



Biuro Audytora Energetycznego

75-411 Koszalin, ul. Partyzantów 17, tel.: 094 342 54 64 biurodelta@wp.pl

PROJEKT BUDOWLANY

**PRZEBUDOWA I ZMIANA SPOSOBU UŻYTKOWANIA
POMIESZCZEŃ SZKOŁY PODSTAWOWEJ NA POTRZEBY PRZEDSZKOŁA
I KLUBU SENIORA W POLANOWIE NA DZ. NR 174 OBR. 004 M. POLANÓW**

BRANŻA KONSTRUKCYJNA

Obiekt: Budynek Szkoły Podstawowej w Polanowie

Kategoria obiektu budowlanego: IX

Adres: Polanów, ul. Wolności 14, dz. nr 174, obr. 004 m. Polanów

Inwestor: Gmina Polanów, ul. Wolności 4, 76-010 Polanów

Zespół autorski:

Branża budowlana - konstrukcja:

Projektant:
mgr inż. Ryszard Grzybowski
UAN/N/7210/498/87
ZAP/BO/3669/02

Sprawdził:
mgr inż. Małgorzata Rączy
ZAP/0055/PWBKb/20
ZAP/BO/0160/20

Koszalin - marzec 2021 r.

Zawartość opracowania

- A. Opis techniczny
- B. Wyniki obliczeń
- C. Ekspertyza techniczna
- D. Część rysunkowa:

- | | | |
|--|--------------|-------------|
| 1. Rzut parteru – schemat konstrukcyjny | skala 1 :100 | rys. nr 1/K |
| 2. Szczegóły konstrukcyjne nadproży | skala 1 : 25 | rys. nr 2/K |
| 3. Szczegóły konstrukcyjne podjazdu i schodów zewnętrznych | skala 1 : 50 | rys. nr 3/K |

1.0 Przedmiot opracowania

Przedmiotem inwestycji jest przebudowa i zmiana sposobu użytkowania pomieszczeń szkoły podstawowej na potrzeby przedszkola i klubu seniora. Budynek powstał w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Składa się z trzykondygnacyjnej części z salami dydaktycznymi, parterowego łącznika i sali sportowej. Przebudowa dotyczy części parteru na prawo od wejścia głównego do budynku w kierunku łącznika prowadzącego do hali sportowej.

Zmiana sposobu użytkowania oraz przebudowa wprowadza zmiany pod względem przeciwpożarowym oraz konstrukcyjnym ze względu na częściowe wyburzenie istniejących ścian, zaprojektowanie nowych ścian, zaprojektowanie nowych otworów okiennych.

2.0 Charakterystyka obiektu

Obszar objęty zmianą przeznaczenia znajduje się w budynku 3 kondygnacyjnym, bez podpiwniczenia o wysokości 16,10 m.

Powierzchnia netto fragmentu objętego opracowaniem przed zmianą przeznaczenia : 347,51 m²

Kubatura fragmentu lokalu objętego opracowaniem przed zmianą przeznaczenia: 1080,75 m³

3.0 Wykaz i opis robót budowlanych do wykonania w celu dostosowania obiektu do nowej funkcji.

3.1 Wydzielenie projektowanej części przeciwpożarowo za pomocą ścian w odporności przeciwpożarowej, zaprojektowanie na elewacji niepalnych pasów z wełny mineralnej oraz wstawienie okien w odporności przeciwpożarowej.

Roboty budowlane wykonać zgodnie z opisem w branży architektonicznej.

3.2 Wydzielenie pomieszczeń za pomocą ścian działowych o grubości 12 oraz 24 cm z bloczków z betonu komórkowego.

Roboty wykonać zgodnie z opisem w branży architektonicznej. Zastosować bloczki z betonu komórkowego odmiany 600 na zaprawie cementowo wapiennej 5 Mpa. Nadproża żelbetowe typu L-19.

3.3 Wyburzenie fragmentów istniejących ścian nośnych, usztywniających, kominowych i działowych zgodnie z rysunkiem rzutu parteru.

Zaprojektowano wyburzenia i otwory w ścianach nośnych, kominowych, usztywniających o grubości 25 do 30 cm oraz działowych o grubości 12 cm.

Otwory w ścianach nośnych, kominowych i usztywniających o grubości 25 - 28 cm należy wykonać w

następującej technologii:

- w miejscu projektowanego otworu, na wysokości planowanego nadproża otworu lub wyburzenia, odbicie tynku (do „gołej” ściany) po obu stronach ściany,
- wykonanie nacięć w ścianie o szerokości ok. 1 cm na całej długości projektowanego nadproża (podciągu) na głębokość półki C220 czyli 8 cm, dla obu półek ceownika (dolnej i górnej) ale tylko z jednej strony ściany, (analogicznie postąpić przy nadprożu z C140),
- wykonanie otworów (na przestrzał) w miejscach stężenia nadproża (miejscach połączenia śrubami dwóch ceowników stanowiących nadproże),
- osadzenie jednego elementu nadproża (podciągu), wciskając w miejscach półek ceownika zaprawę, szybkowiążącą, wysokowytrzymałą, pęczniejącą, ze szczególną starannością wokół górnej półki na której będzie opierał się pozostawiony górny fragment ściany oraz w miejscu oparcia ceownika,
- przed osadzeniem ceownika fragment ściany należy zwilżyć obficie wodą,
- po odczekaniu min 3 dni analogicznie postąpić po drugiej stronie przyszłego otworu lub wyburzenia,
- po scaleniu nadproża (podciągu) w jeden element przystąpić, po trzech dniach, do wyburzenia fragmentu ściany pod osadzonym i zespolonym nadprożem,
- w przypadku podparcia projektowanego nadproża na fragmencie komina, w miejscu samego podparcia ceownika, poniżej tego podparcia kanał wentylacyjny należy wypełnić zaprawą,
- osadzone stalowe nadproża należy zabezpieczyć farbą antykorozyjną oraz przed osadzeniem owinać od zewnątrz siatką Rabbita, dla lepszego w późniejszym czasie tynkowania,
- zwraca się uwagę na pozostawienie przy ścianie zewnętrznej filarków o szerokości min. 25 cm umożliwiających oparcie nadproży,
- w przypadku wykonywania nadproża pod projektowane okna w ścianie zewnętrznej, postępować analogicznie, przed osadzeniem nadproży należy zdjąć od strony zewnętrznej ocieplenie wraz z tynkiem.

Szczegół wykonania projektowanych nadproży (podciągów) pokazano na rysunku K/2.

3.4 Wykonanie dodatkowych drzwi wejściowych w miejscu istniejącego okna, dostosowanie projektowanego wejścia dla potrzeb osób niepełnosprawnych za pomocą pochylni oraz zaprojektowanie dodatkowego wyjścia ewakuacyjnego z planowanej sali przedszkolnej.

Roboty budowlane wykonać zgodnie z opisem w branży architektonicznej. Szczegóły rozwiązania pokazano na rysunku K/3.

3.5 Zamurowanie okien w północno-wschodniej ścianie między projektowaną salą seniora, a łącznikiem.

Roboty budowlane wykonać zgodnie z opisem w branży architektonicznej. Przed zamurowaniem należy zdemontować istniejące okna i parapety. Zamurowanie wykonać przy pomocy bloczków gazobetonowych z betonu komorkowego odmiany 600. Po zamurowaniu od wewnątrz pomieszczenia uzupełnić tynk, a od strony łącznika ocieplić styropianem i wykonać fakturę zewnętrzną.

EKSPERTYZA BUDOWLANA

DOTYCZĄCA PRZEBUDOWY I ZMIANY SPOSOBU UŻYTKOWANIA POMIESZCZEŃ SZKOŁY PODSTAWOWEJ NA POTRZEBY PRZEDSZKOŁA I KLUBU SENIORA W POLANOWIE

Obiekt: **Szkoła Podstawowa w Polanowie**
Kategoria obiektu budowlanego – kategoria IX

Adres: **76-010 Polanów ul. Wolności 14**
DZ. NR 174 OBR. 004 M. POLANÓW

Inwestor: **Gmina Polanów**
76-010 Polanów ul. Wolności 4

Autor :

	<i>mgr inż. Ryszard Grzybowski</i>
<i>upr. bud.</i>	<i>UAN/N/7210/498/87</i>
<i>izba budow.</i>	<i>ZAP/BO/3669/02</i>

Koszalin marzec 2021

EKSPERTYZA BUDOWLANA

dotycząca przebudowy i zmiany sposobu użytkowania części pomieszczeń szkoły podstawowej na potrzeby przedszkola i klubu seniora w Polanowie.

1.0 Podstawa opracowania.

- I.1 Umowa pomiędzy autorem opracowania, a Biurem Audytora Energetycznego „Delta” Koszalin ul. Partyzantów.
- I.2 Wizje lokalne, oględziny i pomiary dokonane przez autora w styczniu 2021r.
- I.3 Normy i literatura techniczna.

2.0 Cel i zakres opracowania.

Celem opracowania jest ocena stanu technicznego budynku oraz możliwość wykonania zmiany sposobu użytkowania części pomieszczeń na parterze budynku.

Ponadto w opracowaniu podano sposób wykonania wyburzeń w ścianach nośnych, działowych, usztywniających i zewnętrznych osłonowych oraz podano wytyczne umożliwiające spełnienie zmienionych wymogów przeciwpożarowych.

3.0 Ogólna charakterystyka obiektu.

Budynek szkoły podstawowej będący przedmiotem opracowania zbudowano w latach siedemdziesiątych XX wieku. Budynek kilkakrotnie rozbudowywany i przebudowany. Ostatnia przebudowa, w zakresie zmiany stropodachu z płaskiego na stromy o konstrukcji drewnianej pokrytej blachodachówką, przeprowadzona kilka lat wcześniej.

Budynek o konstrukcji tradycyjnej, mury zewnętrzne z cegły ceramicznej, wewnętrzne nośne ceglane i betonowe, stropy z płyt kanałowych. Dach o konstrukcji drewnianej płasko-krokwiowej ze ścianami stolcowymi.

Budynek wyposażony w instalacje: wodno-kanalizacyjną, c.o., elektryczną, odgromową oraz deszczową.

Budynek przez cały czas użytkowany, stan techniczny obiektu zgodnie z protokołami z przeglądów okresowych i zapisami w książce obiektu dobry, dopuszczony do użytkowania bez zastrzeżeń.

4.0 Wnioski i zalecenia.

Na podstawie przeprowadzonych kwerendy w dostępnej dokumentacji, oględzin oraz po analizie uzyskanych wyników przedstawia się następujące wnioski:

- 1. Obecny ogólny stan techniczny obiektu ocenia się jako co najmniej dobry.
- 2. Budynek na bieżąco remontowany i konserwowany.
- 3. Zmiana sposobu użytkowania części pomieszczeń na parterze budynku ma wpływ na zmianę warunków zabezpieczenia przeciwpożarowego, zmiana kategorii obiektu z ZL I

na ZL II w przypadku przedszkola i klubu seniora. Budynek należy w tym zakresie dostosować do obowiązujących przepisów.

4. Zmiana sposobu użytkowania z pomieszczeń szkolnych na przedszkolne czy klub seniora nie wpływa na zmianę wartości obciążeń użytkowych, w związku z powyższym nie przeprowadzono analizy w tym zakresie. Dodatkowym argumentem jest to iż przebudowie podlegają pomieszczenia na parterze.
5. W projekcie należy szczegółowo opisać sposób wykonania wyburzeń oraz osadzenia nadproży.

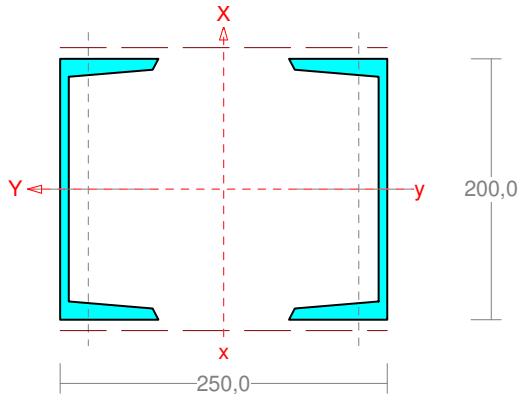
Obliczenia statyczno - wytrzymałościowe.

Nadproże N-1

Pręt nr 1

Zadanie: n-2

Przekrój: 2 U 200 p



Wymiary przekroju:

U 200 p $h=200,0$ $s=75,0$ $g=6,5$ $t=11,5$ $r=11,5$
 $e_x=21,6$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=6421,0$ $J_{yg}=3640,0$ $A=57,40$ $F=28,7$ $J_x=1820,0$
 $J_y=142,0$ $i_1=2,22$ $y_s=4,7$ $i_s=9,5$ $J_w=8928,6$ $J_t=10,1$
 $r_x=-16,1$ $b_y=12,7$.

Materiał: **St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=11,5$** .

Siły przekrojowe:

$x_a = 1,290$; $x_b = 1,290$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

$N = 0,0$ kN,

$M_y = 62,6$ kNm, **$V_x = -0,0$ kN.**

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 171,9$ MPa $\sigma_c = -171,9$ MPa.

Połączenie gałęzi.

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości $b = 100,0$ mm i grubości $g = 8,0$ mm w odstępach $l_1 = 250,0$ mm, wykonanymi ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 250,0 / 22,2 = 11,26$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi $\varphi_p = 1,000$. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

1

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

- dla zginania względem osi Y: $\psi_y = 1,000$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 2580,0 / 105,8 = 24,39$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \text{ m} / 2 = \sqrt{24,39^2 + 11,26^2} = 26,87$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_0} = \frac{26,87}{84,00} \times \sqrt{0,993} = 0,319$$

Nośność przewiązek.

$x_a = 1,290$; $x_b = 1,290$.

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 \text{ V} = 1,2 \times 0,0 = 0,0 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 57,40 \times 215 \times 10^{-1} = 14,8 \text{ kN}$$

Przyjęto $Q = 14,8 \text{ kN}$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n (m-1) a} = \frac{14,8 \times 250,0}{2 \times (2-1) \times 206,8} = 9,0 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{14,8 \times 0,2}{2 \times 2} = 0,9 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 100,0 \times 8,0 \times 215 \times 10^{-3} = 89,8 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 8,0 \times 100,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 2,9 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 9,0 < 89,8 = V_R \quad M_Q = 0,9 < 2,9 = M_R$$

Oslabienia otworami:

$x_a = 1,290$; $x_b = 1,290$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 171,9 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -171,9 \text{ MPa}$.

Oslabienia przekroju: $A_{ow} = 0,00$, $A_{of} = 0,00 \text{ cm}^2$. Otwory są **niepowiększone**.

Naprężenia:

$$\text{- normalne:} \quad \sigma = -0,0 \Delta \sigma = 171,9 \text{ MPa} \quad \psi_{oc} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta \sigma = 0,0 / 1,000 + 171,9 = 171,9 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,580$$

$$l_w = 1,000 \times 2,580 = 2,580 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,580$$

$$l_w = 1,000 \times 2,580 = 2,580 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 6421,0}{2,580^2} 10^{-2} = 19517,0 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3640,0}{2,580^2} 10^{-2} = 11064,1 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,290$; $x_b = 1,290$.

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 364,0 \times 215 \times 10^{-3} = 78,3 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiecznienia dla $\lambda_L = 0,000$ wynosi $\phi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{62,6}{78,3} = 0,800 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 1,290$; $x_b = 1,290$.

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \phi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 23,8 \times 215 \times 10^{-1} = 296,7 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 89,0 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 0,0 < 296,7 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 1,290$; $x_b = 1,290$.

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,0 < 89,0 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 78,3 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{62,6}{78,3} = 0,800 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 1,290$; $x_b = 1,290$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 0,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 152,2 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 152,2 / 215 = 0,896$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 23,0 \times 13,0 \times 0,896 \times 215 \times 10^{-3} = 57,7 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,0 < 57,7 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 4,3 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 2580 / 250 = 10,3 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 4,3 < 10,3 = a_{\text{gr}}$$

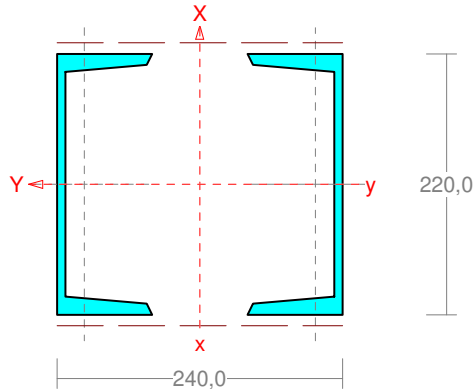
W celu ujednolicenia elementów przyjęto profil nadproża 2 x C220

Nadproże N-2

Pręt nr 1

Zadanie: n-3

Przekrój: 2 U 220 p



Wymiary przekroju:

U 220 p h=220,0 s=80,0 g=7,0 t=12,5 r=12,5
ex=22,9.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=6715,9 J_{yg}=5020,0 A=67,20 F=33,6 J_x=2510,0
J_y=190,0 i₁=2,38 y_s=5,0 i_s=10,3 J_w=14344,4
J_t=13,7 r_x=-17,9 b_y=13,9.

Materiał: St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W. Wytrzymałość **f_d=215 MPa** dla **g=12,5**.

Siły przekrojowe:

x_a = 1,575; x_b = 1,575.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

N = 0,0 kN,

M_y = 80,1 kNm, **V_x = 0,0 kN.**

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 175,4 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -175,4 \text{ MPa}$.

Połączenie gałęzi.

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości b = 120,0 mm i grubości g = 8,0 mm w odstępach l₁ = 250,0 mm, wykonanymi ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 250,0 / 23,8 = 10,50$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi $\varphi_p = 1,000$. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

1

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

- dla zginania względem osi Y: $\psi_y = 1,000$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 3150,0 / 100,0 = 31,51$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \text{ m} / 2 = \sqrt{31,51^2 + 10,50^2} = 33,21$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_6} = \frac{33,21}{84,00} \times \sqrt{0,994} = 0,394$$

Nośność przewiązek.

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 \text{ V} = 1,2 \times 0,0 = 0,0 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 67,20 \times 215 \times 10^{-1} = 17,3 \text{ kN}$$

Przyjęto $Q = 17,3 \text{ kN}$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n (m-1) a} = \frac{17,3 \times 250,0}{2 \times (2-1) \times 194,2} = 11,2 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{17,3 \times 0,2}{2 \times 2} = 1,1 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 120,0 \times 8,0 \times 215 \times 10^{-3} = 107,7 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 8,0 \times 120,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 4,1 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 11,2 < 107,7 = V_R \quad M_Q = 1,1 < 4,1 = M_R$$

Oslabienia otworami:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 175,4 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -175,4 \text{ MPa}$.

Oslabienia przekroju: $A_{ow} = 0,00$, $A_{of} = 0,00 \text{ cm}^2$. Otwory są **niepowiększone**.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 0,0$ $\Delta\sigma = 175,4 \text{ MPa}$ $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 175,4 = 175,4 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,150$$

$$l_w = 1,000 \times 3,150 = 3,150 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,150$$

$$l_w = 1,000 \times 3,150 = 3,150 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 6715,9}{3,150^2} 10^{-2} = 13694,2 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 5020,0}{3,150^2} 10^{-2} = 10236,1 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 456,4 \times 215 \times 10^{-3} = 98,1 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwężenia dla $\lambda_L = 0,000$ wynosi $\phi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{80,1}{98,1} = 0,816 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \phi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 28,2 \times 215 \times 10^{-1} = 351,6 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 105,5 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 0,0 < 351,6 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,0 < 105,5 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 98,1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{80,1}{98,1} = 0,816 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 0,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 155,5 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 155,5 / 215 = 0,888$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 25,0 \times 14,0 \times 0,888 \times 215 \times 10^{-3} = 66,7 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,0 < 66,7 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 6,0 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3150 / 250 = 12,6 \text{ mm}$$

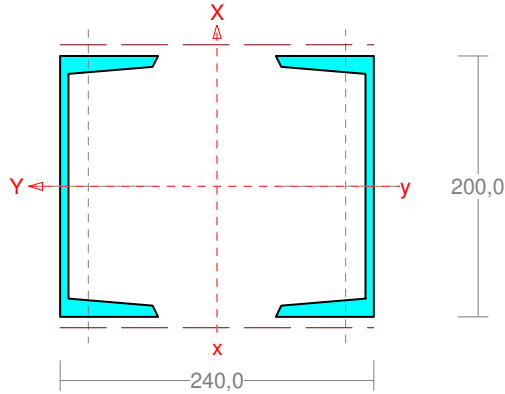
$$a_{\max} = 6,0 < 12,6 = a_{\text{gr}}$$

Nadproże N-3 75% obciążenia na N-2

Pręt nr 1

Zadanie: n-4

Przekrój: 2 U 200 p



Wymiary przekroju:

U 200 p h=200,0 s=75,0 g=6,5 t=11,5 r=11,5
ex=21,6.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=5841,8 J_{yg}=3640,0 A=57,40 F=28,7 J_x=1820,0
J_y=142,0 i₁=2,22 y_s=4,7 i_s=9,5 J_w=8928,6 J_t=10,1
r_x=-16,1 b_y=12,7.

Materiał: **St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W**. Wytrzymałość **f_d=215 MPa** dla **g=11,5**.

Siły przekrojowe:

x_a = 1,575; x_b = 1,575.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

N = 0,0 kN,

M_y = 60,0 kNm, V_x = 0,0 kN.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 165,0 MPa σ_c = -165,0 MPa.

Połączenie gałęzi.

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości b = 120,0 mm i grubości g = 8,0 mm w odstępach l₁ = 250,0 mm, wykonanymi ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 250,0 / 22,2 = 11,26$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi φ_p = 1,000. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

1

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

- dla zginania względem osi Y: $\psi_y = 1,000$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 3150,0 / 100,9 = 31,22$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \text{ m} / 2 = \sqrt{31,22^2 + 11,26^2} = 33,19$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_6} = \frac{33,19}{84,00} \times \sqrt{0,993} = 0,394$$

Nośność przewiązek.

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 \text{ V} = 1,2 \times 0,0 = 0,0 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 57,40 \times 215 \times 10^{-1} = 14,8 \text{ kN}$$

Przyjęto $Q = 14,8 \text{ kN}$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n (m-1) a} = \frac{14,8 \times 250,0}{2 \times (2-1) \times 196,8} = 9,4 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{14,8 \times 0,2}{2 \times 2} = 0,9 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 120,0 \times 8,0 \times 215 \times 10^{-3} = 107,7 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 8,0 \times 120,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 4,1 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 9,4 < 107,7 = V_R \quad M_Q = 0,9 < 4,1 = M_R$$

Oslabienia otworami:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 165,0 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -165,0 \text{ MPa}$.

Oslabienia przekroju: $A_{ow} = 0,00$, $A_{of} = 0,00 \text{ cm}^2$. Otwory są **niepowiększone**.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -0,0 \Delta\sigma = 165,0 \text{ MPa}$ $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 165,0 = 165,0 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,150$$

$$l_w = 1,000 \times 3,150 = 3,150 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,150$$

$$l_w = 1,000 \times 3,150 = 3,150 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 5841,8}{3,150^2} 10^{-2} = 11911,8 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3640,0}{3,150^2} 10^{-2} = 7422,2 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 364,0 \times 215 \times 10^{-3} = 78,3 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczenia dla $\lambda_L = 0,000$ wynosi $\phi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{60,0}{78,3} = 0,767 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \phi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 23,8 \times 215 \times 10^{-1} = 296,7 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 89,0 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 0,0 < 296,7 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,0 < 89,0 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 78,3 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{60,0}{78,3} = 0,767 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 1,575$; $x_b = 1,575$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 0,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 146,0 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 146,0 / 215 = 0,911$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 23,0 \times 13,0 \times 0,911 \times 215 \times 10^{-3} = 58,6 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,0 < 58,6 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 6,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3150 / 250 = 12,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 6,2 < 12,6 = a_{\text{gr}}$$

W celu ujednolicenia elementów przyjęto profil nadproża 2 x C220