

PROJEKT TECHNICZNY – BRANŻA KONSTRUKCYJNA

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWANEGO:

PRZEBUDOWA, REMONT I CZĘŚCIOWA ROZBIÓRKA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ
NA DZIAŁKACH 7286/1, 7286/2, 7286/3 W RADZIECHOWACH

LOKALIZACJA:

DZIAŁKI NUMER: 7286/1, 7286/2, 7286/3
JEDNOSTKA EWIDENCYJNA: 241710_2 RADZIECHOWY-WIEPRZ
OBRĘB EWIDENCYJNY: 0004 RADZIECHOWY
GMINA: RADZIECHOWY-WIEPRZ
POWIAT: ŻYWIECKI
WOJEWÓDZTWO: ŚLĄSKIE

INWESTOR:

URZĄD GMINY RADZIECHOWY-WIEPRZ
WIEPRZ 700
34-381 RADZIECHOWY

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:

BOKRA-BUD
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, SPÓŁKA KOMANDYTOWA
UL. JODŁOWA 147, 34-300 ŻYWIEC

KATEGORIA OBIEKTU: IX

AUTORZY OPRACOWANIA : PROJEKTU TECHNICZNEGO – BRANŻA KONSTRUKCYJNA

| | |
|--|--|
| <u>OPRACOWAŁ CZĘŚĆ ARCHITEKTONICZNA I KONSTRUKCYJNA:</u> imię i nazwisko: mgr inż. Artur ZIOŁA | |
| <u>PROJEKTOWAŁ CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA:</u> imię i nazwisko: mgr inż. Maciej CENDRY nr upr.: B-B. 53/76 | |

SPIS TREŚCI PROJEKTU TECHNICZNEGO

I. CZĘŚĆ OPISOWA

| | |
|---|----|
| DECYZJE O NADANIU UPRAWNIENÍ BUDOWLANYCH | 3 |
| OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA | 6 |
| 1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA | 7 |
| 2. WARUNKI POSADOWIENIA | 7 |
| 3. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE PRZEGRÓD BUDOWLANYCH | 7 |
| 4. OPIS ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH | 7 |
| 5. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE | 8 |
| 6. ZALECENIA OGÓLNE | 12 |
| 7. UWAGI KOŃCOWE | 12 |

II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

| | | |
|-------|--|------------------|
| K – 1 | – RZUT PIWNICY (SEGMENT B) SCHEMAT KONSTRUKCYJNY; NADPROŻE N1 | skala 1:100/1:25 |
| K – 2 | – RZUT PARTERU (SEGMENT E) SCHEMAT KONSTRUKCYJNY; NADPROŻE N2 | skala 1:100/1:25 |
| K – 3 | – RZUT PARTERU (SEGMENT D) SCHEMAT KONSTRUKCYJNY; WIENIEC W1, W2 | skala 1:100/1:25 |

DECYZJE O NADANIU UPRAWNIEN BUDOWLANYCH

URZĄD WOJEWÓDZKI
w BIELSKU-BIAŁYM
Wydział Gospodarki Terenowej
i Ochrony Środowiska
43-500 BIELSKO-BIAŁA
ul. Mickiewicza 2a

Bielsko-Biała 12 sierpnia 76
_____, dnia _____ 19__ r.

Nr ewiden. B-B. 58/76

DECYZJA

Na podstawie § 2 ust. 1 pkt 1, § 6 ust. 3, § 4 ust. 2, § 7 i § 13, ust. 1 pkt 2

Rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. nr 8, poz. 46, z dnia 7 III 1975 r.)
stwierdza się, że Obywatel Maciej CENDRY

mgr inż. budowlanego

urodzony dnia 28 stycznia 1949 r. w Żywcu

P O S I A D A

przygotowanie zawodowe, upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji projektanta

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Obywatel mgr inż. MACIEJ CENDRY

jest upoważniony do 1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracji wodnych,

2/ sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych :

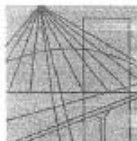
a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,

b/ budowli nie będących budynkami,

- 3/ w budownictwie osób fizycznych - do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego obiektów budowlanych;



Z upoważnienia Wojewody
DYREKTOR WYDZIAŁU
Gospodarki Terenowej
i Ochrony Środowiska
[Signature]
mgr Henryk Gorgosz



Ś L Ą S K A
O K R Ę G O W A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Katowice, 16 grudnia 2022 r.

Pan Maciej Cendry

os. 700-lecia 25/25

34-300 Żywiec

ZAŚWIADCZENIE

Pan Cendry Maciej

jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa o numerze ewidencyjnym **SLK/BO/0049/01**
i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności
cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 31.12.2023 r.

40-467 KATOWICE ul. Adama 1b tel. 32 255 45 52 e-mail: biuro@slk.pilb.org.pl

Żywiec dnia 27.01.2023r.

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Ja niżej podpisany(a), oświadczam, pod rygorem odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia wynikającej z art. 233 § 6 ustawy z dnia 6 czerwca 1997 roku - Kodeks karny (z późn. zm.) że:

- stosownie do ustawy Prawo budowlane art.34 opracowanie:

**PRZEBUDOWA, REMONT I CZĘŚCIOWA ROZBIÓRKA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ
NA DZIAŁKACH 7286/1, 7286/2, 7286/3 W RADZIECHOWACH**

został wykonany zgodnie z umową, obowiązującymi przepisami technicznymi, budowlanym normami i wytycznymi oraz zasadami wiedzy technicznej

PROJEKTANT W CZĘŚCI KONSTRUKCYJNEJ:

imię i nazwisko:

mgr inż.

Maciej CENDRY

nr upr.: B-B. 53/76

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest Projekt Techniczny w branży konstrukcyjnej dla zamierzenia inwestycyjnego pn.: *PRZEBUDOWA, REMONT I CZĘŚCIOWA ROZBIÓRKA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ NA DZIAŁKACH 7286/1, 7286/2, 7286/3 W RADZIECHOWACH*, zlokalizowanego w Radziechowach, działki nr: 7286/1, 7286/2, 7286/3 jedn. ew. 241710_2 Żywiec, obręb ew. 0004 Radziechowy, powiat żywiecki. Zakres opracowania obejmuje rozwiązania konstrukcyjne wraz z analizą obliczeniową statycznie – wymiarującą (wytrzymałościową) przedmiotowego budynku.

2. WARUNKI POSADOWIENIA

Projektowane przedsięwzięcie zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, zaliczono do I kategorii geotechnicznej, przy prostych warunkach gruntowo-wodnych.

3. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

a. Ściana konstrukcyjna zewnętrzna (istniejąca, docieplana)

- tynk cienkowarstwowy
- styropian elewacyjny EPS70 – 20cm
- istniejący mur (grubość wg dokumentacji rysunkowej)
- zaprawa gipsowa grub. 1cm

4. OPIS ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Budynek jest obiektem dwu kondygnacyjnym, z częściowym podpiwniczeniem i poddaszem nieużytkowym. Szerokość zespołu budynków w najszerszym miejscu wynosi: 66,59m, długości 105,28m i wysokość w najwyższym punkcie 19,52m. Teren wokół budynku posiada głównie utwardzenia asfaltowe i z kostki brukowej.

Budynek o nieregularnym kształcie, kryty dachem wielospadowym. W budynku można wyróżnić cztery główne części: „stara”, „nową”, łącznik oraz halę sportową. Stara część szkoły posiada dwie kondygnacje nadziemne, poddasze nieużytkowe i jest częściowo podpiwniczona. Nowa część szkoły posiada dwie kondygnacje nadziemne i w niewielkiej części jest podpiwniczona. Łącznik jest obiektem parterowym, podpiwniczonym. Hala sportowa jest obiektem parterowym, niepodpiwniczonym.

ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE

Materiały:

- wieńce: beton klasy C20/25, stal klasy RB500W(A-IIIIN);
- zamurowania: pustaki ceramiczne o klasie wytrzymałościowej minimum 3MPa na zaprawie cienkowarstwowej klasy M10.
- profile stalowe: gatunek stali S235JRG2

Otulina zbrojenia:

- słupy, wieńce, belki: 3cm

ZASTOSOWANE SCHEMATY KONTSTRUKCYJNE (STATYCZNE):

Belki stalowe:

- belki jednoprzęsłowe, wolnopodparte

a) Ściany nośne

Projektowane zamurowania wykonać z pustaków ceramicznych np. Porotherm P+W, o wytrzymałości minimum 3MPa na zaprawie cienkowarstwowej klasy M10. Wykonanie ścian ściśle wg zaleceń producenta materiałów, przez wykwalifikowany zespół murarski. Dokładną geometrię i lokalizację zamurowań pokazano na rysunkach konstrukcyjnych.

b) Wieńce/belki

Wieńce wylwane z betonu C20/25 (B25) zbrojone podłużnie 4#12, strzemiona $\phi 6$ co 25 cm (stal A-IIIIN (RB500W)). Zachować ciągłość zbrojenia poprzez zakłady prętów w miejscu łączenia na długości min. 40 średnic łączonych prętów. Mieszanke betonową należy zagęszczać wibratorami mechanicznymi oraz pielęgnować w czasie dojrzewania. Do stabilizacji zbrojenia należy stosować dystanse systemowe. Pręty zbrojenia głównego wieńców ($4\phi 12$) należy wkleić w istniejące słupy betonowe za pomocą kotew chemicznych wg technologii wybranego producenta długość zakotwienia min. 20 cm.

c) Obróbki blacharskie/parapety

Wszystkie obróbki blacharskie wykonać z blachy stalowej ocynkowanej powlekanej o grubości 0,55. Obróbki blacharskie montować na łącznik mechaniczne z podkładkami EPDM.

5. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA:

- Orientacyjny projektowany okres użytkowania:
- Klasa niezawodność obiektu:
- Klasa konsekwencji zniszczenia:
- Poziom nadzoru przy projektowaniu:
- Poziom inspekcji przy wykonaniu:
- Strefa śniegowa:
 - Teren:
 - Warunki lokalizacyjne:
- Strefa wiatrowa:
- Strefa przymarzania gruntu:
- Orientacyjna rzędna terenu:

50 lat (kategoria 4)
RC2 (przeciętna)
CC2 (przeciętna)
DSL2 (nadzór normalny)
IL2 (inspekcja normalna)
III
normalny ($C_e = 1,0$)
normalne (przypadek A)
III
III ($H_z = 1,2$ m)
460,00 m.n.p.m.

PRZYJĘTE PARAMETRY DLA KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH

Klasy ekspozycji:

- wieńce, belki: XC1,

Dopuszczalne zarysowanie elementów monolitycznych

- żelbetowe elementy konstrukcyjne: 0,3 mm

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

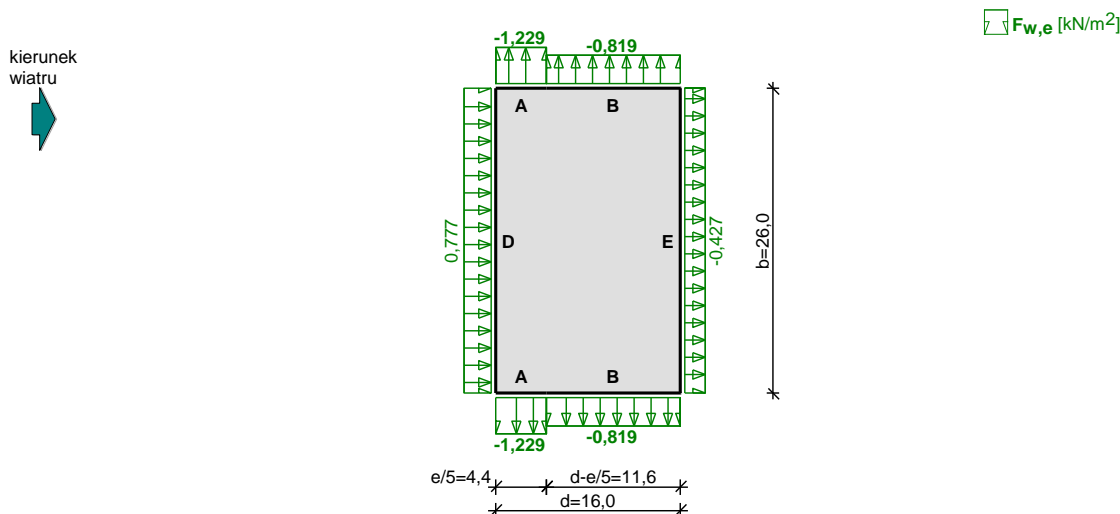
Obciażenia stałe:

SZ1

| L.p. | Opis oddziaływania | Rodzaj oddziaływania | Wartość char. kN/m^2 | Ψ | Wartość rep. kN/m^2 | γ_F | Wartość obl. kN/m^2 |
|------|--|----------------------|------------------------|--------|-----------------------|------------|-----------------------|
| 1. | Tynk akrylowy cienkowarstwowy grub. 0,5 cm [21,000kN/m ³ ·0,005m] | stałe | 0,10 | -- | 0,10 | 1,35 | 0,14 |
| 2. | Izolacja termiczna - styropian grafitowy gr. 20cm [14kN/m ³ ·0,2m] | stałe | 0,04 | -- | 0,04 | 1,00 | 0,04 |
| 3. | Elementy murowe ceramiczne z gliny w stanie suchym typu HD grub. 0,66 m [10,000kN/m ³ ·0,66m] | stałe | 6,60 | -- | 6,60 | 1,35 | 8,91 |
| 4. | Zaprawa gipsowa grub. 0,01 m [15,000kN/m ³ ·0,01m] | stałe | 0,15 | -- | 0,15 | 1,35 | 0,20 |
| Σ: | | | 6,89 | | 6,89 | | 9,29 |

Obciążenia klimatyczne:

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta (p.7.2.2)



- Budynek o wymiarach: $d = 16,0 \text{ m}$, $b = 26,0 \text{ m}$, $h = 11,0 \text{ m}$
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 22,0 \text{ m}$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 3; $A = 460 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0} = 22 \cdot [1 + 0,0006 \cdot (A - 300)] = 24,11 \text{ m/s}$
- Współczynnik kierunkowy: $C_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $C_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 24,11 \text{ m/s}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 11,00 \text{ m}$
- Kategoria terenu I \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 1,2 \cdot (11,0/10)^{0,13} = 1,21$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 29,30 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,143$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \cdot [(20000 - A) / (20000 + A)] = 1,19 \text{ kg/m}^3$
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 1024,3 \text{ Pa} = 1,024 \text{ kPa}$$
- Współczynnik konstrukcyjny: $C_s C_d = 1,000$

Elewacja nawietrzna - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,758$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 1,024 \cdot 0,758 = \mathbf{0,777 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja zawietrzna - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,417$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 1,024 \cdot (-0,417) = \mathbf{-0,427 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja boczna - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 1,024 \cdot (-1,2) = \mathbf{-1,229 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja boczna - pole B:

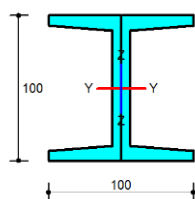
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 1,024 \cdot (-0,8) = \mathbf{-0,819 \text{ kN/m}^2}$$

PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH:

NADPROŻE STALOWE N1, N2



Profil: 2xUPN100 (S 235)

Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 32%

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 0 %

Zginanie: 32 %

Zginanie z siłą podłużną: 24 %

Zginanie ze ściskaniem: 32 %

Ścinanie: 7 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 5 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 16 %

Wyniki szczegółowe

Długość wybozeniowa

Współczynniki długości wybozeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{0,y} = 1.5m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 1.5m$

Wybozenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{0,\omega} = 1.5m$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wybozeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 410.7 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 1.5 \text{ m})^2} = 4048.6 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 122.9 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 1.5 \text{ m})^2} = 1211.9 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left[\frac{\pi^2 E I_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{4.5^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 0.0 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 1.5 \text{ m})^2} + 80769.2 \text{ MPa} \cdot 5.1 \text{ cm}^4 \right] = 2072.7 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)}$$

$$R = (1211.9 + 2072.7)^2 - 4 \cdot 1211.9 \cdot 2072.7 (1 - 1.000 \cdot 0.0^2 / 4.453^2) = 740991.1 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(1211.9 + 2072.7) - \sqrt{740991.1}}{2(1 - 1.000 \cdot 0.0^2 / 4.453^2)} = 1211.9 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. F do ENV 1993-1-1:1992.

Wsp. długości wybozeniowej: $\mu_{z,Mcr} = 1.00$, $\mu_{\omega,Mcr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.13$, $C_2 = 0.46$, $C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 5.0 \text{ cm}$

Współrzędna środka ścinania: $z_s = 0.0 \text{ cm}$

$$z_j = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z dA / I_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_{z,Mcr} L)^2 = \pi^2 \cdot 210000.0 \cdot 122.9 / (1.00 \cdot 145.0)^2 = 1211.9 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_{z,Mcr}}{\mu_{\omega,Mcr}} \right)^2 \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{G J_T}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46 (5.0 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 2.29$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 1211.9 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{0.0}{122.9} + \frac{8076.9 \cdot 5.1}{1211.9} + 2.29 \right]^{0.5} - 2.29 \right\} = 54.39 \text{ kNm}$$

Ściskanie (0.0 %)

Przekrój: $x/L = 0.000$, $L = 0.00m$; Kombinacja: $\min N (-0, +1, +2)$

Pole przekroju (klasa 1): $A = A_{brutto} = 26.9 \text{ cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{26.9 \cdot 23.5}{1.0} = 632.3 \text{ kN}$$

Współczynniki wybozeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 632.3 / 4048.6 = 0.395 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.900 \text{ (gięte x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 632.3 / 1211.9 = 0.722 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.711 \text{ (gięte y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,x}} = 632.3 / 2072.7 = 0.552 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.813 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 632.3 / 1211.9 = 0.722 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.711 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.711$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.711 \cdot 26.9 \cdot 23.5}{1.0} = 449.5 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (7.3 %)

Przekrój: $x/L = 1.000$, $L = 1.45m$; Kombinacja: $\max N (+0, +1, +2)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 11.1 \text{ cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{11.1 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 150.9 \text{ kN} > 11.1 \text{ kN} = V_{Ed,z}$$

Zginanie (32.3 %)

Przekrój: $x/L = 0.500$, $L = 0.73m$; Kombinacja: $\max M_x (+0, +1, +2)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Uwzględniono efekt szerokiego pasa zgodnie z EN1993-1-5 p.3.3. Przy sprawdzaniu nośności przyjęto stan sprężysty (bez względu na klasę przekroju, również w drugim kierunku) z ew. uwzględnieniem niestateczności lokalnej.

Pas górny:

$$\kappa = b_0/L_e = 47.0/1450.0 = 0.032 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.007) = 0.993$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff}\beta^\kappa, A_{c,eff}\beta) = \max(317 \cdot 0.993^{0.032}, 317 \cdot 0.993) = 317 \text{ mm}^2$$

Pas dolny:

$$\kappa = b_0/L_e = 47.0/1450.0 = 0.032 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.007) = 0.993$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff}\beta^\kappa, A_{c,eff}\beta) = \max(317 \cdot 0.993^{0.032}, 317 \cdot 0.993) = 317 \text{ mm}^2$$

Pas górny:

$$\kappa = b_0/L_e = 47.0/1450.0 = 0.032 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.007) = 0.993$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff}\beta^\kappa, A_{c,eff}\beta) = \max(317 \cdot 0.993^{0.032}, 317 \cdot 0.993) = 317 \text{ mm}^2$$

Pas dolny:

$$\kappa = b_0/L_e = 47.0/1450.0 = 0.032 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.007) = 0.993$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff}\beta^\kappa, A_{c,eff}\beta) = \max(317 \cdot 0.993^{0.032}, 317 \cdot 0.993) = 317 \text{ mm}^2$$

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{eff,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{71.4 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{54.39}}, 3.0 \right] = 0.555 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.741$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (przekrój efektywny - efekt szerokiego pasa):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.741 \frac{71.4 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 12.4 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{4.0}{12.4} = 0.32 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Uwzględniono efekt szerokiego pasa zgodnie z EN1993-1-5 p.3.3. Przy sprawdzaniu nośności przyjęto stan sprężysty (bez względu na klasę przekroju, również w drugim kierunku) z ew. uwzględnieniem niestateczności lokalnej.

Środek:

$$\kappa = b_0/L_e = 46.6/1450.0 = 0.032 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.007) = 0.993$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff}\beta^\kappa, A_{c,eff}\beta) = \max(560 \cdot 0.993^{0.032}, 560 \cdot 0.993) = 559 \text{ mm}^2$$

Środek:

$$\kappa = b_0/L_e = 46.6/1450.0 = 0.032 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.007) = 0.993$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff}\beta^\kappa, A_{c,eff}\beta) = \max(560 \cdot 0.993^{0.032}, 560 \cdot 0.993) = 559 \text{ mm}^2$$

Nośność obliczeniowa przekroju (przekrój efektywny - efekt szerokiego pasa):

$$M_{c,Rd,z} = M_{eff,Rd,z} = \frac{W_{eff,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{22.8 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 5.3 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{0.0}{5.3} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (23.9 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=0.73m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+2)$

Naprężenia normalne w przekroju efektywnym z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed,y} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{I_{y,eff}} z_{eff} + \frac{M_{Ed,z} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{I_{y,eff}} y_{eff}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = -\frac{0.0}{23.9} - \frac{4.0 \cdot 1e2 + 0.0 \cdot 0.000}{357.1} 5.0 - \frac{0.0 \cdot 1e2 + 0.0 \cdot 0.000}{113.8} 5.0 = -5.6 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = |-56.2| < 235.0 = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Dodatkowy warunek nośności (6.44) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y, \min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z, \min} f_y / \gamma_{M0}} < 1.0$$

$$\frac{0.0}{23.9 \cdot 23.5 / 1.0} + \frac{4.0 + 0.0 \cdot 0.000}{71.4 \cdot 10e-6 \cdot 23.5 \cdot 10e4 / 1.0} + \frac{0.0 + 0.0 \cdot 0.000}{22.8 \cdot 1e-6 \cdot 23.5 \cdot 1e4 / 1.0} = 0.239 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (32.3 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=0.73m$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+2)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = 0.95 + 0.05 \alpha_h = 0.95 - 0.05 \cdot 0.000 = 0.950$$

$$C_{mz} = \max(0.6 + 0.4 \psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 1.000, 0.4) = 1.000$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.950$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + 0.6 \min(\lambda_y, 1) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.950 \left(1 + 0.6 \min(0.395, 1) \cdot \frac{0.0}{0.900 \cdot 632.3 / 1.0} \right) \right] = 0.952$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + 0.6 \min(\lambda_z, 1) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + 0.6 \min(0.722, 1) \cdot \frac{0.0}{0.711 \cdot 632.3 / 1.0} \right) \right] = 1.004$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 1.004$$

$$k_{zy} = 1 - \frac{0.05 \min(\lambda_z, 1)}{(C_{mLT} - 0.25) \chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \frac{N_{Ed}}{(0.950 - 0.25) \cdot 0.711 \cdot 632.3 / 1.0} = 0.999$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 1):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.31 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{0.900 \cdot 632.3} + 0.952 \frac{4.0 + 0.0}{0.741 \cdot 16.8} + 1.004 \frac{0.000 + 0.000}{5.3} = 0.31 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.32 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{0.711 \cdot 632.3} + 0.999 \frac{4.0 + 0.0}{0.741 \cdot 16.8} + 1.004 \frac{0.000 + 0.000}{5.3} = 0.32 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (5.4 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.45m$; Kombinacja: $\max N (+0,+1,+2)$

Dane dla najbardziej wyężonego 5rodnika [mm]: $t_w = 6.0$, $h_w = 86.5$, $t_f = 6.7$, $b_f = 50.0$

Parametr niestateczno5ci:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{86.5}{500.0} \right)^2 = 6.060$$

Efektywna szeroko5ć strefy obci4żenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 6.7(1 + \sqrt{8.3 + 0.0}), 500.0] = 72.4 \text{ mm}$$

Efektywny wymiar 5rodnika przy obci4żeniu skupionym:

$$\lambda_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{72.4 \cdot 6.0 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.060 \cdot 210000.0 \cdot 6.0^3 / 86.5}} = 0.189$$

$$\chi_F = \min\left[\frac{0.5}{\lambda_F}, 1.0\right] = \min\left[\frac{0.5}{0.189}, 1.0\right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 72.4 = 72.4 \text{ mm}$$

No5no5ć obliczeniowa 5rodnika:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 72.4 \cdot 6.0}{1.0} 1e - 3 = 102.1 \text{ kN} > 5.5 \text{ kN} = F_{Ed}$$

Ugięcia (16.4 %)

Przekr5j: $x/L=0.500$, $L=0.73 \text{ m}$; Kombinacja: *ext U (0, 1, 2)*

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |0.7| \text{ mm} < 4.1 \text{ mm} = u_{z,lim}$.

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0| \text{ mm} < 4.1 \text{ mm} = u_{y,lim}$.

Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

6. ZALECENIA OG5LNE

Wszystkie roboty budowlano-montażowe prowadzić przestrzegając ogólne zasady i przepisy BHP oraz ppoż. oraz szczególne wymagania podane przez producentów zastosowanych wyrob5w. Przy wykonywaniu rob5t kierować się obowi4zującymi normami i przepisami.

5RODKI TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE ZAPOBIEGAJ4CE NIEBEZPIECZEŃSTWOM WYNIKAJ4CYM Z WYKONYWANIA ROB5T:

- Prowadzenie rob5t pod nadzorem osoby uprawnionej,
- Stosowanie sprawnego sprzętu oraz materiał5w posiadających wymagane atesty, 5wiadectwa i aprobaty techniczne,
- Przeszkolenie pracowników w zakresie wymog5w bhp,
- Stosowanie 5rodk5w ochrony indywidualnej pracowników,
- Zapewnienie na placu budowy 5rodk5w pierwszej pomocy i podręcznego sprzętu ga5niczego,
- Instruktaż pracowników przez kierownika budowy przed przyst4pieniem do wykonywania rob5t szczególnie niebezpiecznych.

7. UWAGI KOŃCOWE

W przypadku wyst4pienia w czasie realizacji uszkodzeŃ konstrukcji budynku należy przerwać budowę i dokonać oceny stanu technicznego maj4cej na celu wskazanie czynno5ci prowadz4cych do rozwi4zania problemu. W razie w4tpliwo5ci zwi4zanych z realizacj4 zadania należy skontaktować się z projektantem.

Niniejszy projekt budowlany służy celom budowlanym oraz zawiera elementy wykonawcze. W przypadku stwierdzenia niezgodno5ci wykonania obiektu z założeńiami b4dź wytycznymi niniejszego projektu, całą odpowiedzialno5ć ponosi wykonawca.

Niniejsza część projektu została opracowana zgodnie z obowi4zującymi normami, przepisami prawa budowlanego i zasadami sztuki oraz jest kompletna ze względu na cel, któremu ma służyć.