

Pracownia Projektowa  
mgr inż. Dorota Sukiennik  
72-005 Przecław 93d/7  
tel. 0609-658-567

## 1. EKSPERTYZA KONSTRUKCYJNA STANU TECHNICZNEGO

## 2. PROJEKT PRZEBUDOWY

**Obiekt:** BUDYNEK ŚWIETLICY WIEJSKIEJ

**Adres:** CHOMĘTOWO GM. TRZEBIATÓW, DZIAŁKA NR 170

**Inwestor:** URZĄD MIEJSKI W TRZEBIATOWIE  
72-320 TRZEBIATÓW, UL. RYNEK 1  
WOJ. ZACHODNIOPOMORSKIE

### Oświadczenie

Projekt budowlany został o sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej (Art. 20 ust. 2 Prawo Budowlane – zmiany z dn. 30.04.2004 Dz. U. Nr 391)

### **Projektowała:**

**mgr inż. Dorota Sukiennik**

Uprawnienia budowlane nr 8/Sz/99/2000 w specjalności  
konstrukcyjno – budowlanej bez ograniczeń

### **Sprawdził:**

**mgr inż. Mirosław Sypek**

Uprawnienia budowlane nr 206/Sz/2002 w specjalności  
konstrukcyjno – budowlanej bez ograniczeń

Szczecin, listopad 2008 rok

## **ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA**

I.	EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO .....	3
II.	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA .....	5
III.	PROJEKT .....	9
IV.	ZABEZPIECZENIA .....	11
V.	OBLICZENIA .....	13
VI.	RYSUNKI	

### **SPIS RYSUNKÓW:**

K1	RZUT FUNDAMENTÓW
K2	RZUT STROPU NAD PARTEREM
K3	RZUT PODDASZE
K4	RZUT WIĘŻBY DACHOWEJ
K5	SCHODY ZELBETOWE

## **I. EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO**

### **1. DANE OGÓLNE**

Uzgodnienia dotyczące zakresu z inwestorem.

Inwentaryzacja budowlana i projekt przebudowy wykonany przez Autorską Pracownię Projektową mgr inż. Arch. Anny Borkowskiej-Koniewicz w lipcu 2008r.

Przepisy Prawa budowlanego, Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, oraz Polskie Normy.

Aktualne normy:

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

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

PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienna technologiczne.

PN-80/B-02010/Az:1:2006 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.

PN-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem.

PN-B-03264:1999 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowe.

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

PN-B-03150:2000 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowe.

PN-B-03002:1999 Konstrukcje murowane niezbrojone. Projektowanie i obliczanie.

PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowe.

PN-90/B-03000 Projekty budowlane. Obliczenia statyczne.

### **2. EKSPERTYZA KONSTRUKCJI STANU ISTNIEJĄCEGO**

W zakres opracowania wchodzi budynek parterowy wolnostojący, w części – podpiwniczony o dachu dwuspadowym krytym dachówką ceramiczną. Obiekt historyczny wzniesiony metodą tradycyjną z cegły. Poddasze w części użytkowe (pokój). Piwnica o wymiarach około 3,0x4,0m zasypana. Ogólnie budynek w stanie technicznym złym.

Konstrukcja dachu drewniana o układzie krokwiowo - jętkowym z jedną i dwiema ściankami stolcowymi. W części środkowej wykonana jako konstrukcja wieszrowa. Krokwie 14x18cm wsparte na murlatach o przekroju 14x14cm mocowanych do ścian zewnętrznych, jętki 13x18cm, płatywie 18x22cm, słupy 12x18cm. rozstaw krokwi 90-106cm. Pokrycie dachu dachówka ceramiczna od frontu po wymianie.

Ściany zewnętrzne murowane z. cegły pełnej grubości 46 i 63cm. Ściany wewnętrzne ceglane i ryglowe grubości 17 i 22cm. Ściany nośne w stanie częściowo dostatecznym , częściowo złym fot.8. Podczas remontu należy przemurować fragmenty ścian szczytowych. W ścianach parteru w narożniku fot.9. występują spękania, które należy przemurować lub spiąć klamrami .

Wieńce, w całym budynku brak wieńców. Podczas wymiany stropów należy je wykonać.

Stropy nad piwnicą z belek drewnianych, w stanie złym, do wymiany na płytę żelbetową na gruncie. Ponieważ piwnica jest obecnie zasypana i taka ma pozostać.

Stropy nad parterem z belek drewnianych, w stanie złym, do wymiany na stropy WPS żelbetowe na belkach stalowych.

Fundamenty, najprawdopodobniej kamienne, jednak przed przystąpieniem do prac remontowych należy wykonać odkrywki fundamentów i skontaktować się z projektantem. Fundament powinien być posadowiony na głębokości minimum 80cm poniżej terenu. Ponieważ projekt przewiduje obniżenie poziomu posadzki może wystąpić konieczność pogłębienia fundamentów.

Schody drewniane drabinowe – zawalone. Należy zaprojektować nową klatkę schodową.

### **3. WNIOSKI KOŃCOWE**

**Projektowane zmiany ingerują w konstrukcję nośną budynku, ale są możliwe do wykonania i nie pogorszą stanu podłoża gruntowego.**

Ważność orzeczenia o stanie technicznym wynosi 1 rok.

Opracowali:

21.11.2008r

mgr inż. Dorota Sukiennik

mgr inż. Mirosław Sypek

## II. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA

### SPIS FOTOGRAFII

FOT.1.2.	WIDOK ELEWACJI FRONTOWEJ
FOT.3.4.	WIDOK ELEWACJI BOCZNEJ
FOT.5.	POMIESZCZENIA NA PARTERZE
FOT.6.7.	WIĘŻBA DACHOWA
FOT.8.	ŚCIANY SZCZTYOWE DO PRZEMUROWANIA
FOT.9	PĘKANIA MURU NA NAROŻNIKU BUDYNKU



FOT.1.           WIDOK ELEWACJI FRONTOWEJ



FOT.2. WIDOK ELEWACJI FRONTOWEJ



FOT.3.4. WIDOK ELEWACJI BOCZNEJ



FOT.5. POMIESZCZENIA NA PARTERZE



FOT.6. WIEŻBA DACHOWA



FOT.7. WIEŻBA DACHOWA



FOT.8. ŚCIANY SZCZYTOWE DO PRZEMUROWANIA



FOT.9

SPEKANIA MURU NA NAROŻNIKU BUDYNKU

### **III. PROJEKT**

#### **4. ZAKRES PROJEKTOWANYCH ZMIAN**

W zakres opracowania wchodzi wymiana stropu parteru, nieznaczna zmiana konstrukcji dachu, obniżenie posadzki parteru, naprawa popękanych ścian (narożnik, szczyty), ocieplenie budynku 10cm warstwa styropianu w istniejącym budynku świetlicy.

##### **4.1. FUNDAMENTY**

Należy wykonać odkrywki fundamentów i w razie konieczności pogłębić je. Fundament powinien być posadowiony minimum 80cm poniżej poziomu terenu (strefa przemarzania).

Zaprojektowano obniżenie posadzki parteru o 23cm. Płytę posadzki na gruncie zaprojektowano grubości 15cm z betonu B20. Płytę należy zbroić w środku grubości siatką zbrojeniową typu Q188 ze stali zbrojeniowej A-III lub BSt500S, # 6 w rozstawie 15cm.

Pod słupy S1 2 [ ] 160 zaprojektowano żelbetowe stopy fundamentowe grubości 40cm, zbrojone siatką # 10 co 15cm. Wymiary stóp 80x80cm i 50x50cm wg rys.K1.

Płyty betonowe posadzek i stopy fundamentowe należy układać na podkładzie żwirowo-piaskowym grubości 15cm i stopniu zagęszczenia ID=0,6.

Zaleca się aby gładź cementową podłóg zbroić przeciwskurczowo

##### **4.2. ŚCIANY**

Ścianę w rejonie pionowych pęknięć przebiegających przez całą grubość muru wzmocnić w systemie Helifix

Kolejność czynności:

- wykuć lub wyciąć szczeliny w poziomych spoinach na głębokość 35-40 mm na długość 500 mm poza pęknięcie w rozstawie pionowym co 5 warstw cegieł;
- wyczyścić spoiny i spłukać dokładnie wodą pod ciśnieniem;
- wprowadzić w szczelinę zaprawę HeliBond MM2 o grubości 10 mm;
- osadzić pręt HeliBar w zaprawie;

- wprowadzić następną warstwę zaprawy cementowej MM2 pozostawiając ok. 10 mm w celu późniejszego uzupełnienia spoiny zaprawą stosowaną w pozostałych spoinach obiektu;
- okresowo zwilżać spoinę;
- uzupełnić wypełnienie szczeliny odpowiednią zaprawą;
- w przypadku pęknięcia blisko naroża muru to pręt powinien być zamocowany w przyległej ścianie na odcinku min. 500 mm.

### **Wieniec żelbetowy**

Ponieważ ściany nie mają wieńca żelbetowego, należy go wykonać .

Pod murlatą należy wykonać wieniec żelbetowy 25x30cm, zbrojony 4 # 12. Wieniec należy zaginać w ściany szczytowe na długości 1,5m

Murlaty należy zakotwić w wieńcu, przy pomocy śrub kotwiących M16 co ok. 1,50m, śruby należy wypuścić bezpośrednio z wieńca.

Wieńce zaprojektowano jako żelbetowe z betonu B20, zbrojony stalą 4 # 12 34GS, strzemiona  $\phi$  6 co 30cm. Pręty podłużne łączyć na zakład minimum 60cm. Pręty z wieńców poprzecznych zaginać w wieńce podłużne na długości minimum 70cm.

Po wykonaniu konstrukcji naprawczych ściany należy ocieplić 10cm warstwa styropianu.

### **4.3. STROPY WPS**

Nad parterem zaprojektowano strop WPS 90 na belkach stalowych I NP. 180 wg rys. K2.

### **Podciąg P1**

Wzdłuż budynku jako podparcie stropów WPS zaprojektowano podciąg P1 HEB. 240 oparty na słupkach [ ] 160

### **4.4. WIĘŻBA DACHOWA**

Istniejąca więźba dachowa jest drewniana o układzie jętkowym z jedną i dwiema ściankami stolcowymi. W części środkowej wykonana jako konstrukcja wieszrowa.

Zaprojektowano podniesienie jętki o 51cm i zastosowano układ z jedną ścianką stolcowa nad całym budynkiem.

Pozostawiono krokwie 14x18cm i jętki 13x18cm, jednak ich stan techniczny należy sprawdzić na budowie, istnieje możliwość że około 10% elementów będzie wymagało wymiany na nowe o podobnych parametrach.

Zaprojektowano płatew 15x20cm i słupki 15x15cm, przy dwóch słupkach zaprojektowano miecze 12x12cm.

Drewno klasy C30.

#### 4.5. SCHODY

Schody\_płytowe dwubiegowe oparte na ścianach nośnych, h=12cm, zbrojone # 10 co 12cm, beton b25, stal 34GS

#### 4.6. WNIOSKI KOŃCOWE

**Na podstawie przeprowadzonych wizji lokalnych, analizy istniejącego stanu technicznego wynika, że stan techniczny elementów konstrukcyjnych budynku istniejącego jest zadowalający. Projektowane zmiany nie pogorszą stanu podłoża gruntowego.**

### **IV. ZABEZPIECZENIA**

- Elementy żelbetowe wykonane tradycyjnie zabezpieczone przed korozją przez przyjęcie otulin o grubościach określonych normą.
- Elementy stalowe zabezpieczyć poprzez owinięcie siatką stalową i otynkowanie.
- Elementy więźby dachowej zabezpieczone solnymi środkami impregacyjnymi (wg instrukcji ITB ).
- Wykop pod budowę wykonać w porze suchej, zabezpieczyć wykop przed wodą opadową i wylać chudy beton pod ławy aby zapobiec rozmiękczeniu podłoża.
- Przewody instalacyjne, elementy ślusarki zabezpieczone antykorozyjnie przez powłoki malarskie.
- Do budowy stosować materiały i wyroby posiadające obowiązujące świadectwa dopuszczenia do stosowania w budownictwie lub zaświadczenie producenta, potwierdzające ich zgodność z postanowieniami odpowiednich norm.
- Wszystkie wymiary należy sprawdzać na miejscu budowy.

- Prace budowlane należy wykonać zgodnie z projektem, obowiązującymi przepisami i sztuką budowlaną.
- Wszelkie uzupełnienia i zmiany mogą być dokonane jedynie w ramach nadzoru autorskiego.
- Roboty muszą być prowadzone pod ścisłym nadzorem osoby uprawnionej.

Opracowali:

21.11.2008r

mgr inż. Dorota Sukiennik

mgr inż. Mirosław Sypek

## V. OBLICZENIA

### 1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Dachówka ceramiczna z konstrukcją  $0,9 \times 1,2 = 1,08 \text{ kN/m}^2$

Ocieplenie i płyty Gk  $0,6 \text{ kN/m}^2$

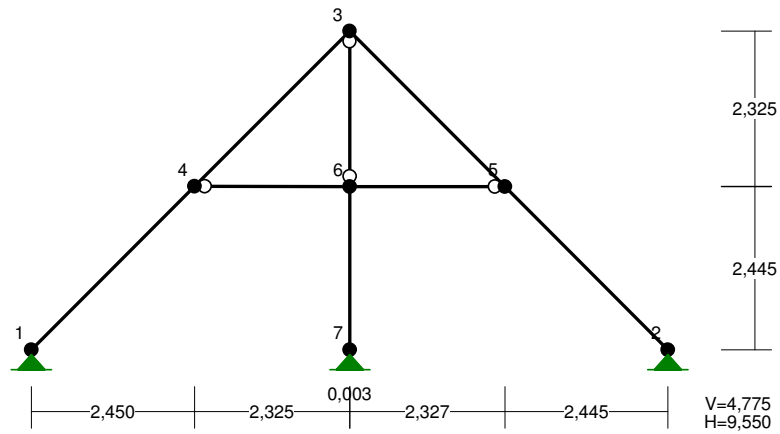
Śnieg  $0,9 \times 0,8 \times 1,5 = 1,08 \text{ kN/m}^2$

Razem  $2,76 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \text{ m} = 2,76 \text{ kN/m}$

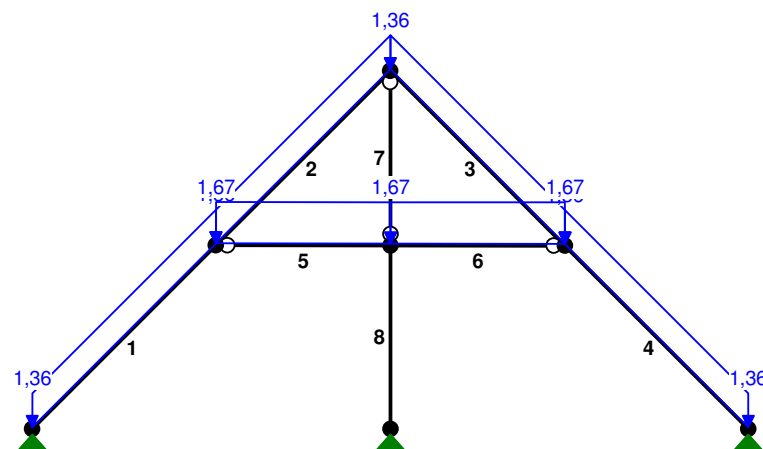
### 2. Wiązary co 1,0m

Nazwa: dach.rmt

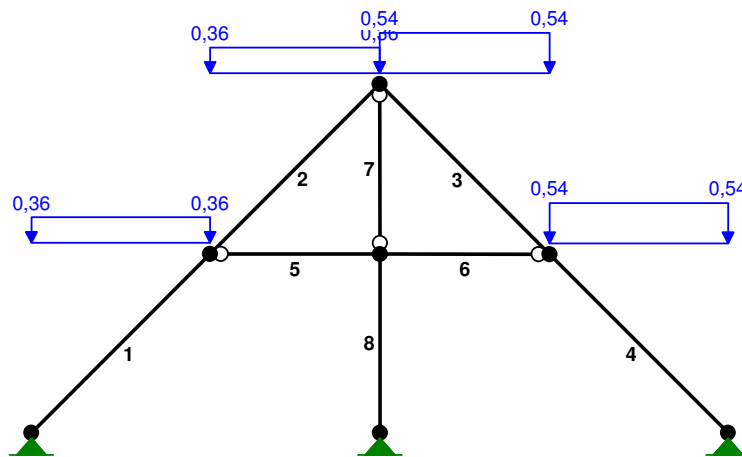
WĘZŁY:



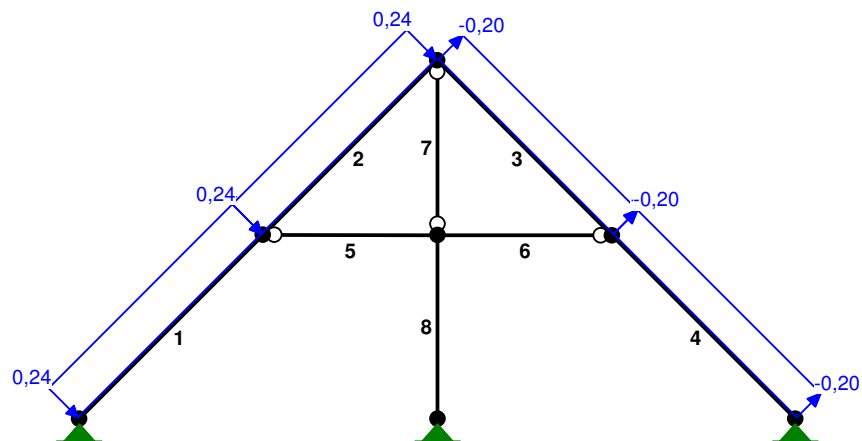
OBCIĄŻENIA: dachówka



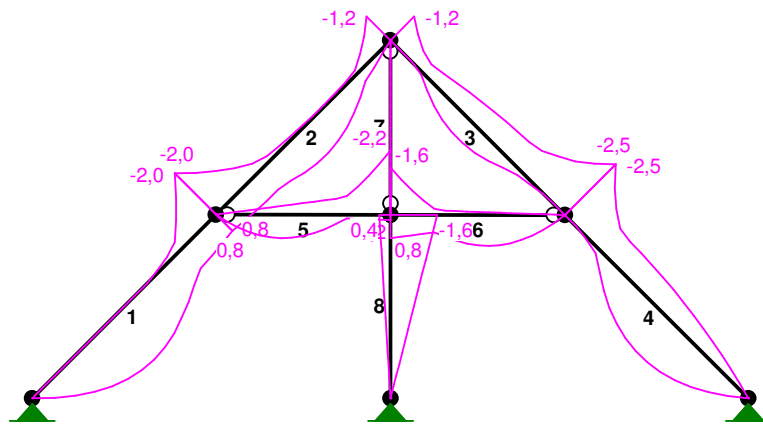
OBCIĄŻENIA: śnieg



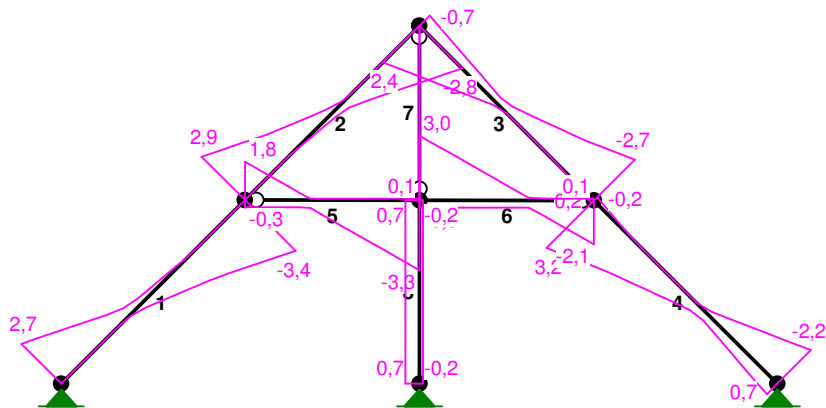
OBCIĄŻENIA: wiatr



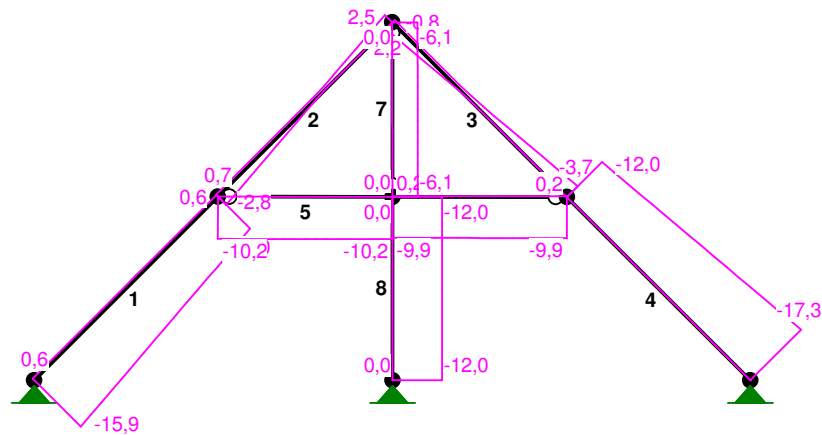
MOMENTY-OBWIEDNIE:



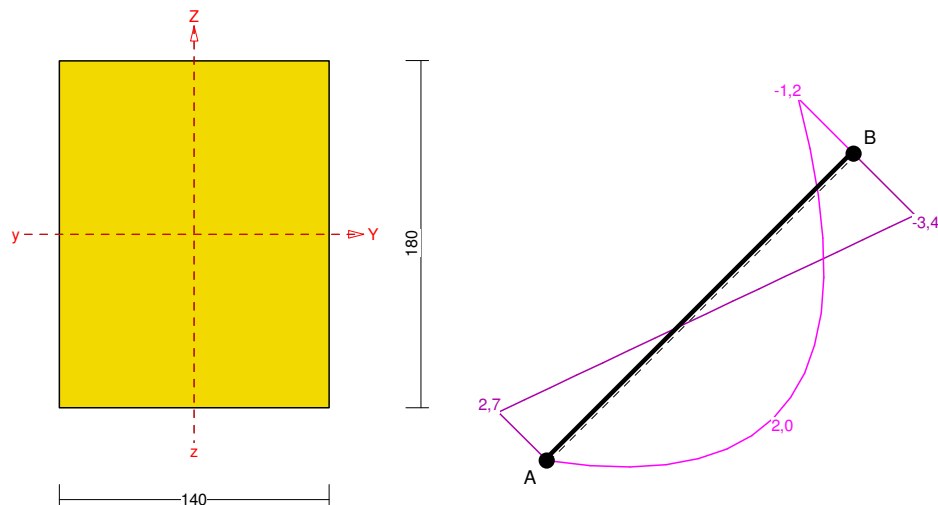
SIŁY PRZESKÓCZENIA:



NORMALNE – OBWIEDNIE:

**Pręt nr 1 – krokiew 14x18cm**

Zadanie: dach

**Przekrój: 1 "B 180x140"**

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=6804,0; \quad J_z=4116,0 \text{ cm}^4; \quad A=252,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=5,2; \quad i_z=4,0 \text{ cm}; \quad W_y=756,0; \quad W_z=588,0 \text{ cm}^3.$$

**Własności techniczne drewna:**

Przyjęto **1** klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza  $20^\circ$  i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

## Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,46$  m, przy obciążeniach „ABC”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,873 \times 3,465 = 3,025 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,465 = 3,465 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 3,025 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 3,465 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,025 / 0,0520 = 58,21$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,465 / 0,0404 = 85,73$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (58,21)^2 = 21,55 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (85,73)^2 = 9,94 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/21,55} = 0,987$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/9,94} = 1,454$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,987 - 0,5) + (0,987)^2] = 1,036$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,454 - 0,5) + (1,454)^2] = 1,652$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,036 + \sqrt{1,036^2 - 0,987^2}) = 0,741$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,652 + \sqrt{1,652^2 - 1,454^2}) = 0,410$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 252,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 15,3 / 252,00 \times 10 = \mathbf{0,6 < 3,98} = 0,410 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=1,52$  m;  $x_b=1,95$  m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,5}{0,741 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{2,7}{11,08} = \mathbf{0,315 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,5}{0,410 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{2,7}{11,08} = \mathbf{0,301 < 1}$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=1,52$  m;  $x_b=1,95$  m, przy obciążeniach „ABC”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 3465 + 180 + 180 = 3825 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3825 \times 180 \times 11,08}{3,142 \times 140^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,259$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{\text{rel},m} \leq 0,75 \quad k_{\text{crit}} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,0 / 756,00 \times 10^3 = \mathbf{2,7 < 11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=1,52$  m;  $x_b=1,95$  m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,7}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,2 < 1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{2,7}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,2 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=1,52$  m;  $x_b=1,95$  m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5^2}{9,69^2} + \frac{2,7}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,2 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{2,7}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,2 < 1}$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=3,46$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „ABC”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 3,4 / 252,0 \times 10 = 0,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 252,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,2^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,2 < 1,2} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla  $x_a=2,17$  m;  $x_b=1,30$  m, przy obciążeniach „ABC”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 300 = 11,5 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3465)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ABC”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -4,7 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3465)^2] (1 + 0,60) = -8,0 \text{ mm}$$

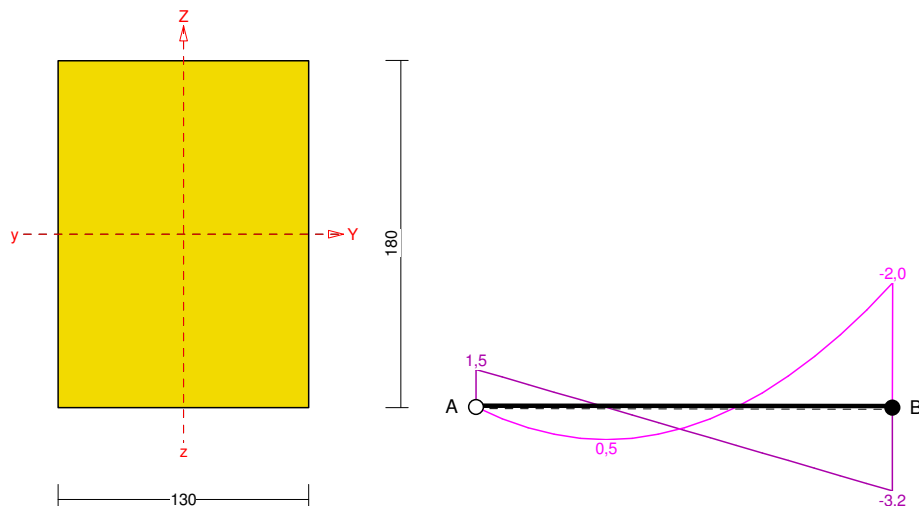
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 0,0 + -8,0 = \mathbf{8,0 < 11,5} = u_{\text{net,fin}}$$

**Pręt nr 5, jętki 13x18cm**

Zadanie: dach

**Przekrój: 2 "B 180x130"**

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=130,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=6318,0; \quad J_{zg}=3295,5 \text{ cm}^4; \quad A=234,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=5,2; \quad i_z=3,8 \text{ cm}; \quad W_y=702,0; \quad W_z=507,0 \text{ cm}^3.$$

**Własności techniczne drewna:**

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.****Sprawdzenie nośności pręta nr 5**

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

**Nośność na ściskanie:**

Wyniki dla  $x_a=2,33 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABC”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,932 \times 2,328 = 2,170 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,328 = 2,328 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 2,170 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 2,328 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,170 / 0,0520 = 41,76$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,328 / 0,0375 = 62,03$$

$$\sigma_{c, \text{crit}, y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (41,76)^2 = 41,89 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c, \text{crit}, z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (62,03)^2 = 18,98 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/41,89} = 0,708$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/18,98} = 1,052$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,708 - 0,5) + (0,708)^2] = 0,771$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,052 - 0,5) + (1,052)^2] = 1,108$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,771 + \sqrt{0,771^2 - 0,708^2}) = 0,928$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,108 + \sqrt{1,108^2 - 1,052^2}) = 0,686$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 234,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 10,2 / 234,00 \times 10 = \mathbf{0,4 < 6,65} = 0,686 \times 9,69 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=2,33 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,4}{0,928 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{2,9}{11,08} = \mathbf{0,311 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,4}{0,686 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{2,9}{11,08} = \mathbf{0,250 < 1}$$

**Nośność na zginanie:**

Wyniki dla  $x_a=2,33 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABC”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 2328 + 180 + 180 = 2688 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2688 \times 180 \times 11,08}{3,142 \times 130^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,233$$

Wartość współczynnika zwężenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,0 / 702,00 \times 10^3 = \mathbf{2,9 < 11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,33 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,9}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,3 < 1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{2,9}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,2 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=2,33 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,4^2}{9,69^2} + \frac{2,9}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,3 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,4^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{2,9}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,2 < 1}$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=2,33 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ABC”.

Napężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 3,2 / 234,0 \times 10 = 0,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 234,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,2^2 + 0,0^2} = 0,2 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,33$  m, przy obciążeniach „ABC”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 300 = 7,8 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (180,0/2328)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (130,0/2328)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ABC”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -2,9 \times [1 + 19,2 \times (180,0/2328)^2] (1 + 0,60) = -5,2 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (130,0/2328)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

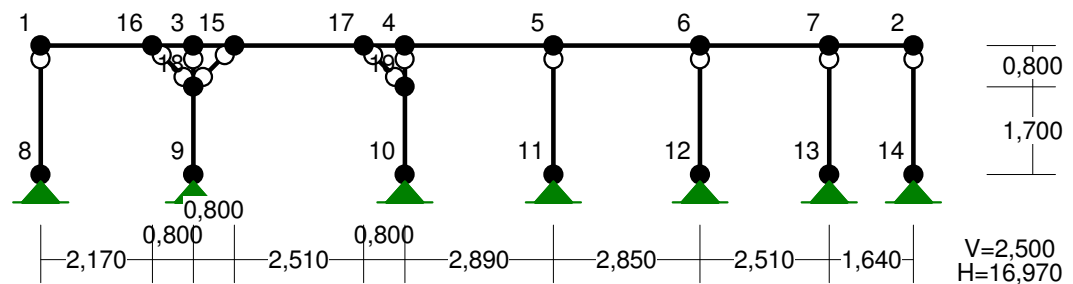
Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 0,0 + -5,2 = 5,2 < 7,8 = u_{\text{net,fin}}$$

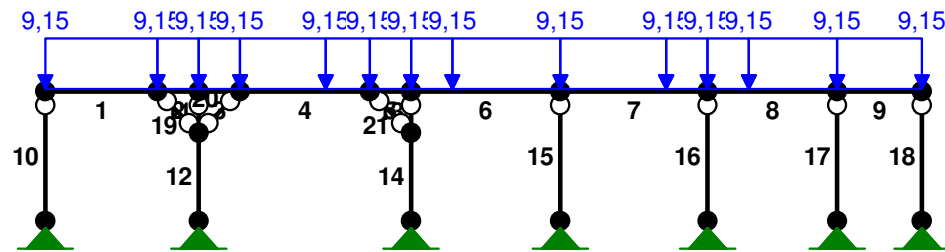
### 3. Płatew drewniana 15x20cm

Nazwa: platew.rmt

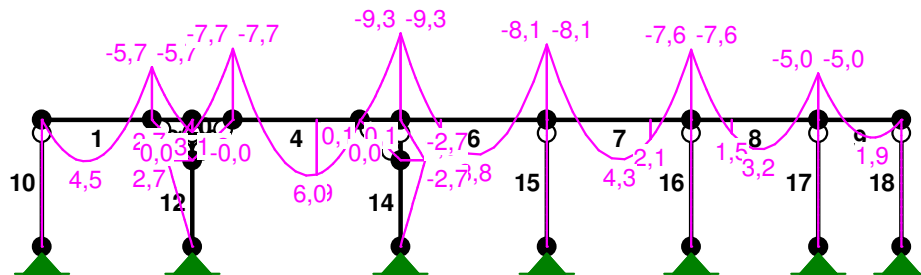
WEZŁY:



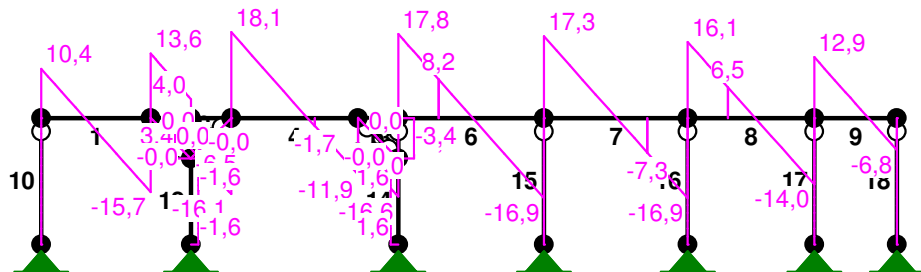
OBCIĄŻENIA:



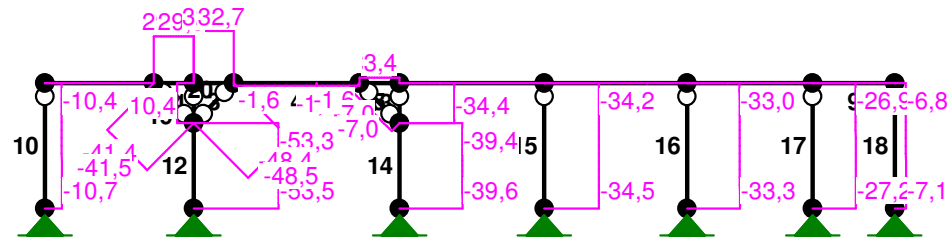
MOMENTY:



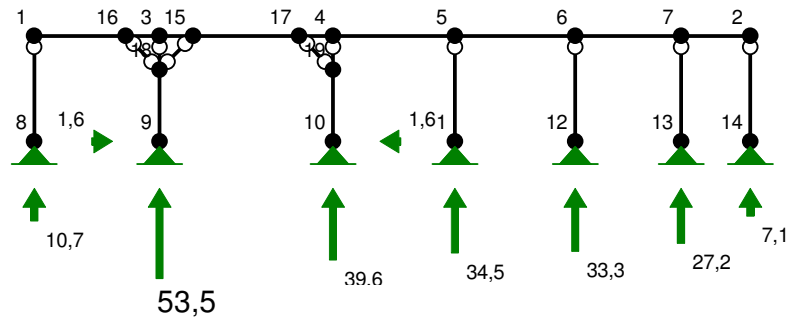
SIŁY PRZESKÓCZNE:



NORMALNE :

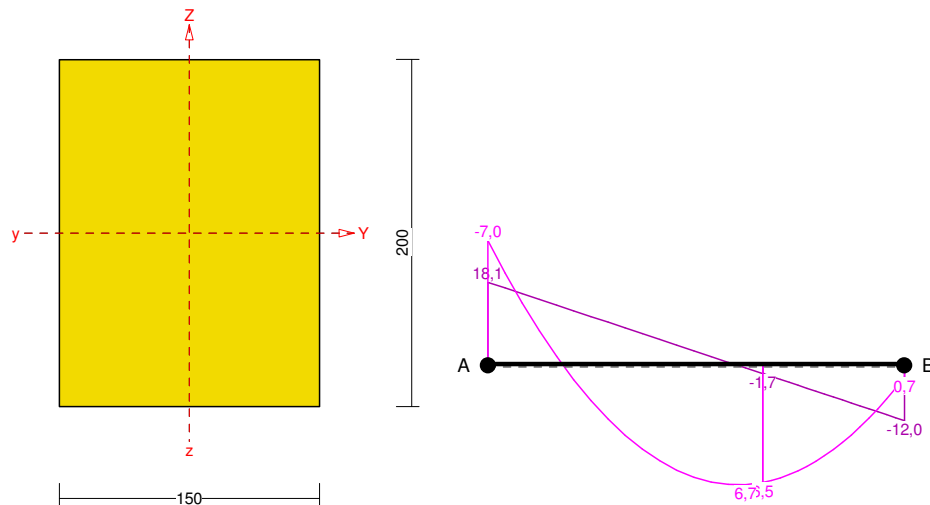


REAKCJE PODPOROWE:



## Pręt nr 4

Zadanie: platew



## Przekrój: 2 "B 200x150"

Wymiary przekroju:

$h=200,0 \text{ mm}$   $b=150,0 \text{ mm}$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=10000,0; J_z=5625,0 \text{ cm}^4; A=300,00 \text{ cm}^2; i_y=5,8; i_z=4,3 \text{ cm}; W_y=1000,0; W_z=750,0 \text{ cm}^3.$$

### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

### Sprawdzenie nośności pręta nr 4

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

#### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=2,51 \text{ m}$ , przy obciążeniach „A”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,591 \times 2,510 = 1,483 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,510 = 2,510 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,483 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 2,510 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,483 / 0,0577 = 25,69$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,510 / 0,0433 = 57,97$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (25,69)^2 = 110,63 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (57,97)^2 = 21,74 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 110,63} = 0,436$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 21,74} = 0,983$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,436 - 0,5) + (0,436)^2] = 0,588$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,983 - 0,5) + (0,983)^2] = 1,031$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,588 + \sqrt{0,588^2 - 0,436^2}) = 1,016$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,031 + \sqrt{1,031^2 - 0,983^2}) = 0,744$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 300,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,1 / 300,00 \times 10 = \mathbf{0,0 < 7,21} = 0,744 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=2,51 \text{ m}$ , przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{1,016 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{7,0}{11,08} = \mathbf{0,634 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,744 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{7,0}{11,08} = \mathbf{0,446 < 1}$$

#### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=2,51 \text{ m}$ , przy obciążeniach „A”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 2510 + 200 + 200 = 2910 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2910 \times 200 \times 11,08}{3,142 \times 150^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,222$$

Wartość współczynnika zwężenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 7,0 / 1000,00 \times 10^3 = \mathbf{7,0 < 11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,51$  m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{7,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,6 < 1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{7,0}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,4 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,51$  m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{9,69^2} + \frac{7,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,6 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{7,0}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,4 < 1}$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,51$  m, przy obciążeniach „A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 18,1 / 300,0 \times 10 = 0,9 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 300,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,9^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,9 < 1,2} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a=1,45$  m;  $x_b=1,06$  m, przy obciążeniach „A”.

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = l / 300 = 8,4 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -0,1 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2510)^2] (1 + 0,60) = -0,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2510)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („A”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -4,5 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2510)^2] (1 + 0,60) = -8,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2510)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,1 + -8,0 = \mathbf{8,1 < 8,4} = u_{net,fin}$$

#### 4. Stropy WPS

Płyta WPS  $0,08 \times 25 \times 1,1 = 2,2 \text{ kN/m}^2$

Keramzyt  $0,08 \times 14 \times 1,3 = 1,45 \text{ kN/m}^2$

Wylewka  $0,05 \times 22 \times 1,3 = 1,43 \text{ kN/m}^2$

Ścianki działowe  $1,25 \times 1,3 = 1,625 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie zmienne  $1,5 \times 1,4 = 2,1 \text{ kN/m}^2$

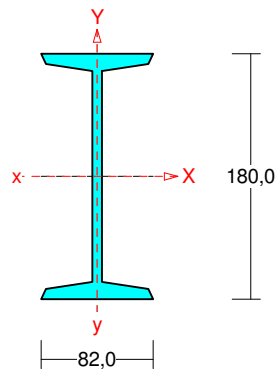
Razem  $8,805 \text{ kN/m}^2$

Rozstaw belek  $0,9 \text{ m}$ , stąd  $7,925 \text{ kN/m}$

#### Pręt nr 1

Zadanie: wps

Przekrój: I 180



Wymiary przekroju:

I 180  $h=180,0$   $g=6,9$   $s=82,0$   $t=10,3$   $r=6,9$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=1450,0$   $J_{yg}=81,3$   $A=27,90$   $i_x=7,2$   $i_y=1,7$   
 $J_w=5835,8$   $J_t=9,0$   $i_s=7,4$ .

Materiał:

**St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.**

Wytrzymałość  **$f_d=215 \text{ MPa}$**  dla  **$g=10,3$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

#### Siły przekrojowe:

$x_a = 2,150$ ;  $x_b = 2,150$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

**$M_x = -18,81 \text{ kNm}$ ,  $V_y = 0,00 \text{ kN}$ ,  $N = 0,00 \text{ kN}$ ,**

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 116,76 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -116,76 \text{ MPa}$ .

#### Długości wyboczeniowe pręta:

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

$\chi_1 = 1,000$   $\chi_2 = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow \mu = 1,000$  dla  $l_o = 4,300$   
 $l_w = 1,000 \times 4,300 = 4,300 \text{ m}$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$\chi_1 = 1,000$   $\chi_2 = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow \mu = 1,000$  dla  $l_o = 4,300$   
 $l_w = 1,000 \times 4,300 = 4,300 \text{ m}$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_{\omega} = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 4,300$  m. Długość wyboczeniowa  $l_{\omega} = 4,300$  m.

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1450,0}{4,300^2} 10^{-2} = 1586,66 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 81,3}{4,300^2} 10^{-2} = 88,96 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,4^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 5835,8}{4,300^2} 10^{-2} + 80 \times 9,0 \times 10^2 \right) = 1426,91 \text{ kN}$$

### Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{\omega\omega} = 4300$  mm:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 17}{1,000} \times \sqrt{215 / 215} = 599 < 4300 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia  $a_o = 0,00$  cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły  $a_s = 0,00$  cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia:  $A_1 = 0,000$ ,  $A_2 = 0,000$ ,  $B = 0,000$ .

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

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

$$0,000 \times 88,96 + \sqrt{(0,000 \times 88,96)^2 + 0,000^2 \times 0,074^2 \times 88,96 \times 1426,91} = 0,00$$

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

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

$x_a = 2,150$ ;  $x_b = 2,150$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,00 < 92,93 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 34,64 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R_x,V}} = \frac{18,81}{34,64} = 0,543 < 1$$

### Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,300$ .

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

Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $\sigma_c = 0,00$  MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 86,2 \times 6,9 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 127,87 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,00 < 127,87 = P_{R,W}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

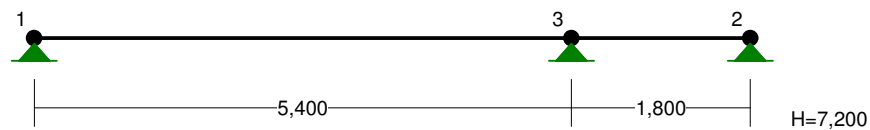
$$a_{\max} = 10,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 4300 / 350 = 12,3 \text{ mm}$$

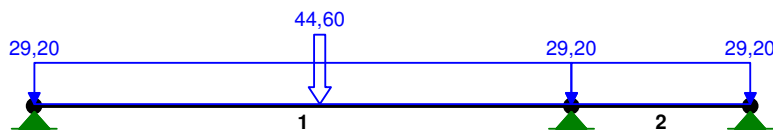
$$a_{\max} = 10,2 < 12,3 = a_{\text{gr}}$$

### 5. Podciąg P1 HEB 240 – obc. stropem i słupkiem z dachu

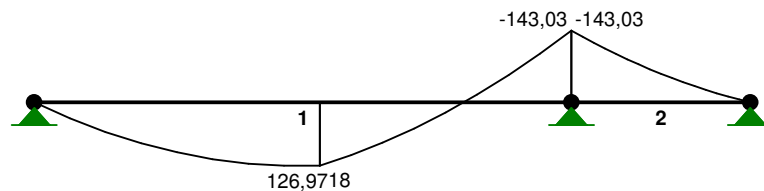
WĘZŁY:



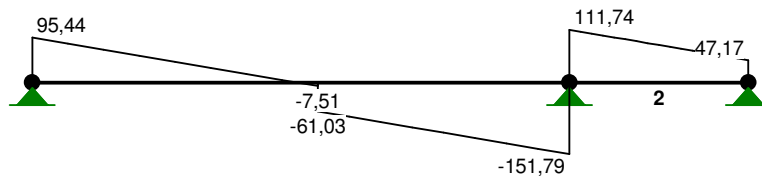
OBCIĄŻENIA:



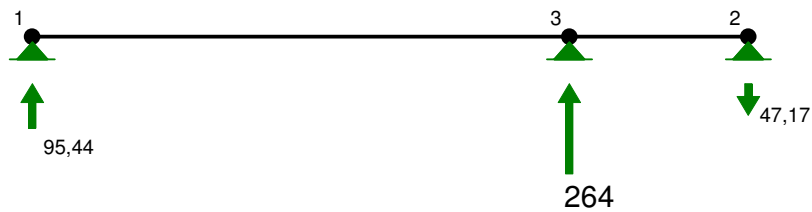
MOMENTY:



TNĄCE:



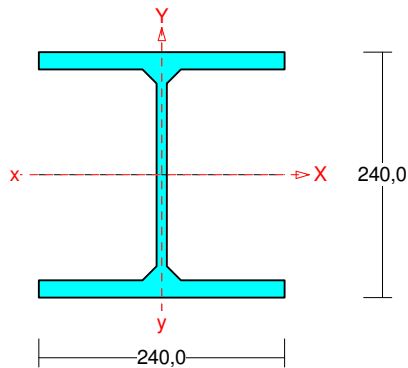
REAKCJE PODPOROWE:



## Pręt nr 1

Zadanie: p1

Przekrój: I 240 HEB



Wymiary przekroju:

I 240 HEB  $h=240,0$   $g=10,0$   $s=240,0$   $t=17,0$   $r=21,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=11260,0$   $J_{yg}=3920,0$   $A=106,00$   $i_x=10,3$   $i_y=6,1$

$J_w=486946,4$   $J_t=103,2$   $i_s=12,0$ .

Materiał:

**St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.**

Wytrzymałość  **$f_d=205$  MPa dla  $g=17,0$ .**

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

## Siły przekrojowe:

$x_a = 5,400$ ;  $x_b = 0,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

**$M_x = 143,03$  kNm,  $V_y = -151,79$  kN,  $N = 0,00$  kN,**

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 152,43$  MPa  $\sigma_c = -152,43$  MPa.

**Długości wyboczeniowe pręta:**

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

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 0,300 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,763 \quad \text{dla } l_0 = 5,400$$

$$l_w = 0,763 \times 5,400 = 4,120 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 5,400$$

$$l_w = 1,000 \times 5,400 = 5,400 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 5,400 \text{ m}$ . Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 5,400 \text{ m}$ .

**Siły krytyczne:**

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 11260,0}{4,120^2} 10^{-2} = 13420,09 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3920,0}{5,400^2} 10^{-2} = 2719,90 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{12,0^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 486946,4}{5,400^2} 10^{-2} + 80 \times 103,2 \times 10^2 \right) = 8127,12 \text{ kN}$$

**Zwicherungie:**

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{\omega\omega} = 5400 \text{ mm}$ :

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 61}{1,000} \times \sqrt{215 / 205} = 2179 < 5400 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwicherungiem.

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

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

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

$$0,000 \times 2719,90 + \sqrt{(0,000 \times 2719,90)^2 + 0,000^2 \times 0,120^2 \times 2719,90 \times 8127,12} = 0,00$$

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

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

$x_a = 5,400$ ;  $x_b = 0,000$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 151,79 < 171,22 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 192,36 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R_x,V}} = \frac{143,03}{192,36} = 0,744 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

**Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:**

$$a_{\max} = 11,4 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 5400 / 350 = 15,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 11,4 < 15,4 = a_{\text{gr}}$$

Opracowali:

21.11.2008r

mgr inż. Dorota Sukiennik

mgr inż. Mirosław Sypek