

Temat :

**PROJEKT WYKONANIA OTWORU TECHNOLOGICZNEGO
W ŚCIANIE PODŁUŻNEJ, KORYTARZOWEJ SEGMENTU A3
NIEZBĘDNEGO DLA WPROWADZENIA KOMORY FUMIGACYJNEJ.**

Obiekt :

**BUDYNEK NOWEGO MUZEUM ŚLĄSKIEGO
40-205 KATOWICE
UL. T. DOBROWOLSKIEGO 1**

Inwestor :

**MUZEUM ŚLĄSKIE
40-205 KATOWICE
UL. T. DOBROWOLSKIEGO 1**

Autor opracowania :

Mgr inż. Grzegorz KOMRAUS
Upr. bud. nr 204/90/Kt.
Rzecznik budowlany
RZE/X/0017/11



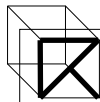
PROJEKT NR 150746/BW

Projekt niniejszy został wykonany prawidłowo, zgodnie z obowiązującymi normami i zasadami wiedzy technicznej.
Został sprawdzony i może być skierowany do realizacji.

Sprawdził :

Mgr inż. Piotr Dzidek
Upr. bud. nr SLK/BO/6095/09





Spis treści.

I. CZĘŚĆ OPISOWA.

1. Przedmiot, cel i zakres opracowania
2. Podstawa opracowania
3. Warunki lokalizacji
4. Opis wykonania projektowanego otworu.
Zakres i kolejność prac budowlanych.
5. Specyfikacja wykonania i odbioru konstrukcji stalowej.
6. Materiały konstrukcyjne.
7. Zabezpieczenie antykorozyjne i p.pożarowe.

III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA.

RYS. NR 1/K Rysunek wykonawczy stalowej konstrukcji wsporczej.

RYS. NR 2/K Ściana wypełniająca . Nadproża w docelowej ścianie murowanej.

Załączniki :

Z1 – Odpis uprawnień projektantów, wpisy do ŚIIB.

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania wykonanie otworu technologicznego w ścianie podłużnej, korytarzowej segmentu A3, kondygnacji P-2.

Projektowany otwór technologiczny jest niezbędny dla wprowadzenia do pomieszczenia wyposażenia – komory fumigacyjnej.

Wymagane wymiary otworu są następujące :

Wymiary transportowe komory fumigacyjnej są następujące :

H = 2,30 m

Szerokość = 1,85m

Długość: 5,11m

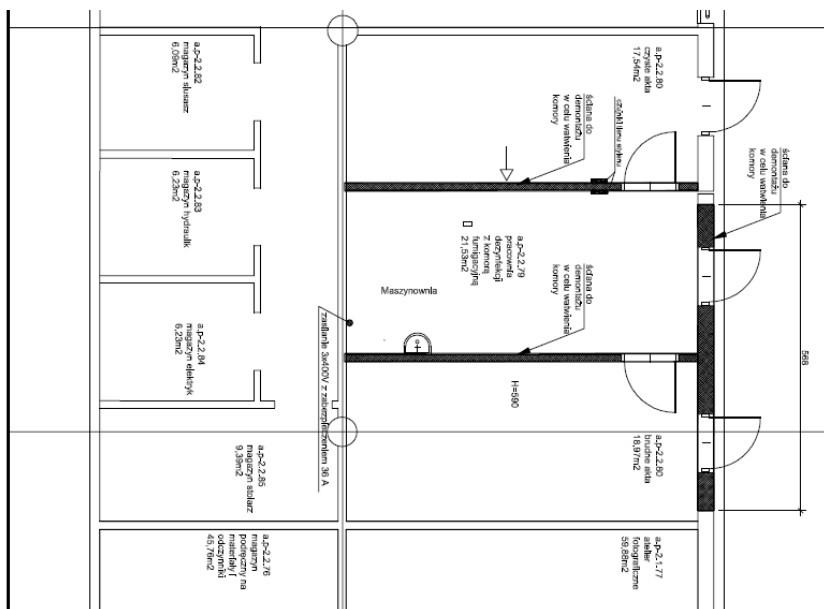
Dla umożliwienia wprowadzenia komory zaprojektowano otwór (przed obudowaniem) o wymiarach :

Szerokość = 4,70 m

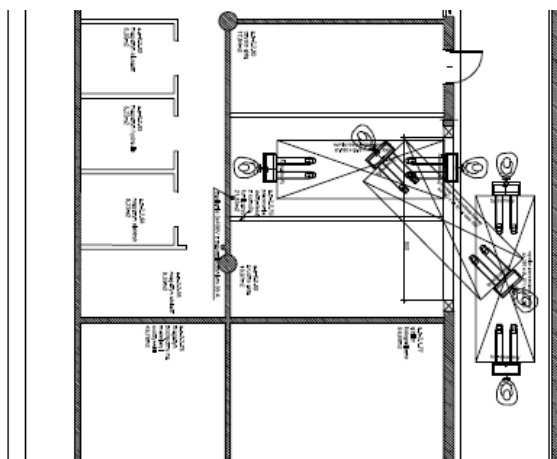
Wysokość = 2,60 m

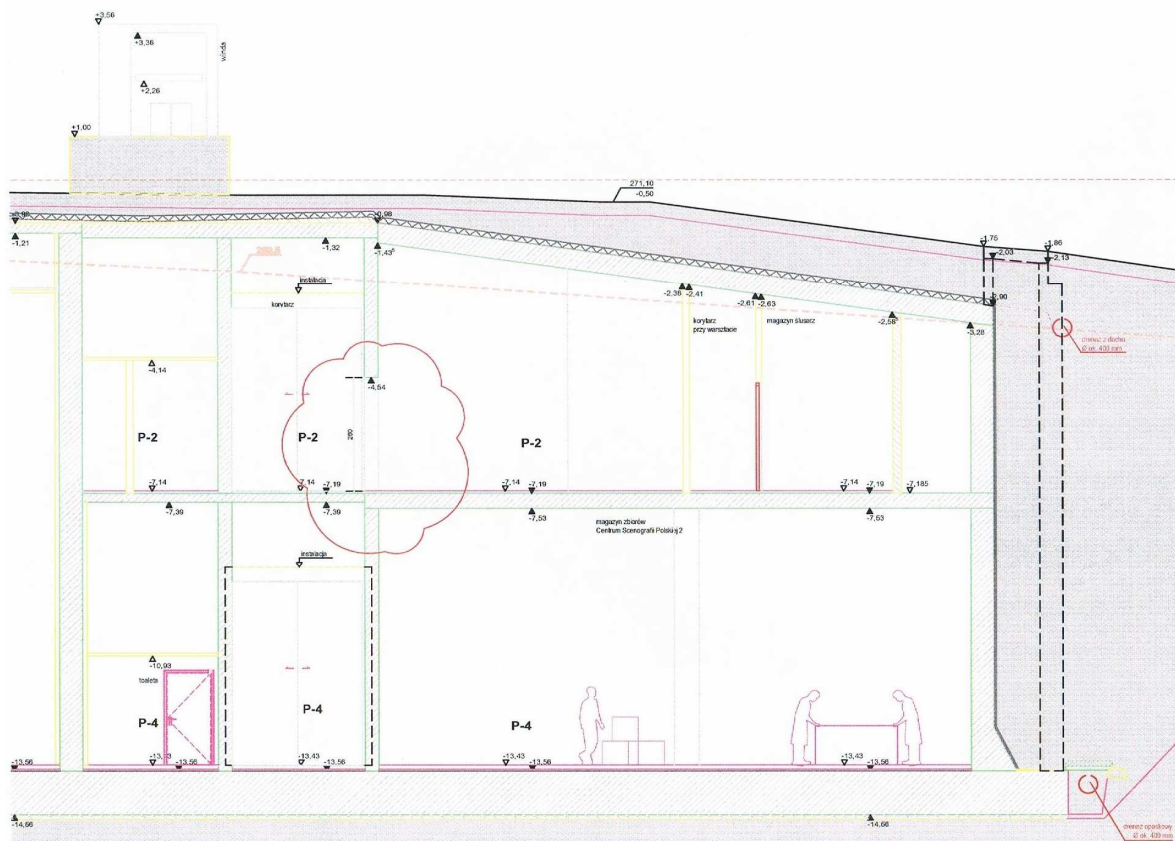
Lokalizację otworu, etapy wykonywania prac pokazano na szkicach :

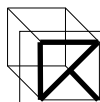
Etap I . Wykonanie otworu, konstrukcji wsporczych, wyburzenie fragmentu ścianek działowych.



Etap II Wprowadzenie komory.







2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- 2.1 Zlecenie Muzeum Śląskiego.
- 2.2 Uzgodnienia z Inwestorem oraz autorami części architektonicznej projektu obiektu.
- 2.3 Wizja lokalna wykonana przez Firmę Inżynierską „Statyk”.
- 2.4 Dokumentacja archiwalna obiektu.
- 2.5 Obowiązujące normy i normatywy budowlane.

W szczególności :

PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.

PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.

PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.

PN-80/B-02010: Az1 Aneks 2006 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.

PN-77/B-02011: Az1 Aneks 2009 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.

PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-EN 1993-1 Projektowanie konstrukcji stalowych: Reguły ogólne i reguły dla budynków.

PN-EN 1993-1-5 Projektowanie konstrukcji stalowych: Blachownice.

PN-EN 1993-1-8 Projektowanie konstrukcji stalowych: Projektowanie węzłów.

PN-EN 1993-1-11 Projektowanie konstrukcji stalowych: Konstrukcje cięgnowe.

NORMY DOTYCZĄCE GATUNKÓW STALI

PN-EN 10025-1: 2007 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 1: Ogólne warunki techniczne dostawy.

PN-EN 10025-2: 2007 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych. 4

PN-EN 10025-3: 2007 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 3: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych drobnoziarnistych spawalnych po normalizowaniu lub walcowaniu normalizującym.

PN-EN 10025-4: 2007 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 4: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych drobnoziarnistych spawalnych po walcowaniu termomechanicznym.

PN-EN 10025-5: 2007 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 5: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych trudno rdzewiejących.

PN-EN 10025-6: 2007 Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 6: Warunki techniczne dostawy wyrobów płaskich o podwyższonej granicy plastyczności w stanie ulepszonym cieplnie.

PN-EN 10027-1: 2007 Systemy oznaczania stali – Część 1: Znaki stali.

PN-EN 10027-2: 1994 Systemy oznaczania stali – System cyfrowy.

NORMY DOTYCZĄCE WYKONANIA KONSTRUKCJI

PN-EN 1090-1:2010: Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych -- Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych

PN-EN 1090-2:2009: Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych -- Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.

PN-B-06002 :2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania podstawowe.

PN-EN 25817 PN-ISO 5817 Złącza stalowe spawane łukowo – Wytyczne do określenia poziomów jakości według niezgodności spawalniczych.

PN-EN 26520 PN-ISO 6520 Klasyfikacja niezgodności spawalniczych w złączach spawanych metali wraz z objaśnieniami

Oprogramowanie.

Do obliczeń sił wewnętrznych oraz wymiarowania elementów zastosowano pakiet oprogramowania inżynierskiego Specbud – licencja nr 5/2001. Do wykonania rysunków - AUTOCAD2012+REVIT – licencje m.i. nr 640-01263595, 640-01263596, 640-01263597

Edytor MICROSOFT WORD – Licencja m.i. X03-68684.

3. WARUNKI LOKALIZACJI

Warunki lokalizacji, wielkość obciążeń stałych oraz zmiennych szczegółowo opisano w dokumentacji archiwalnej obiektu opracowanej przez Firmę Inżynierską Statyk.

W wyniku projektowanych prac nie zmienią się wielkości obciążeń przekazywanych na fundamenty.

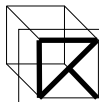
II – sta strefa obciążenia śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1:

Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem. Połać bardziej obciążona, strefa 2.

I – sta strefa obciążenia wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1:2009

Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem. Z1-3: strefa I, teren B

Projektowane zmiany dotyczą ściany podłużnej, korytarzowej w poziomie P-2 segmentu A3, obciążonej dwoma traktami stropodachów.



4. OPIS WYKONANIA PROJEKTOWANEGO OTWORU. ZAKRES I KOLEJNOŚĆ PRAC BUDOWLANYCH.

Przewiduje się wykonanie następujących prac budowlanych :

ETAP I.

1. Demontaż istniejących fragmentów poprzecznych ścianek działowych.
2. Wykonanie projektowanego otworu technologicznego w ścianie korytarzowej, żelbetowej grubości 30 cm.

Opis projektowanej konstrukcji zabezpieczającej projektowany otwór technologiczny.

Projektowana konstrukcja składa się z następujących elementów :

Dwóch słupów podporowych.

Dwóch kratownic umieszczonych po obu stronach ściany nośnej, nad projektowanym otworem i wspartych na słupach podporowych.

Stalowych elementów wsporczych przekazujących obciążenia z ściany na węzły kratownic. Elementy wsporcze umieszczone zostaną poprzecznie w otworach wykonanych w ścianie, bezpośrednio nad węzłami kratownicy.

Słupy wsporcze zaprojektowano z dwuteowników walcowanych, szerokostopowych HEA300.

Blachy podstawy bl. 390*20-500mm.

Słup osadzony zostanie po usunięciu warstw posadzkowych na wyrównanej powierzchni żelbetowej stropu,, w poziomie -7.19, osiowo na ścianie kondygnacji P-4.

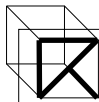
Kratownice wsporcze zaprojektowano wsparte osiowo na słupach, rozpiętość osiowa kratownic wyniesie 5,00 m, wysokość osiowa 1,25m. Pas górny i dolny oraz krzyżulce podporowe wykonać należy z cewników walcowanych [180-St3SY. Słupki z cewników [140.

Obie kratownice zamocowane zostaną do istniejącej ściany za pomocą łączników rozporowych, sworzniowych Fischer FAZII16/25. Rozstaw kotew co około 50 cm. Zachować wzajemne przesunięcie zakotwień po obu stronach ściany minimum 100mm.

Poprzeczne elementy wsporcze zaprojektowano z 3-ch zespawanych ze sobą dwuteowników walcowanych IPN120-St3SY.

W trakcie wykonywania otworu przestrzegać należy następującej kolejności prowadzenia prac :

- 2.1. Wyciąć pionowe bruzdy szerokości 400mm i wysokości 2750 mm (wraz z warstwami posadzkowymi) dla osadzenia projektowanych słupów ramy podporowej. Szczególnie starannie za pomocą blach oprzeć ścianę nad wycięciem na głowicy słupa. Wszystkie pustki wypełnić zaprawą do podlewek cementowych. Zabrania się wykonania w narożach bruzdy nacięć przechodzących poza obrys (przeciągania nacięć poza narożniki).
- 2.2. Na słupach osadzić projektowane kratownice.
- 2.3. Kratownice mocować za pomocą łączników rozporowych do istniejącej ściany żelbetowej.
- 2.4. Wyciąć otwory dla osadzenia belek podporowych ściany nad węzłami kratownic. Osadzić belki podporowe, szczególnie dokładnie podkładać pakietami blach ścianę nad belkami podporowymi. Wszystkie pustki wypełnić zaprawą do podlewek cementowych. Zabrania się wykonania w narożach bruzdy nacięć przechodzących poza obrys (przeciągania nacięć poza narożniki).



2.5. Piłą do betonu wyciąć projektowany otwór. Do wycinania przystąpić po uzyskaniu przez podlewki pod blachami podstawy, podporowymi itp. nominalnej wytrzymałości na ściskanie, minimum 30 MPa. Beton ciąć na bloki o wielkości umożliwiającej bezproblemowy ręczny transport.

ETAP II.

Transport i montaż urządzenia.

Przestrzegać należy zasady, aby zamienne obciążenie równomiernie rozłożone, obliczeniowe, nie przekraczało $6,50 \text{ kN/m}^2$ (650 kg/m^2 powierzchni).

ETAP III.

Prace wykończeniowe.

Zabudowanie drzwi docelowych.

Przyjęto :

Ściany murowane z cegły pełnej klasy 25 MPa na zaprawie cementowej M12.

Nadproże nad otworem $l_{sw} = 2,20 \text{ m}$ stalowe, mocowane do ram stalowych.

Stosować 2L100*100*8mm z przewiązkami z płaskownika 50*4mm.

Całkowity ciężar podkonstrukcji około 95 kg.

Nadproże nad otworem $l_{sw} = 1,10 \text{ m}$ prefabrykowane 2L19D, $l = 150 \text{ cm}$.

Drzwi 110/210 – zabudować istniejące, poprzednio zdemontowane drzwi.

Drzwi 220/240 – zabudować drzwi o REI120.

Uwaga :

Wszystkie elementy stalowe obudować do REI120. Zastosować obudowę z płyt Promat.

Całość ściany murowanej po obudowaniu płytami gipsowo – kartonowymi GKF12mm z ewentualnym wypełnieniem wełną mineralną TS100 powinna spełniać wymogi REI120.

Szczegóły pokazano w części rysunkowej opracowania.

Warunki wykonania i odbioru konstrukcji stalowej – jak w specyfikacji pkt. 5

5. Specyfikacja wykonania i odbioru konstrukcji stalowej.

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU KONSTRUKCJI STALOWEJ

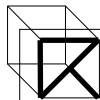
Dokumentacja.

Zgodnie z załącznikiem E do PN-B-06200:1997r oraz umową Wykonawcy przekazany zostanie Projekt Budowlany.

Zgodnie z pkt. E.1.3 PN-B-06200 „Rysunki warsztatowe opracowuje wykonawca, jeśli w kontrakcie nie uzgodniono inaczej. Rysunki sporządza się zgodnie z PN-B-01040. Rysunki warsztatowe opracowane przez wykonawcę akceptuje projektant przed skierowaniem do produkcji.”

Kwalifikacje wykonawcy.

Konstrukcję zaliczyć można do klasy 2 wg PN-87/M-69009 i zał. A do PN-B-06200.

**Materiały.**

Wszystkie materiały i wyroby powinny mieć zaświadczenie jakości zgodne z PN-EN 45014 i PN-H-01107 lub wyniki badań laboratoryjnych potwierdzające wymaganą jakość. Wszystkie elementy muszą być trwale oznaczone. Wyroby nie oznaczone nie powinny być stosowane na elementy konstrukcji nośnej.

Do wszystkich wyrobów należy dołączyć dokumenty potwierdzające ich jakość zgodnie z odpowiednimi normami a w szczególności :

Wyroby hutnicze wg PN-H-01107

Elektrody, druty, topiki wg PN-B-06200:1997 wykaz norm tabl. 2

Śruby zwykłe wg PN-M.-82054-18

Wytwarzanie.

Przy wytwarzaniu elementów stalowych należy zachować wszystkie wymagania przynależne konstrukcji klasy 2.

Identyfikacja.

Każda część konstrukcji i pakiet podobnych części w każdej fazie wytwarzania powinny być jednoznacznie określone przez odpowiedni system identyfikacji.

Tolerancje wytwarzania.

Przekroje kształtowników spawanych - odchyłki dopuszczalne wg PN-B-06200:1997 tabl.4.

Elementy i części składowe - odchyłki dopuszczalne wg PN-B-06200:1997 tabl.5.

Środniki i żebra - odchyłki dopuszczalne wg PN-B-06200:1997 tabl.6.

Otwory, wycięcia, krawędzie czołowe - odchyłki dopuszczalne wg PN-B-06200:1997 tabl.7

Styki i stopy słupów - odchyłki dopuszczalne wg PN-B-06200:1997 tabl.8

Spawanie.

Roboty spawalnicze prowadzić pod nadzorem spawalniczym którego organizację, kwalifikacje, uprawnienia i zakres odpowiedzialności określono w normach PN-M.-69009 i PN-M.-69900.

Części składowe złącza powinny być obrobione i złożone zgodnie z właściwymi normami a w szczególności PN-M.-69011÷17.

Wykonanie spawania zgodnie z pkt. 5.4 PN-B-06200.

Złącza klasy minimum R2 wg PN-87/M-69772.

Montaż konstrukcji.

Podpory konstrukcji i zakotwienia śrubowe – zgodnie z pkt. 7.4.1 ÷ 3 PN-b06200.

Tolerancje usytuowania podpór – tabl. 15 normy j.w.

Tolerancje montażu – tabl. 16 normy j.w.

6. Materiały konstrukcyjne.

Stal profilowa - gat. St3SY, S235

Elektrody EA 1.46, montażowo ER 1.46

Cegła pełna 25 MPa

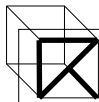
Zaprawa cementowa M12, Rz = 12,0 MPa

Mieszanka betonowa do podlewek cementowych minimum B35

Beton żwirowy C30/37 (B37)

Pręty zbrojeniowe żebrowane kl. A- III gat. BSt500 - Φ

----- // ---- gładkie kl. A- 0 gat. StoS - ϕ



7. Zabezpieczenie antykorozyjne i p.pożarowe.

Elementy stalowe zabezpieczyć przed korozją zgodnie z wymogami zawartymi w instrukcji ITB nr 191 jak dla środowiska klasy III.

Powierzchnia elementów stalowych powinna być oczyszczona do 2 - go stopnia czystości .
Oczyszczoną powierzchnię zagruntować nie później niż po upływie 3 godzin .

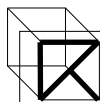
Przykładowy zestaw warstw malarskich :

- Farba olejna do gruntowania, przeciwrdzewna, miniowa 60 % - 2x .
- Farba ftalowa syntetyczna, nawierzchniowa ogólnego stosowania - 2 x .

Wszystkie elementy stalowe obudować do REI20.

Zastosować obudowę z płyt Promat.

Całość ściany po obudowaniu płytami gipsowo – kartonowymi GKF12mm z wypełnieniem wełną mineralną TS100 powinna spełniać wymogi REI120.



II. CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA – OBLICZENIA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWE.

ETAP I – WYKONANIE OTWORU $L_{sw} = 4,70$ m.

Zestawienie obciążeń :

1. Reakcja z płyty stropodachu – poz. 4.1/A3, część między osiami C-B

$$L_{obc.} = 0,5 * 6,85 = 3,43 \text{ m}$$

$$Z \text{ obliczeń stropodachu } q_0 = 35,11 / \cos 8^\circ = 35,46 \text{ kN/m}^2$$

$$R1 = 35,46 * 3,43 = 121,63 \text{ kN/m}$$

2. Reakcja z płyty stropodachu – poz. 4.1/A3, część między osiami C-D

$$L_{obc.} = 0,5 * 3,20 = 1,60 \text{ m}$$

$$Z \text{ obliczeń stropodachu } q_0 = 45,20 \text{ kN/m}^2$$

$$R1 = 45,20 * 1,60 = 72,32 \text{ kN/m}$$

3. Ciężar ściany w osi C

Wysokość ściany nad projektowanym otworem

$$H = 7,19 - 1,32 - 2,60 = 3,27 \text{ m}$$

$$0,30 * 3,27 * 25 * 1,1 = 26,98 \text{ kN/m}$$

4. ciężar własny konstrukcji nadproża, wykończenie

Przyjęto 5,00 kN/m

Razem :

$$q_0 = 121,63 + 72,32 + 26,98 + 5,00 = 225,93 \text{ kN/m}$$

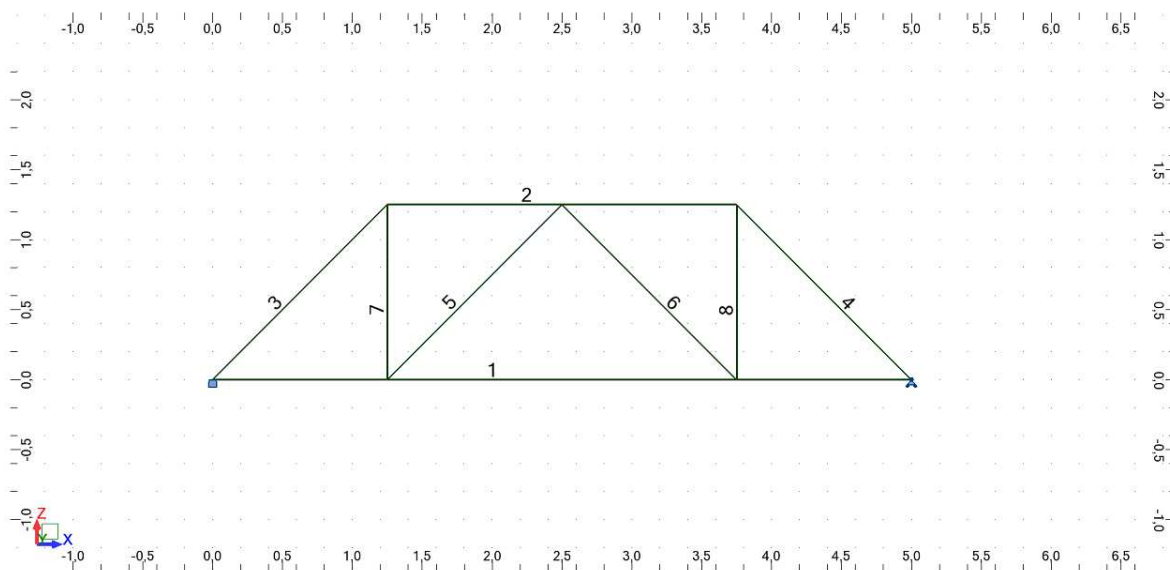
Przyjęto do dalszych obliczeń 230 kN/m

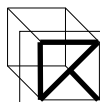
$$\gamma_f = 1,20$$

Poz. 1 Nadproże.

Poz. 1.1 Kratownica.

Dane – Geometria



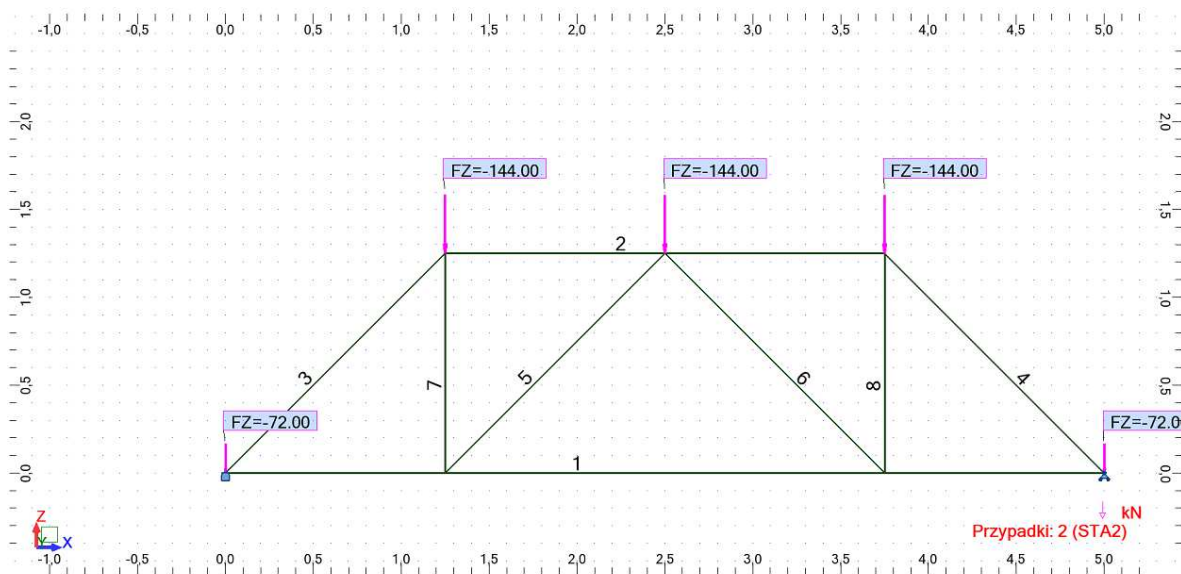


Dane - Profile

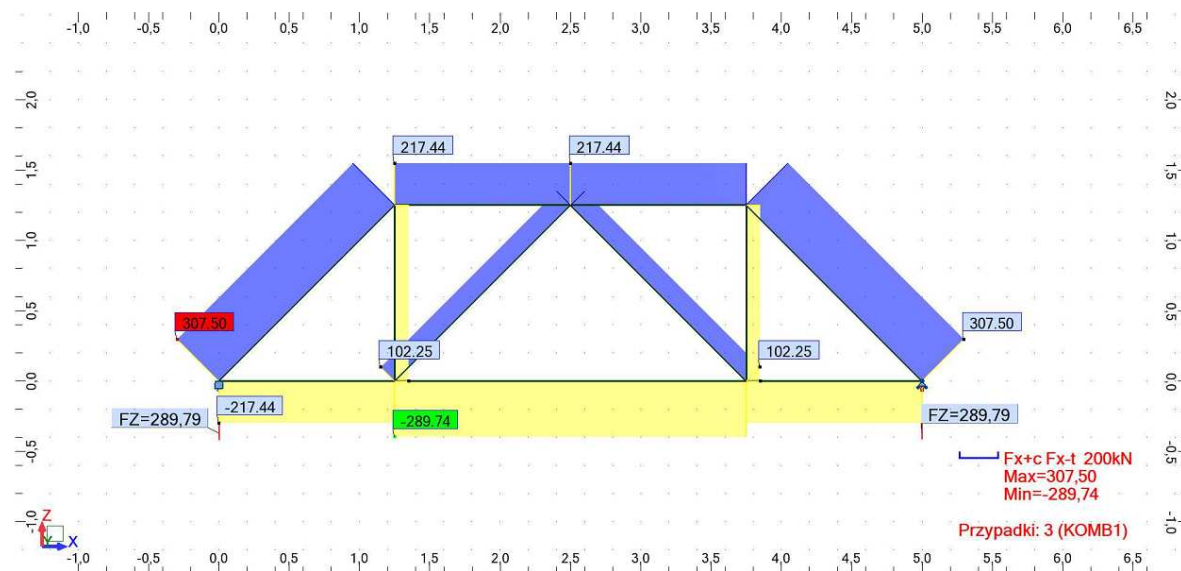
Nazwa przekroju	Lista prętów	AX (cm ²)	AY (cm ²)	AZ (cm ²)	IX (cm ⁴)	IY (cm ⁴)	IZ (cm ⁴)
C 120	7 8	17,00	9,90	8,40	4,15	364,00	43,20
C 140	5 6	20,40	12,00	9,80	5,68	605,00	62,70
C 180	1 do 4	28,00	15,40	14,40	9,55	1350,00	114,00

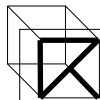
Dane

Obciążenia



Obwódka osiowych





Weryfikacja prętów

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: I

PUNKT: I

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.25 L = 1.25 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1 $1 \times 1.10 + 2 \times 1.00$

MATERIAŁ: STAL St3S

$f_d = 215.00 \text{ MPa}$

$E = 205000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: C 180

$h = 18.0 \text{ cm}$

$b = 7.0 \text{ cm}$

$t_w = 0.8 \text{ cm}$

$t_f = 1.1 \text{ cm}$

$A_y = 15.40 \text{ cm}^2$

$I_y = 1350.00 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 150.00 \text{ cm}^3$

$A_z = 14.40 \text{ cm}^2$

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

$W_{elz} = 22.44 \text{ cm}^3$

$A_x = 28.00 \text{ cm}^2$

$I_x = 9.55 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -289.74 \text{ kN}$

$N_{rt} = 602.00 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = I



PARAMETRY ZWICHZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} = 289.74/602.00 = 0.48 < 1.00 \quad (31)$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \max} = L/250.00 = 2.0 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \times 1.00 + 2 \times 0.80$

$u_z = 0.3 \text{ cm} < u_{z \max} = L/350.00 = 1.4 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \times 1.00 + 2 \times 0.80$

Zweryfikowano

Zweryfikowano



Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 2

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1 $1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.00$

MATERIAŁ: STAL St3S

$f_d = 215.00$ MPa

$E = 205000.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: C 180

$h = 18.0$ cm

$b = 7.0$ cm

$t_w = 0.8$ cm

$t_f = 1.1$ cm

$A_y = 15.40$ cm²

$I_y = 1350.00$ cm⁴

$W_{ey} = 150.00$ cm³

$A_z = 14.40$ cm²

$I_z = 114.00$ cm⁴

$W_{ez} = 22.44$ cm³

$A_x = 28.00$ cm²

$I_x = 9.55$ cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 217.44$ kN

$N_{rc} = 602.00$ kN

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y:

$L_y = 2.50$ m

$L_{wy} = 0.83$ m

$\lambda_y = 11.99$

wyoboczenie giętno-skrętne

$\mu_w = 1.00$

$\lambda_y = 0.14$

$N_{cr y} = 39411.13$ kN

$\eta_y = 0.99$

$N_{cr x} = 1454.66$ kN

$N_{cr zx} = 1446.60$ kN

względem osi Z:

$L_z = 2.50$ m

$L_{wz} = 0.83$ m

$\lambda_z = 41.26$

$\lambda_x = 0.74$

$\lambda_{zx} = 0.74$

$\lambda_z = 0.49$

$N_{cr z} = 3328.05$ kN

$\eta_z = 0.87$

$\eta_x = 0.72$

$\eta_{zx} = 0.72$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N / (\min(\eta_x, \eta_y, \eta_z, \eta_{zx}) \cdot N_{rc}) = 217.44 / (0.72 \cdot 602.00) = 0.50 < 1.00$ (39)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.0$ cm $< u_{y \max} = L / 250.00 = 1.0$ cm

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.80$

$u_z = 0.1$ cm $< u_{z \max} = L / 350.00 = 0.7$ cm

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.80$

Zweryfikowano

Zweryfikowano



Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 3

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1 $1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.00$

MATERIAŁ: STAL St3S

f_d = 215.00 MPa

E = 205000.00 MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: C 180

h = 18.0 cm

b = 7.0 cm

tw = 0.8 cm

tf = 1.1 cm

Ay = 15.40 cm²Iy = 1350.00 cm⁴Wey = 150.00 cm³Az = 14.40 cm²Iz = 114.00 cm⁴Welz = 22.44 cm³Ax = 28.00 cm²Ix = 9.55 cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 307.50 kN

N_{re} = 602.00 kN

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y:

Ly = 1.77 m

Lwy = 0.59 m

Lambda_y = 8.48

wyboczenie giętno-skrętne

mu w = 1.00

Lambda_y = 0.10Ncr_y = 78822.26 kNfi_y = 1.00Ncr_x = 1818.26 kNNcr_{zx} = 1812.03 kN

względem osi Z:

Lz = 1.77 m

Lwz = 0.59 m

Lambda_z = 29.17Lambda_x = 0.66Lambda_{zx} = 0.66Lambda_z = 0.35Ncr_z = 6656.10 kNfi_z = 0.94fi_x = 0.77fi_{zx} = 0.77

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$N / (\min(f_{ix}, f_{iy}, f_{iz}, f_{izx}) \cdot N_{re}) = 307.50 / (0.77 \cdot 602.00) = 0.67 < 1.00 \quad (39)$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

uy = 0.0 cm < uy_{max} = L/250.00 = 0.7 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.80$ uz = 0.0 cm < uz_{max} = L/350.00 = 0.5 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.80$ 

Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 5

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1 $1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.00$

MATERIAŁ: STAL St3S

$f_d = 215.00$ MPa

$E = 205000.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: C 140

$h = 14.0$ cm

$b = 6.0$ cm

$t_w = 0.7$ cm

$t_f = 1.0$ cm

$A_y = 12.00$ cm²

$I_y = 605.00$ cm⁴

$W_{ely} = 86.43$ cm³

$A_z = 9.80$ cm²

$I_z = 62.70$ cm⁴

$W_{elz} = 14.75$ cm³

$A_x = 20.40$ cm²

$I_x = 5.68$ cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 102.25$ kN

$N_{rc} = 438.60$ kN

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y:

$L_y = 1.77$ m

$L_{wy} = 0.59$ m

$\lambda_y = 10.81$

wyoboczenie giętno-skrętne

$\mu_y = 1.00$

$\lambda_y = 0.13$

$N_{cr y} = 35324.05$ kN

$\eta_y = 0.99$

$N_{cr x} = 1321.29$ kN

$N_{cr zx} = 1312.43$ kN

względem osi Z:

$L_z = 1.77$ m

$L_{wz} = 0.59$ m

$\lambda_z = 33.58$

$\lambda_x = 0.66$

$\lambda_{zx} = 0.66$

$\lambda_z = 0.40$

$N_{cr z} = 3660.86$ kN

$\eta_z = 0.92$

$\eta_x = 0.77$

$\eta_{zx} = 0.77$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N / (\min(\eta_x, \eta_y, \eta_z, \eta_{zx}) \cdot N_{cr}) = 102.25 / (0.77 \cdot 438.60) = 0.30 < 1.00$ (39)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.0$ cm $< u_{y \max} = L / 250.00 = 0.7$ cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.80$

$u_z = 0.0$ cm $< u_{z \max} = L / 350.00 = 0.5$ cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.80$



Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 7

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1 $1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.00$

MATERIAŁ: STAL St3S

$f_d = 215.00$ MPa

$E = 205000.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: C 120

$h = 12.0$ cm

$b = 5.5$ cm

$t_w = 0.7$ cm

$t_f = 0.9$ cm

$A_y = 9.90$ cm²

$I_y = 364.00$ cm⁴

$W_{ely} = 60.67$ cm³

$A_z = 8.40$ cm²

$I_z = 43.20$ cm⁴

$W_{elz} = 11.08$ cm³

$A_x = 17.00$ cm²

$I_x = 4.15$ cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -72.99$ kN

$N_{rt} = 365.50$ kN

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:



PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} = 72.99/365.50 = 0.20 < 1.00$ (31)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.0$ cm $< u_{y \max} = L/250.00 = 0.5$ cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.80$

$u_z = 0.0$ cm $< u_{z \max} = L/350.00 = 0.4$ cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB2 $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.80$



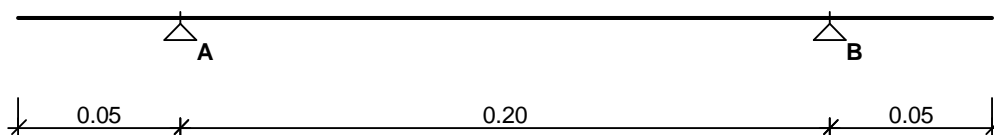
Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!

Poz. 1.2 Belki podporowe dla kratownic.

1.2.1 Nad słupem

SCHEMAT BELKI

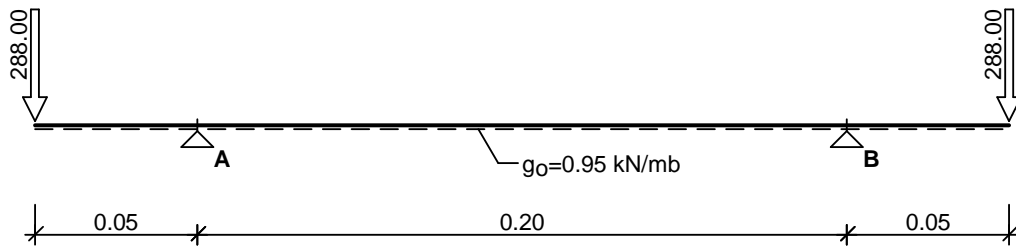
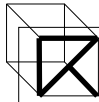


Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1.10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

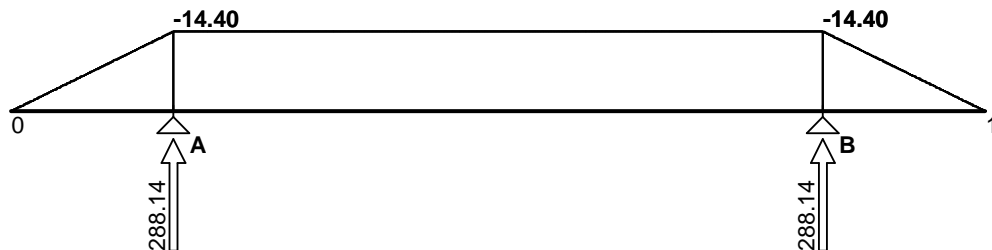
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:



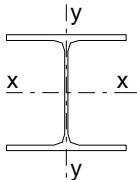
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęsła belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: HE 300 A

$$A_v = 24.6 \text{ cm}^2, m = 88.3 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 18260 \text{ cm}^4, J_y = 6310 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 1200000 \text{ cm}^6, J_T = 85.6 \text{ cm}^4, W_x = 1260 \text{ cm}^3$$

Stal: St3

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1.049$) $M_R = 284.23 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 307.39 \text{ kN}$

Belka

Nośność na zginanie

$$\text{Przekrój } z = 0.25 \text{ m}$$

$$\text{Współczynnik zwichrzenia } \varphi_L = 1.000$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = -14.40 \text{ kNm}$$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0.051 < 1$$

Nośność na ścinanie

$$\text{Przekrój } z = 0.05 \text{ m}$$

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = -288.05 \text{ kN}$$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0.937 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem (prawy wspornik, $x = -0.25 \text{ m}$)

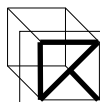
$$\text{Przekrój } z = 0.25 \text{ m}$$

$$V = 288.05 \text{ kN} > V_0 = 0.6 \cdot V_R = 184.43 \text{ kN}$$

$$M/M_{R,V} = -14.40 / 237.78 = 0.061 < 1$$

Stan graniczny użytkowania

$$\text{Przekrój } z = 0.30 \text{ m}$$



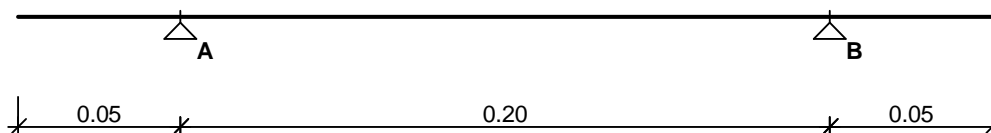
Ugięcie maksymalne $f_{k,max} = 0.00 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = 2 \cdot l_0 / 350 = 0.29 \text{ mm}$

$f_{k,max} = 0.00 \text{ mm} < f_{gr} = 0.29 \text{ mm} \quad (0.7\%)$

1.2.1 W przęsłach – nad węzłami

SCHEMAT BELKI

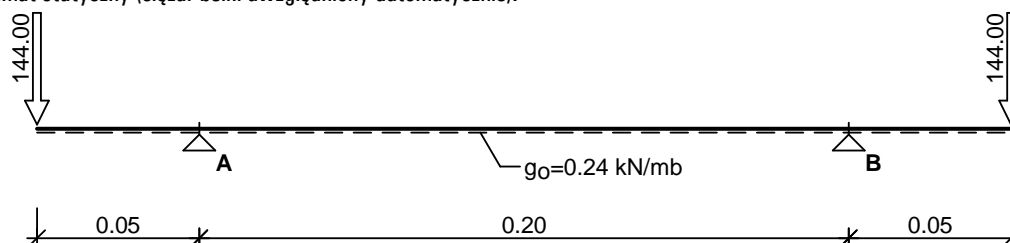


Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1.10$

OBŁĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

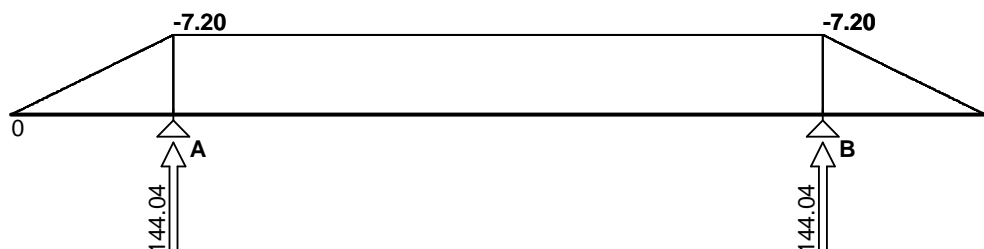
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:



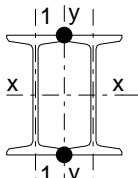
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęsła belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: 2 I 120, połączone spoinami ciągłymi

$A_v = 12.2 \text{ cm}^2$, $m = 22.2 \text{ kg/m}$

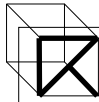
$J_x = 656 \text{ cm}^4$, $J_y = 282 \text{ cm}^4$, $J_{\omega} = 678 \text{ cm}^6$, $J_T = 2.92 \text{ cm}^4$, $W_x = 109 \text{ cm}^3$

Stal: St3

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1.081$) $M_R = 25.43 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 152.63 \text{ kN}$



Belka

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 0.25 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1.000$

Moment maksymalny $M_{\max} = -7.20 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0.283 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0.25 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 144.01 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0.944 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem (prawy wspornik, $x = -0.25 \text{ m}$)

Przekrój $aaa \ z = 0.25 \text{ m}$

$V = 144.01 \text{ kN} > V_0 = 0.6 \cdot V_R = 91.58 \text{ kN}$

$$M/M_{R,V} = -7.20 / 21.19 = 0.340 < 1$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 0.30 \text{ m}$

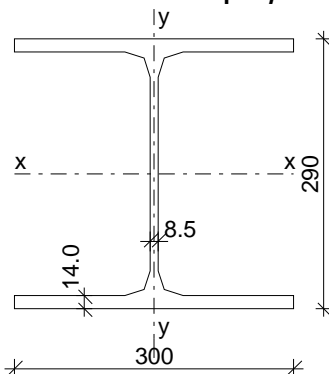
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 0.03 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = 2 \cdot l_0 / 350 = 0.29 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 0.03 \text{ mm} < f_{gr} = 0.29 \text{ mm} \quad (9.5\%)$$

Poz. 2 słup.

Dwuteownik szerokostopowy HE 300 A (wg PN-H-93452:2005)



Wymiary przekroju

$h = 290 \text{ mm}, \quad b_f = 300 \text{ mm}$

$t_w = 8.5 \text{ mm}, \quad t_f = 14.0 \text{ mm}$

$r = 27.0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 113.0 \text{ cm}^2, \quad A_{vy} = 24.65 \text{ cm}^2, \quad A_{vx} = 84.00 \text{ cm}^2$

$J_x = 18260 \text{ cm}^4, \quad J_y = 6310 \text{ cm}^4$

$W_x = 1260 \text{ cm}^3, \quad W_y = 421.0 \text{ cm}^3$

$W_{pl,x} = 1384 \text{ cm}^3, \quad W_{pl,y} = 634.7 \text{ cm}^3$

$i_x = 12.70 \text{ cm}, \quad i_y = 7.490 \text{ cm}$

$J_{\omega} = 1200000 \text{ cm}^6, \quad J_T = 85.60 \text{ cm}^4$

$W_{\omega} = 5800 \text{ cm}^4, \quad S_x = 692.0 \text{ cm}^3$

$A_L = 1.717 \text{ m}^2/\text{mb}, \quad A_G = 1.944 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 151.9 \text{ m}^{-1}, \quad m = 88.30 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}, \quad \lambda_p = 84.0;$

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

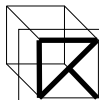
$N_{Rt} = 2430 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 2430 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1.000$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 2.60 \text{ m}, \quad \lambda_x = 20.5, \quad N_{cr,x} = 54652 \text{ kN}, \quad \bar{\lambda}_x = 1.15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 0.244 \text{ wg "b"} \rightarrow \varphi_x = 0.993$



$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 2413 \text{ kN}$$

- wyboczenie giętne względem osi y-y

$$l_{ey} = 2.60 \text{ m}, \lambda_y = 34.7, N_{cr,y} = 18886 \text{ kN}, \bar{\lambda}_y = 1.15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y}} = 0.413 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0.910$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 2211 \text{ kN}$$

- wyboczenie skrętne

$$l_{\omega} = 2.60 \text{ m}, N_{cr,\omega} = 19672 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_{\omega} = 1.15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,\omega}} = 0.404 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_{\omega} = 0.914$$

$$\varphi_{\omega} \cdot N_{Rc} = 2221 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 284.2 \text{ kNm (klasa: 1, } \alpha_{px} = 1.049)$$

$$M_{Ry} = 113.1 \text{ kNm (klasa: 1, } \alpha_{py} = 1.250)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$l_{zw} = 2.60 \text{ m; warunki podparcia: P,P; } \mu_y = 1.00, \mu_{\omega} = 1.00;$$

obc. równomiernie rozłożone przyłożone w środku ciężkości

$$M_{cr} = 3239.76 \text{ kNm}, \bar{\lambda}_L = 1.15 \cdot \sqrt{M_{Rx}/M_{cr}} = 0.341, \text{ wg "a0"} \rightarrow \varphi_L = 0.998$$

$$\varphi_L \cdot M_{Rx} = 283.7 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 307.4 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pv} = 1.000)$$

$$V_{Rx} = 1047 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1.000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 580.0 \text{ kN}$$

Warunki nośności elementu

$$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_{\omega}) = 0.910$$

$$(39) \quad N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0.262 < 1$$

Opracował :

Mgr inż. Grzegorz Komraus



Sprawdził :

Mgr inż. Piotr Dzidek



Katowice, lipiec 2015r.