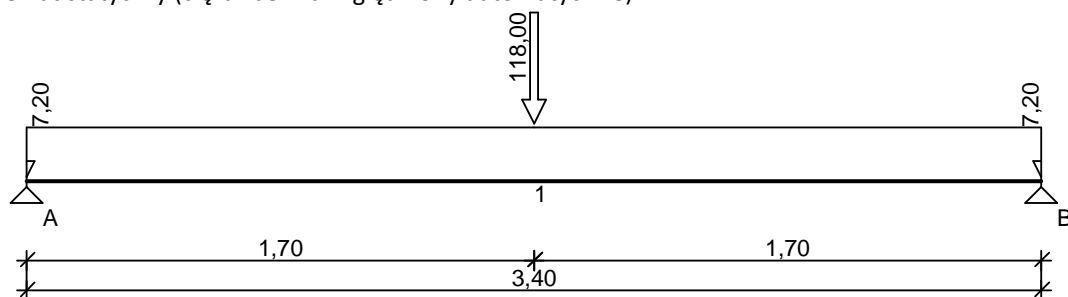
Ze schodów wspornikowych :

$(5,0 \times 1,3 + 0,9) \times 1,3 \times 1,3 \times 3,14 \times 3 = 117,8 \text{ kN}$

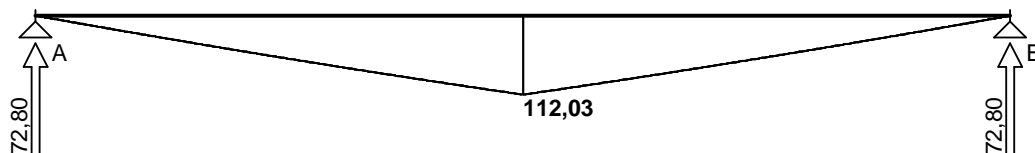
Obciążenie z podestu dolnego :

$(5 \times 1,3 + 0,61 \times 1,1) \times 1,0 \text{ m} = 7,2 \text{ kN/m}$

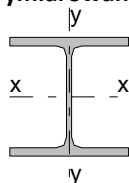
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Momenty zginające [kNm]:



Wymiarowanie wg PN-90/B-03200



Przekrój : HE 240 B

stal: St3

$W_x = 938 \text{ cm}^3$, $J_x = 11260 \text{ cm}^4$, $A_v = 24,0 \text{ cm}^2$, $m = 83,2 \text{ kg/m}$

zginanie : klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,062$)

$M_R = 204,18 \text{ kNm}$

ściananie : klasa przekroju 1 $V_R = 299,28 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwężenia $\varphi_L = 0,979$

Moment maksymalny $M_{\max} = 112,03 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / \varphi_L \cdot M_R = 0,561 < 1$$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 72,80 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,243 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 72,80 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 179,57 \text{ kN}$$

→ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,25$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 500 = 6,80 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{\max} = 3,85 \text{ mm}$

$$f_{\max} = 3,85 \text{ mm} < f_{gr} = 6,80 \text{ mm}$$

7.6. Belka nośna podestu w poziomie -43,34m :

Obciążenie :

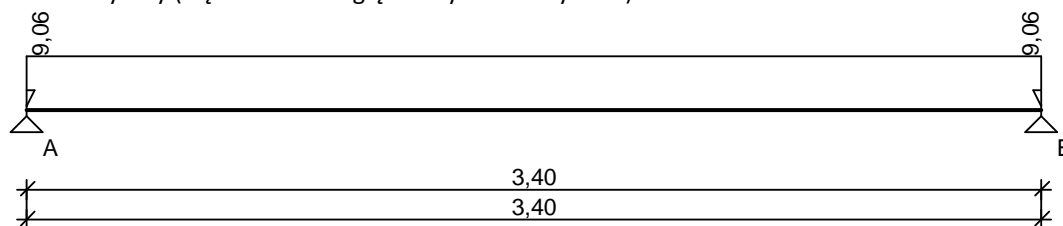
Kraty pomostowe $40 \times 2 \text{ mm} - 0,68 \text{ kN/m}^2 \times 1,1 = 0,748 \text{ kN/m}^2$

Użytkowe : $5,0 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 = 6,5 \text{ kN/m}^2$

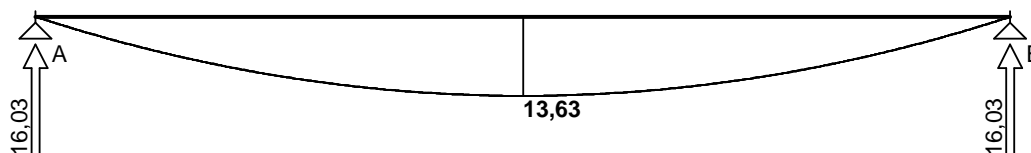
Razem: $q_k = 5,68$, $q_o = 7,248 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_F = 1,28$

Rozstaw belek nośnych $a = 1,0 \text{ m}$ rozpiętość belki $3,30 \text{ m}$

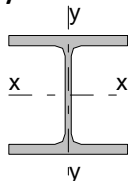
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Momenty zginające [kNm]:



Wymiarowanie wg PN-90/B-03200



Przekrój : **HE 140 B**

stal: **St3**

$$W_x = 216 \text{ cm}^3, J_x = 1510 \text{ cm}^4, A_v = 9,80 \text{ cm}^2, m = 33,7 \text{ kg/m}$$

zginanie : klasa przekroju 1 ($\varphi_p = 1,069$) $M_R = 49,66 \text{ kNm}$

ściananie : klasa przekroju 1 $V_R = 122,21 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwężenia $\varphi_L = 0,931$

Moment maksymalny $M_{\max} = 13,63 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / \varphi_L \cdot M_R = 0,295 < 1$$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 16,03 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,131 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 16,03 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 73,32 \text{ kN}$$

☐ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania ($\varphi_f = 1,25$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 9,71 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{max} = 4,26 \text{ mm}$

$f_{max} = 4,26 \text{ mm} < f_{gr} = 9,71 \text{ mm}$

sposób oparcia na murze jak w punkcie 7.2.

7.7. Belka nośna podestu w poziomie 0,00m :

Obciążenia :

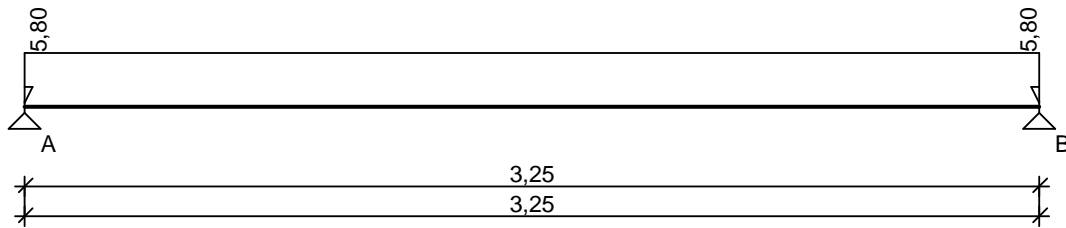
Blacha żeberkowa 8 mm – $0,68 \text{ kN/m}^2 \times 1,1 = 0,748 \text{ kN/m}^2$

Użytkowe : $5,0 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 = 6,5 \text{ kN/m}^2$

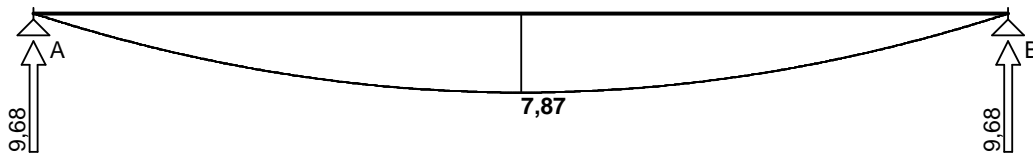
Razem $q_k = 5,68$, $q_o = 7,248 \text{ kN/m}^2$ $g_F = 1,28$

6 belek co 800mm o $l_o = 3,25\text{m}$

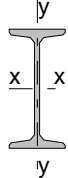
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Momenty zginające [kNm]:



Wymiarowanie wg PN-90/B-03200



Przekrój : I 140

stal: St3

$W_x = 81,9 \text{ cm}^3$, $J_x = 573 \text{ cm}^4$, $A_v = 7,98 \text{ cm}^2$, $m = 14,3 \text{ kg/m}$

zginanie : klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,081$)

$M_R = 19,04 \text{ kNm}$

ściananie : klasa przekroju 1

$V_R = 99,51 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,581$

Moment maksymalny $M_{max} = 7,87 \text{ kNm}$

$M_{max} / \varphi_L \cdot M_R = 0,711 < 1$

Nośność na ściananie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 9,68 \text{ kN}$

$V_{max} / V_R = 0,097 < 1$

Nośność na zginanie ze ściananiem

$V_{max} = 9,68 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 59,71 \text{ kN}$

☐ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania ($\varphi_f = 1,28$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 9,29 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{max} = 5,78 \text{ mm}$

$f_{max} = 5,78 \text{ mm} < f_{gr} = 9,29 \text{ mm}$