



FIRMA INŻYNIERSKA
STATYK®
KONSTRUKCJE BUDOWLANE I INŻYNIERSKIE

40-035 KATOWICE ul. Plebiscytowa 10
tel./fax +48 032 201 81 76; www.statyk.pl
NIP: 635-105-88-21
PKO BP II Oddział Katowice
89 1020 2313 0000 3902 0022 4634

Projekt nr: 150849 – B/W

Temat:

**PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY
REMONTU STROPU W LOKALU MIESZKALNYM NR 6 W BUDYNKU
PRZY UL. KOZIELSKIEJ 12 W KATOWICACH.**

Adres: 40-076 Katowice
ul. Kozielska 12/6

Zamawiający: Komunalny Zakład Gospodarki Mieszkaniowej w Katowicach
40-126 Katowice
ul. Grażyńskiego 5

Autor opracowania:

mgr inż. Wojciech Wilczek
uprawnienia projektowe SLK/2355/POOK/08

mgr inż. Grzegorz Komraus
uprawnienia projektowe 204/90/kt
rzeczoznawca budowlany w specjalności konstrukcyjno - budowlanej
RZE/X/0017/11

Katowice, wrzesień 2015



Zawartość

I. CZĘŚĆ OPISOWA	3
1. Przedmiot i zakres opracowania	3
2. Podstawa opracowania	3
3. Warunki lokalizacji	3
4. Ocena stanu technicznego stanu istniejącego	5
5. Forma i funkcja obiektu	6
6. Opis przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych	6
7. Zabezpieczenie antykorozyjne elementów	7
7.1. Elementy stalowe	7
7.2. Elementy drewniane	7
8. Materiały konstrukcyjne	8
9. Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ)	8
10. Warunki wykonania konstrukcji	9
11. Informacje dla wykonawcy	9

II. Część obliczeniowa

III. Część rysunkowa

1/K	Schemat strop - stan istniejący oraz projektowany
-----	---



I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlano- wykonawczy remontu stropu lokalu mieszkalnego przy ul. Kozielskiej 12/6 w Katowicach.

Zakres opracowania obejmuje niezbędne prace konstrukcyjno – budowlane wynikające z założeń uzgodnionych z Inwestorem.

Opracowanie stanowi projekt budowlano - wykonawczy konstrukcji i obejmuje w szczególności:

- Opis założeń do projektu konstrukcji i warunków lokalizacji.
- Opis przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych.
- Założenia materiałowe.
- Wytyczne prowadzenia prac budowlanych.
- Część rysunkową zawierającą rysunki konstrukcyjne.

2. Podstawa opracowania

- [2.1] Inwentaryzacja budowlana przedmiotowego mieszkania
- [2.2] Wizja lokalna na obiekcie
- [2.3] Ekspertyza stanu techniczna drewnianego stropu w lokalu mieszkalnym nr 6 w budynku przy ul. Kozielskiej w Katowicach wykonana przez F.I. Statyk
- [2.4] Obowiązujące normy i normatywy budowlane a 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-82/B-02004 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.
 - Obciążenia pojazdami.
 - PN-80/B-02010/Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
 - PN-B-02011:1977/Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
 - PN-88/B-02014 Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.
 - PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-B-03002:2002 Konstrukcje murowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
 - PN-B-03340:2002 Konstrukcje murowe zbrojone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.
 - Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-B-03215:1999 Konstrukcje stalowe. Zakotwienie słupów i kominów.
 - PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
 - Obliczenia statyczne i projektowanie.

3. Warunki lokalizacji

Adres: Katowice ul. Kozielska 12/6

Położenie i ukształtowanie zabudowy:

Przedmiotowy lokal znajduje się w 5-cio kondygnacyjnej wolnostojącej kamienicy mieszkalnej w Śródmieściu Katowic powstałej na przełomie XIX i XX wieku.

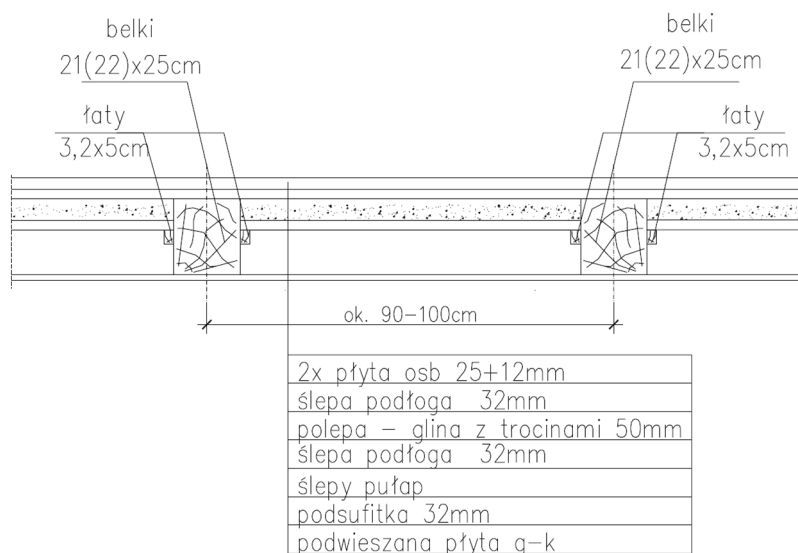
Układ konstrukcyjny / Technologia wykonania istniejącego:

Budynek o regularnym układzie ścian nośnych, wykonanych jako murowane z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej. Stropy drewniane ze ślepym pułapem.

Konstrukcja przedmiotowego stropu:

Strop w/w lokalu wykonany jest jako drewniany. Belki nośne stropu o przekroju 21-22cmx25cm w rozstawie ok. 0,90-1,0m oparte są na ścianach murowanych o szerokości 42(55)cm i posiadają rozpiętość max 6,75m w świetle.

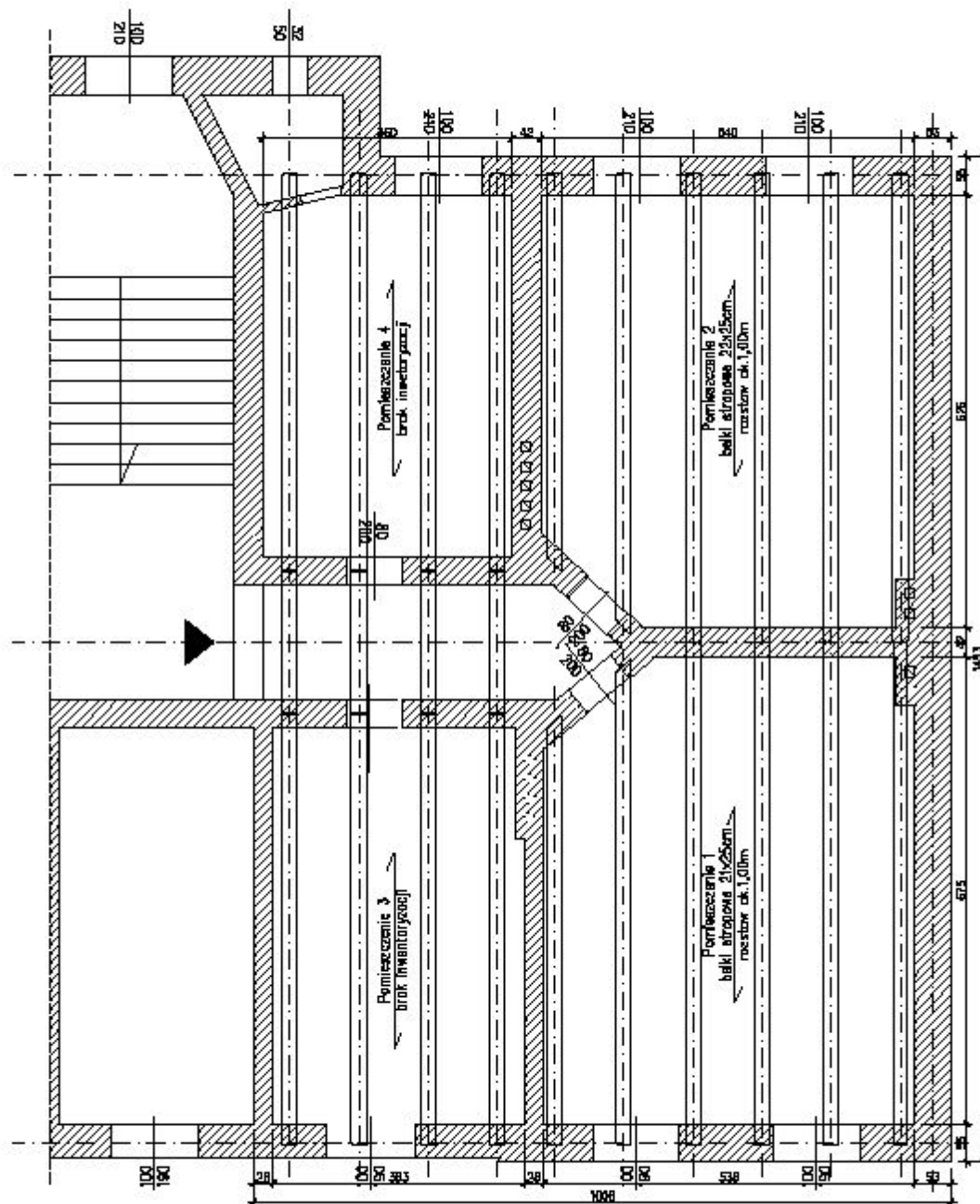
Deskowanie górne, pośrednie i dolne stanowią deski gr. 32mm, warstwę izolacyjną pełni polepa (głina z trocinami) w stanie istniejącym gr. ok. 50mm. Na warstwie górnej ślepej podłogi znajdują się 2 warstwy płyt OSB gr. 25 i 12mm, do belek drewnianych podwieszane są płyty z g-k.



Rys 1. Przekrój poprzeczny przez strop



Fot 1 i 2. Odkrytki - Belki konstrukcyjne stropu drewnianego



Rys 2. Schemat pomieszczeń

4. Ocena stanu technicznego stanu istniejącego

Po przeprowadzeniu wizji lokalnej (odkrywki elementów konstrukcyjnych w wybranych miejscach) oraz na podstawie [2.3] „Opinia stanu technicznego drewnianego stropu w lokalu mieszkalnym nr 6 w budynku przy ul. Kozielskiej 12 w Katowicach” stwierdzono:

- znaczne ugięcia stropu w pomieszczeniach 1 i 2,
- istniejący strop nie posiada wystarczającej nośności do przeniesienia istniejących obciążeń stropu oraz normowych obciążeń zmiennych dla lokali mieszkalnych.

Przedmiotowy strop należy wzmocnić, a jego ogólny stan techniczny można ocenić jako awaryjny.

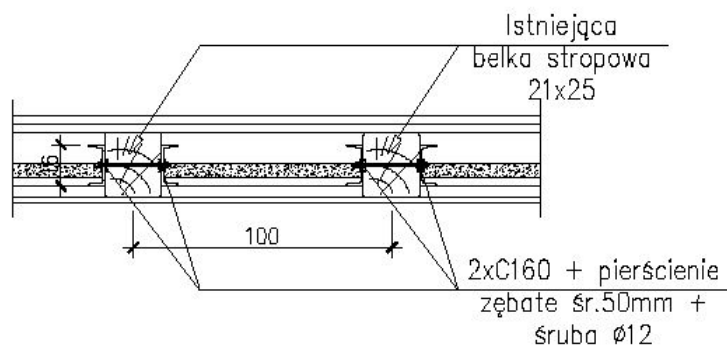
Projektowane zmiany nie wpłyną w sposób istotny na sztywność budynku oraz wielkość obciążeń przekazywanych na fundament.

5. Forma i funkcja obiektu

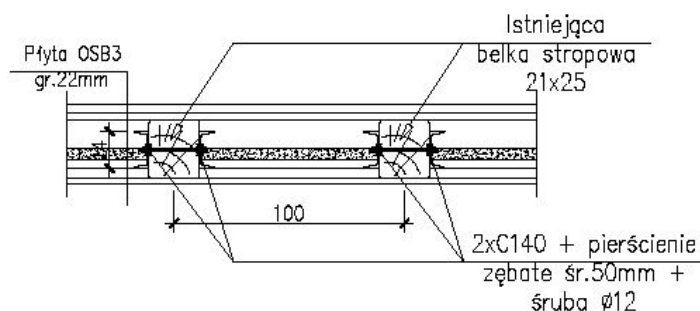
Niniejszy projekt nie zakłada żadnych zmian w formie i funkcji budynku. Projekt techniczny remontu dotyczy remontu stropu.

6. Opis przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych

Konieczne jest wzmocnienie istniejącej konstrukcji stropu. Dla pomieszczenia 1 i 2 wzmocnienie polegające na przykręceniu do wszystkich istniejących belek drewnianych profilu stalowego C160 po obydwu stronach belki. Ceowniki połączone łącznikami mechanicznymi w postaci śrub M12 oraz pierścieni jednostronnych o średnicy zewnętrznej 50mm skręcanych co 1 metr. Dla pomieszczenia 3 i 4 wzmocnienie wykonać z profili stalowych 2xC140.



Rys 3. Wzmocnienie dla pomieszczenia 1 i 2



Rys 4. Wzmocnienie dla pomieszczenia 3 i 4

W trakcie prac należy ocenić stan techniczny wszystkich belek stropu. W przypadku gdy stan techniczny belek nie pozwoli na wykonanie wzmocnienia należy skontaktować się z projektantem konstrukcji.

Dla innych pomieszczeń zaprojektowano wzmocnienie belek stropowych założono z profili stalowych 2xC140. W przypadku, gdy stan techniczny belki nie pozwala na wzmocnienie należy wymienić ją na belkę drewnianą o przekroju odpowiednim do rozpiętości stropu.

Jako warstwę nośną dla warstw posadzkowych należy zastosować płytę OSB 3 gr.22mm mocowaną do desek drewnianych, rozpiętych pomiędzy belkami stalowymi.

Należy usunąć istniejące wypełnienie stropu (polepa) a w jej miejsce ułożyć zasypkę keramzytową.

Końce belek drewnianych należy odpowiednio zabezpieczyć przed ułożeniem na murze – np. poprzez owinięcie ich warstwą papy. Belki drewniane należy również zabezpieczyć przed korozją – odpowiednio zaimpregnować.

Z uwagi na brak pełnej inwentaryzacji belek stropów istniejących na etapie realizacji (budowy) mogą ulec zmianie elementy. Ostateczne decyzje będą podejmowane w ramach nadzorów autorskich po dokonaniu pełnego odkrycia belek stropowych.

Wzmocnianie stropów należy wykonywać etapowo. Nie dopuszcza się możliwości odkrycia wszystkich belek stropowych danej kondygnacji (wzmocnienia należy prowadzić z podziałem na pomieszczenia).

Szczegóły według części rysunkowej projektu.

UWAGA. Na czas prowadzenia robót Inwestor powinien zapewnić dostęp do lokalu poniżej remontowanego stropu.

Prace rozbiórkowe

Przed przystąpieniem do robót rozbiórkowych należy zapoznać się z układem konstrukcyjnym budynku oraz istniejącym układem kominów. W przypadku elementów konstrukcyjnych w miejscu wskazanym do rozbiórki należy wstrzymać w prowadzenie robót i bezzwłocznie skontaktować się z biurem projektowym. Wszystkie roboty wykonywać pod nadzorem osób posiadających odpowiednie kwalifikacje zawodowe.

7. Zabezpieczenie antykorozyjne elementów

7.1. Elementy stalowe

Powłoki antykorozyjne należy wykonać wg normy EN ISO 12944

Elementy stalowe wewnątrz budynku należy zabezpieczyć jak dla kategorii korozyjności C2 dla długiego okresu ochrony. Grubość warstw grunt/nawierzchnia minimum 100+60 μm

Elementy stalowe na zewnątrz budynku należy zabezpieczyć jak dla kategorii korozyjności C3 dla długiego okresu ochrony. Grubość warstw grunt/nawierzchnia minimum 100+60 μm .

Ponadto dla elementów wymagających zabezpieczenia ppoż. należy spełnić wymogi dla odpowiednich klas ppoż. Przy malowaniu elementów wymagających zabezpieczenia ppoż. wymagane jest żeby farby podkładowe i podstawowe przeciwpożarowe należały do jednego systemu lub co najmniej były kompatybilne.

Łączniki i śruby ocynkowane ogniowo $\geq 60\mu\text{m}$.

7.2. Elementy drewniane

Konstrukcje z drewna oraz drewnopochodnych powinny być chronione przed długotrwałym nawilgoceniem we wszystkich fazach ich wykonywania.

Wszystkie części i elementy konstrukcji z drewna oraz materiałów drewnopochodnych stykają się z elementami i częściami budynków lub konstrukcji wykonanymi z innych materiałów chłonących wilgoć powinny być zabezpieczone przed bezpośrednim wchłanianiem wilgoci z tych materiałów i elementów za pomocą izolacji przeciwwilgociowej.

Wszystkie elementy z drewna i materiałów drewnopochodnych stosowane w budownictwie powinny być zabezpieczone przed korozją biologiczną.

Jakość zabezpieczeń powinna spełniać wymagania określone w normie lub instrukcjach wydanych przez ITB.

Środki chemiczne do zabezpieczenia elementów i konstrukcji z drewna oraz materiałów drewnopochodnych przed korozją biologiczną i owadami oraz ogniem nie powinny powodować korozji łączników metalowych.

Zabezpieczenie drewna można wykonać metodą powierzchniową poprzez kąpiele w wodnym roztworze impregnatu. Kąpiele mogą być zimne (w temperaturze otoczenia), gorące (w temp. 50o – 60o) i gorąco-zimne.

Długość kąpeli zależy od grubości elementu i stopnia zawilgocenia. Prawdłowo sezonowane drewno nie wymaga długotrwałej kąpeli – zalecany czas to od 30 minut do 3 godzin. Zaimpregnowane elementy należy chronić przed opadami atmosferycznymi do momentu utrwalenia środka w drewnie – min. przez 48h. Sposób impregnacji drewna zależy od wymagań producenta wybranego systemu.

Powierzchnie drewna można również impregnować za pomocą natrysku lub powlekania środka. W tym przypadku należy bezwzględnie przestrzegać zalecenia producenta, co do ilości i sposobu nanoszenia środka.

Elementy z drewniana klejonego zabezpieczone bezbarwnym podkładem impregnującym, zapobiegającym atakom sinizny, zgnilizny oraz owadów o nazwie Aidol Impragniergrund GN. Jako warstwę wykończeniową zastosowano lazure akrylowa Aidol Allzweck-Lasur w kolorze wskazanym przez architekta lub bezbarwna.

8. Materiały konstrukcyjne.

Stal profilowa, walcowana gatunku S235

Elektrody EA 1.46 oraz montażowo ER 1.46

Śruby zwykłe, ocynkowane klasy 5.8(5)

Zaprawy do podlewek cementowych np. Pagel V1, Polymenth.

Drewno konstrukcyjne C24

9. Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ)

W czasie budowy obiektów będą występować następujące roboty, stwarzające zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- a) Roboty wykonywane przy użyciu dźwigów,
- b) Roboty ziemne związane z przemieszczaniem lub zagęszczaniem gruntu,
- c) montaż elementów których masa przekracza 1,0 t,
- d) roboty w wykopach

Dla w/w robót Kierownik budowy jest zobowiązany sporządzić lub zapewnić sporządzenie przed rozpoczęciem budowy planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, uwzględniającego specyfikę obiektu budowlanego, warunki prowadzenia robót budowlanych i przepisy BHP, zawierające następujące informacje:

- a) plan zagospodarowania placu budowy z rozmieszczeniem wewnętrznych ciągów komunikacyjnych, granic stref ochronnych, urządzeń przeciwpożarowych i sprzętu ratunkowego, oznaczenie czynników mogących stwarzać zagrożenie;
- b) zakres robót i kolejność realizacji poszczególnych etapów robót;
- c) wykaz istniejących obiektów budowlanych podlegających rozbiórce lub adaptacji
- d) informacje dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji;
- e) informacje dotyczące wydzielenia i oznakowania miejsca prowadzenia robót stwarzających zagrożenie;



- f) informacje o sposobie prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych zawierające:
- określenie zasad postępowania w przypadku wystąpienia zagrożenia,
 - określenie środków ochrony indywidualnej, zabezpieczających przed skutkami zagrożeń,
 - określenie zasad bezpośredniego nadzoru nad pracami niebezpiecznymi wraz z wyznaczeniem osób odpowiedzialnych za nadzór;
 - określenie sposobu przechowywania i przemieszczania materiałów na terenie budowy;
 - wskazanie środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych; wskazanie miejsca przechowywania dokumentacji budowy oraz dokumentów niezbędnych do prawidłowej eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych.
 - postępowanie z elementami zaoliwionymi i nasączonymi substancjami palnymi.

10. Warunki wykonania konstrukcji.

Warunki wykonania i odbioru konstrukcji podano w specyfikacjach technicznych

11. Informacje dla wykonawcy

- O terminie przystąpienia do prac należy powiadomić autorów niniejszego opracowania.
 - Wszelkie zmiany lub niejasności w stosunku do założeń projektowych należy uzgodnić z autorami niniejszego opracowania.
 - Prace prowadzić pod nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia budowlane.
 - Poprawność wykonywania prac potwierdzić zapisami do Dziennika Budowy.
-



II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

Zawartość

II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA	10
Poz.1. Strop.	11
Poz.1.1. Poszycie stropu	11
Poz.1.2. Deski nośne pod płyty OSB	12
Poz.1.3. Wzmocnienie istniejących belek drewnianych.....	14
1.3.1. Istniejąca belka drewniana L=6,75m	14
1.3.2. Istniejąca belka drewniana L=6,25m	20
1.3.3. Istniejąca belka drewniana L=5,71m	26
1.3.4. Istniejąca belka drewniana L=5,23m	30

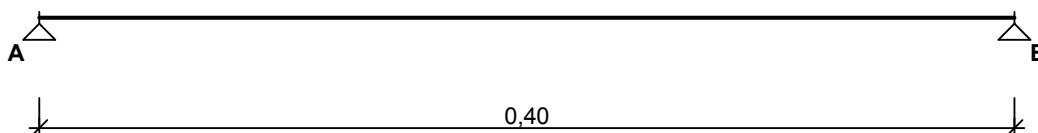
Poz.1. Strop.

Poz.1.1. Poszycie stropu

Tablica 1. Obciążenia płyty nośnej stropu

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Parkiet dębowy [0,140kN/m ²]	0,14	1,30	--	0,18
2.	Obciążenie zmienne (pokoje i pomieszczenia mieszkalne w domach indywidualnych, czynszowych, hotelach, schroniskach, szpitalach, więzieniach, pomieszczenie sanitarne, itp.) [1,5kN/m ²]	1,50	1,40	0,35	2,10
Σ :		1,64	1,39	--	2,28

SCHEMAT BELKI



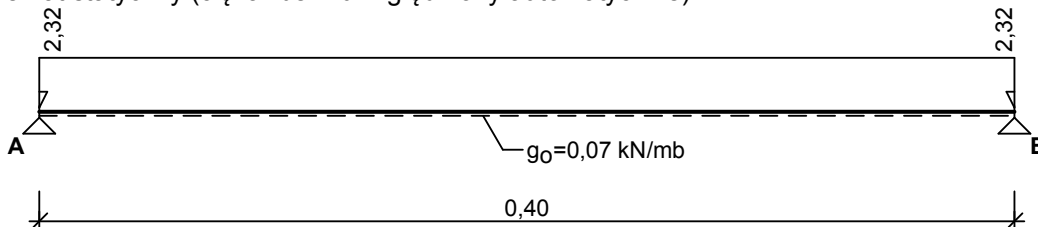
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,15$, klasa trwania - stałe)

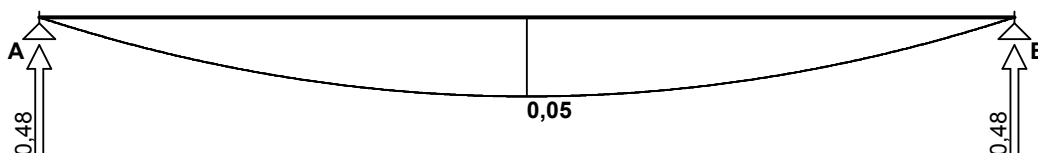
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:

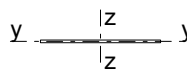


ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwichrzenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek $I_d/I = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie ściskającym (górnym) belki



Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = l_o / 250$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000

Przekrój prostokątny **100 / 2,2 cm**

$$W_y = 80,7 \text{ cm}^3, J_y = 88,7 \text{ cm}^4, m = 6,38 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C14**

$$\rightarrow f_{m,k} = 14 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 8 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 16 \text{ MPa}, f_{v,k} = 1,7 \text{ MPa}, E_{0,\text{mean}} = 7 \text{ GPa}, \rho_k = 290 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój $x = 0,20 \text{ m}$

Moment maksymalny $M_{\text{max}} = 0,05 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,59 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,09 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{\text{crit}} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,59 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 6,46 \text{ MPa} \quad (9,2\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\text{max}} = 0,48 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,03 \text{ MPa} < f_{v,d} = 0,78 \text{ MPa} \quad (4,2\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_A = 0,48 \text{ kN}$

$$a_p = 5,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,01 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 0,92 \text{ MPa} \quad (1,0\%)$$

Stan graniczny użytkowości

Przekrój $x = 0,20 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $u_{\text{fin}} = u_M + u_T = 0,21 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = l_o / 250 = 1,60 \text{ mm}$

$$u_{\text{fin}} = 0,21 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 1,60 \text{ mm} \quad (13,1\%)$$

Przyjęto: Płyta OSB3 22mm

Poz.1.2. Deski nośne pod płyty OSB

Tablica 2. Obciążenia deski nośnej poszycia stropu

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Parkiet dębowy szer. 0,40 m [(0,140kN/m ²)·0,40m]	0,06	1,30	--	0,08
2.	Obciążenie zmienne (pokoje i pomieszczenia mieszkalne w domach indywidualnych, czyszczonych, hotelach, schroniskach, szpitalach, więzieniach, pomieszczenie sanitarne, itp.) szer. 0,40 m [(1,5kN/m ²)·0,40m]	0,60	1,40	0,35	0,84
Σ :		0,66	1,39	--	0,92

SCHEMAT BELKI



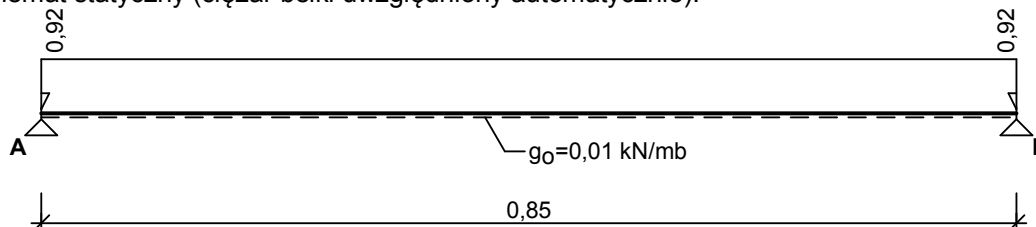
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,15$, klasa trwania - stałe)

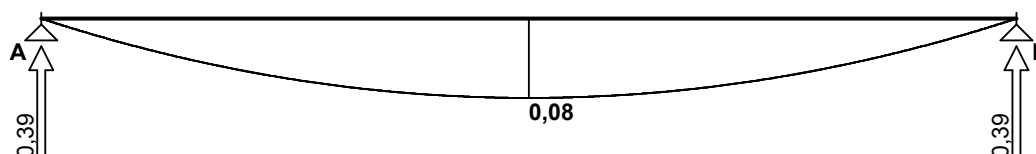
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

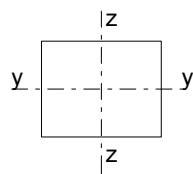
Parametry analizy zwichrzenia:

- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 250$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny 5 / 4 cm

$$W_y = 13,3 \text{ cm}^3, J_y = 26,7 \text{ cm}^4, m = 0,70 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C24

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój x = 0,42 m

Moment maksymalny $M_{max} = 0,08 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,28 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,57 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,28 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa} \quad (56,7\%)$$

Ścinanie

Przekrój x = 0,00 m

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 0,39 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,30 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (25,6\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_A = 0,39 \text{ kN}$

$$a_p = 5,0 \text{ cm}, \quad k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,16 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (13,7\%)$$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój $x = 0,42 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = 3,35 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 250 = 3,40 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 3,35 \text{ mm} < u_{net,fin} = 3,40 \text{ mm} \quad (98,6\%)$$

Przyjęto: Deski 5x4cm
Klasa drewna C24

Poz.1.3. Wzmocnienie istniejących belek drewnianych

Tablica 3. Zestawienie obciążeń - warstwy wykończenia stropu – obc. stałe

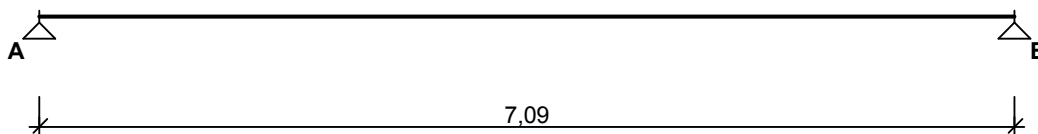
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Parkiet dębowy [0,140kN/m ²]	0,14	1,30	--	0,18
2.	Płyty wiórowe płasko prasowane grub. 2,2 cm, szer. 1,00 m [(6,5kN/m ³ ·0,022m)·1,00m]	0,14	1,30	--	0,18
3.	Deski (przybijane do legarów) grub. 4,5 cm x 7,0 cm co 40 cm, szer. 1,00 m [0,05·1,00m]	0,05	1,30	--	0,07
4.	Zasyпка z keramzytu grub. 5 cm, szer. 1,00 m [(2,9kN/m ³ ·0,10m)·1,00m]	0,29	1,30	--	0,38
5.	Deski oparte na łątach grub. 3,2 cm, szer. 1,00 m [(6,0kN/m ³ ·0,032m)·1,00m]	0,19	1,30	--	0,25
6.	Łata podtrzymująca grub. 3,2 cm i szer.0,05 m [6,0kN/m ³ ·0,032m·0,05m]	0,01	1,30	--	0,01
7.	Łata podtrzymująca grub. 3,2 cm i szer.0,05 m [6,0kN/m ³ ·0,032m·0,05m]	0,01	1,30	--	0,01
8.	Deski (przybijane do legarów) grub. 3,2 cm, szer. 1,00 m [(6,0kN/m ³ ·0,032m)·1,00m]	0,19	1,30	--	0,25
9.	Sufit podwieszany szer. 1,00 m [(0,3kN/m ²)·1,00m]	0,30	1,30	--	0,39
Σ:		1,32	1,30	--	1,72

Tablica 4. Zestawienie obciążeń – obc. zmienne

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1	Obciążenie zmienne (pokoje i pomieszczenia mieszkalne w domach indywidualnych, czynszowych, hotelach, schroniskach, szpitalach, więzieniach, pomieszczenie sanitarne, itp.) szer. 1,00 m [(1,5kN/m ²)·1,00m]	1,50	1,40	0,35	2,10
Σ:		1,50	1,40	--	2,10

1.3.1. Istniejąca belka drewniana L=6,75m

SCHEMAT BELKI

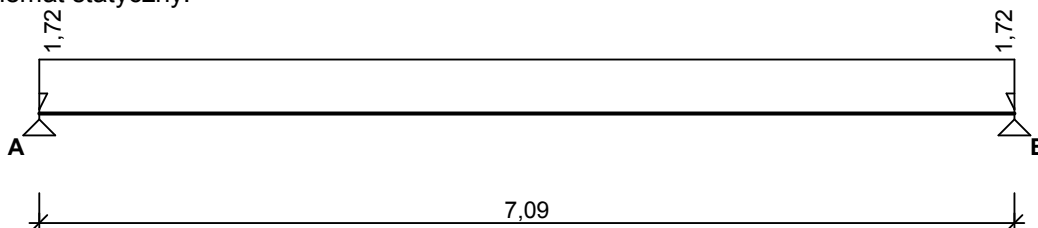


Parametry belki:

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

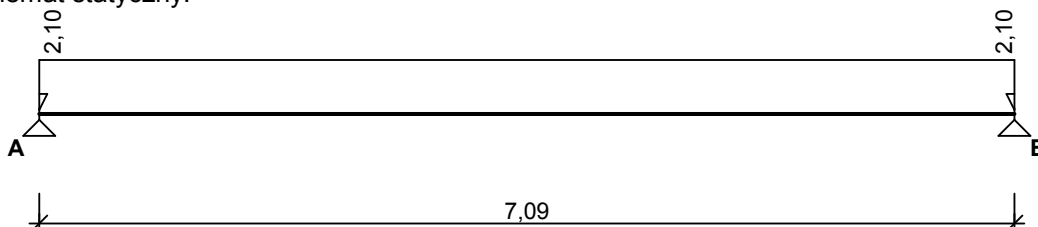
Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,30$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny:



Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

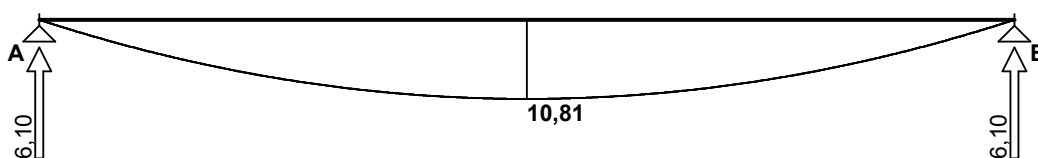
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

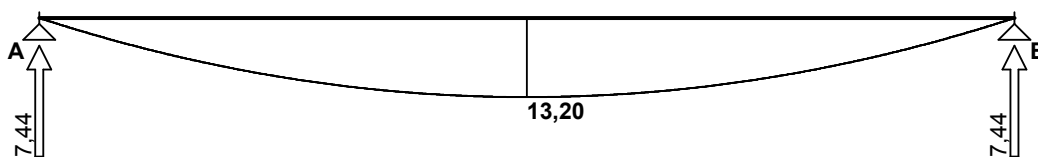
Przypadek **P1: stałe**

Momenty zginające [kNm]:



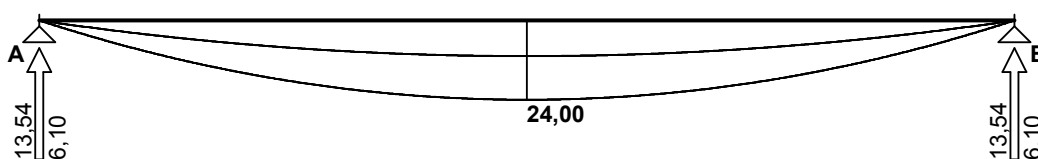
Przypadek **P2: zmienne**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwłóżenia:

- belka zabezpieczona przed zwłóżeniem

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_0 / 350$

WYNIKI OBLICZEN WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000

Przekrój prostokątny 21 / 25 cm

$$W_y = 2188 \text{ cm}^3, J_y = 27344 \text{ cm}^4, m = 17,3 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C20**

$$\rightarrow f_{m,k} = 20 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 12 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 9,5 \text{ GPa}, \rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój $x = 3,54 \text{ m}$ (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Moment maksymalny $M_{max} = 24,00 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,97 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa}$$

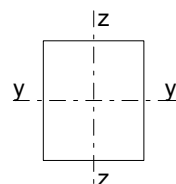
Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 1,02 > 1 \quad (!!!)$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,97 \text{ MPa} > k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa} \quad (101,9\%) \quad (!!!)$$



Ścinanie

Przekrój $x = 0,00 \text{ m}$ (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 13,54 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,39 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,18 \text{ MPa} \quad (32,7\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_A = 13,54 \text{ kN}$ (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

$$a_p = 10,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,64 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,24 \text{ MPa} \quad (52,1\%)$$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój $x = 3,54 \text{ m}$ (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = 58,66 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_0 / 350 = 20,26 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 58,66 \text{ mm} > u_{net,fin} = 20,26 \text{ mm} \quad (289,6\%) \quad (!!!)$$

UWAGA:

Przekrój niewystarczający do przeniesienia planowanych obciążeń.

Wzmocnienie belki drewnianej ceownikami

Założenia:

a) obciążenie równomiernie rozłożone q belki rozkłada się proporcjonalnie do sztywności poszczególnych elementów

b) oś obojętna belki drewnianej pokrywa się z osią obojętną belki stalowej

c) ugięcie belki i wzmacniających ją belek stalowych są takie same

Obliczenia

$$k = 1,85$$

współczynnik rozkładu obciążenia

Obciążenia przypadające na belkę drewnianą – obc. stałe

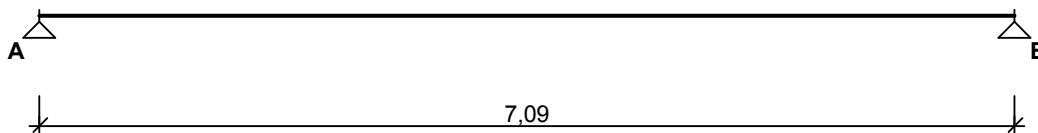
$$\text{Obc charakterystyczne} \quad 1,32 \times 0,35 = 0,46 \text{ kN/m}$$

$$\text{Obc obliczeniowe} \quad 1,72 \times 0,35 = 0,60 \text{ kN/m}$$

Obciążenia przypadające na belkę drewnianą – obc. zmienne

Obc charakterystyczne $1,50 \times 0,35 = 0,53 \text{ kN/m}$
Obc obliczeniowe $2,10 \times 0,35 = 0,74 \text{ kN/m}$

SCHEMAT BELKI

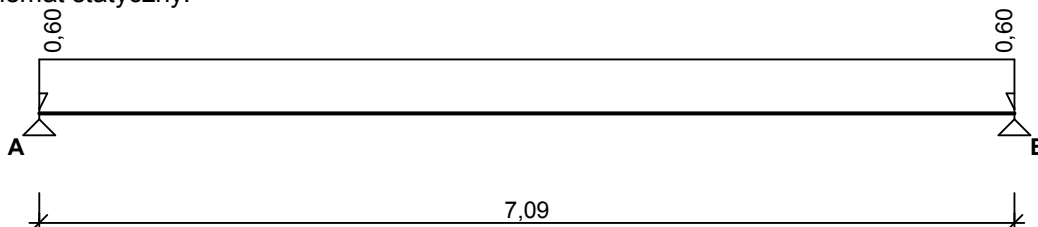


Parametry belki:

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

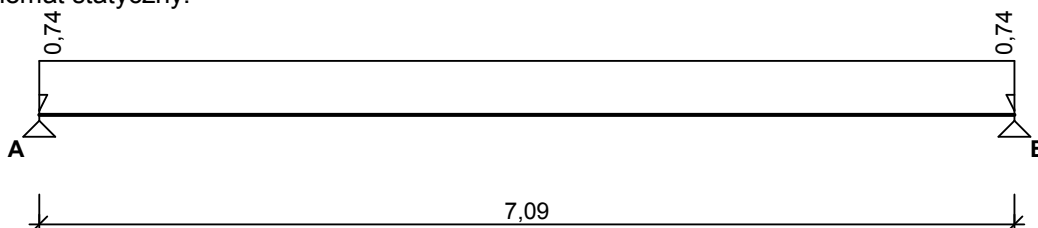
Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,30$, klasa trwania - stałe, $k_{def} = 0,60$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe, $k_{def} = 0,25$)

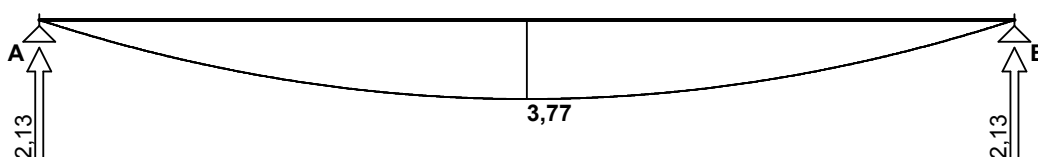
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

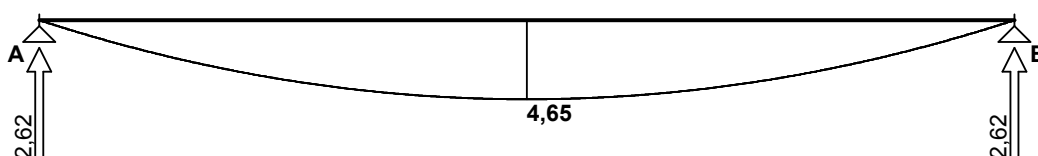
Przypadek **P1: stałe**

Momenty zginające [kNm]:



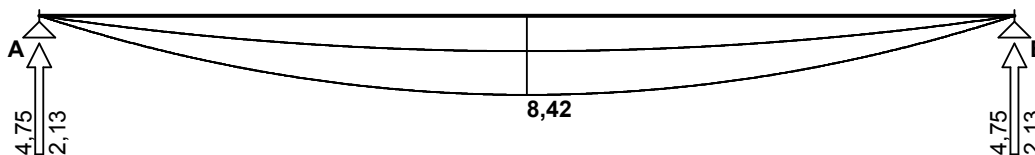
Przypadek **P2: zmienne**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

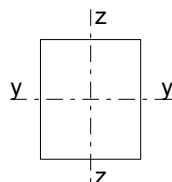
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwichrzenia:

- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem

Belka w obiekcie starym, remontowanym

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 350$



WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000

Przekrój prostokątny 21 / 25 cm

$$W_y = 2188 \text{ cm}^3, J_y = 27344 \text{ cm}^4, m = 17,3 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C20**

$$\rightarrow f_{m,k} = 20 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 12 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 9,5 \text{ GPa}, \rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój x = 3,54 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Moment maksymalny $M_{max} = 8,42 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,85 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,36 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,85 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa} \quad (35,7\%)$$

Ścinanie

Przekrój x = 0,00 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 4,75 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,14 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,18 \text{ MPa} \quad (11,5\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_A = 4,75 \text{ kN}$ (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

$$a_p = 10,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,23 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,24 \text{ MPa} \quad (18,3\%)$$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój x = 3,54 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = 17,72 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = 1,5 \cdot l_o / 350 = 30,39 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 17,72 \text{ mm} < u_{net,fin} = 30,39 \text{ mm} \quad (58,3\%)$$

Obciążenia przypadające na belkę stalową – obc. stałe

$$\text{Obc charakterystyczne} \quad 1,32 \times 0,65 = 0,86 \text{ kN/m}$$

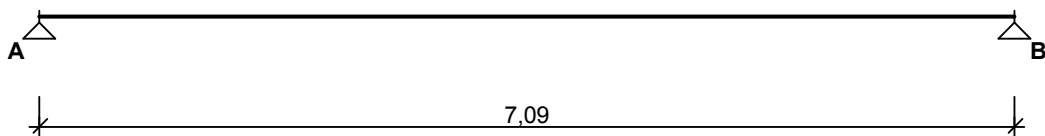
$$\text{Obc obliczeniowe} \quad 1,72 \times 0,65 = 1,12 \text{ kN/m}$$

Obciążenia przypadające na belkę stalową – obc. zmienne

$$\text{Obc charakterystyczne} \quad 1,50 \times 0,65 = 0,98 \text{ kN/m}$$

$$\text{Obc obliczeniowe} \quad 2,10 \times 0,35 = 1,37 \text{ kN/m}$$

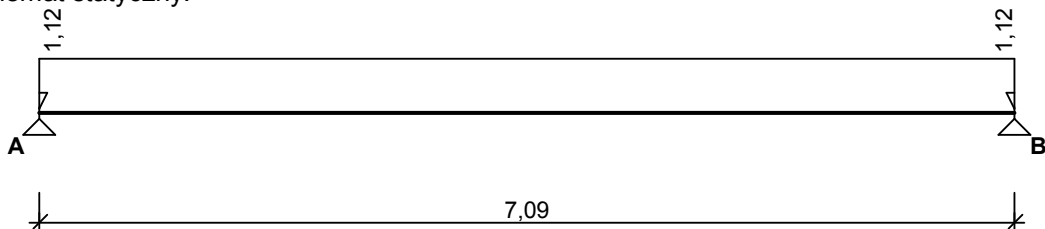
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

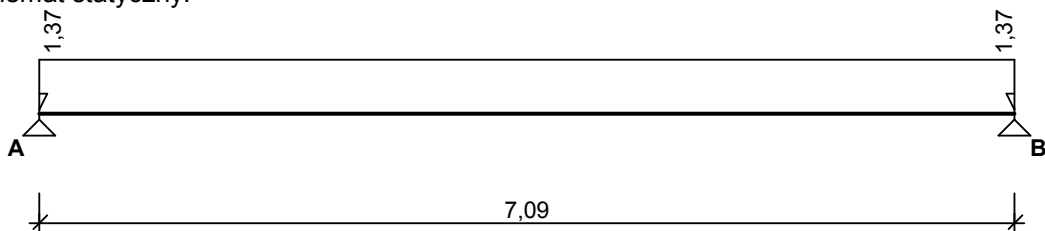
Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,30$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f = 1,40$)

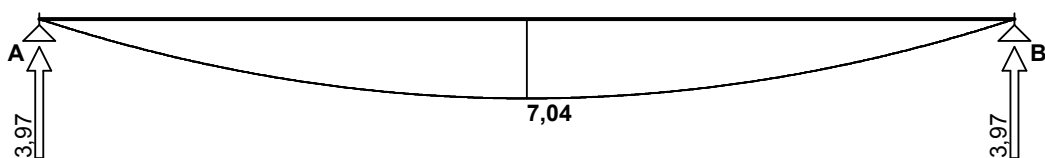
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

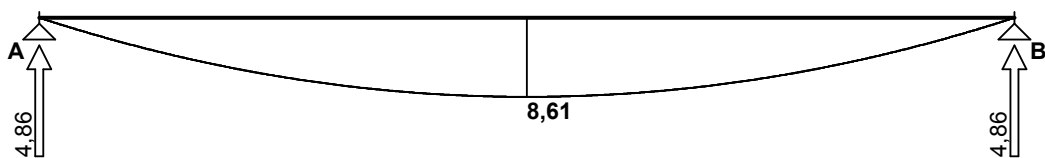
Przypadek **P1: stałe**

Momenty zginające [kNm]:



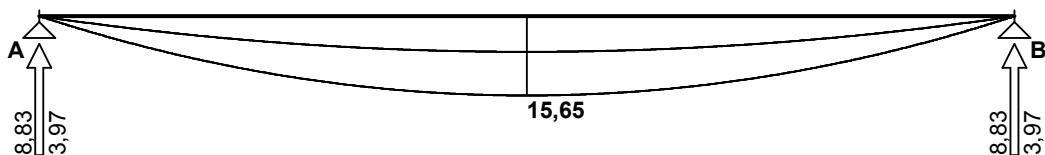
Przypadek **P2: zmienne**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:

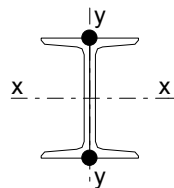


ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;



WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 160**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 24,0 \text{ cm}^2, m = 37,6 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1850 \text{ cm}^4, J_y = 333 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 3370 \text{ cm}^6, J_T = 7,70 \text{ cm}^4, W_x = 232 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 54,67 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 299,28 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 3,54 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 15,65 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,286 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 8,83 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,029 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 8,83 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 89,78 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 3,54 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 15,96 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 20,26 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 15,96 \text{ mm} < f_{gr} = 20,26 \text{ mm} \quad (78,8\%)$$

Przyjęto: Wzmocnienie belkami stalowymi 2xC160
Stal St3S

1.3.2. Istniejąca belka drewniana L=6,25m

Obciążenia przypadające na belkę drewnianą wg Tablicy 3 i Tablicy 4

SCHEMAT BELKI

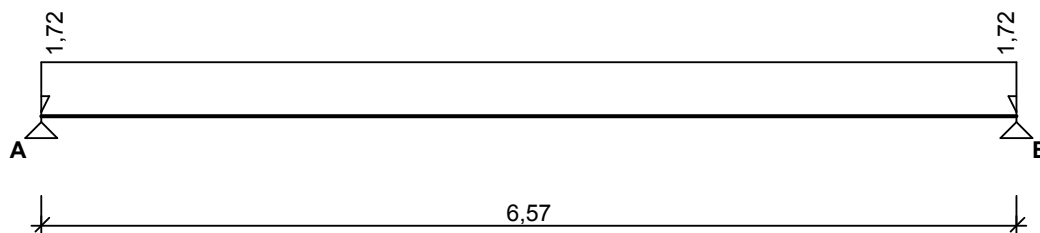


Parametry belki:

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

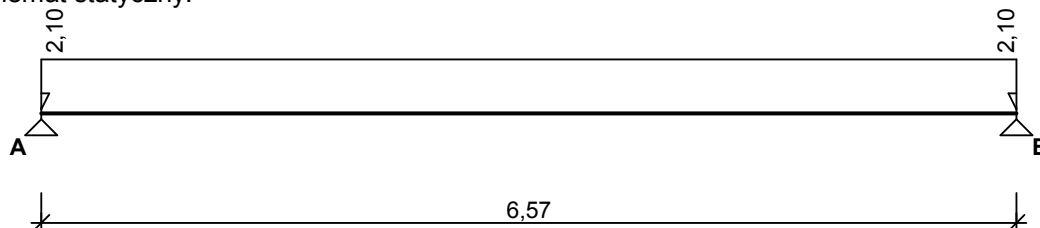
Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,30$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny:



Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

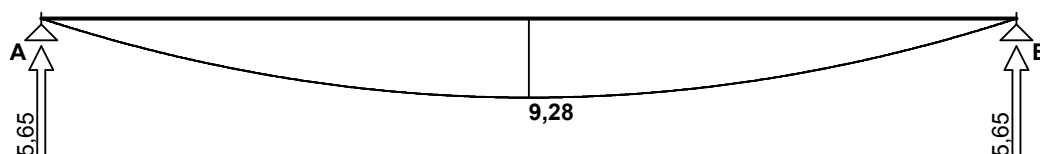
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

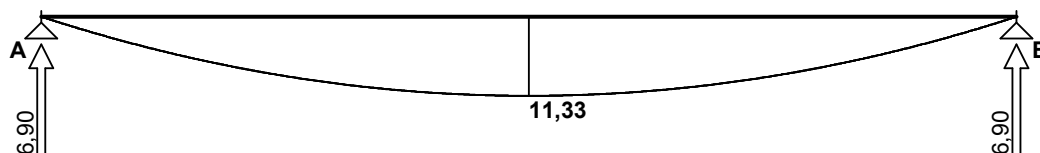
Przypadek **P1: stałe**

Momenty zginające [kNm]:



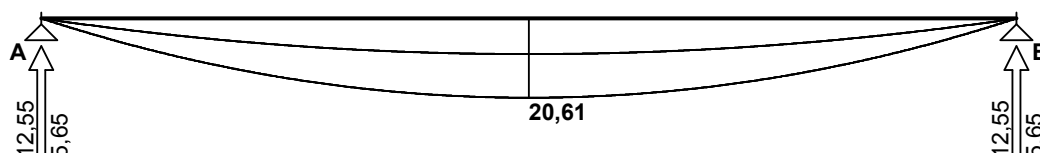
Przypadek **P2: zmienne**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwiczenia:

- belka zabezpieczona przed zwiczeniem

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 350$

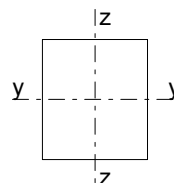
WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000

Przekrój prostokątny **22 / 25 cm**

$W_y = 2292 \text{ cm}^3$, $J_y = 28646 \text{ cm}^4$, $m = 18,1 \text{ kg/m}$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C20**



→ $f_{m,k} = 20 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 12 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 9,5 \text{ GPa}$, $\rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$

Zginanie

Przekrój $x = 3,29 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

Moment maksymalny $M_{max} = 20,61 \text{ kNm}$

$\sigma_{m,y,d} = 8,99 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa}$

Warunek nośności:

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,84 < 1$

Warunek stateczności:

$k_{crit} = 1,000$

$\sigma_{m,y,d} = 8,99 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa} \quad (83,5\%)$

Ścinanie

Przekrój $x = 6,57 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -12,55 \text{ kN}$

$\tau_d = 0,34 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,18 \text{ MPa} \quad (28,9\%)$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 12,55 \text{ kN}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

$a_p = 10,0 \text{ cm}$, $k_{c,90} = 1,00$

$\sigma_{c,90,y,d} = 0,57 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,24 \text{ MPa} \quad (46,1\%)$

Stan graniczny użytkowości

Przekrój $x = 3,29 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = 41,29 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 350 = 18,77 \text{ mm}$

$u_{fin} = 41,29 \text{ mm} > u_{net,fin} = 18,77 \text{ mm} \quad (220,0\%) \quad (!!!)$

UWAGA:

Przekrój niewystarczający do spełnienia stanów granicznych użytkowości.

Wzmocnienie belki drewnianej ceownikami

Założenia:

a) obciążenie równomiernie rozłożone q belki rozkłada się proporcjonalnie do sztywności poszczególnych elementów

b) oś obojętna belki drewnianej pokrywa się z osią obojętną belki stalowej

c) ugięcie belki i wzmacniających ją belek stalowych są takie same

Obliczenia

$k = \boxed{1,85}$

współczynnik rozkładu obciążenia

Obciążenia przypadające na belkę drewnianą – obc. stałe

Obc charakterystyczne $1,32 \times 0,35 = 0,46 \text{ kN/m}$

Obc obliczeniowe $1,72 \times 0,35 = 0,60 \text{ kN/m}$

Obciążenia przypadające na belkę drewnianą – obc. zmienne

Obc charakterystyczne $1,50 \times 0,35 = 0,53 \text{ kN/m}$

Obc obliczeniowe $2,10 \times 0,35 = 0,74 \text{ kN/m}$

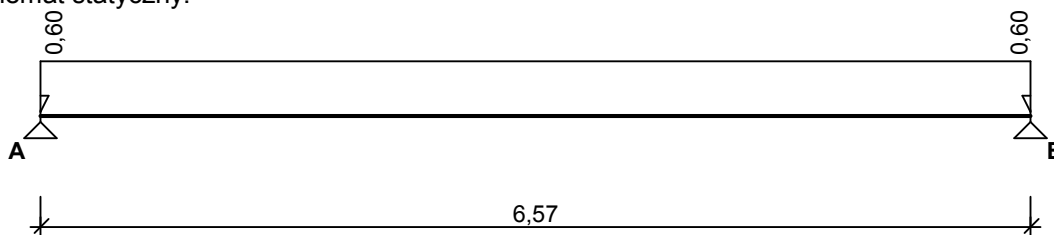
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

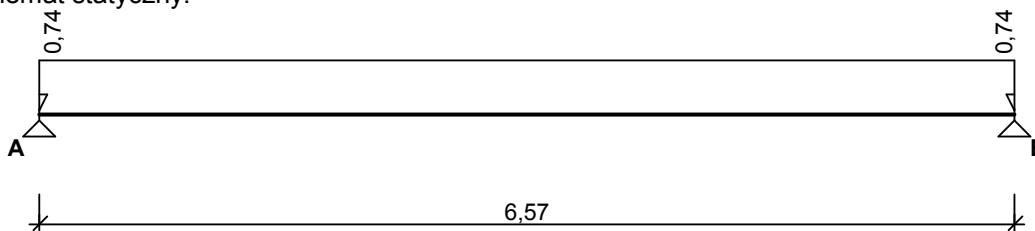
Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,30$, klasa trwania - stałe, $k_{def} = 0,60$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe, $k_{def} = 0,25$)

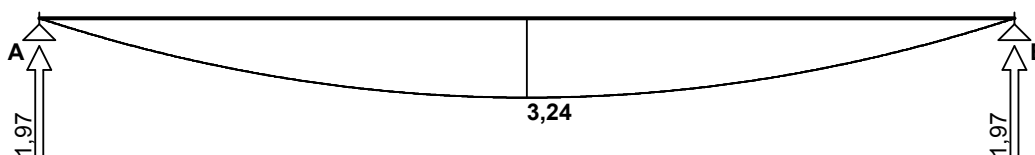
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

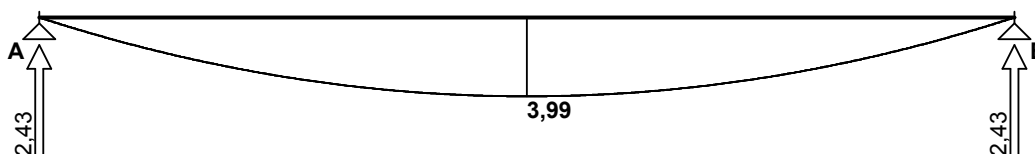
Przypadek **P1: stałe**

Momenty zginające [kNm]:



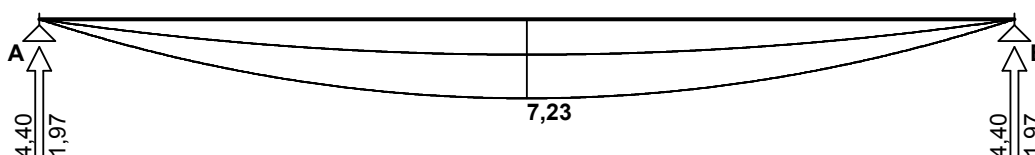
Przypadek **P2: zmienne**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

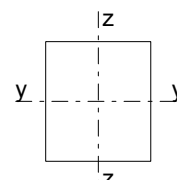
Parametry analizy zwichrzenia:

- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem

Belka w obiekcie starym, remontowanym

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 350$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH



WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000

Przekrój prostokątny **22 / 25 cm**

$$W_y = 2292 \text{ cm}^3, J_y = 28646 \text{ cm}^4, m = 18,1 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C20**

$$\rightarrow f_{m,k} = 20 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 12 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 9,5 \text{ GPa}, \rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój $x = 3,29 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

Moment maksymalny $M_{max} = 7,23 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,15 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,29 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,15 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa} \quad (29,3\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 6,57 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -4,40 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,12 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,18 \text{ MPa} \quad (10,1\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 4,40 \text{ kN}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

$$a_p = 10,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,20 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,24 \text{ MPa} \quad (16,2\%)$$

Stan graniczny użytkowości

Przekrój $x = 3,29 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = 12,47 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = 1,5 \cdot l_o / 350 = 28,16 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 12,47 \text{ mm} < u_{net,fin} = 28,16 \text{ mm} \quad (44,3\%)$$

Obciążenia przypadające na belkę stalową – obc. stałe

$$\text{Obc charakterystyczne} \quad 1,32 \times 0,65 = 0,86 \text{ kN/m}$$

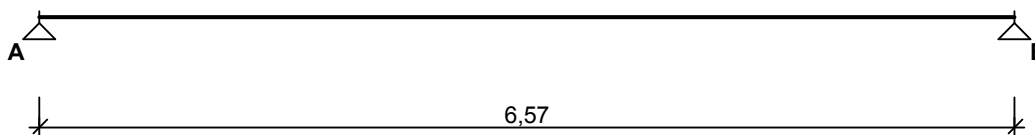
$$\text{Obc obliczeniowe} \quad 1,72 \times 0,65 = 1,12 \text{ kN/m}$$

Obciążenia przypadające na belkę stalową – obc. zmienne

$$\text{Obc charakterystyczne} \quad 1,50 \times 0,65 = 0,98 \text{ kN/m}$$

$$\text{Obc obliczeniowe} \quad 2,10 \times 0,35 = 1,37 \text{ kN/m}$$

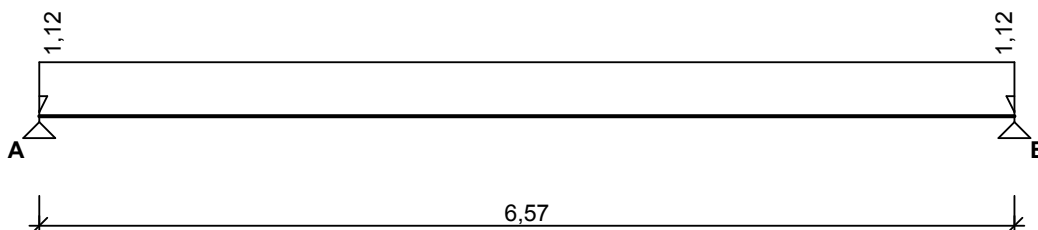
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

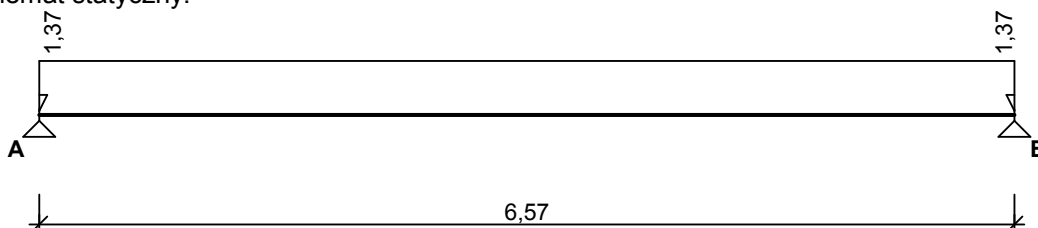
Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,30$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f = 1,40$)

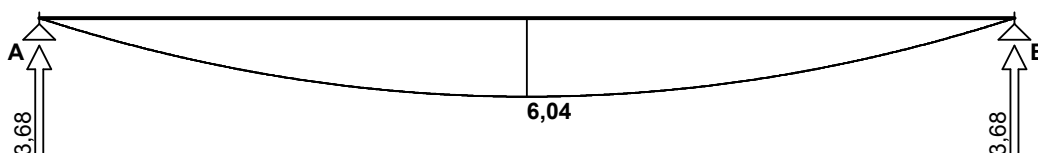
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

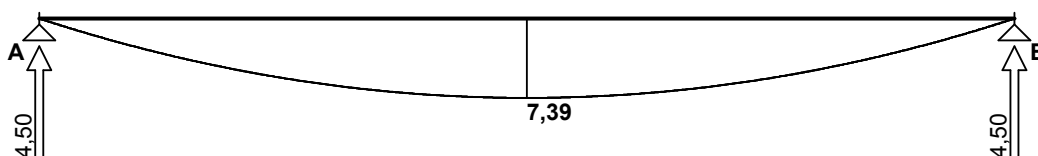
Przypadek **P1: stałe**

Momenty zginające [kNm]:



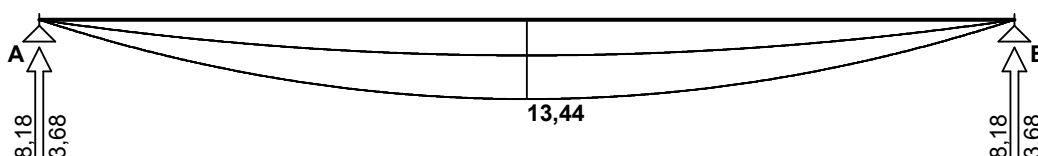
Przypadek **P2: zmienne**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

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;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

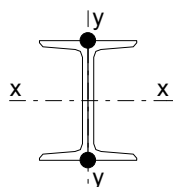
Przekrój: **2 C 160**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 24,0 \text{ cm}^2, \quad m = 37,6 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1850 \text{ cm}^4, \quad J_y = 333 \text{ cm}^4, \quad J_w = 3370 \text{ cm}^6, \quad J_T = 7,70 \text{ cm}^4, \quad W_x = 232 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:



- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 54,67 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 299,28 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 3,29 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2$)

Współczynnik zwężenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 13,44 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,246 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 8,18 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,027 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 8,18 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 89,78 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 3,29 \text{ m}$ (**K2**: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2$)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 11,77 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 18,77 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 11,77 \text{ mm} < f_{gr} = 18,77 \text{ mm} \quad (62,7\%)$$

Przyjęto: Wzmocnienie belkami stalowymi 2xC160
Stal St3S

1.3.3. Istniejąca belka drewniana $L=5,71 \text{ m}$

Wzmocnienie belki drewnianej ceownikami

Założenia:

- a) obciążenie równomiernie rozłożone q belki rozkłada się proporcjonalnie do sztywności poszczególnych elementów
- b) oś obojętna belki drewnianej pokrywa się z osią obojętną belki stalowej
- c) ugięcie belki i wzmacniających ją belek stalowych są takie same

Obliczenia

$$k = \boxed{1,85} \quad \text{współczynnik rozkładu obciążenia}$$

Obciążenia przypadające na belkę drewnianą – obc. stałe

Obc charakterystyczne $1,32 \times 0,35 = 0,46 \text{ kN/m}$

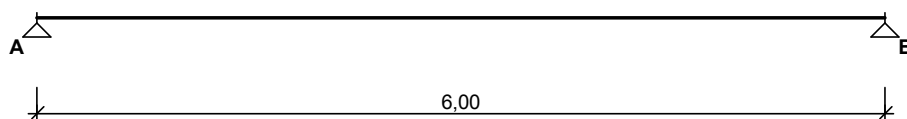
Obc obliczeniowe $1,72 \times 0,35 = 0,60 \text{ kN/m}$

Obciążenia przypadające na belkę drewnianą – obc. zmienne

Obc charakterystyczne $1,50 \times 0,35 = 0,53 \text{ kN/m}$

Obc obliczeniowe $2,10 \times 0,35 = 0,74 \text{ kN/m}$

SCHEMAT BELKI

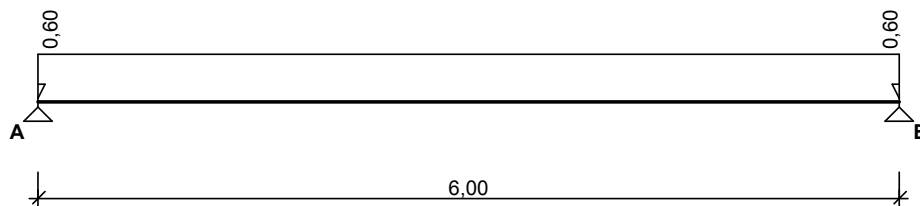


Parametry belki:

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

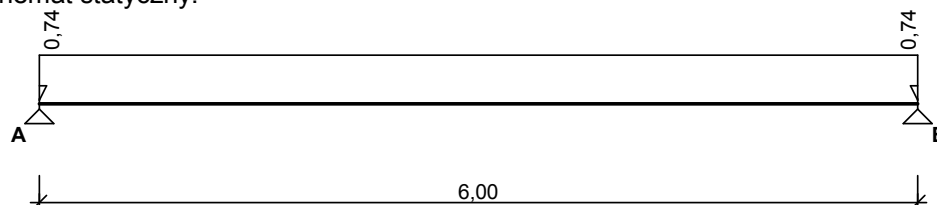
Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,30$, klasa trwania - stałe, $k_{def} = 0,60$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwała, $k_{def} = 0,25$)

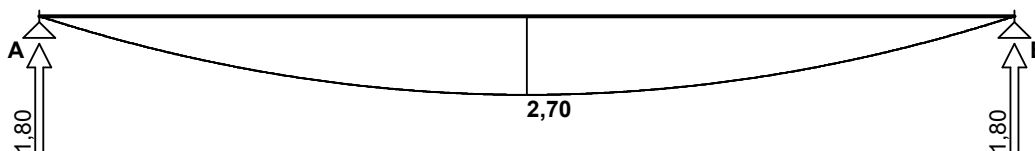
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

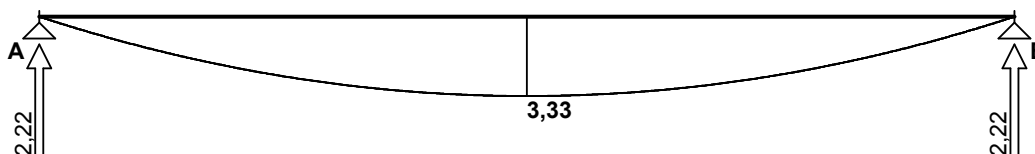
Przypadek **P1: stałe**

Momenty zginające [kNm]:



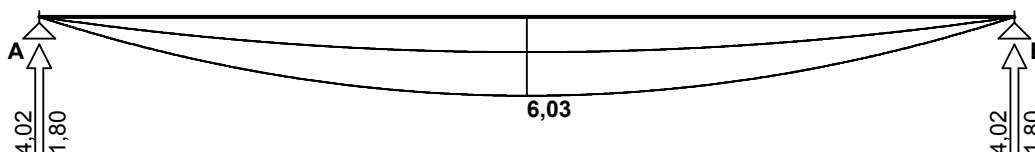
Przypadek **P2: zmienne**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwijrzenia:

- belka zabezpieczona przed zwijrzeniem

Belka w obiekcie starym, remontowanym

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 350$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000

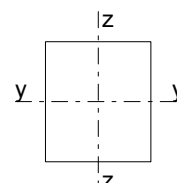
Przekrój prostokątny 22 / 25 cm

$$W_y = 2292 \text{ cm}^3, J_y = 28646 \text{ cm}^4, m = 18,1 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C20**

$$\rightarrow f_{m,k} = 20 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 12 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 9,5 \text{ GPa}, \rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie



Przekrój $x = 3,00$ m (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

Moment maksymalny $M_{\max} = 6,03$ kNm

$$\sigma_{m,y,d} = 2,63 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,24 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{\text{crit}} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,63 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa} \quad (24,4\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 0,00$ m (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 4,02$ kN

$$\tau_d = 0,11 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,18 \text{ MPa} \quad (9,3\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 4,02$ kN (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

$$a_p = 10,0 \text{ cm}, \quad k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,18 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,24 \text{ MPa} \quad (14,8\%)$$

Stan graniczny użytkowości

Przekrój $x = 3,00$ m (**K2**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$)

Ugięcie maksymalne $u_{\text{fin}} = 8,68$ mm

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot l_o / 350 = 25,71$ mm

$$u_{\text{fin}} = 8,68 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 25,71 \text{ mm} \quad (33,7\%)$$

Obciążenia przypadające na belkę stalową – obc. stałe

Obc charakterystyczne $1,32 \times 0,65 = 0,86$ kN/m

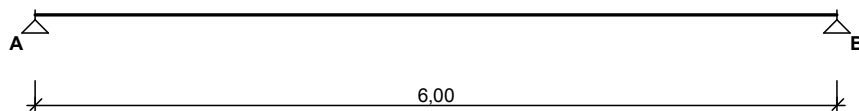
Obc obliczeniowe $1,72 \times 0,65 = 1,12$ kN/m

Obciążenia przypadające na belkę stalową – obc. zmienne

Obc charakterystyczne $1,50 \times 0,65 = 0,98$ kN/m

Obc obliczeniowe $2,10 \times 0,35 = 1,37$ kN/m

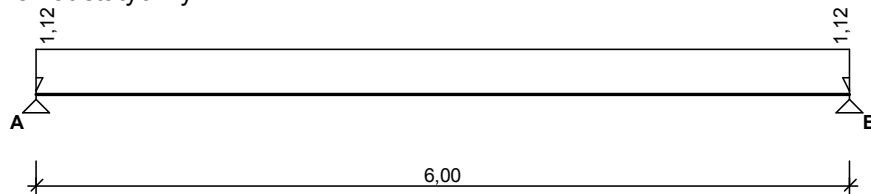
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

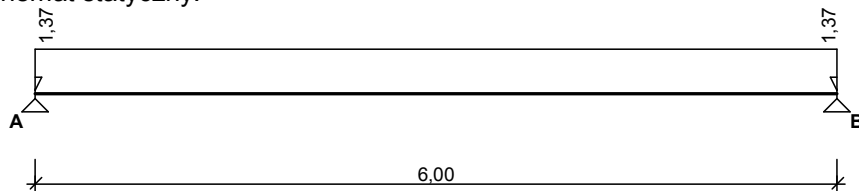
Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,30$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P2: zmienne** ($\gamma_f = 1,40$)

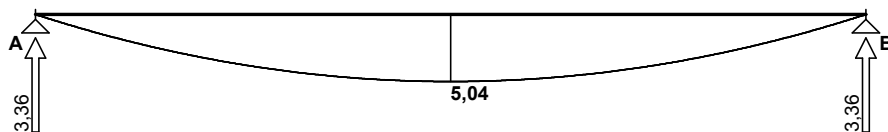
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

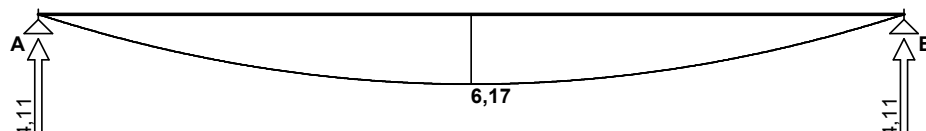
Przypadek **P1: stałe**

Momenty zginające [kNm]:



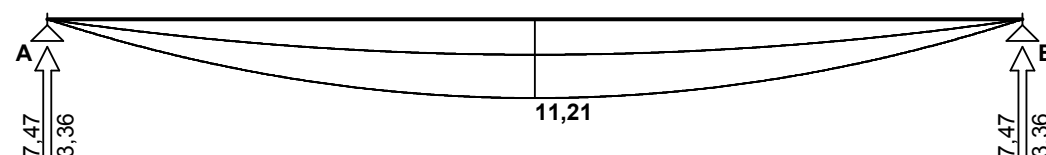
Przypadek **P2: zmienne**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

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;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **2 C 140**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 19,6 \text{ cm}^2, m = 32,0 \text{ kg/m}$$

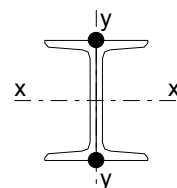
$$J_x = 1210 \text{ cm}^4, J_y = 250 \text{ cm}^4, J_\omega = 1880 \text{ cm}^6, J_T = 6,01 \text{ cm}^4, W_x = 173 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 40,76 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 244,41 \text{ kN}$



Nośność na zginanie

Przekrój z = 3,00 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 11,21 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,275 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 7,47 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,031 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 7,47 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 73,32 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 3,00 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 12,52 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 17,14 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 12,52 \text{ mm} < f_{gr} = 17,14 \text{ mm} \quad (73,0\%)$$



Przyjęto: Wzmocnienie belkami stalowymi 2xC140
Stal St3S

1.3.4. Istniejąca belka drewniana L=5,23m

Przyjęto: jak dla Poz.1.3.3
Wzmocnienie belkami stalowymi 2xC140
Stal St3S

KONIEC OBLICZEŃ
