

Nazwa elementu projektu		<b>ESKPERTYZA TECHNICZNA</b>			
Wersja dokumentu		<b>ET-02</b>			
Nazwa zamierzenia budowlanego:					
<b>Przebudowa Laboratorium BSL-3 w Łukasiewicz-PORT wraz z zagospodarowaniem terenu</b>					
Adres obiektu		ul. Stabłowicka 147, 54-066 Wrocław			
Kategoria obiektu		IX			
Nr działki		Dz. Nr 1/6, AM-30 Obręb Pracze Odrzańskie			
Identyfikator działki ewidencyjnej		026401_1.0043.AR_30.1/6			
Inwestor		Sieć Badawcza Łukasiewicz-PORT Polski Ośrodek Rozwoju Technologii			
Adres Inwestora		ul. Stabłowicka 147, 54-066 Wrocław			
Temat:					
<b>Przebudowa Laboratorium BSL-3 w Łukasiewicz-Port</b>					
BRANŻA	Stanowisko	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Projektant					
Konstrukcja	Opracował	mgr inż. Grzegorz Kędzierski	<b>201/DOŚ/09</b> specjalność konstrukcyjno-budowlana do projektowania bez ograniczeń	03.2024	
	Sprawdził	mgr inż. Maciej Zawada	<b>187/DOŚ/07</b> specjalność konstrukcyjno-budowlana do projektowania bez ograniczeń	03.2024	
<p>Oświadczamy, że niniejsze opracowanie zostało wykonane zgodnie z umową, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej i może służyć celowi, dla którego zostało wykonane.</p>					
Wrocław, marzec 2024					



## SPIS TREŚCI.

SPIS TREŚCI. ....	3
I. EKSPERTYZA TECHNICZNA. ....	4
1.1. Część ogólna. ....	4
1.1.1. Przedmiot i zakres opracowania.....	4
1.1.2. Podstawa wykonania ekspertyzy.....	5
1.1.3. Przytoczone i wykorzystane przepisy techniczno budowlane oraz normy. ....	5
1.1.4. Dokumentacja projektowa i archiwalna.....	5
1.1.5. Pozostałe materiały wykorzystane do opracowania. ....	5
1.2. Opis istniejącego budynku.....	5
1.3. Opis stanu istniejącego obiektu. ....	6
1.4. Opis projektowanych zmian – przebudów. ....	6
1.5. Obliczenia sprawdzające. ....	7
1.5.1. Wyburzenie części ściany w osi 4 na II piętrze. ....	7
1.5.2. Posadowienie nowych urządzeń wentylacyjnych na stropach. ....	19
1.5.3. Posadowienie urządzeń technologicznych na stropie nad I piętrem. ....	24
1.5.4. Wykonanie nowych przebiegów przez strop nad II piętrem. ....	28
1.5.5. Wykonanie konstrukcji wsporczej pod obudowy kominów. ....	31
1.5.6. Obliczenia nadproża stalowego. N-3.08. ....	61
1.6. Zalecenia wykonawcze i wnioski. ....	64

## I. EKSPERTYZA TECHNICZNA.

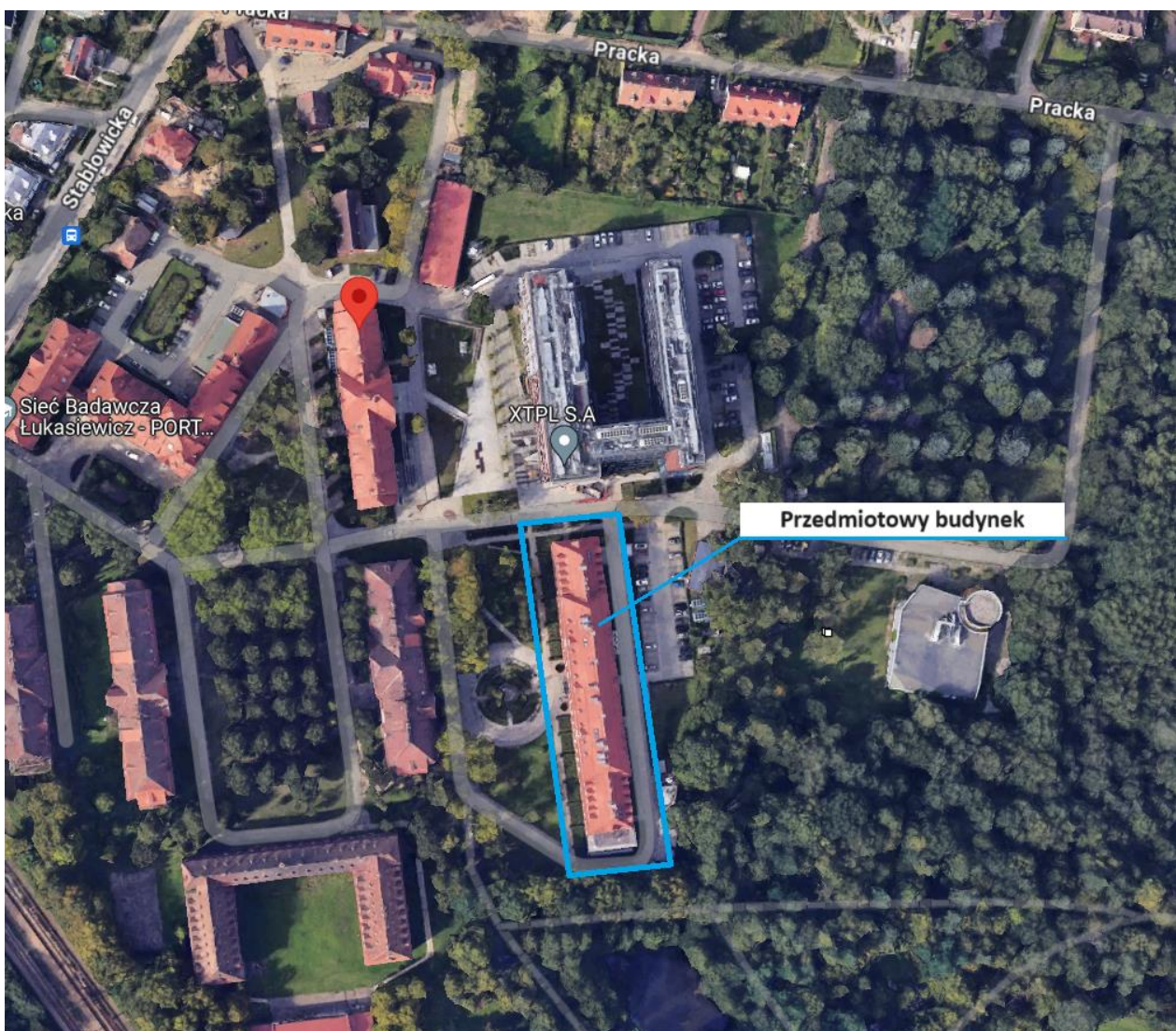
### 1.1. Część ogólna.

#### 1.1.1. Przedmiot i zakres opracowania.

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza techniczna możliwości wykonania przebudowy budynku Laboratorium BSL 3 w Łukasiewicz Port we Wrocławiu przy ul. Stabłowickiej 147.

Zakres opracowania zawiera:

- opis istniejącego budynku,
- opis stanu technicznego budynku,
- opis projektowanych zmian – przebudów wraz z wpływem tych zmian na istniejące obiekty,
- obliczenia sprawdzające,
- wnioski i zalecenia wykonawcze,



### 1.1.2. Podstawa wykonania ekspertyzy.

Ekspertyzę techniczną wykonano na podstawie zlecenia na wykonanie prac projektowych dotyczących Przebudowy Laboratorium BSL 3 w Łukasiewicz Port, ul. Stabłowicka 147/149 Wrocław.

### 1.1.3. Przytoczone i wykorzystane przepisy techniczno budowlane oraz normy.

- [1] - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane ( Dz. U. 2023 poz. 682),
- [2] - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (jednolity tekst Dz. U. z 2022 r. poz. 1225),

### 1.1.4. Dokumentacja projektowa i archiwalna.

- [10] – projekt budowlano - wykonawczy: "Przebudowa budynku nr 9 dla potrzeb Dolnośląskiego Centrum Materiałów i Biomateriałów Wrocławskiego Centrum Badań EIT+" z 2011 autorstwa Tomasza Żebro,
- [11] – projekt budowlany zamienny: "Przebudowa budynku nr 9 dla potrzeb Dolnośląskiego Centrum Materiałów i Biomateriałów Wrocławskiego Centrum Badań EIT+" z 2011 autorstwa Tomasza Żebro,
- [12] – projekt architektoniczno budowlany Przebudowy Laboratorium BSL 3 w Łukasiewicz Port autorstwa Agnieszki Mazerant – Dybizbańskiej,

### 1.1.5. Pozostałe materiały wykorzystane do opracowania.

- inwentaryzacja budowlana i fotograficzna uzupełniająca,

## 1.2. Opis istniejącego budynku.

Budynek E (dawniej bud. Nr 9) jest wolnostojącym budynkiem czterokondygnacyjnym, z powstałą w późniejszym okresie kondygnacją podziemną. Obecnie jest budynkiem należącym do Sieci Badawczej Łukasiewicz – Port Polski Ośrodek Rozwoju Technologii. Budynek został przebudowany, na podstawie projektu firmy „KONSTRAPUNKT” w 2011 roku. Modernizacja obejmowała wyburzenie istniejących ścian murowanych wewnętrznych oraz wykonanie ścian żelbetowych wewnętrznych w nowej aranżacji. Nowa konstrukcja wewnętrzna zaprojektowana została jako żelbetowa, monolityczna mieszana płytowo – tarczowa. Pozostawiono ściany zewnętrzne oraz dwa wewnętrzne trzony klatek schodowych w osiach 1-2’ oraz 16’’-18. Konstrukcja części dobudowanej poza oś 18 została wyburzona i odtworzona.

Na podstawie projektu archiwalnego stwierdza się, że wykonano podbicia fundamentów ścian istniejących wewnętrznych za pomocą technologii jet-grouting, a między osiami 18-20 wykonano posadowienie na palach CFA. Dla ścian fundamentów wykonano osuszanie, a dla ścian zewnętrznych naprawy pęknięć.

Płyty stropowe wykonano jako żelbetowe monolityczne, krzyżowo zbrojone o gr. 18 cm nad piętrami i 20 cm nad poziomem parteru. Wewnętrzne ściany nośne wykonano grubości 25 cm, biegi i spoczniki klatek schodowych gr. 15 cm. Połączenie stropów żelbetowych z istniejącymi ścianami zostało zapewnione przy pomocy ceownika stalowego, osadzonego za pomocą kotew chemicznych w nadprożach okiennych lub wieńcach.

Przeprojektowano poddasze, które obecnie stanowi kondygnację techniczną. Konstrukcja dachu wykonana została z drewna klejonego na dźwigarach tworzących ramy trójpřegubowe, wzmacniane słupkami i ele-

mentami poziomymi. W nawach bocznych belki opierają się na stropie żelbetowym pośrednim. Poniżej więźby dachowej wykonano ramy żelbetowe.

### **1.3. Opis stanu istniejącego obiektu.**

Na podstawie przeprowadzonych oględzin na obiekcie oraz informacji od użytkownika stwierdza się iż stan techniczny budynku jest bardzo dobry. Brak uszkodzeń mechanicznych elementów konstrukcyjnych, brak oznak przeciążenia i nadmiernego odkształcenia.

### **1.4. Opis projektowanych zmian – przebudów.**

W ramach projektowanej przebudowy budynku projektuje się następujące rozwiązania techniczne:

- poszerzenie istniejących otworów drzwiowych,
- zamurowanie zbędnych otworów drzwiowych,
- wykonanie nowych ścian działowych,
- wyburzenie części ściany w osi 4 na II piętrze,
- posadowienie nowych urządzeń wentylacyjnych,
- wykonanie nowych przebiegów przez strop nad II piętrem,
- wykonanie konstrukcji wsporczej pod obudowy kominów,

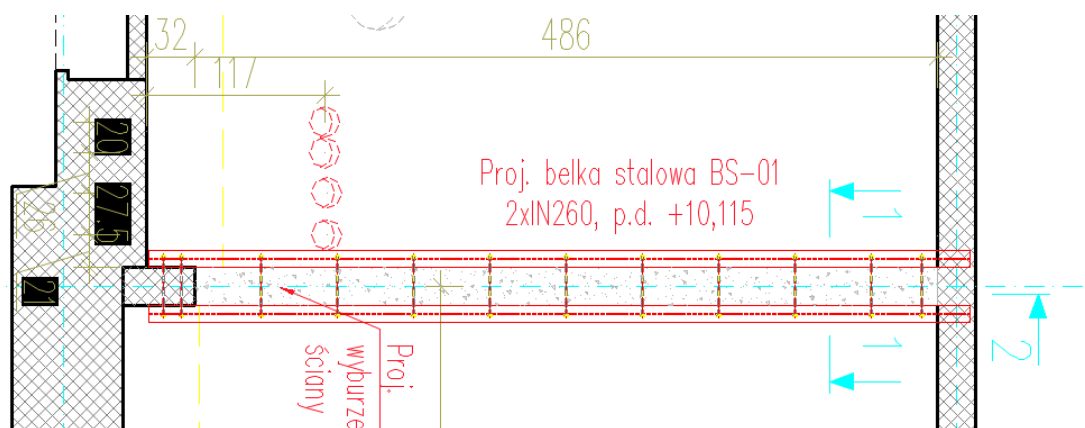
## 1.5. Obliczenia sprawdzające.

### 1.5.1. Wyburzenie części ściany w osi 4 na II piętrze.

#### 1.5.1.1. Opis przebudowy.

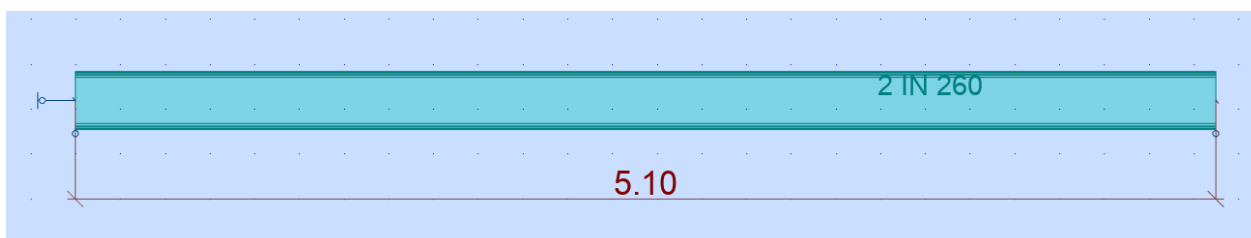
Projektowana przebudowa polega na wyburzeniu części ściany nośnej na II piętrze w osi 4 w zakresie osi D-D' od poziomu góry stropu nad I piętrem do maksymalnego możliwego poziomu na II piętrze. Szerokość wyburzenia 4860 [mm]. Po wyburzeniu pozostanie fragment ściany przy osi D' (pilaster o wymiarach 250\*470 mm przytulony do ściany zewnętrznej). W miejscu istniejącej ściany projektuje się podciąg stalowych – BS-01 wsparty z jednej strony na ścianie żelbetowej poprzecznej w osi D a z drugiej strony na pozostawionym przy osi D' pilasterze żelbetowych szerokości 470 [mm].

Analizie statycznej poddano nowy podciąg stalowy przenoszący obciążenia od stropu nad II piętrem i ścian powyżej oraz pozostawiony pilaster żelbetowy przy osi D'.



#### 1.5.1.2. Schemat statyczny.

Schemat statyczny konstrukcji złożony jest z układu belki wolnopodpartej jednoprzęsłowej opartej z jednej strony na ścianie poprzecznej (przegubie nieprzesuwny) a z drugiej strony opartej przegubowo na pilasterze sprowadzonym do poziomu wieńca stropu nad I piętrem, pilaster oparty przegubowo na wieńcu. Długość obliczeniowa belki:  $1.05 \cdot 4.86 \text{ [m]} = 5.10 \text{ [m]}$ .

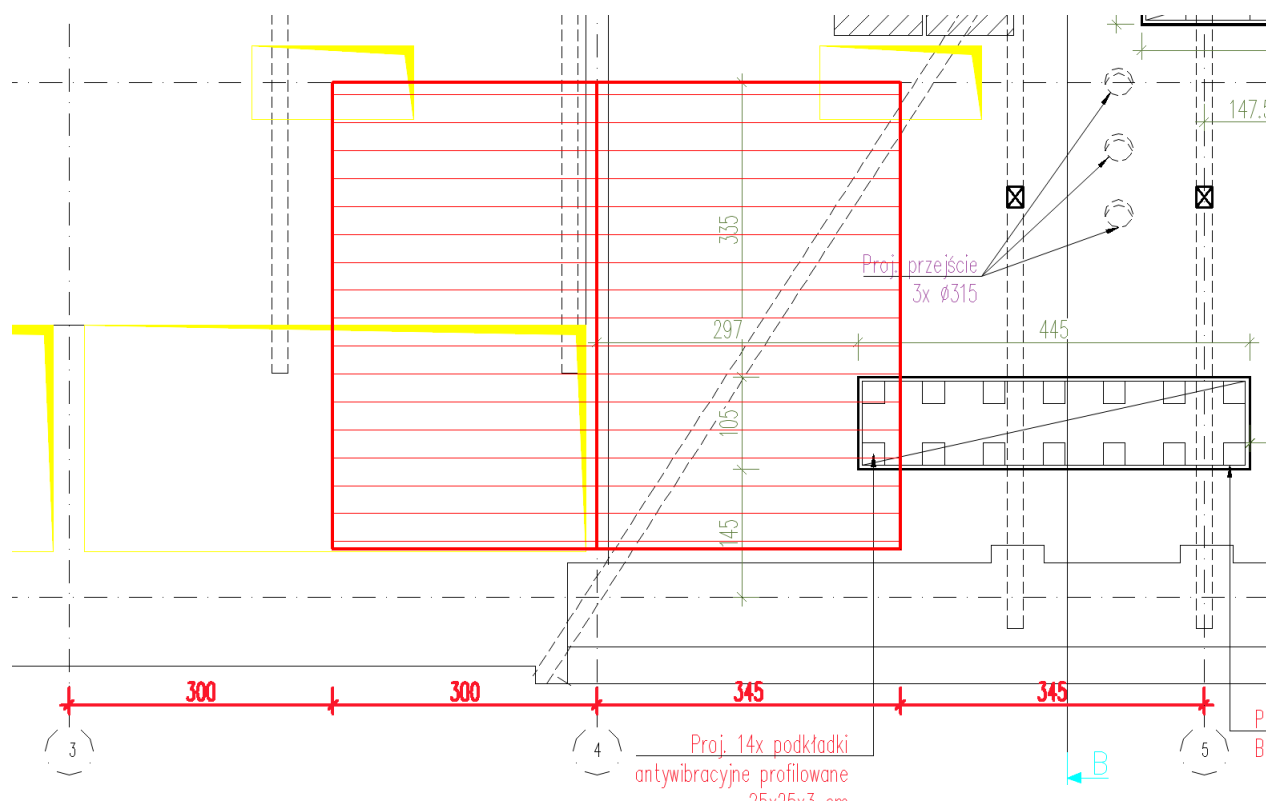


### 1.5.1.3. Zestawienie obciążeń.

Obciążenia działające na ścianę powyżej projektowanego podciągu w części oddziałują na podciąg (zgodnie ze schematem rozkładu obciążeń od ściany żelbetowej). Całość obciążenia działającego na ścianę powyżej projektowanego podciągu w całości przejmowana jest przez pozostawiony pilaster (z pola połowy rozpiętości podciągu).

#### a.) Obciążenie z dachu.

Obciążenie z dachu zebrano z połowy pola między osiami 3 – 5 o szerokości 6450 [mm].

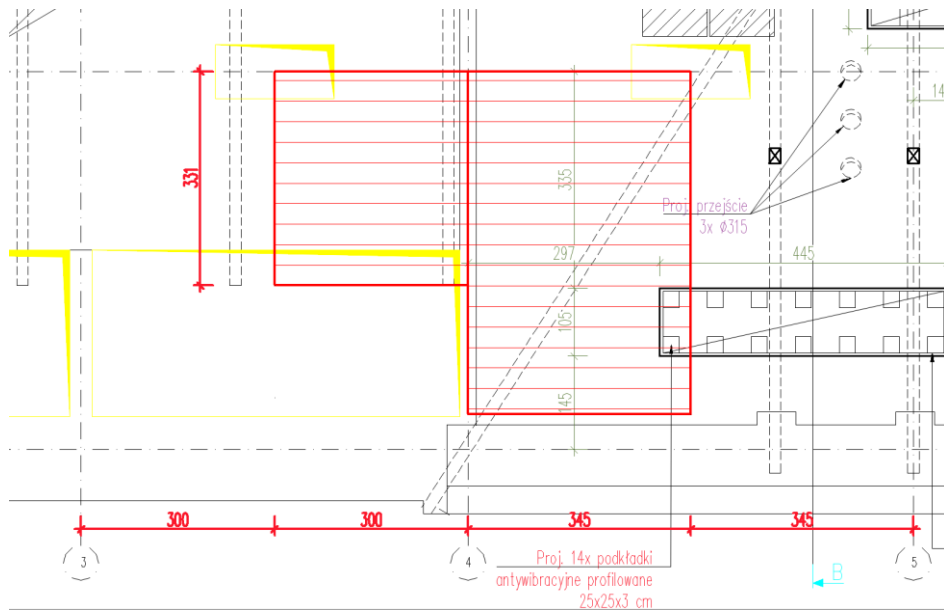


Wyszczególnienie obciążeń z dachu:	$q_k/p_k$	$\gamma_f$	$q_d/p_d$
Obciążenie od połaci dachowej wg [11]:	1.40 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.35	1.89 [kN/m <sup>2</sup> ]
Obciążenie konstrukcji więźby dachowej przyjęto:	0.30 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.35	0.41 [kN/m <sup>2</sup> ]
Obciążenie rzutowane śniegiem wg [11]:	0.16 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.50	0.24 [kN/m <sup>2</sup> ]
Obciążenie technologiczne wg [11]:	2.00 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.50	3.00 [kN/m <sup>2</sup> ]
Obciążenie wiatrem wg [11]:	0.22 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.50	0.33 [kN/m <sup>2</sup> ]
RAZEM:	4.08 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.44	5.87 [kN/m <sup>2</sup> ]



b.) Obciążenie od stropu nad III piętrem.

Obciążenie ze stropu nad III piętrem zebrano z połowy pola między osiami 3 – 5 o szerokości 6450 [mm] (z lewej strony osi 4 strop nie występuje na całej długości podciągu).



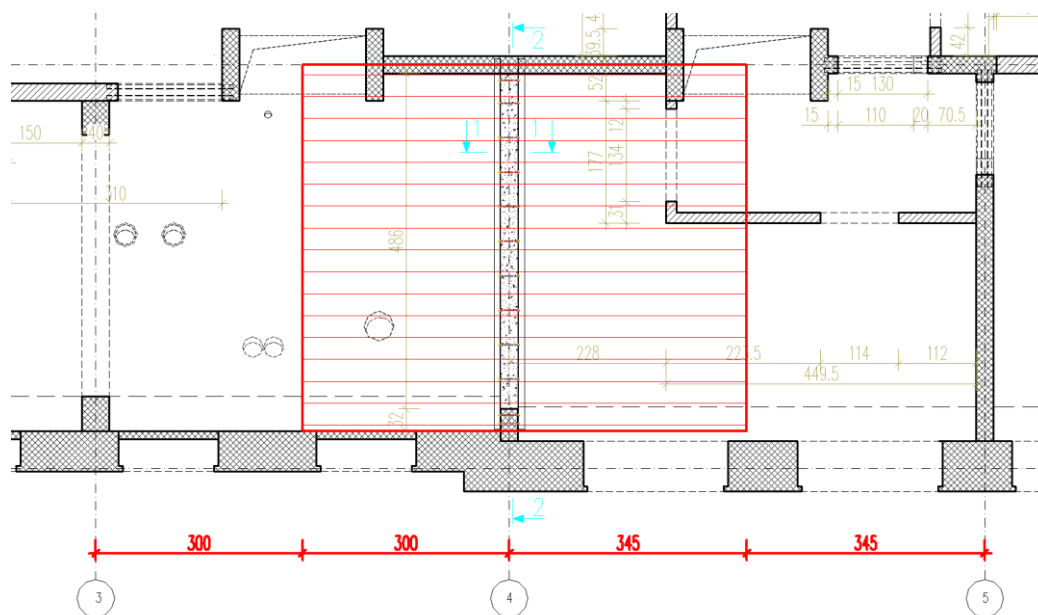
Wyszczególnienie obciążeń ze stropu nad III piętrem:	$q_k/p_k$	$\gamma_f$	$q_d/p_d$
Obciążenia stałe od stropu wg [11]:	7.24 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.35	9.77 [kN/m <sup>2</sup> ]
Obciążenie użytkowe stropu wg [11]:	5.00 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.50	7.50 [kN/m <sup>2</sup> ]
RAZEM:	12.24 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.41	17.27 [kN/m <sup>2</sup> ]

c.) Obciążenie od ściany żelbetowej na II i III piętrze:

Wyszczególnienie obciążeń:	$q_k/p_k$	$\gamma_f$	$q_d/p_d$
Obciążenia od ściany żelbetowej wg [11]:	6.82 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.35	9.21 [kN/m <sup>2</sup> ]
Ściana wysokości $h = 3.915$ [m]			
RAZEM:	26.70 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.35	36.05 [kN/m <sup>2</sup> ]

d.) Obciążenie od stropu nad II pięciem.

Obciążenie ze stropu nad II pięciem zebrano z połowy pola między osiami 3 – 5 o szerokości 6450 [mm].

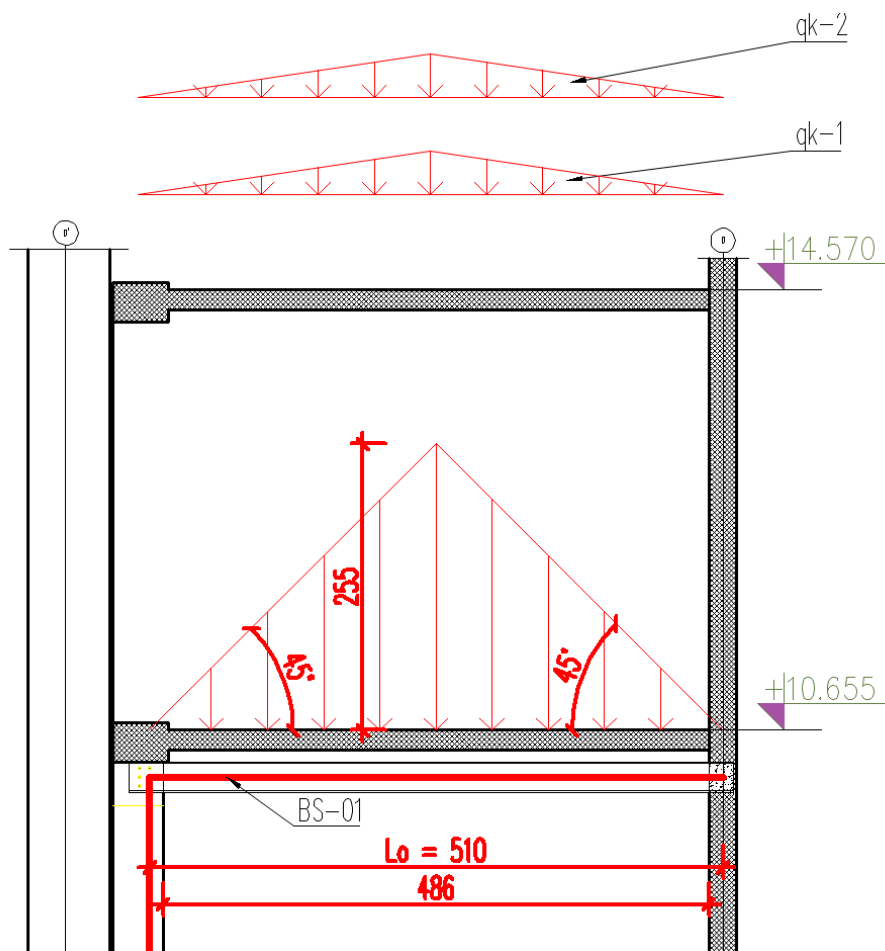


Wyszczególnienie obciążeń ze stropu nad II pięciem:	$q_k/p_k$	$\gamma_f$	$q_d/p_d$
Obciążenia stałe od stropu wg [11]:	8.20 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.35	11.07 [kN/m <sup>2</sup> ]
Obciążenie użytkowe stropu wg [11]:	3.50 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.50	5.25 [kN/m <sup>2</sup> ]
RAZEM:	11.70 [kN/m <sup>2</sup> ]	1.39	16.32 [kN/m <sup>2</sup> ]

#### 1.5.1.4. Obliczenia belki BS-01.

##### a.) Schemat obciążenia konstrukcji.

Belka BS-01 znajduje się bezpośrednio pod stropem nad II piętrzem. Obciążenia zebrano ze stropu z trójkątnych pól o wysokości 2.55 [m] i 2.55 [m] (po obu stronach podcięcia stropu krzyżowo zbrojone z równomiernym rozkładem obciążeń na 4 ściany), obciążenie od ściany żelbetowej i elementów na niej zebrano z trójkąta o kącie 45° i wysokości 2.55 [m].



Obciążenie od stropu nad II piętrzem:

$$q_{k-1} = 2 \cdot 2.55 \text{ [m]} \cdot 11.70 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 59.67 \text{ [kN/m]}$$

$$\gamma_f = 1.39$$

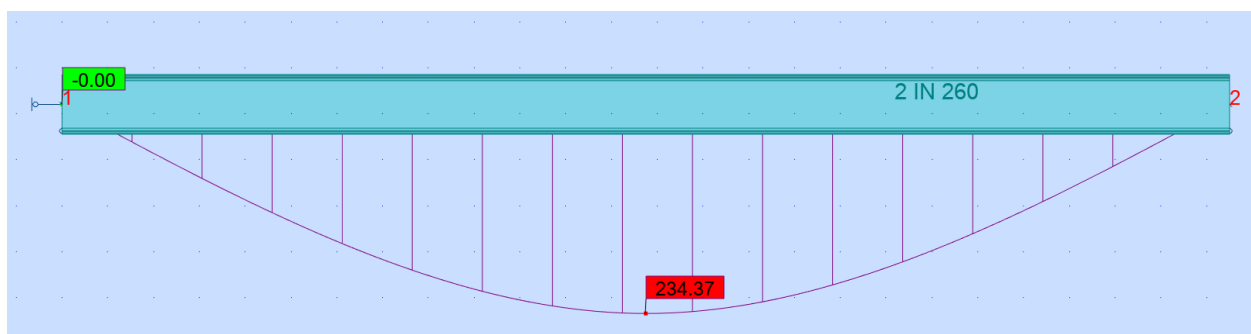
Obciążenie od ściany żelbetowej na III piętrze:

$$q_{k-2} = 2.55 \text{ [m]} \cdot 6.82 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 17.39 \text{ [kN/m]}$$

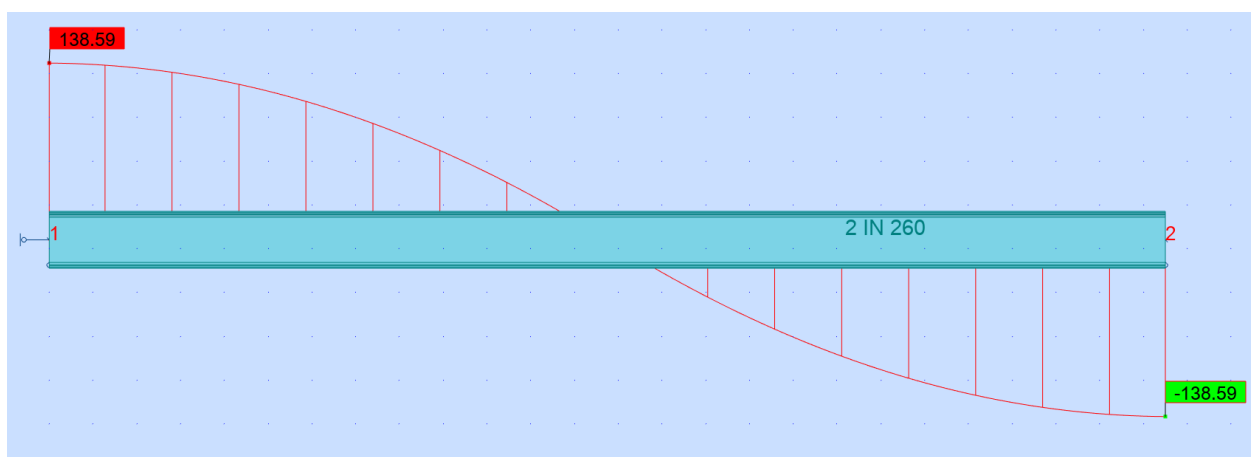
$$\gamma_f = 1.35$$

b.) Wykresy sił wewnętrznych od obciążeń obliczeniowych i deformacja konstrukcji od obciążeń charakterystycznych.

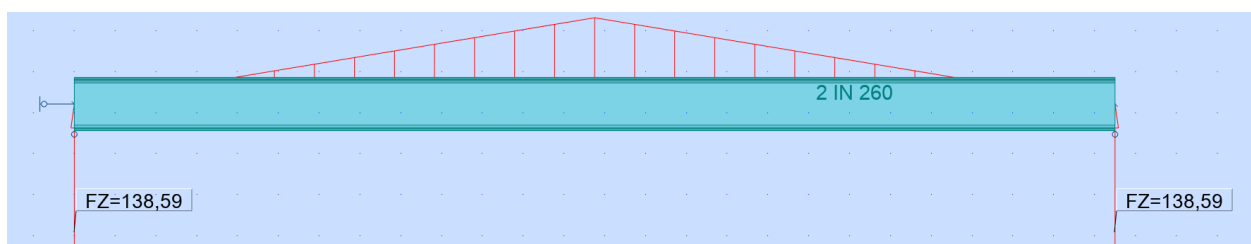
Momenty zginające  $M_y$ :



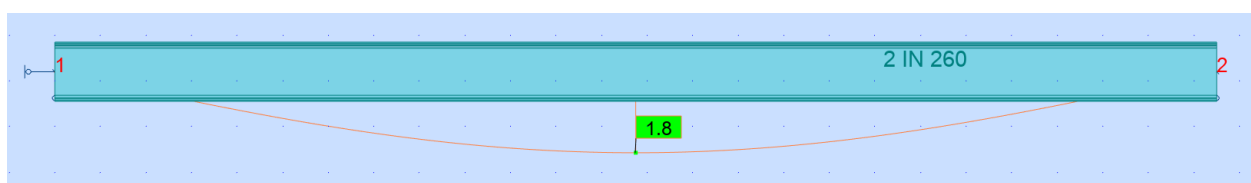
Siły ścinające  $V_z$ :



Reakcje obliczeniowe  $R_z$ :



Ugięcia:



$$U_{z-dop} = 5100 \text{ [mm]} / 250 = 20.4 \text{ [mm]} > u_{z-rzeczywiste} = 18 \text{ [mm]}$$

Dopuszczalne ugięcie belki nie zostało przekroczone.

c.) Wyniki wymiarowania przekrojów.

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1 Pręt\_1

**PUNKT:**

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.50 L = 2.55$

m

**OBCIĄŻENIA:**

*Decydujący przypadek obciążenia:* 3 KOMB1  $1*1.39+2*1.35$

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU:** 2 IN 260

$h=26.0$  cm

$gM0=1.00$

$gM1=1.00$

$b=46.3$  cm

$A_y=63.73$  cm<sup>2</sup>

$A_z=48.88$  cm<sup>2</sup>

$A_x=106.60$  cm<sup>2</sup>

$t_w=0.9$  cm

$I_y=11480.00$  cm<sup>4</sup>

$I_z=33222.25$  cm<sup>4</sup>

$I_x=70.60$  cm<sup>4</sup>

$t_f=1.4$  cm

$W_{ply}=1053.38$  cm<sup>3</sup>

$W_{plz}=1865.50$  cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$M_{y,Ed} = 234.37$  kN\*m

$M_{y,pl,Rd} = 247.55$  kN\*m

$M_{y,c,Rd} = 247.55$  kN\*m KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

*Kontrola wytrzymałości przekroju:*

$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.95 < 1.00$  (6.2.5.(1))

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



*Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):*

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

Zweryfikowano

*Decydujący przypadek obciążenia:* 1 qk1 - obciążenie od stropu nad II piętrzem

$u_z = 1.8$  cm  $< u_{z,max} = L/250.00 = 2.0$  cm

Zweryfikowano

*Decydujący przypadek obciążenia:* 4 KOMB2  $(1+2)*1.00$



*Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano*

**Profil poprawny !!!**

Przyjęto ostatecznie podciąg BS-01 z dwóch dwuteowników IN260 ze stali S235JRG2 skręcanych ze sobą na śruby M16-8.8 w rozstawie co 500 mm. Na jednym końcu belka osadzona w murze w gnieździe w ścianie a na drugim przykręcona do pilastra żelbetowego na 6 śrub M16-8.8.

d.) Sprawdzenie śrub na połączeniu belka – ściana żelbetowa.

Siła działająca na połączenie skręcane:  $V_d = 140.00$  [kN]

Ilość śrub w połączeniu:  $n = 6$  sztuk

Ilość płaszczyzn ścianania śrub:  $m = 2$

Średnica śrub: M16  $\rightarrow A_s = 2.01$  [cm<sup>2</sup>], pole rdzenia 1.44 [cm<sup>2</sup>]

Klasa śrub: 8.8,  $R_m = f_{ub} = 800$  [MPa]

Nośność połączenia zakładkowe obciążonego siłą ścianającą:

#### Nośność na ścinanie

Nośność obliczeniowa jednej śruby na **ścinanie** wynosi

$$F_{v,Rd,1} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \quad (4)$$

gdzie:  $A$  – pole przekroju śruby uczestniczące w ścinaniu:

- jeśli ścinanie następuje poza gwintem (na nienagwintowanej części śruby), to  $A$  jest polem trzpienia śruby  $A = \pi \cdot d^2 / 4$  ( $d$  – nominalna średnica śruby).
- jeśli ścinany jest przekrój na długości nagwintowanej, to  $A = A_s$ , gdzie  $A_s$  jest czynnym polem przekroju (polem rdzenia śruby powiększonym o ok 10%)

Współczynnik zmniejszający wynosi  $\alpha_v = 0,6$  dla przypadku ścinania poza gwintem, a dla ścinania części nagwintowanej zależy od klasy śruby i wynosi: **0,6** – dla śrub klasy 4.6, 5.6, 8.8 oraz **0,5** – dla śrub klasy 4.8, 5.8, 6.8 i 10.9.

Nośność na ścinanie pojedynczej śruby w części nagwintowanej wynosi:

$$F_{v,Rd,1} = (0.6 \cdot 800 \text{ [MPa]} \cdot 1.44 \text{ [cm}^2]) / 1.25 = 55.30 \text{ [kN]}$$

Ścięcie łącznika zachodzi na powierzchniach ścinania, których liczba jest zależna od liczby zakładek. Na [rys 15](#) pokazano połączenie dwucięte, a na [rys. 16](#) połączenie czterocięte. Jeśli liczbę cięć śruby oznaczmy przez  $m$ , to nośność połączenia  $F_{v,Rd}$  **na ścinanie śruby** wielociętej wynosi:

$$F_{v,Rd} = m \cdot F_{v,Rd,1} \quad (5)$$

gdzie nośność jednej śruby na ścinanie wg(4)

Nośność połączenia z 6 śrubami i dwoma płaszczyznami ściana wynosi:

$$F_{v,Rd} = 6 \cdot 55.30 \text{ [kN]} \cdot 2 = 663.6 \text{ [kN]} > V_d = 140 \text{ [kN]}$$

Nośność połączenia jest wystarczająca.

### 1.5.1.5. Sprawdzenie nośności pilastra żelbetowego 250\*470 mm.

Pilaster żelbetowy o przekroju 250\*470 mm wykonany z betonu C25/30, otulina  $c=25$  mm, stal zbrojeniowa RB500W. Zbrojenie główne pilastra ( po wycięciu ze ściany) #12 co 150: 6#12, strzemiona w postaci U-bigli #12 co 150.

#### a.) Schemat obciążeń konstrukcji.

Pilaster znajduje się na końcu belki BS-01, sprowadzone są na niego obciążenia ze wszystkich elementów powyżej belki BS-01 z połowy długości ściany w osi 4 między osiami D/D' długości 5.85 [m].

Obciążenie od dachu:

$$q_{k-1} = 6.45 \text{ [m]} * 4.08 \text{ [kN/m}^2\text{]} * 5.85 \text{ [m]} * 0.50 = 76.97 \text{ [kN/m]} \quad \gamma_f = 1.44 \quad 110.84 \text{ [kN]}$$

Obciążenie od stropu nad III piętrem:

$$q_{k-2} = 3.45 \text{ [m]} * 12.24 \text{ [kN/m}^2\text{]} * 5.85 \text{ [m]} * 0.50 = 123.52 \text{ [kN/m]} \quad \gamma_f = 1.39 \quad 171.69 \text{ [kN]}$$

$$q_{k-3} = 3.0 \text{ [m]} * 12.24 \text{ [kN/m}^2\text{]} * (3.31 \text{ [m]} - 5.85 \text{ [m]} / 2) = 14.14 \text{ [kN/m]} \quad \gamma_f = 1.39 \quad 19.65 \text{ [kN]}$$

Obciążenie od ściany żelbetowej na III piętrze:

$$q_{k-4} = 3.915 \text{ [m]} * 6.82 \text{ [kN/m}^2\text{]} * 5.85 \text{ [m]} * 0.50 = 78.10 \text{ [kN/m]} \quad \gamma_f = 1.35 \quad 105.43 \text{ [kN]}$$

Obciążenie od stropu nad II piętrem:

$$q_{k-5} = 6.45 \text{ [m]} * 11.70 \text{ [kN/m}^2\text{]} * 5.85 \text{ [m]} * 0.50 = 220.74 \text{ [kN/m]} \quad \gamma_f = 1.39 \quad 306.82 \text{ [kN]}$$

$$\text{RAZEM:} \quad 513.47 \text{ [kN]} \quad \gamma_f = 1.39 \quad 714.43 \text{ [kN]}$$

b.) Sprawdzenie nośności pilastra żelbetowego.

## 1 Poziom:

- Nazwa : Poziom +3,92
- Poziom odniesienia : 0,00 (m)
- Wilgotność względna środowiska : 45 %
- Współczynnik pękania betonu :  $\phi_p = 2,00$
- Wiek betonu w chwili obciążenia : 28 (dni)
- Klasa środowiska : X0
- Wiek betonu : 5 (lat)
- Konstrukcja o specjalnym znaczeniu : nie

## 2 Słup: Słup1 Liczba identycznych elementów: 1

### 2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : C25/30  $f_{cd} = 20,87$  (MPa) ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m<sup>3</sup>)
- Zbrojenie podłużne : A-IIIN (RB500W) typ A-IIIN (RB500W)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)
- Zbrojenie poprzeczne : A-IIIN (RB500W) typ A-IIIN (RB500W)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)

### 2.2 Geometria:

2.2.1	Prostokąt	25,0 x 47,0 (cm)
2.2.2	Wysokość:	= 3,92 (m)
2.2.3	Grubość płyty	= 0,00 (m)
2.2.4	Wysokość belki	= 0,00 (m)
2.2.5	Otulina zbrojenia	= 5,0 (cm)
2.2.6	$x_{Ac}$	= 0,12 (m <sup>2</sup> )
2.2.7	$I_{cy}$	= 216297,9 (cm <sup>4</sup> )
2.2.8	$I_{cz}$	= 61197,9 (cm <sup>4</sup> )
2.2.9	$d_y$	= 41,5 (cm)
2.2.10	$d_z$	= 19,5 (cm)

### 2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Słup prefabrykowany : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Metoda obliczeń : uproszczona
- Konstrukcja o węzłach nieprzesuwnych

### 2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura Mz	Grupa	$\gamma_f$	$N_d/N$	N	Myg	Myd	My	Mzg	Mzd
	(kN*m)				(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
KOMB1	obliczeniowe(Konstrukcyjne)	1	1,00	1,00	1,00	730,70	0,00	0,00	0,00	0,00
KOMB2	obl.SGU()	1	1,00	1,00	524,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00									

$\gamma_f$  - współczynnik obciążenia

### 2.5 Wyniki obliczeniowe:

#### 2.5.1 Analiza SGN



**Kombinacja wymiarująca: KOMB1 (C)**

Siły przekrojowe:

$$N_{sd} = 730,70 \text{ (kN)} \quad M_{sdy} = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad M_{sdz} = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Siły wymiarujące: przekrój środkowy słupa

$$N_{sd} = 730,70 \text{ (kN)} \quad N_{sd} \cdot e_{totz} = 12,89 \text{ (kN*m)} \quad N_{sd} \cdot e_{toty} = 11,21 \text{ (kN*m)}$$

**2.5.1.1 Mimośród:**

Mimośród:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
statyczny	ee: 0,0 (cm)	0,0 (cm)
niezamierzony	ea: 1,6 (cm)	1,0 (cm)
początkowy	e0: 1,6 (cm)	1,0 (cm)
całkowity	etot: 1,8 (cm)	1,5 (cm)

**2.5.1.2 Analiza szczegółowa-Kierunek Y:****2.5.1.2.1 Siła krytyczna (38)**

$$N_{crit} = (9 / l_0^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_0/h) + 0.1) + E_s * I_s] = 6524,14 \text{ (kN)}$$

$$L_0 = 3,92 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 33091,04 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 216297,9 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 1465,7 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$klt = 2,00$$

$$\phi = 2,00$$

$$N_d/N = 1,00$$

$$e_0/h = \max(e_0/h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_0/h - 0.01 * f_{cd}) = 0,21$$

$$e_0 = 1,6 \text{ (cm)}$$

$$h = 47,0 \text{ (cm)}$$

**2.5.1.2.2 Analiza smukłości**

Konstrukcja nieprzesuwana

$l_{col} \text{ (m)}$	$l_0 \text{ (m)}$	$\lambda$	$\lambda_{lim}$	$\lambda_{crit}$	
3,92	3,92	28,86	25,00	104,00	Słup smukły

**2.5.1.2.3 Analiza wyboczenia**

$$M1 = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad M2 = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad M3 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój środkowy słupa, uwzględnienie wpływu smukłości

$$ee = (0,6M1sd + 0,4M2sd) / Nsd = 0,0 \text{ (cm)} \quad (32)$$

$$ee_{min} = 0,4M1sd/Nsd \quad (33)$$

$$ea = \max(l_{col}/600, h_y/30, 1.0\text{cm}) = 1,6 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 3,92 \text{ (m)}$$

$$h_y = 47,0 \text{ (cm)}$$

$$e_0 = ee + ea = 1,6 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$e_{tot} = \eta * e_0 = 1,8 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$\eta = 1/(1 - Nsd/N_{crit}) = 1,13 \quad (37)$$

$$N_{crit} = 6524,14 \text{ (kN)} \quad (38)$$

**2.5.1.3 Analiza szczegółowa-Kierunek Z:****2.5.1.3.1 Siła krytyczna (38)**

$$N_{crit} = (9 / l_0^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_0/h) + 0.1) + E_s * I_s] = 2100,13 \text{ (kN)}$$

$$L_0 = 3,92 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 33091,04 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 61197,9 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 348,9 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$klt = 2,00$$

$$\phi = 2,00$$

$$N_d/N = 1,00$$

$$e_0/h = \max(e_0/h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_0/h - 0.01 * f_{cd}) = 0,13$$

$$e_0 = 1,6 \text{ (cm)}$$

$$h = 25,0 \text{ (cm)}$$

### 2.5.1.3.2 Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana					
$l_{col}$ (m)	$l_0$ (m)	$\lambda$	$\lambda_{lim}$	$\lambda_{crit}$	
3,92	3,92	54,25	25,00	104,00	Słup smukły

### 2.5.1.3.3 Analiza wyboczenia

$$M1 = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad M2 = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad M3 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój środkowy słupa, uwzględnienie wpływu smukłości

$$ee = (0,6M1sd + 0,4M2sd) / Nsd = 0,0 \text{ (cm)} \quad (32)$$

$$ee_{min} = 0,4M1sd/Nsd \quad (33)$$

$$ea = \max(l_{col}/600, h_z/30, 1,0 \text{ cm}) = 1,0 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 3,92 \text{ (m)}$$

$$h_z = 25,0 \text{ (cm)}$$

$$eo = ee + ea = 1,0 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$e_{tot} = \eta * eo = 1,5 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$\eta = 1/(1 - Nsd/N_{crit}) = 1,53 \quad (37)$$

$$N_{crit} = 2100,13 \text{ (kN)} \quad (38)$$

### 2.5.2 Nośność

$$(e_z * b) / (e_y * h) = 0,46$$

$$m_n = 1,00$$

$$N_{Rdz} = 2368,79 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rdy} = 2508,23 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rdo} = 2722,68 \text{ (kN)}$$

$$m_n * N_{Sd} = 730,70 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd} = 1 / ((1 / N_{Rdz}) + (1 / N_{Rdy}) - (1 / N_{Rdo})) = 2204,79 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd} / (m_n * N_{Sd}) = 3,02$$

### 2.5.3 Zbrojenie:

Przekrój zbrojony prętami	$\phi 12,0$ (mm)
Całkowita liczba prętów w przekroju	= 6
Liczba prętów na boku b	= 2
Liczba prętów na boku h	= 3
rzeczywista powierzchnia	$A_{sr} = 6,79 \text{ (cm}^2\text{)}$
Stopień zbrojenia:	$\mu = A_{sr}/A_c = 0,58 \%$

## 2.6 Zbrojenie:

#### Pręty główne (A-IIIN (RB500W)):

- 6  $\phi 12$   $l = 3,87$  (m)

#### Zbrojenie poprzeczne (A-IIIN (RB500W)):

- strzemiona: 24  $\phi 12$   $l = 1,30$  (m)
- szpilki 24  $\phi 12$   $l = 0,45$  (m)

Występujące zbrojenie w pilastrze żelbetowym o wymiarach 250\*470 w postaci 6#12 jest wystarczające do przeniesienia występujących obciążeń.

## 1.5.2. Posadowienie nowych urządzeń wentylacyjnych na stropach.

### 1.5.2.1. Strop nad II piętrem.

#### a.) Schemat pracy.

Na stropie spoczywają dwa urządzenia wentylacyjne o łącznej masie  $2 \cdot 1200 \text{ [kg]} = 2400 \text{ [kg]}$ .

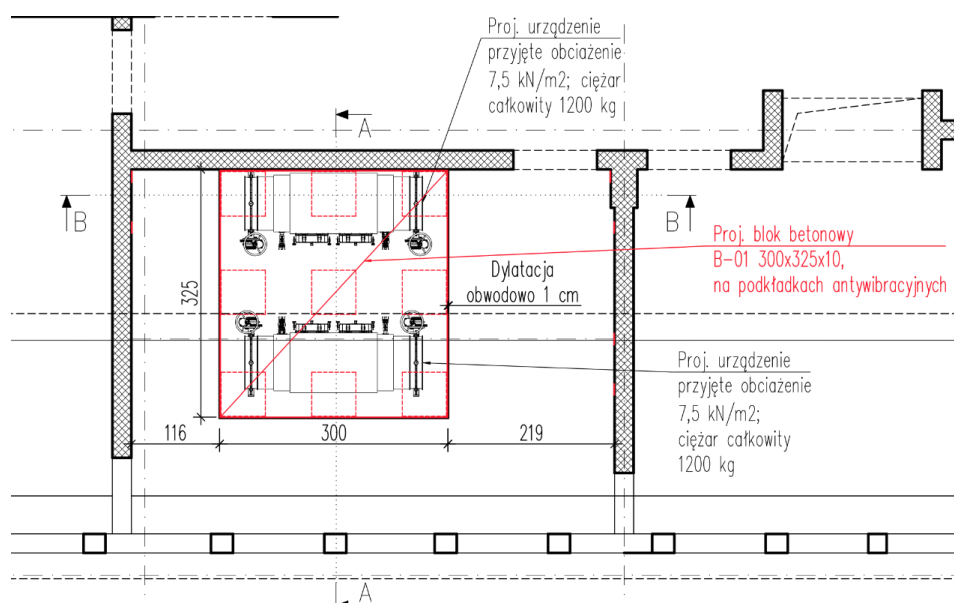
Obciążenie równomiernie rozłożone na powierzchnie zajmowaną przez urządzenie wynosi:  $7.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ .

Dopuszczalne obciążenie użytkowe stropu wg [11]:  $p_k = 3.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Obciążenie warstwami stałymi stropowymi wg [11]:  $2.21 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Ze względu na przekroczenie dopuszczalnych obciążeń użytkowych w miejscu posadowienia urządzeń wentylacyjnych zaprojektowano usunięcie warstw stropowych i zastąpienie ich cokołem żelbetowym pod dwa urządzenia wentylacyjne. Cokół rozkładał będzie obciążenie punktowe na większą powierzchnię. Na powierzchni cokołu przewiduje się również obciążenie użytkowe – zwykły dostęp serwisowy do urządzeń o wartości  $p_k = 2.00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$  na szerokości między urządzeniami  $0.7 \text{ [m]}$ .

Dodatkowo pod cokołem przewiduje się zastosowanie przekładek antywibracyjnych tłumiący drgania i dźwięki od urządzeń na strop poniżej.



#### b.) Blok B-01.

Obciążenia przed przebudową na powierzchnię cokołu  $3.00 \text{ [m]} \cdot 3.25 \text{ [m]}$ :

- stałe stropu:	$2.21 \text{ [kN/m}^2\text{]} \cdot 9.75 \text{ [m}^2\text{]} =$	21.55 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	29.09 [kN]
- użytkowe stropu:	$3.50 \text{ [kN/m}^2\text{]} \cdot 9.75 \text{ [m}^2\text{]} =$	34.13 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	51.19 [kN]
RAZEM:		55.68 [kN]	$\gamma_f = 1.44$	80.28 [kN]

$$Q_{d-\text{przed przebudową}} = 80.28 \text{ [kN]}$$

Obciążenia po przebudowie na powierzchnię cokołu  $3.00 \text{ [m]} * 3.25 \text{ [m]}$ :

- stałe stropu:	$0.10 \text{ [m]} * 25.00 \text{ [kN/m}^3] * 9.75 \text{ [m}^2] =$	24.38 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	32.91 [kN]
- urządzenia wentylacyjne:		24.00 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	36.00 [kN]
- użytkowe stropu (stały dostęp do urządzenia):				
	$2.00 \text{ [kN/m}^2] * 3.0 \text{ [m]} * 0.70 \text{ [m]} =$	5.25 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	7.88 [kN]
RAZEM:		53.63 [kN]	$\gamma_f = 1.43$	76.79 [kN]

$$Q_{d\text{-po przebudowie}} = 76.79 \text{ [kN]}$$

Wnioski.

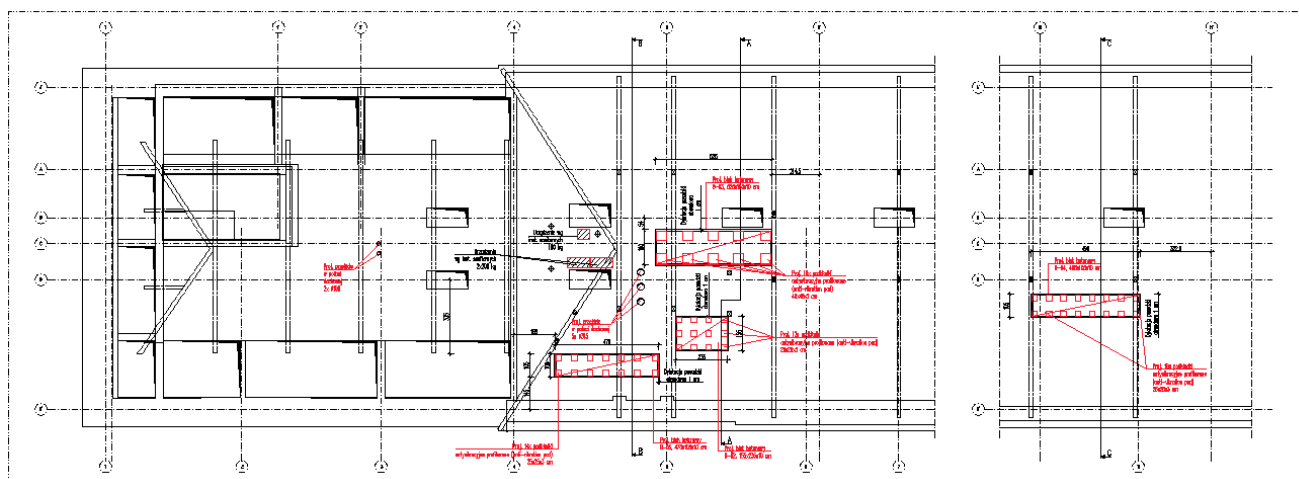
$$Q_{d\text{-przed przebudową}} = 80.28 \text{ [kN]} > Q_{d\text{-po przebudowie}} = 76.79 \text{ [kN]}$$

Po wykonaniu cokołu żelbetowego pod urządzenia wentylacyjne obciążenia dopuszczalne na strop nie zostaną przekroczone.

Cokół z betonu C20/25, zbrojenie górą i dołem #6 100/100, stal Bst500, otulina  $c=25 \text{ [mm]}$ . Pod cokół zastosować przekładki antywibracyjne Calenberg Cibatur o wymiarach  $580*580 \text{ [mm]}$  grubości  $30 \text{ mm}$ . Przestrzeń między podkładkami wypełnić wełną mineralną twardą grubości  $30 \text{ [mm]}$  zabezpieczoną z góry folią PE zgrzewaną.

### 1.5.3. Strop nad III piętrem.

a.) Schemat pracy.



Na stropie spoczywają cztery urządzenia wentylacyjne. Ze względu na niewielką nośność posadzki (jastrych cementowy o grubości  $40 \text{ mm}$  na styropianie) przewidziano usunięcie warstw stropowych i zastąpienie ich cokołem żelbetowym pod każde urządzenie. Cokół rozkładał będzie obciążenie punktowe równomiernie na większą powierzchnię.

Dopuszczalne obciążenie użytkowe stropu wg [11]:  $p_k = 5.00 \text{ [kN/m}^2]$  a w strefie nad korytarzem  $p_k = 7.50 \text{ [kN/m}^2]$

Obciążenie warstwami stałymi stropowymi wg [11]: 2.24 [kN/m<sup>2</sup>]

b.) Blok B-02.

Obciążenia przed przebudową na powierzchnię cokołu 1.60 [m] \* 2.35 [m]:

- stałe stropu:	2.24 [kN/m <sup>2</sup> ] * 3.76 [m <sup>2</sup> ] =	8.42 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	11.37 [kN]
- użytkowe stropu:	5.00 [kN/m <sup>2</sup> ] * 3.76 [m <sup>2</sup> ] =	18.80 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	28.20 [kN]
RAZEM:		27.22 [kN]	$\gamma_f = 1.45$	39.57 [kN]

$$Q_{d-\text{przed przebudową}} = 39.57 \text{ [kN]}$$

Obciążenia po przebudowie na powierzchnię cokołu 1.60 [m] \* 2.35 [m]:

- stałe stropu:	0.10 [m] * 25.00 [kN/m <sup>3</sup> ] * 3.76 [m <sup>2</sup> ] =	9.40 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	12.69 [kN]
- urządzenia wentylacyjne:		13.50 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	20.25 [kN]
RAZEM:		22.90 [kN]	$\gamma_f = 1.44$	32.94 [kN]

$$Q_{d-\text{po przebudowie}} = 32.94 \text{ [kN]}$$

Wnioski.

$$Q_{d-\text{przed przebudową}} = 39.57 \text{ [kN]} > Q_{d-\text{po przebudowie}} = 32.94 \text{ [kN]}$$

Po wykonaniu cokołu żelbetowego pod urządzenia wentylacyjne obciążenia dopuszczalne na strop nie zostaną przekroczone.

Cokół z betonu C20/25, zbrojenie górą i dołem #6 100/100, stal Bst500, otulina c=25 [mm]. Pod cokół zastosować przekładki antywibracyjne Calenberg Cibatur o wymiarach 250\*250 [mm] grubości 30 mm. Przestrzeń między podkładkami wypełnić wełną mineralną twardą grubości 30 [mm] zabezpieczoną z góry folią PE zgrzewaną.

c.) Blok B-03.

Obciążenia przed przebudową na powierzchnię cokołu 1.60 [m] \* 5.20 [m]:

- stałe stropu:	2.24 [kN/m <sup>2</sup> ] * 8.32 [m <sup>2</sup> ] =	18.64 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	25.16 [kN]
- użytkowe stropu:	7.50 [kN/m <sup>2</sup> ] * 8.32 [m <sup>2</sup> ] =	62.40 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	93.60 [kN]
RAZEM:		81.04 [kN]	$\gamma_f = 1.47$	118.76 [kN]

$$Q_{d-\text{przed przebudową}} = 118.76 \text{ [kN]}$$

Obciążenia po przebudowie na powierzchnię cokołu 1.60 [m] \* 5.20 [m]:

- stałe stropu:	$0.10 \text{ [m]} * 25.00 \text{ [kN/m}^3\text{]} * 8.32 \text{ [m}^2\text{]} =$	20.80 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	28.08 [kN]
- urządzenia wentylacyjne:		30.00 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	45.00 [kN]
RAZEM:		50.80 [kN]	$\gamma_f = 1.44$	73.08 [kN]

$$Q_{d\text{-po przebudowie}} = 73.08 \text{ [kN]}$$

Wnioski.

$$Q_{d\text{-przed przebudową}} = 118.76 \text{ [kN]} > Q_{d\text{-po przebudowie}} = 73.08 \text{ [kN]}$$

Po wykonaniu cokołu żelbetowego pod urządzenia wentylacyjne obciążenia dopuszczalne na strop nie zostaną przekroczone.

Cokół z betonu C20/25, zbrojenie górą i dołem #6 100/100, stal Bst500, otulina  $c=25$  [mm]. Pod cokół zastosować przekładki antywibracyjne Calenberg Cibatur o wymiarach 450\*450 [mm] grubości 30 mm. Przestrzeń między podkładkami wypełnić wełną mineralną twardą grubości 30 [mm] zabezpieczoną z góry folią PE zgrzewaną.

d.) Blok B-04.

Obciążenia przed przebudową na powierzchnię cokołu 1.05 [m] \* 4.90 [m]:

- stałe stropu:	$2.24 \text{ [kN/m}^2\text{]} * 5.15 \text{ [m}^2\text{]} =$	11.54 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	15.57 [kN]
- użytkowe stropu:	$7.50 \text{ [kN/m}^2\text{]} * 5.15 \text{ [m}^2\text{]} =$	38.63 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	57.94 [kN]
RAZEM:		50.17 [kN]	$\gamma_f = 1.47$	73.51 [kN]

$$Q_{d\text{-przed przebudową}} = 73.51 \text{ [kN]}$$

Obciążenia po przebudowie na powierzchnię cokołu 1.05 [m] \* 4.90 [m]:

- stałe stropu:	$0.10 \text{ [m]} * 25.00 \text{ [kN/m}^3\text{]} * 5.15 \text{ [m}^2\text{]} =$	12.88 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	17.38 [kN]
- urządzenia wentylacyjne:		12.00 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	18.00 [kN]
RAZEM:		24.88 [kN]	$\gamma_f = 1.42$	35.38 [kN]

$$Q_{d\text{-po przebudowie}} = 35.38 \text{ [kN]}$$

Wnioski.

$$Q_{d\text{-przed przebudową}} = 73.51 \text{ [kN]} > Q_{d\text{-po przebudowie}} = 35.38 \text{ [kN]}$$

Po wykonaniu cokołu żelbetowego pod urządzenia wentylacyjne obciążenia dopuszczalne na strop nie zostaną przekroczone.

Cokół z betonu C20/25, zbrojenie górą i dołem #6 100/100, stal Bst500, otulina  $c=25$  [mm]. Pod cokół zastosować przekładki antywibracyjne Calenberg Cibatur o wymiarach 250\*250 [mm] grubości 30 mm. Prze-

strzeń między podkładkami wypełnić wełna mineralną twardą grubości 30 [mm] zabezpieczoną z góry folią PE zgrzewaną.

e.) Blok B-05.

Obciążenia przed przebudową na powierzchnię cokołu 1.05 [m] \* 4.45 [m]:

- stałe stropu:	$2.24 \text{ [kN/m}^2\text{]} * 4.67 \text{ [m}^2\text{]} =$	4.67 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	6.31 [kN]
- użytkowe stropu:	$5.00 \text{ [kN/m}^2\text{]} * 4.67 \text{ [m}^2\text{]} =$	23.35 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	35.03 [kN]
RAZEM:		28.02 [kN]	$\gamma_f = 1.48$	41.34 [kN]

$$Q_{d\text{-}przebudow\acute{a}} = 41.34 \text{ [kN]}$$

Obciążenia po przebudowie na powierzchnię cokołu 1.05 [m] \* 4.45 [m]:

- stałe stropu:	$0.10 \text{ [m]} * 25.00 \text{ [kN/m}^3\text{]} * 4.67 \text{ [m}^2\text{]} =$	11.68 [kN]	$\gamma_f = 1.35$	15.76 [kN]
- urządzenia wentylacyjne:		7.00 [kN]	$\gamma_f = 1.50$	11.50 [kN]
RAZEM:		18.68 [kN]	$\gamma_f = 1.46$	27.26 [kN]

$$Q_{d\text{-}po\text{ } przebudowie} = 27.26 \text{ [kN]}$$

Wnioski.

$$Q_{d\text{-}przebudow\acute{a}} = 41.34 \text{ [kN]} > Q_{d\text{-}po\text{ } przebudowie} = 27.26 \text{ [kN]}$$

Po wykonaniu cokołu żelbetowego pod urządzenia wentylacyjne obciążenia dopuszczalne na strop nie zostaną przekroczone.

Cokół z betonu C20/25, zbrojenie górą i dołem #6 100/100, stal Bst500, otulina c=25 [mm]. Pod cokół zastosować przekładki antywibracyjne Calenberg Cibatur o wymiarach 250\*250 [mm] grubości 30 mm. Przestrzeń między podkładkami wypełnić wełna mineralną twardą grubości 30 [mm] zabezpieczoną z góry folią PE zgrzewaną.

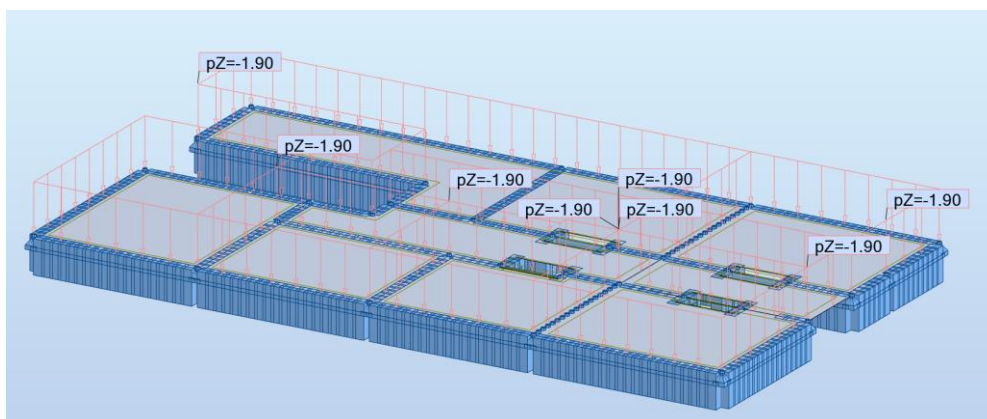
### 1.5.3. Posadowienie urządzeń technologicznych na stropie nad I piętrzem.

Obciążenie użytkowe posadzki na II piętrze (stropu nad I piętrzem) wynosi wg [11]  $3.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ . Na posadzce planuje się posadowić urządzenia technologiczne o ciężarach  $120 \text{ [kg]}$  do  $1050 \text{ [kg]}$ . Urządzenia te są niewielkie i ilość ich jest ograniczona w zamkniętych przestrzeniach. Na pozostałych powierzchniach pomieszczeń znajdować się będzie zwykłe wyposażenie pomieszczeń – zwykłe obciążenia użytkowe.

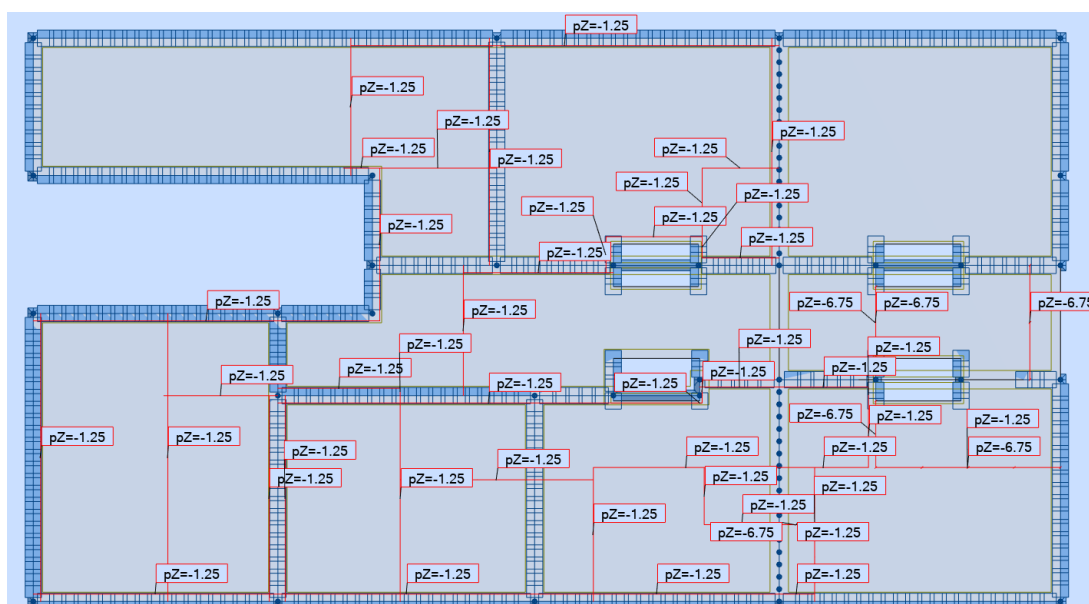
Dla nowego układu pomieszczeń, istniejącego schematu statycznego płyty i lokalizacji dodatkowych urządzeń technologicznych, od których obciążenie powierzchniowe przekracza założone obciążenie użytkowe stropu, przeprowadzono obliczenia sprawdzające nośności płyty stropowej.

Założono obciążenia stałe i zmienne przewidziane pierwotnie w projekcie:

- obciążenia stałe warstwami stropowymi:  $1.90 \text{ [kN/m}^2\text{]}$   $\gamma_f = 1.35$
- posadzka systemowa:  $1.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- sufit podwieszany pod stropem:  $0.20 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- instalacje podwieszone do stropu:  $0.20 \text{ [kN/m}^2\text{]}$



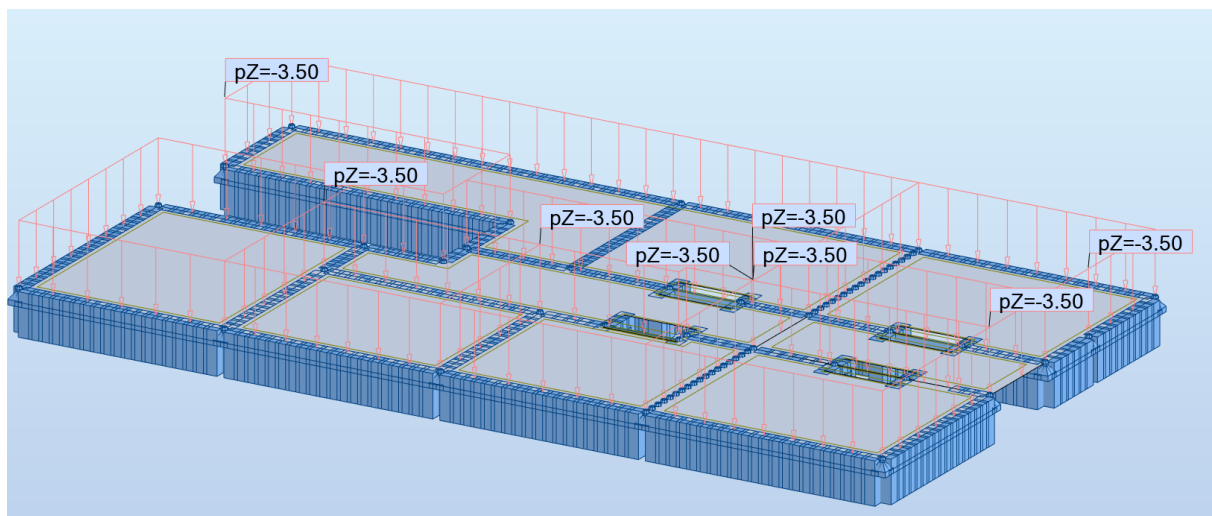
- obciążenia liniowe ściankami działowymi:  $1.25 \text{ [kN/m]}$ ,  $6.75 \text{ [kN/m]}$   $\gamma_f = 1.35$



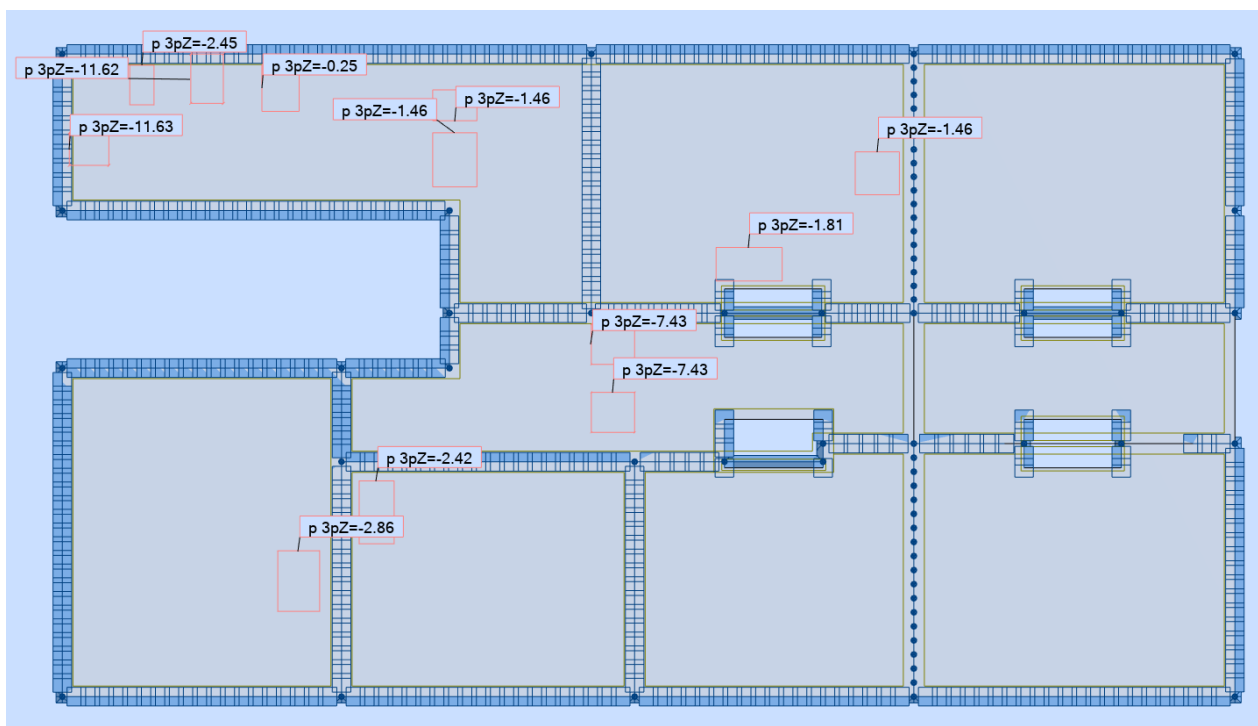


- obciążenia użytkowe stropu:  $3.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$\gamma_f = 1.50$



- obciążenia technologiczne miejscowe ponad obciążenie użytkowe stropu (obciążenie powierzchniowe od urządzenia przekracza  $3.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ ):



Strop nad I piętrem wykonany jest jako płyta żelbetowa ciągła grubości  $180 \text{ [mm]}$ , z betonu C25/30 zbrojona dołem  $\#12$  co  $150/150$  a górą  $\#12$  i  $\#16$  co  $200$  nad podporami.

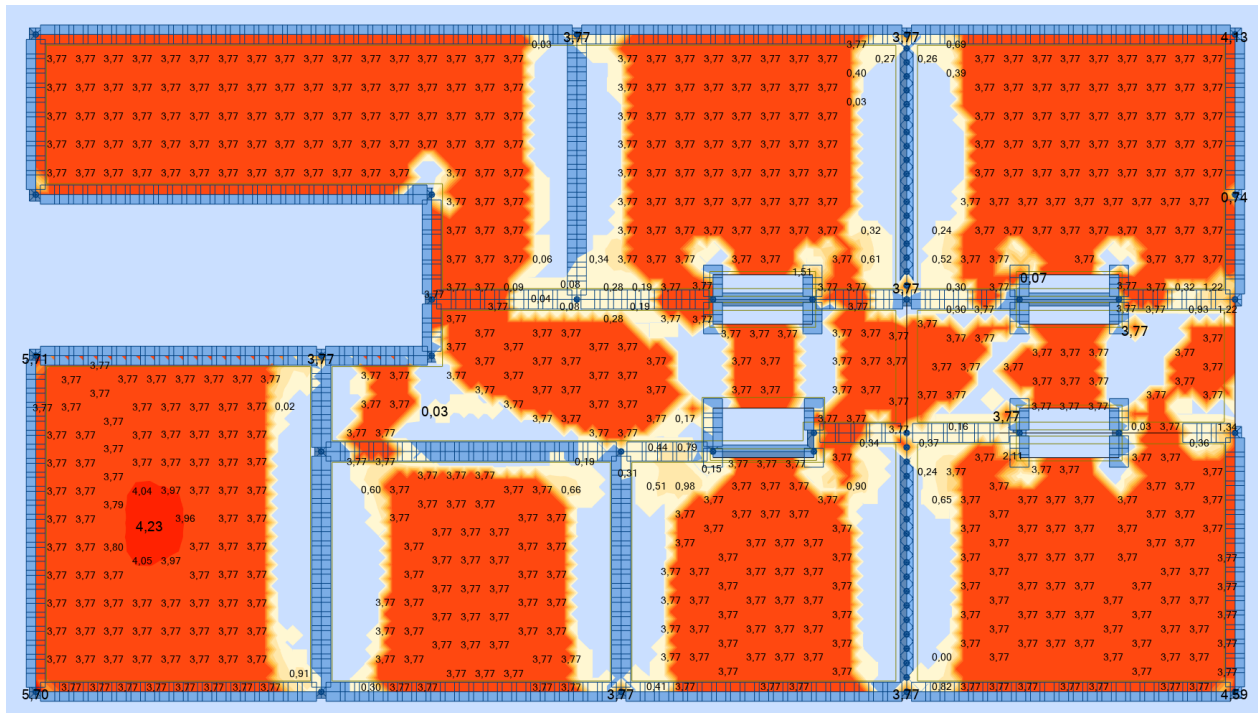
Powierzchnia zbrojenia dolnego:  $\#12$  co  $150 = 7.54 \text{ [cm}^2\text{]}$

Powierzchnia zbrojenia górnego:  $\#12$  co  $200 = 5.65 \text{ [cm}^2\text{]}$

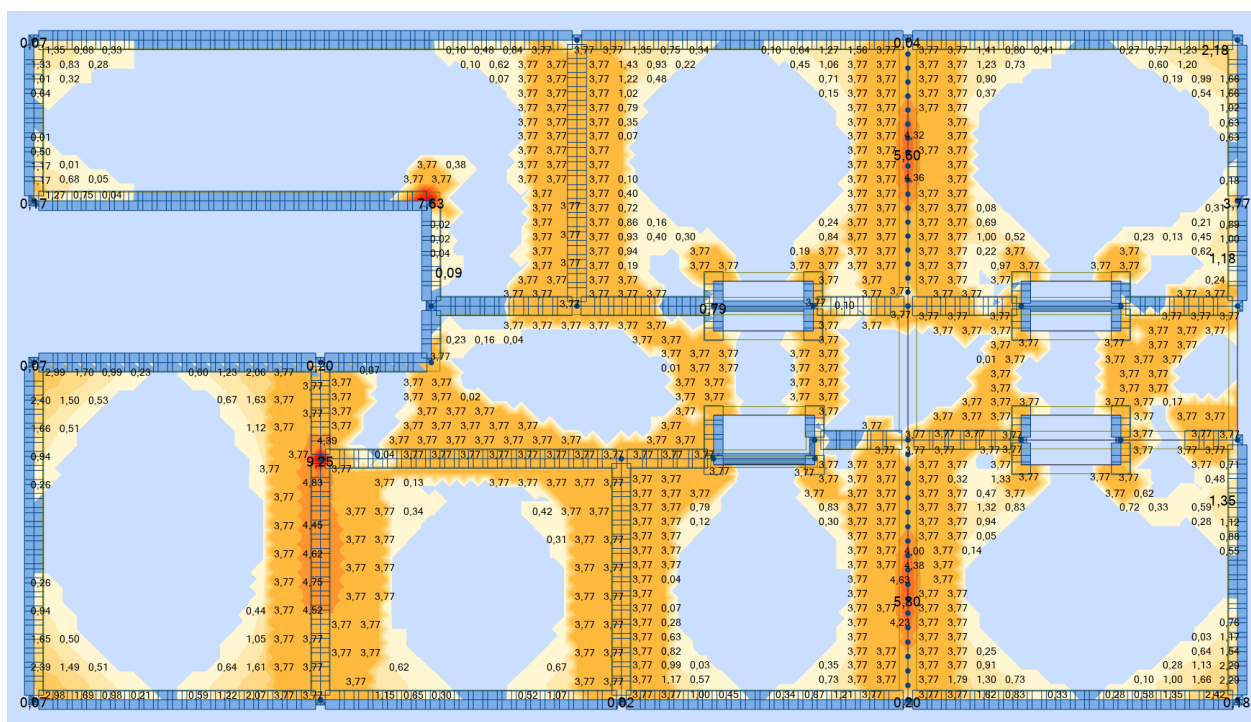
Powierzchnia zbrojenia górnego:  $\#16$  co  $200 = 10.05 \text{ [cm}^2\text{]}$

Na podstawie obliczeń MES otrzymano wyniki z wymaganą powierzchnią zbrojenia w poszczególnych polach płyty stropowej.

### Wymagane zbrojenie dolne na kierunku X.



## Wymagane zbrojenie górne na kierunku X.



#### 1.5.4. Wykonanie nowych przebić przez strop nad II piętrzem.

W stropie zaprojektowano dodatkowe otwory pod przejścia instalacji. Dla istniejącego schematu statycznego i nowego układu otworowania dokonano obliczeń sprawdzających nośność płyty w założeniu, że nie będą wykonywane dodatkowe podparcia stropów lecz same nowe otwory.

Założono obciążenia stałe i zmienne przewidziane pierwotnie w projekcie:

- obciążenia stałe warstwami stropowymi:  $3.70 \text{ [kN/m}^2\text{]}$   $\gamma_f = 1.39$
- obciążenia użytkowe stropu:  $3.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$   $\gamma_f = 1.50$

Strop nad II piętrem wykonany jest jako płyta żelbetowa ciągła grubości 180 [mm], z betonu C25/30 zbrojona dołem #12 co 150/150 a górą #12 i #16 co 200 nad podporami.

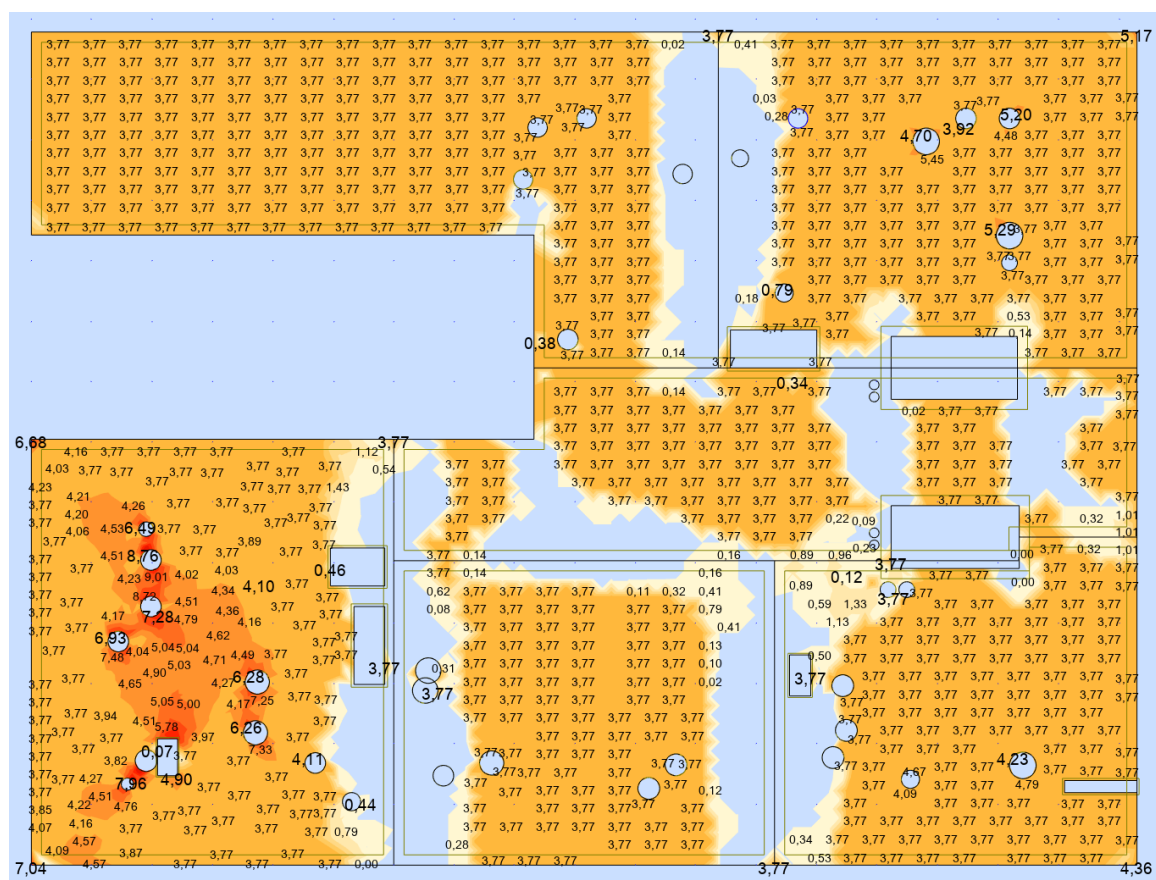
Powierzchnia zbrojenia dolnego: #12 co 150 = 7.54 [cm<sup>2</sup>]

Powierzchnia zbrojenia górnego: #12 co 200 = 5.65 [cm<sup>2</sup>]

Powierzchnia zbrojenia górnego: #16 co 200 = 10.05 [cm<sup>2</sup>]

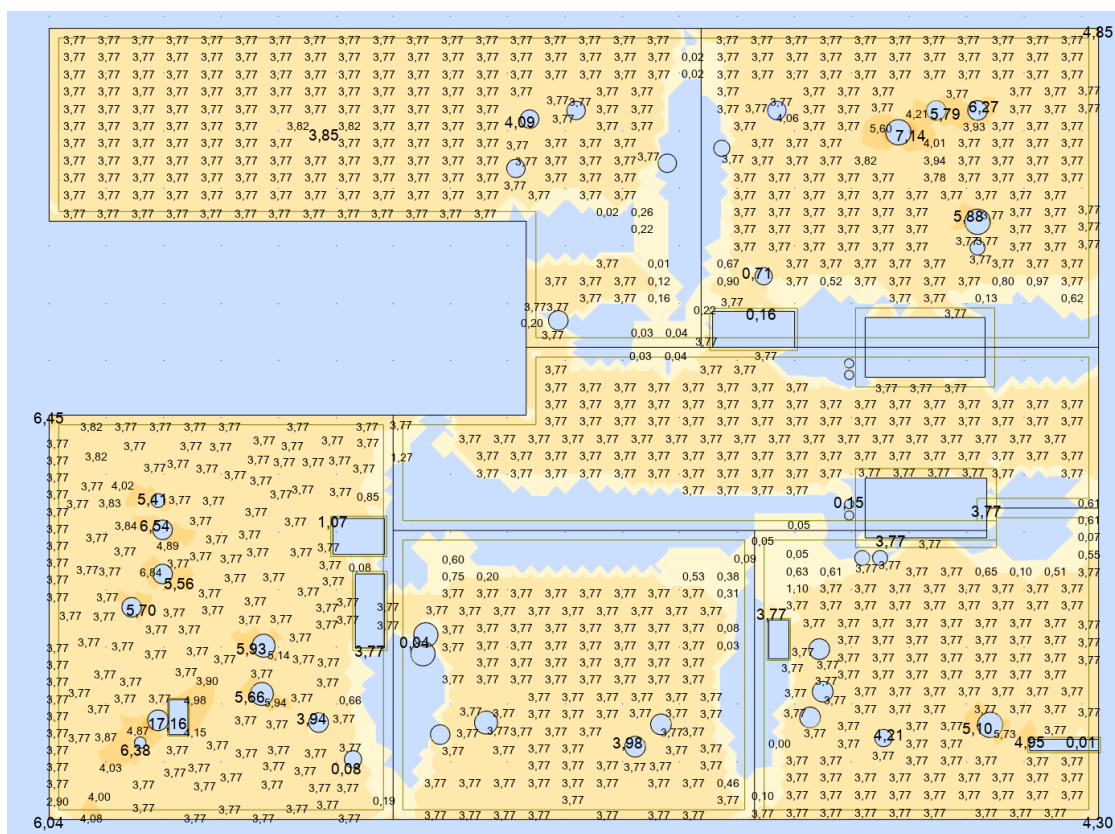
Na podstawie obliczeń MES otrzymano wyniki z wymaganą powierzchnią zbrojenia w poszczególnych polach płyty stropowej.

Wymagane zbrojenie dolne na kierunku X.

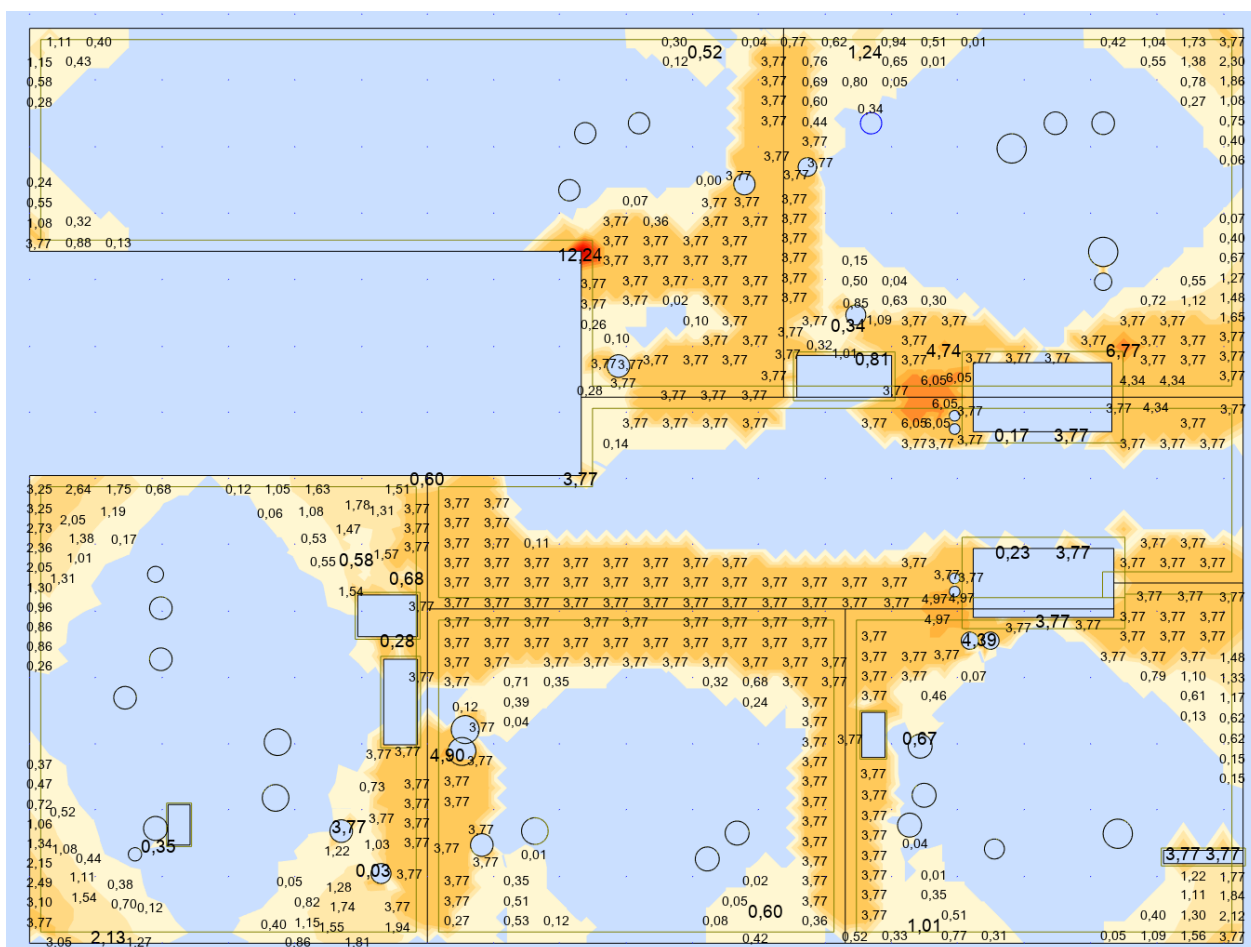




## Wymagane zbrojenie dolne na kierunku Y.



## Wymagane zbrojenie górne na kierunku Y.



Jak wynika z przeprowadzonej analizy wymagana ilość zbrojenia w większości jest wystarczająca w płycie. Jedynie na podporze w osi 2 przy otworach między osiami D-D' występują niewielkie przekroczenia nośności nie mające wpływu na pozostałe elementy.

W związku z powyższym pozostawia się strop z nowym otworowaniem bez dodatkowych wzmocnień i ograniczeń nośności posadzki.

#### 1.5.5. Wykonanie konstrukcji wsporczej pod obudowy kominów.

Konstrukcje wsporcze pod kominy na dachu przewidziano w postaci stalowych kratowych konstrukcji przestrzennych posadowionych na istniejących dźwigarach z drewna klejonego.

#### 1.5.5.1. Konstrukcja pod mały komin.

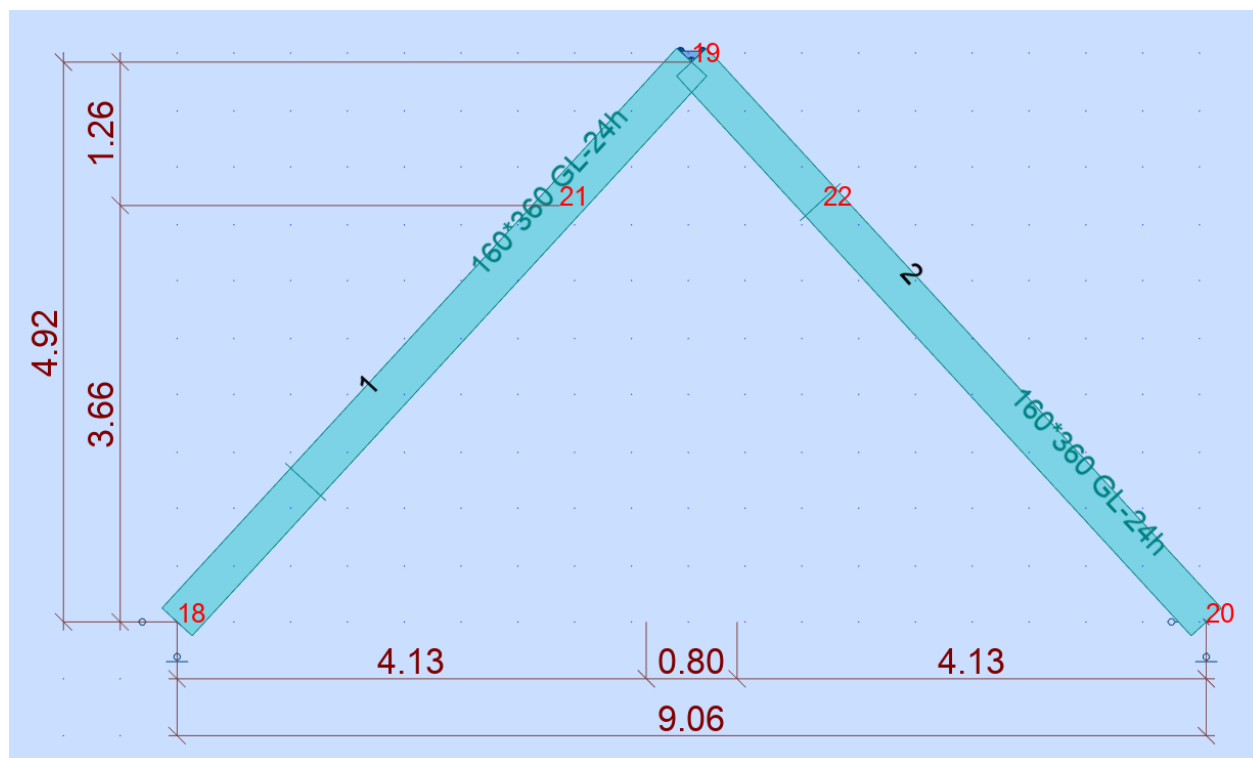
a.) schemat statyczny.

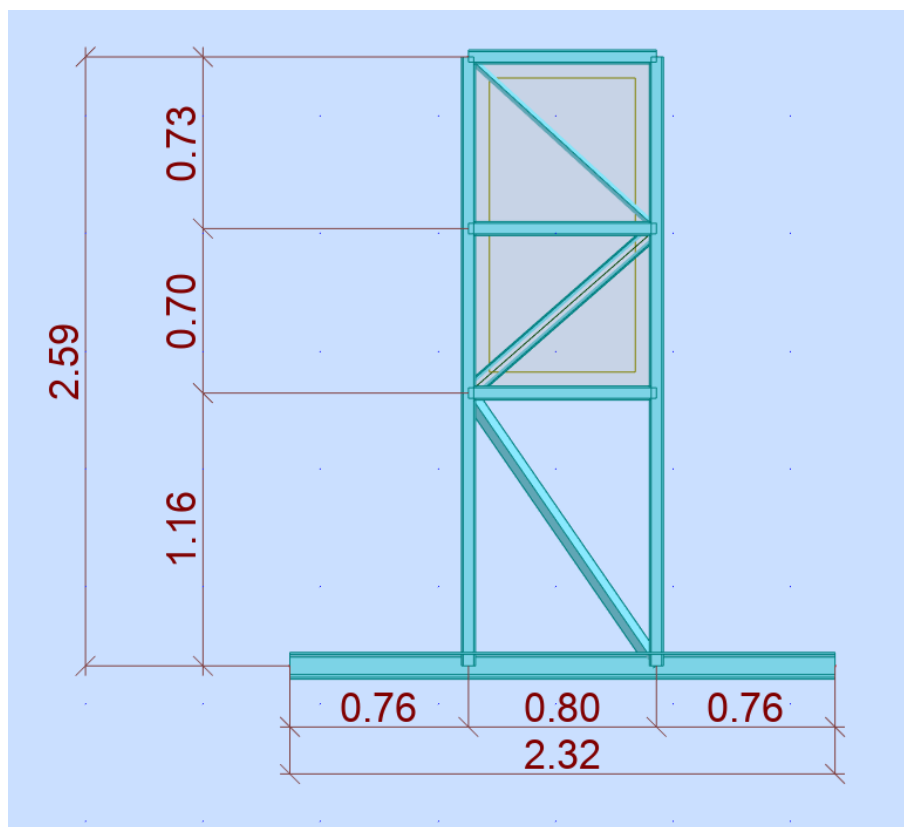
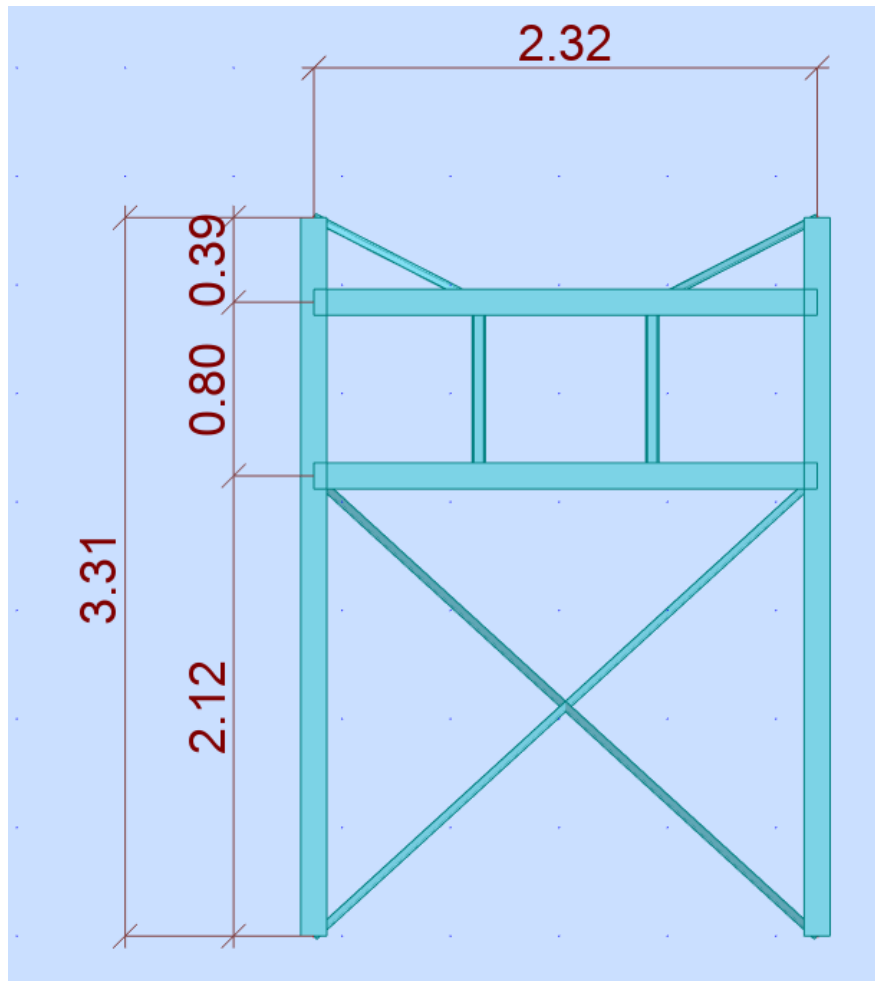
Konstrukcja nośna pod obudowę małego komina składa się z płaskiej platformy zbudowanej z belek pierwszorzędowych zamocowanych do dźwigarów z drewna klejonego. Do belek I rzędowych prostopadle doprowadzone są belki II rzędowe usztywnione poprzecznie tężnikami. Na belkach II rzędowych spoczywa przestrzenna konstrukcja obudowy komina. Konstrukcja obudowy kratowa w kształcie prostopadłościanu z poziomymi belkami nośnymi pod obudowę. Dodatkowo w połowie wysokości obudowa usztywniona jest skośnymi zastrzałami w linii belek II rzędowych.

Obciążenie konstrukcji obudowy komina stanowi ciężar okładzin na kominie, ciężar kanałów wentylacyjnych, obciążenie wiatrem (parcie i ssanie), obciążenie śniegiem).

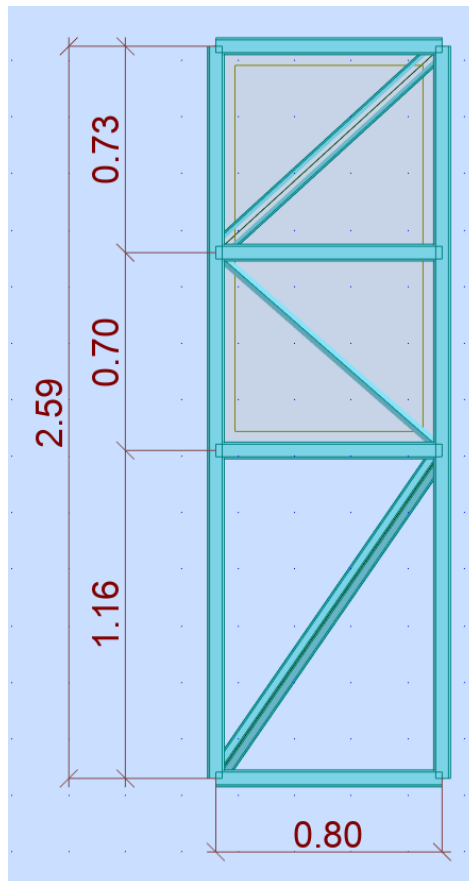
Obciążenie dźwigarów z drewna klejonego stanowią: ciężar pokrycia, obciążenie instalacjami podwieszonymi do dźwigarów, obciążenie śniegiem, obciążenie wiatrem. Obciążenie na dźwigary zebrano z pola o szerokości 3.51 [m].

Reakcje z belek I rzędowych przekazywane są w postaci sił punktowych poziomych i pionowych na dźwigary z drewna klejonego. Sztywność dźwigarów w płaszczyźnie ramy zapewniona dzięki układowi konstrukcyjnemu dźwigarów. Sztywność w kierunku prostym do dźwigarów zapewniona jak dla całej konstrukcji dachu przez układ zastrzałów z taśm stalowych prowadzonych po połąci dachowej.









#### b.) Zestawienie obciążeń.

##### Obciążenie ciężarem okładzin komina.

Płytki klinkierowe na kleju 20 mm	0.42 [kN/m <sup>2</sup> ]
Klej + siatka 10 mm	0.21 [kN/m <sup>2</sup> ]
Płyta cementowa 12 mm	0.29 [kN/m <sup>2</sup> ]
RAZEM:	0.92 [kN/m <sup>2</sup> ] → przyjęto 1.00 [kN/m <sup>2</sup> ]

##### Obciążenie śniegiem czapy komina.

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie śniegiem:  $s_k = 0.70$  [kN/m<sup>2</sup>].

##### Obciążenie ciężarem kanałów wentylacyjnych.

Przyjęto obciążenie pionowe ciężarem dwóch kanałów ocieplonych:

$$2 \times 10 \text{ [kg/m]} = 20 \text{ [kg/m]} = 0.20 \text{ [kN/m]}$$

Długość kanałów ponad stropem przyjęto 6.5 m. połowa obciążenia przekazywana jest na strop nad III pię-  
trem a połowa na górę konstrukcji nośnej obudowy komina.

$$Q_k = 6.5 \text{ [m]} \times 0.20 \text{ [kN/m]} \times 0.5 = 0.65 \text{ [kN]}$$

Obciążenie wiatrem komina.

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie wiatrem:

- parcie na ścianę nawietrzną:  $0.25 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- ssanie na ścianę zawietrzną:  $-0.18 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- ssanie na ściany boczne:  $-0.18 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Obciążenie warstwami dachowymi dźwigarów.

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie połaci dachowej:  $q_k = 1.40 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$$3.31 \text{ [m]} * 1.40 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 4.63 \text{ [kN/m]}$$

Obciążenie technologiczne od instalacji i obudów kominów:

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie technologiczne:  $p_k = 2.00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$$3.31 \text{ [m]} * 2.00 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 6.62 \text{ [kN/m]}$$

Obciążenie śniegiem połaci dachowej.

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie śniegiem połaci dachowej:  $s_k = 0.70 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$$3.31 \text{ [m]} * 0.70 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 2.32 \text{ [kN/m]}$$

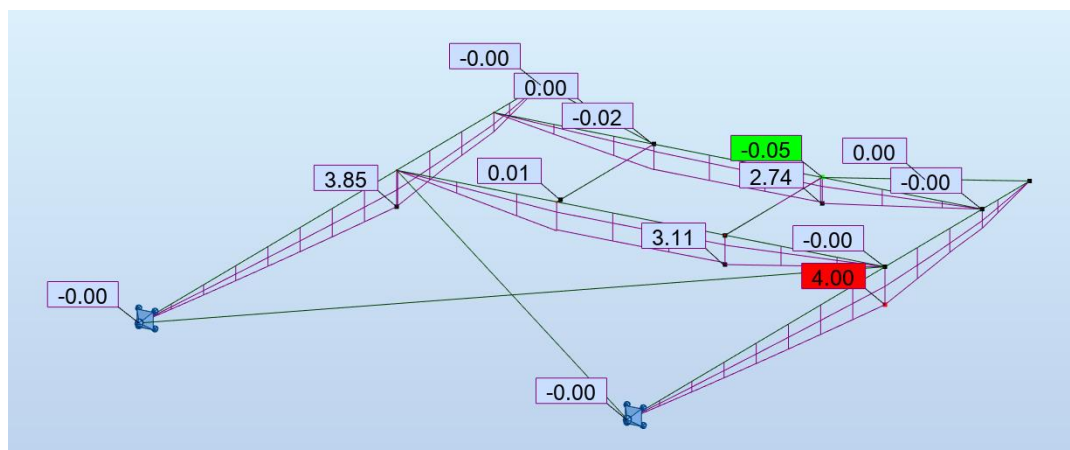
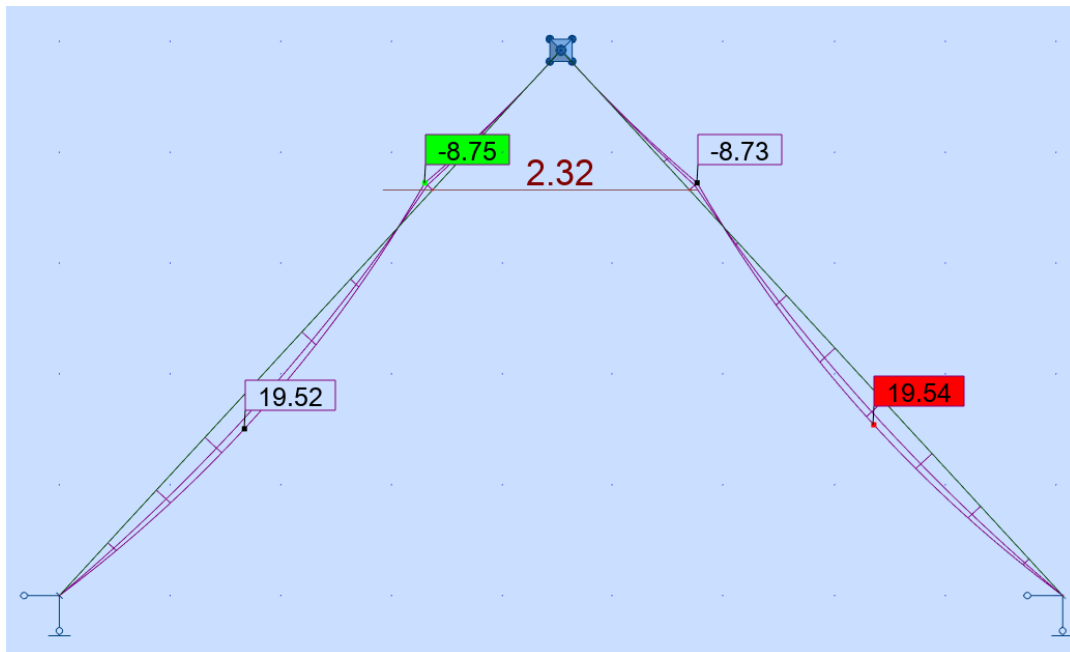
Obciążenie wiatrem połaci dachowej.

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie wiatrem:

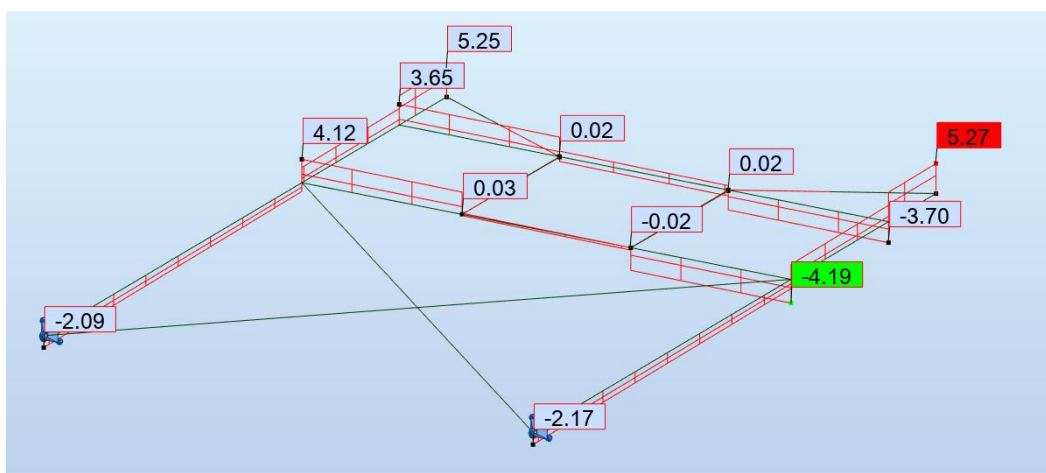
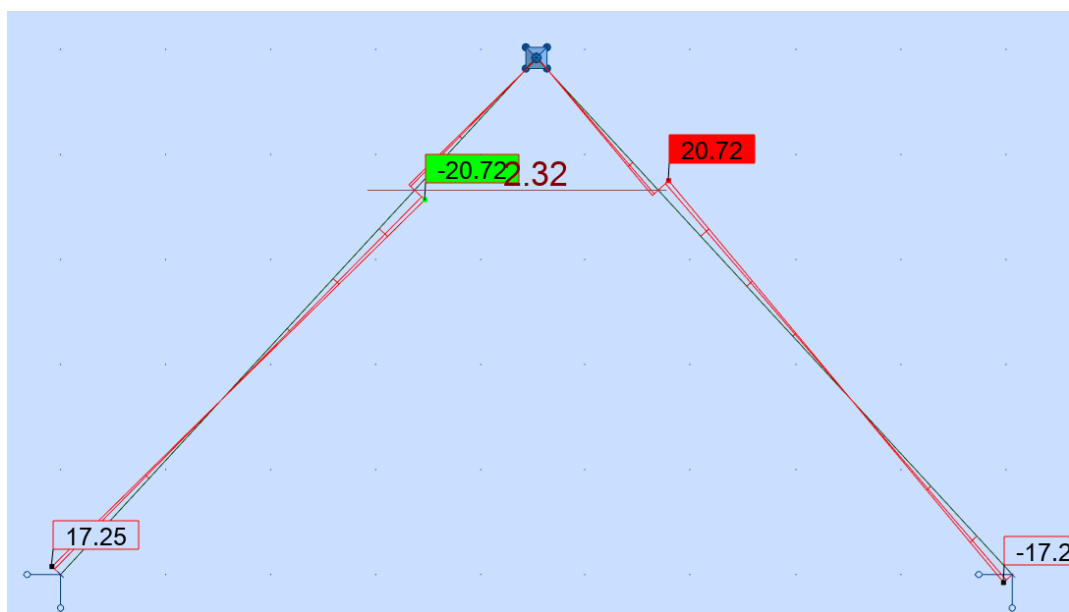
- połać nawietrzna:  $0.25 \text{ [kN/m}^2\text{]}$  →  $3.31 \text{ [m]} * 0.25 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 0.83 \text{ [kN/m]}$
- połać zawietrzna:  $-0.18 \text{ [kN/m}^2\text{]}$  →  $3.31 \text{ [m]} * 0.18 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 0.60 \text{ [kN/m]}$

c.) Wykresy sił wewnętrznych od obciążeń obliczeniowych i deformacja konstrukcji od obciążeń charakterystycznych.

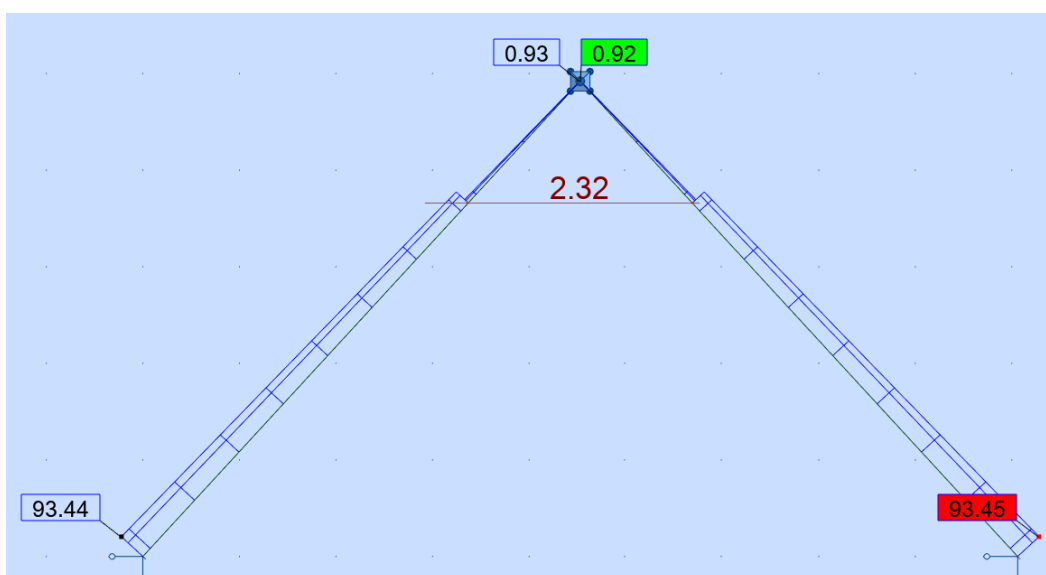
Momenty zginające od obciążeń obliczeniowych.

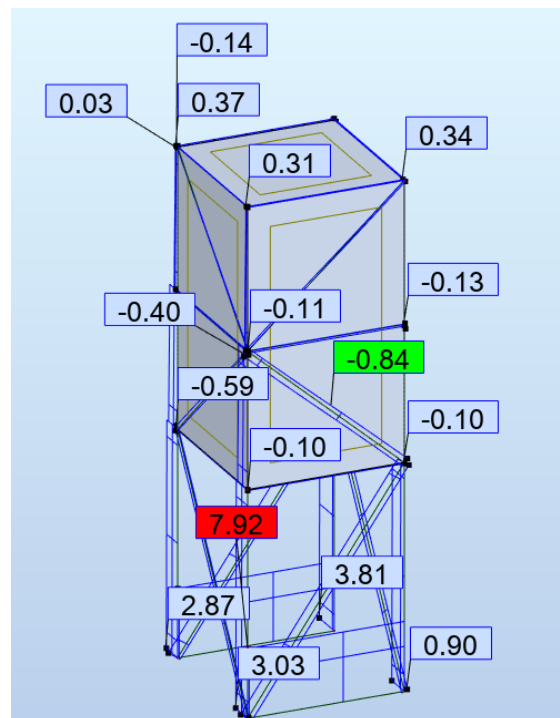
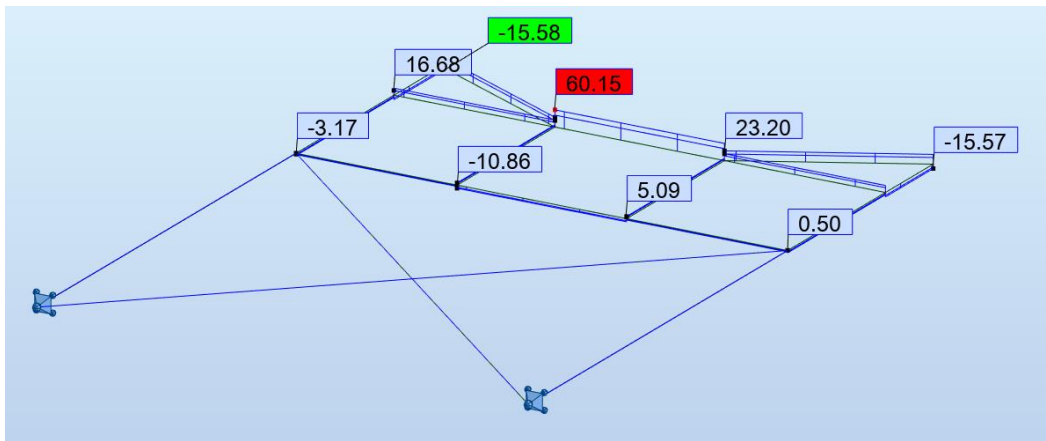


Siły ścinające od obciążeń obliczeniowych.

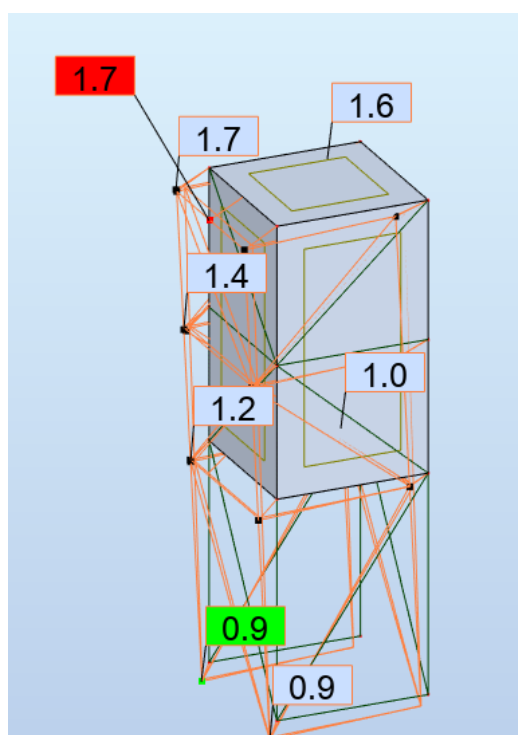
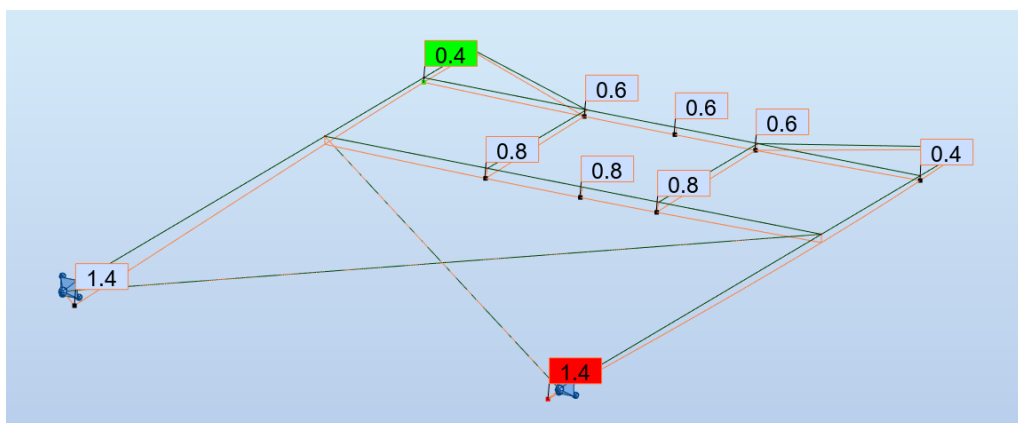
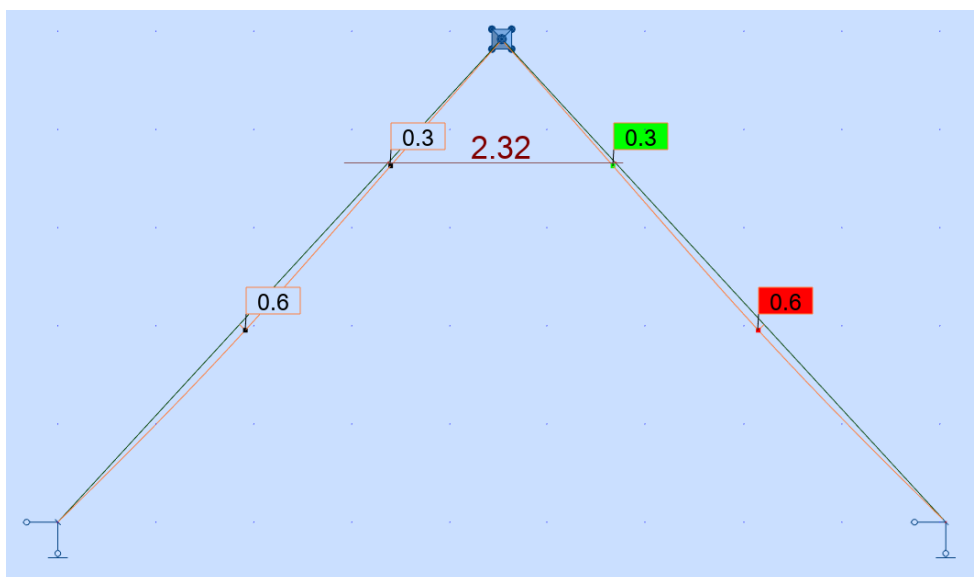


Siły osiowe od obciążeń obliczeniowych.





Przemieszczenia od obciążeń charakterystycznych.



d.) Wymiarowanie przekrojów.

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 1 1 - Belki I rzędowe

**PRĘT:** 25 1 - Belki I rzędowe\_25 **PUNKT:** 1  
m

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.36 L = 1.19$

### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB4 (1+2)\*1.35+(6+7+16)\*1.50

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



### PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 120

$h=11.4$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=12.0$ cm	$Ay=21.60$ cm <sup>2</sup>	$Az=8.42$ cm <sup>2</sup>	$Ax=25.30$ cm <sup>2</sup>
$tw=0.5$ cm	$Iy=606.00$ cm <sup>4</sup>	$Iz=231.00$ cm <sup>4</sup>	$Ix=6.02$ cm <sup>4</sup>
$tf=0.8$ cm	$Wply=119.49$ cm <sup>3</sup>	$Wplz=58.85$ cm <sup>3</sup>	

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 0.50$ kN	$M_{y,Ed} = 4.00$ kN*m	$M_{z,Ed} = 2.53$ kN*m	$V_{y,Ed} = 1.19$ kN
$N_{c,Rd} = 594.55$ kN	$M_{y,Ed,max} = 4.00$ kN*m	$M_{z,Ed,max} = 6.26$ kN*m	$V_{y,c,Rd} = 293.06$ kN
$N_{b,Rd} = 267.61$ kN	$M_{y,c,Rd} = 28.08$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 13.83$ kN*m	$V_{z,Ed} = -1.61$ kN
	$MN_{y,Rd} = 28.08$ kN*m	$MN_{z,Rd} = 13.83$ kN*m	$V_{z,c,Rd} = 114.24$ kN
	$Mb,Rd = 23.96$ kN*m		

KLASA PRZEKROJU = 1



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$	$M_{cr} = 46.87$ kN*m	Krzywa,LT - b	$X_{LT} = 0.83$
$L_{cr,upp} = 3.31$ m	$Lam_{LT} = 0.77$	$\phi_{LT} = 0.79$	$X_{LT,mod} = 0.85$

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 3.31$ m	$Lam_y = 0.72$
$L_{cr,y} = 3.31$ m	$X_y = 0.77$
$Lam_y = 67.63$	$kzy = 1.00$

wyobczenie skrętne:

Krzywa,T=c	$\alpha_T = 0.49$
$L_T = 3.31$ m	$\phi_T = 0.75$
$N_{cr,T} = 1840.77$ kN	$X_T = 0.80$
$Lam_T = 0.57$	$Nb,T,Rd = 478.02$ kN



względem osi z:

$L_z = 3.31$ m	$Lam_z = 1.17$
$L_{cr,z} = 3.31$ m	$X_z = 0.45$
$Lam_z = 109.54$	$kzz = 0.90$

wyobczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=c	$\alpha_{TF} = 0.49$
$N_{cr,y} = 1146.40$ kN	$\phi_{TF} = 0.89$
$N_{cr,TF} = 1146.40$ kN	$X_{TF} = 0.71$
$Lam_{TF} = 0.72$	$Nb,TF,Rd = 423.42$ kN

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.4.(1))
$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.14 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.18 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.20 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6.(1))
$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.6.(1))

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\lambda_{y} = 67.63 < \lambda_{y,max} = 210.00$        $\lambda_{z} = 109.54 < \lambda_{z,max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.00 < 1.00$       (6.3.1)  
 $M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.17 < 1.00$       (6.3.2.1.(1))  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.40 < 1.00$   
 (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.58 < 1.00$   
 (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 2 2 - Belki II rzędowe

**PRĘT:** 24 2 - Belki II rzędowe\_24      **PUNKT:** 3  
m

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.43 L = 0.99

### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB3 (1+2)\*1.35+(5+7+16)\*1.50

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )       $f_y = 235.00$  MPa



### PARAMETRY PRZĘKROJU: HEA 120

h=11.4 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=12.0 cm	Ay=21.60 cm <sup>2</sup>	Az=8.42 cm <sup>2</sup>	Ax=25.30 cm <sup>2</sup>
tw=0.5 cm	Iy=606.00 cm <sup>4</sup>	Iz=231.00 cm <sup>4</sup>	Ix=6.02 cm <sup>4</sup>
tf=0.8 cm	Wply=119.49 cm <sup>3</sup>	Wplz=58.85 cm <sup>3</sup>	

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 60.04$ kN	$M_{y,Ed} = 2.67$ kN*m	$M_{z,Ed} = -3.43$ kN*m	$V_{y,Ed} = -0.05$ kN
$N_{c,Rd} = 594.55$ kN	$M_{y,Ed,max} = 2.67$ kN*m	$M_{z,Ed,max} = -4.42$ kN*m	$V_{y,T,Rd} = 293.04$ kN
$N_{b,Rd} = 387.10$ kN	$M_{y,c,Rd} = 28.08$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 13.83$ kN*m	$V_{z,Ed} = 0.00$ kN
	$MN_{y,Rd} = 28.08$ kN*m	$MN_{z,Rd} = 13.83$ kN*m	$V_{z,T,Rd} = 114.23$ kN
	$Mb,Rd = 25.89$ kN*m		$Tt,Ed = 0.00$ kN*m
			KLASA PRZĘKROJU = 1



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	$M_{cr} = 68.96$ kN*m	Krzywa,LT - b	XLT = 0.90
$L_{cr,upp} = 2.32$ m	$Lam_{LT} = 0.64$	$f_{i,LT} = 0.69$	XLT,mod = 0.92

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 2.32$ m	$Lam_y = 0.50$
$L_{cr,y} = 2.32$ m	$X_y = 0.88$
$Lam_y = 47.41$	$k_{zy} = 0.98$



względem osi z:

$L_z = 2.32$ m	$Lam_z = 0.82$
$L_{cr,z} = 2.32$ m	$X_z = 0.65$
$Lam_z = 76.79$	$k_{zz} = 1.04$

### wyoboczenie skrętne:

Krzywa,T=c	$\alpha_T = 0.49$
$L_t = 2.32$ m	$f_{i,T} = 0.71$
$N_{cr,T} = 2224.84$ kN	$X_T = 0.83$
$Lam_T = 0.52$	$Nb,T,Rd = 495.54$ kN

### wyoboczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=c	$\alpha_{TF} = 0.49$
$N_{cr,y} = 2333.06$ kN	$f_{i,TF} = 0.70$
$N_{cr,TF} = 2333.06$ kN	$X_{TF} = 0.84$
$Lam_{TF} = 0.50$	$Nb,TF,Rd = 499.60$ kN

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:



**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.10 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.09 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.25 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.26 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{y,Ed} = 47.41 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 76.79 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.16 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.10 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.41 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.59 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** *PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.***TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów**GRUPA:** 4 4 - Pasy wieży**PRĘT:** 12 4 - Pasy wieży\_12**PUNKT:****WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00

m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 9 KOMB2 (1+2)\*1.35+(4+7+16)\*1.50

**MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZESZKROJU: RK 60x60x5**

h=6.0 cm

g<sub>M0</sub>=1.00

g<sub>M1</sub>=1.00

b=6.0 cm

A<sub>y</sub>=5.35 cm<sup>2</sup>

A<sub>z</sub>=5.35 cm<sup>2</sup>

A<sub>x</sub>=10.70 cm<sup>2</sup>

t<sub>w</sub>=0.5 cm

I<sub>y</sub>=53.30 cm<sup>4</sup>

I<sub>z</sub>=53.30 cm<sup>4</sup>

I<sub>x</sub>=83.19 cm<sup>4</sup>

t<sub>f</sub>=0.5 cm

W<sub>ply</sub>=20.88 cm<sup>3</sup>

W<sub>plz</sub>=20.88 cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N<sub>Ed</sub> = 3.81 kN

M<sub>z,Ed</sub> = -0.02 kN\*m

V<sub>y,Ed</sub> = -0.04 kN

N<sub>c,Rd</sub> = 251.45 kN

M<sub>y,Ed,max</sub> = -0.04 kN\*m

M<sub>z,Ed,max</sub> = 0.04 kN\*m

V<sub>y,c,Rd</sub> = 72.59 kN

N<sub>b,Rd</sub> = 234.16 kN

M<sub>y,c,Rd</sub> = 4.91 kN\*m

M<sub>z,c,Rd</sub> = 4.91 kN\*m

V<sub>z,Ed</sub> = -0.03 kN

M<sub>N,z,Rd</sub> = 4.91 kN\*m

V<sub>z,c,Rd</sub> = 72.59 kN

KLASA PRZESKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

L<sub>y</sub> = 1.00 m

L<sub>am\_y</sub> = 0.48

L<sub>cr,y</sub> = 1.00 m

X<sub>y</sub> = 0.93

L<sub>am\_y</sub> = 44.81

k<sub>yz</sub> = 0.54



względem osi z:

L<sub>z</sub> = 1.00 m

L<sub>am\_z</sub> = 0.48

L<sub>cr,z</sub> = 1.00 m

X<sub>z</sub> = 0.93

L<sub>am\_z</sub> = 44.81

k<sub>zz</sub> = 0.90

wyboczenie skrętne:

Krzywa, T=a  
Lt=1.00 m  
Ncr, T=68185.19 kN  
Lam\_T=0.06

alfa, T=0.21  
fi, T=0.49  
X, T=1.00  
Nb, T, Rd=251.45 kN

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa, TF=a  
Ncr, y=1104.70 kN  
Ncr, TF=1104.70 kN  
Lam\_TF=0.48

alfa, TF=0.21  
fi, TF=0.64  
X, TF=0.93  
Nb, TF, Rd=234.16 kN

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.5.(1))  
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(2))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{y} = 44.81 < \Lambda_{max} = 210.00$        $\Lambda_{z} = 44.81 < \Lambda_{max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.02 < 1.00$  (6.3.1)  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.03 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.03 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** [PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.](#)

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 5 5 - Krzyżulce wieży

**PRĘT:** 31 5 - Krzyżulce wieży\_31      **PUNKT:**  
m

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.50 L = 0.43

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 9 KOMB2 (1+2)\*1.35+(4+7+16)\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )       $f_y = 235.00$  MPa



#### PARAMETRY PRZEKROJU: LR 50x50x5

h=5.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=5.0 cm	Ay=2.50 cm <sup>2</sup>	Az=2.50 cm <sup>2</sup>	Ax=4.80 cm <sup>2</sup>
tw=0.5 cm	Iy=17.40 cm <sup>4</sup>	Iz=4.55 cm <sup>4</sup>	Ix=0.37 cm <sup>4</sup>
tf=0.5 cm	Wely=4.92 cm <sup>3</sup>	Welz=2.29 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 34.15$ kN	$M_{y,Ed} = 0.00$ kN*m
$N_{c,Rd} = 112.80$ kN	$M_{y,Ed,max} = 0.00$ kN*m
$N_{b,Rd} = 72.09$ kN	$M_{y,c,Rd} = 1.16$ kN*m

KLASA PRZEKROJU = 3



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 0.85$  m       $\Lambda_{y} = 0.48$



względem osi z:

$L_z = 0.85$  m       $\Lambda_{z} = 0.93$

Lcr,y = 0.85 m	Xy = 0.89	Lcr,z = 0.85 m	Xz = 0.64
Lamy = 44.87	kyy = 0.99	Lamz = 87.75	kzy = 0.79

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$N_{y,Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.31 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{y,Ed} = 44.87 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 87.75 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{y,Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}) = 0.34 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{z,Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}) = 0.48 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** *PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 6 6 - Słupki wieży

**PRĘT:** 33 6 - Słupki wieży\_33

**PUNKT:** 8

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 0.80

m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB4 (1+2)\*1.35+(6+7+16)\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETRY PRZĘKROJU: RK 60x60x5

h=6.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=6.0 cm	Ay=5.35 cm <sup>2</sup>	Az=5.35 cm <sup>2</sup>	Ax=10.70 cm <sup>2</sup>
tw=0.5 cm	Iy=53.30 cm <sup>4</sup>	Iz=53.30 cm <sup>4</sup>	Ix=83.19 cm <sup>4</sup>
tf=0.5 cm	Wply=20.88 cm <sup>3</sup>	Wplz=20.88 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N <sub>y,Ed</sub> = 7.09 kN	M <sub>y,Ed</sub> = -0.01 kN*m	M <sub>z,Ed</sub> = 2.43 kN*m	V <sub>y,Ed</sub> = -6.06 kN
N <sub>c,Rd</sub> = 251.45 kN	M <sub>y,Ed,max</sub> = -0.01 kN*m	M <sub>z,Ed,max</sub> = 2.43 kN*m	V <sub>y,T,Rd</sub> = 71.67 kN
N <sub>b,Rd</sub> = 240.77 kN	M <sub>y,c,Rd</sub> = 4.91 kN*m	M <sub>z,c,Rd</sub> = 4.91 kN*m	V <sub>z,Ed</sub> = -0.05 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 4.91 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 4.91 kN*m	V <sub>z,T,Rd</sub> = 71.67 kN
			Tt <sub>Ed</sub> = 0.05 kN*m
			KLASA PRZĘKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

L <sub>y</sub> = 0.80 m	Lam <sub>y</sub> = 0.38
Lcr,y = 0.80 m	Xy = 0.96
Lamy = 35.84	kzy = 0.54



względem osi z:

L <sub>z</sub> = 0.80 m	Lam <sub>z</sub> = 0.38
Lcr,z = 0.80 m	Xz = 0.96
Lamz = 35.84	kzz = 0.90

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{y,Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.50 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.66} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.66} = 0.31 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{y,Ed} = 35.84 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 35.84 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.30 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.48 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

e.) Sprawdzenie nośności istniejących dźwigarów pod działaniem dodatkowych obciążeń.

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH

**NORMA:** PN-B-03150:2000

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 3 1 - Dźwigary główne

**PRĘT:** 2

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.50 L = 3.37 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB4 (1+2)\*1.35+(6+7+16)\*1.50

**MATERIAŁ**

GL24h



**PARAMETRY PRZĘKROJU: 160\*360 GL-24h**

ht=36.0 cm

Ay=177.23 cm<sup>2</sup>

Az=398.77 cm<sup>2</sup>

Ax=576.00 cm<sup>2</sup>

bf=16.0 cm

Iy=62208.00 cm<sup>4</sup>

Iz=12288.00 cm<sup>4</sup>

Ix=35407.72 cm<sup>4</sup>

Wey=3456.00 cm<sup>3</sup>

Welz=1536.00 cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZĘKROJU**

N = 54.24 kN

My = 43.16 kN\*m

Vz = -0.37 kN

**NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZĘKROJU**

Sig c,0,d = 0.94 MPa

Sig m,y,d = 12.49 MPa

Tau z,d = -0.01 MPa

**WYTRZYMAŁOŚCI**

f c,0,d = 12.92 MPa

f m,y,d = 14.31 MPa

f v,d = 1.88 MPa

**WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE**

km = 0.70

kmod = 0.70

khy = 1.11



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

ld = 7.41 m

Lam rel,m = 0.46

k crit = 1.00

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y przekroju

$l_y = 6.69 \text{ m}$   $L_{am,y} = 64.35$   
 $L_{am,rel,y} = 1.02$   $k_y = 1.05$   
 $l_{c,y} = 6.69 \text{ m}$   $k_{c,y} = 0.78$



względem osi z przekroju

$l_z = 1.70 \text{ m}$   $L_{am,z} = 36.81$   
 $L_{am,rel,z} = 0.59$   $k_z = 0.68$   
 $l_{c,z} = 1.70 \text{ m}$   $k_{c,z} = 0.99$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\text{Sig } c_{0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig } m_{y,d}/f_{m,y,d} = 0.94/(0.78 \cdot 12.92) + 12.49/14.31 = 0.97 < 1.00$  [4.2.1(3)]

$\text{Sig } m_{y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 12.49/(1.00 \cdot 14.31) = 0.87 < 1.00$  [4.2.2(1)]

$\text{Tau } z,d/f_{v,d} = 0.01/1.88 = 0.01 < 1.00$  [4.1.8.1(1)]

#### Profil poprawny !!!

Nośność dźwigarów z drewna klejonego jest wystarczająca do przeniesienia obecnych i dodatkowych obciążeń. Elementy więźby nie wymagają wzmocnienia.

### 1.5.5.2. Konstrukcja pod duży komin.

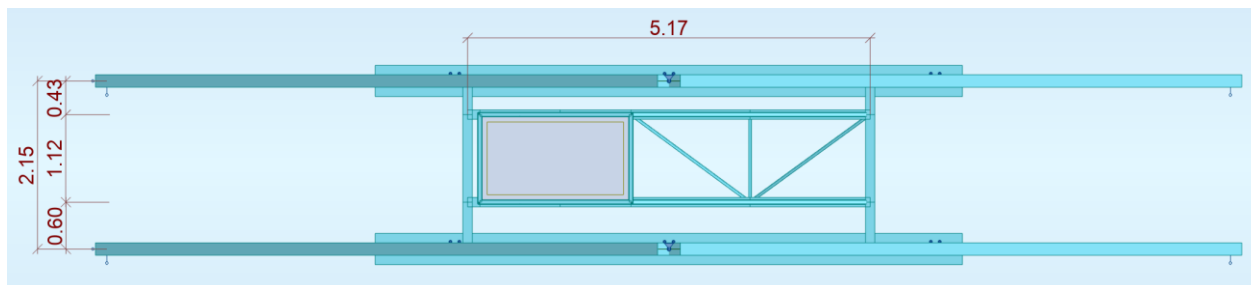
#### a.) schemat statyczny.

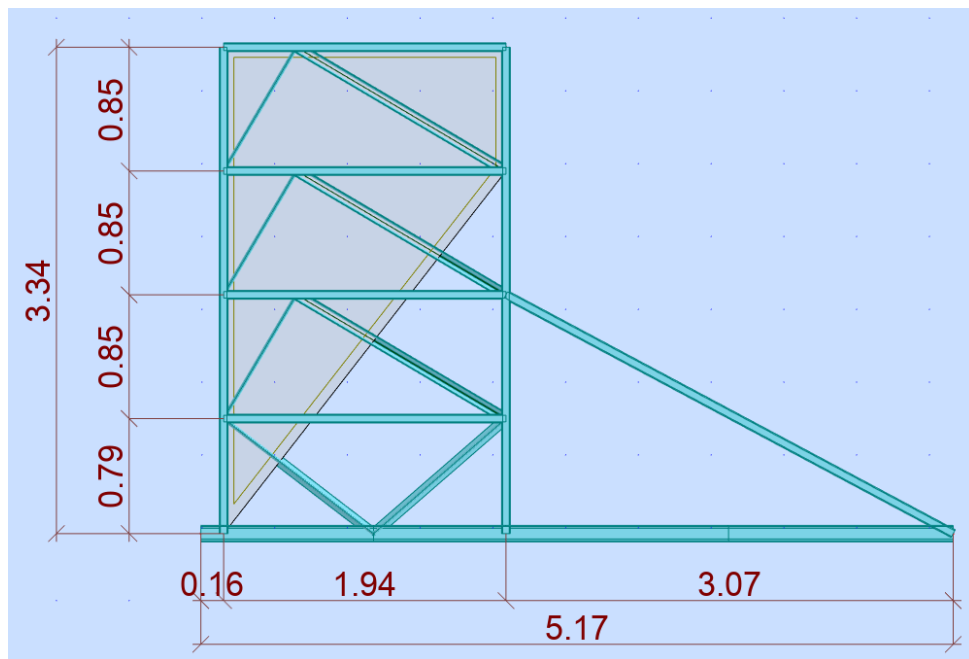
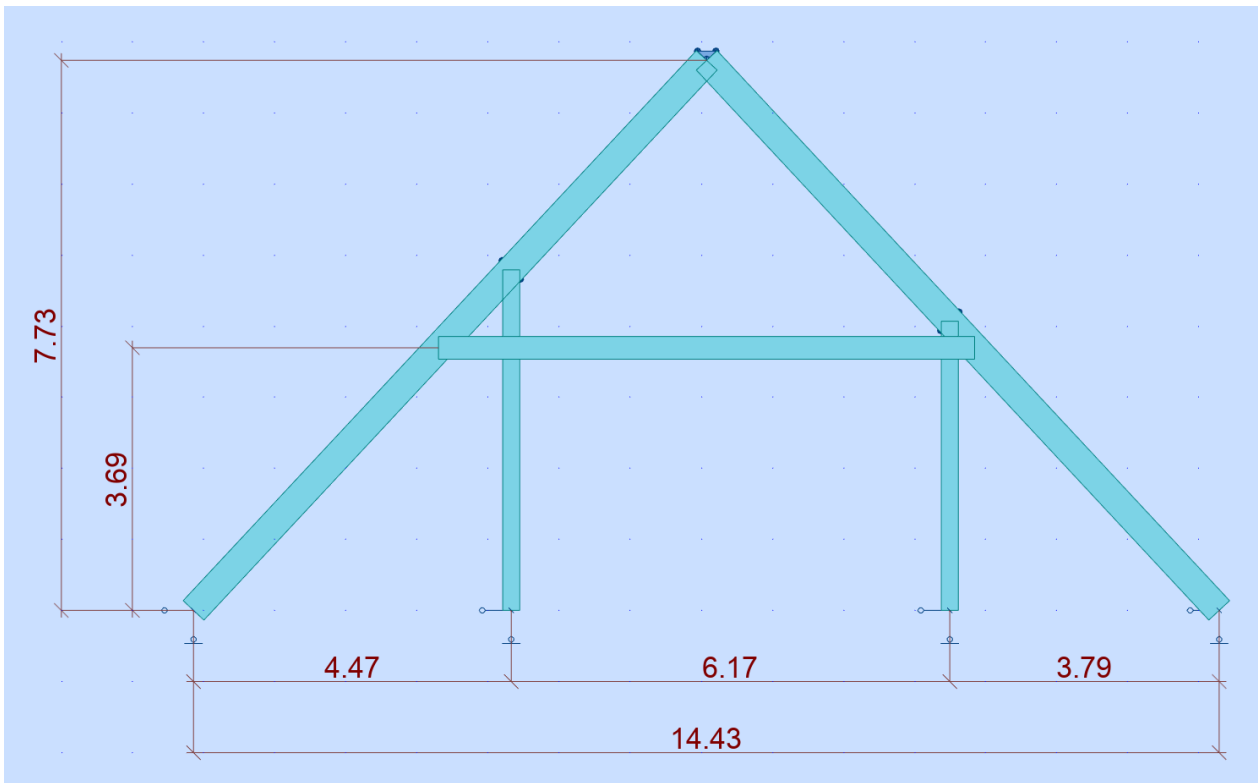
Konstrukcja nośna pod obudowę dużego komina składa się z płaskiej platformy zbudowanej z belek pierwszorzędowych zamocowanych do dźwigarów z drewna klejonego. Do belek I rzędowych prostopadłe doprowadzone są belki II rzędowe usztywnione poprzecznie tężnikami. Na belkach II rzędowych spoczywa przestrzenna konstrukcja obudowy komina. Konstrukcja obudowy kratowa w kształcie prostopadłościanu z poziomymi belkami nośnymi pod obudowę.

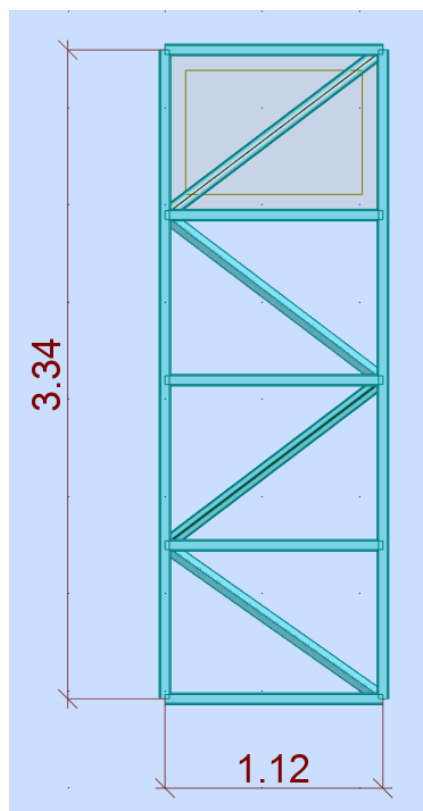
Obciążenie konstrukcji obudowy komina stanowi ciężar okładzin na kominie, ciężar kanałów wentylacyjnych, obciążenie wiatrem (parcie i ssanie), obciążenie śniegiem).

Obciążenie dźwigarów z drewna klejonego stanowią: ciężar pokrycia, obciążenie instalacjami podwieszonymi do dźwigarów, obciążenie śniegiem, obciążenie wiatrem. Obciążenie na dźwigary zebrano z pola o szerokości 3.31 [m].

Reakcje z belek I rzędowych przekazywane są w postaci sił punktowych poziomych i pionowych na dźwigary z drewna klejonego. Sztywność dźwigarów w płaszczyźnie ramy zapewniona dzięki układowi konstrukcyjnemu dźwigarów. Sztywność w kierunku prostopadłym do dźwigarów zapewniona jak dla całej konstrukcji dachu prze układ zastrzałów z taśm stalowych prowadzonych po połaci dachowej.







b.) Zestawienie obciążeń.

Obciążenie ciężarem okładzin komina.

Płytki klinkierowe na kleju 20 mm	0.42 [kN/m <sup>2</sup> ]
Klej + siatka 10 mm	0.21 [kN/m <sup>2</sup> ]
Płyta cementowa 12 mm	0.29 [kN/m <sup>2</sup> ]
RAZEM:	0.92 [kN/m <sup>2</sup> ] → przyjęto 1.00 [kN/m <sup>2</sup> ]

Obciążenie śniegiem czapy komina.

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie śniegiem:  $s_k = 0.70$  [kN/m<sup>2</sup>].

Obciążenie ciężarem kanałów wentylacyjnych.

Przyjęto obciążenie pionowe ciężarem trzech kanałów ocieplonych:  $3 \times 10$  [kg/m] = 30 [kg/m] = 0.30 [kN/m]

Długość kanałów ponad stropem przyjęto 8.5 m. połowa obciążenia przekazywana jest na strop nad III pię-  
trem a połowa na górę konstrukcji nośnej obudowy komina.

$$Q_k = 8.5 \text{ [m]} * 0.30 \text{ [kN/m]} * 0.5 = 1.28 \text{ [kN]}$$

#### Obciążenie wiatrem komina.

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie wiatrem:

- parcie na ścianę nawietrzną:  $0.25 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- ssanie na ścianę zawietrzną:  $-0.18 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- ssanie na ściany boczne:  $-0.18 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

#### Obciążenie warstwami dachowymi dźwigarów.

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie połaci dachowej:  $q_k = 1.40 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$$3.51 \text{ [m]} * 1.40 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 4.91 \text{ [kN/m]}$$

#### Obciążenie technologiczne od instalacji i obudów kominów:

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie technologiczne:  $p_k = 2.00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$$3.51 \text{ [m]} * 2.00 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 7.02 \text{ [kN/m]}$$

#### Obciążenie śniegiem połaci dachowej.

Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie śniegiem połaci dachowej:  $s_k = 0.70 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$$3.51 \text{ [m]} * 0.70 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 2.46 \text{ [kN/m]}$$

#### Obciążenie wiatrem połaci dachowej.

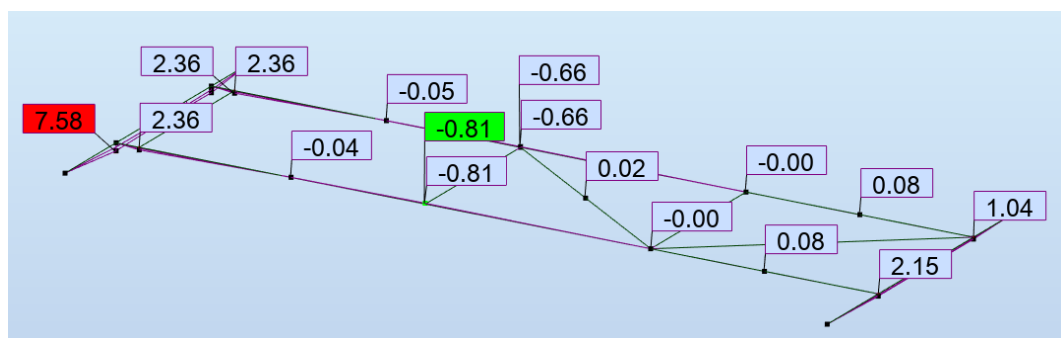
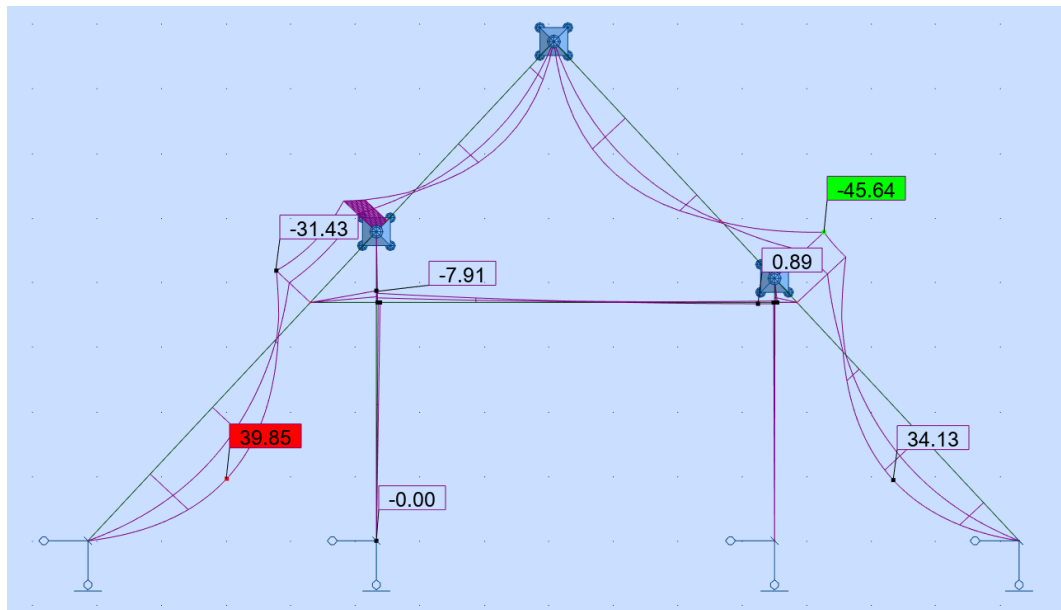
Zgodnie z [11] przyjęto obciążenie wiatrem:

- połać nawietrzna:  $0.25 \text{ [kN/m}^2\text{]}$  →  $3.51 \text{ [m]} * 0.25 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 0.88 \text{ [kN/m]}$
- połać zawietrzna:  $-0.18 \text{ [kN/m}^2\text{]}$  →  $3.51 \text{ [m]} * 0.18 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 0.63 \text{ [kN/m]}$

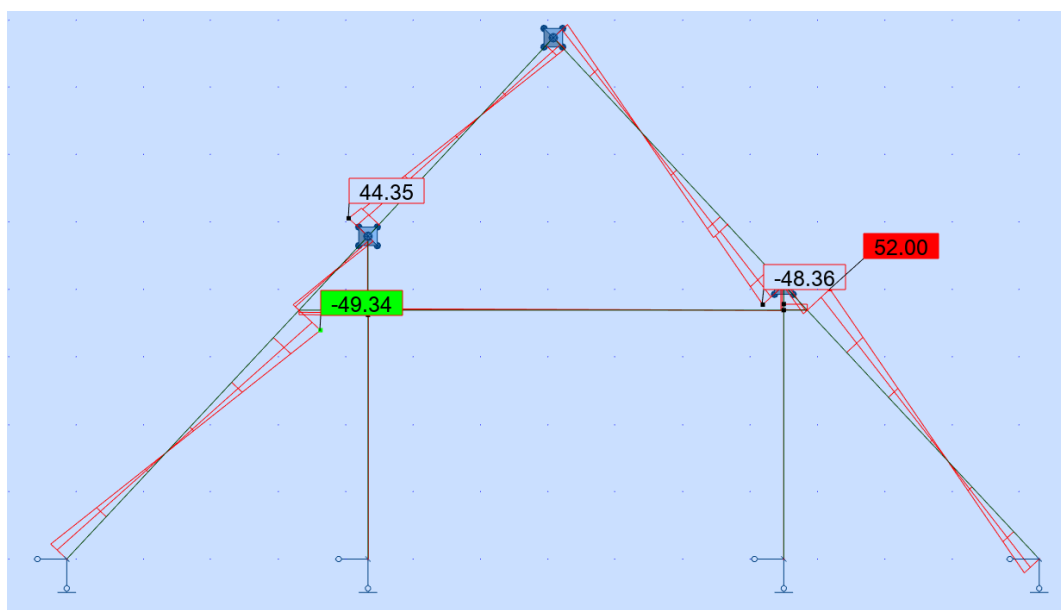


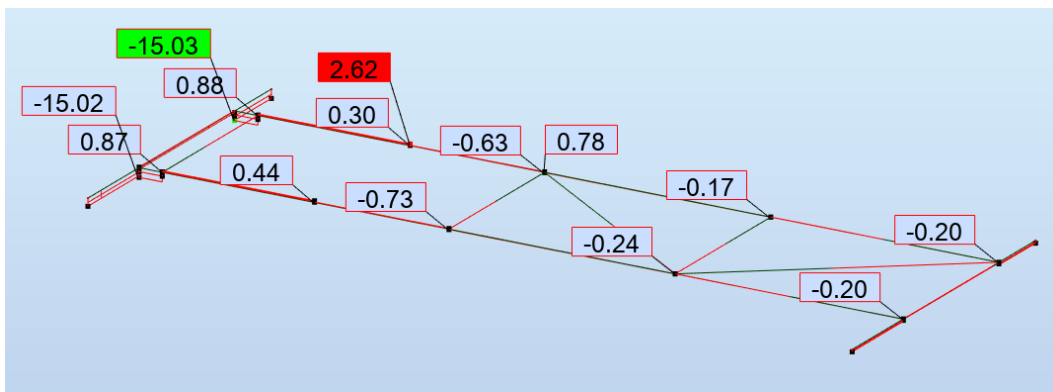
c.) Wykresy sił wewnętrznych od obciążeń obliczeniowych i deformacja konstrukcji od obciążeń charakterystycznych.

Momenty zginające od obciążeń obliczeniowych.

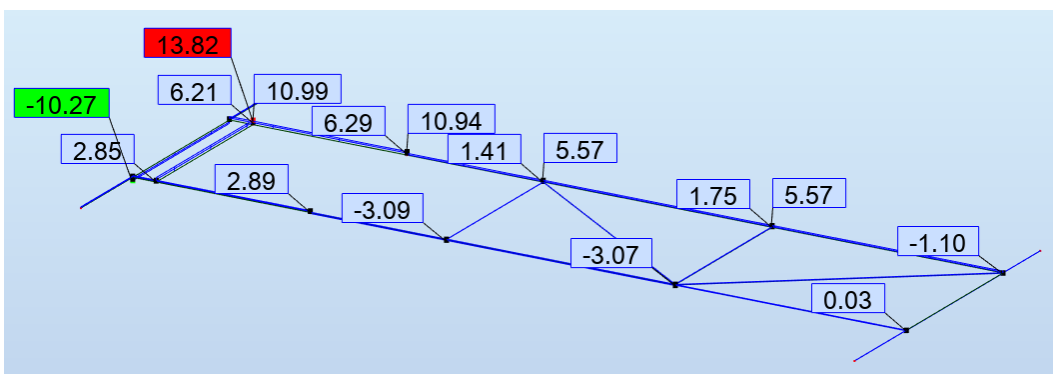
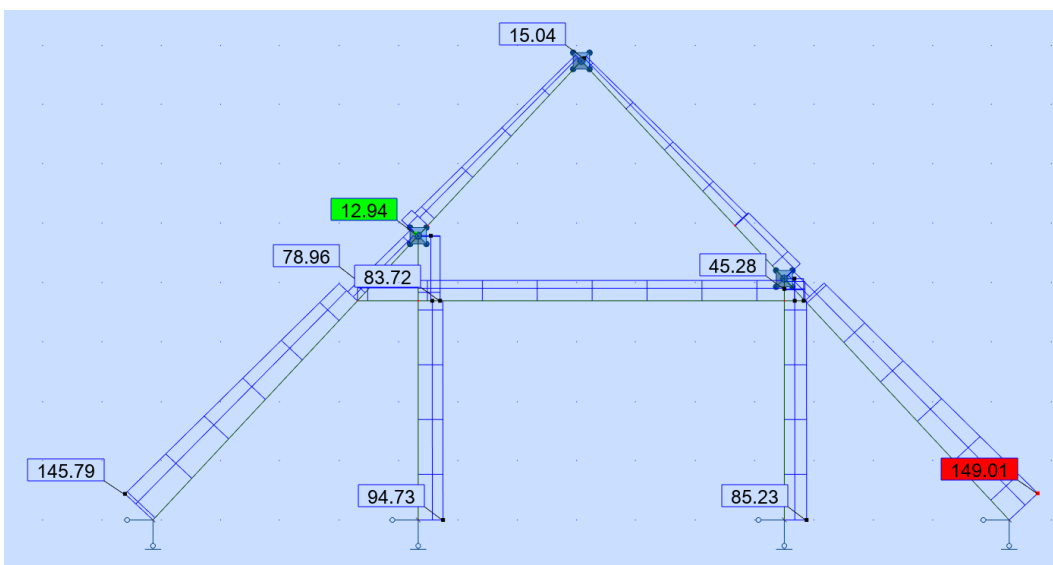


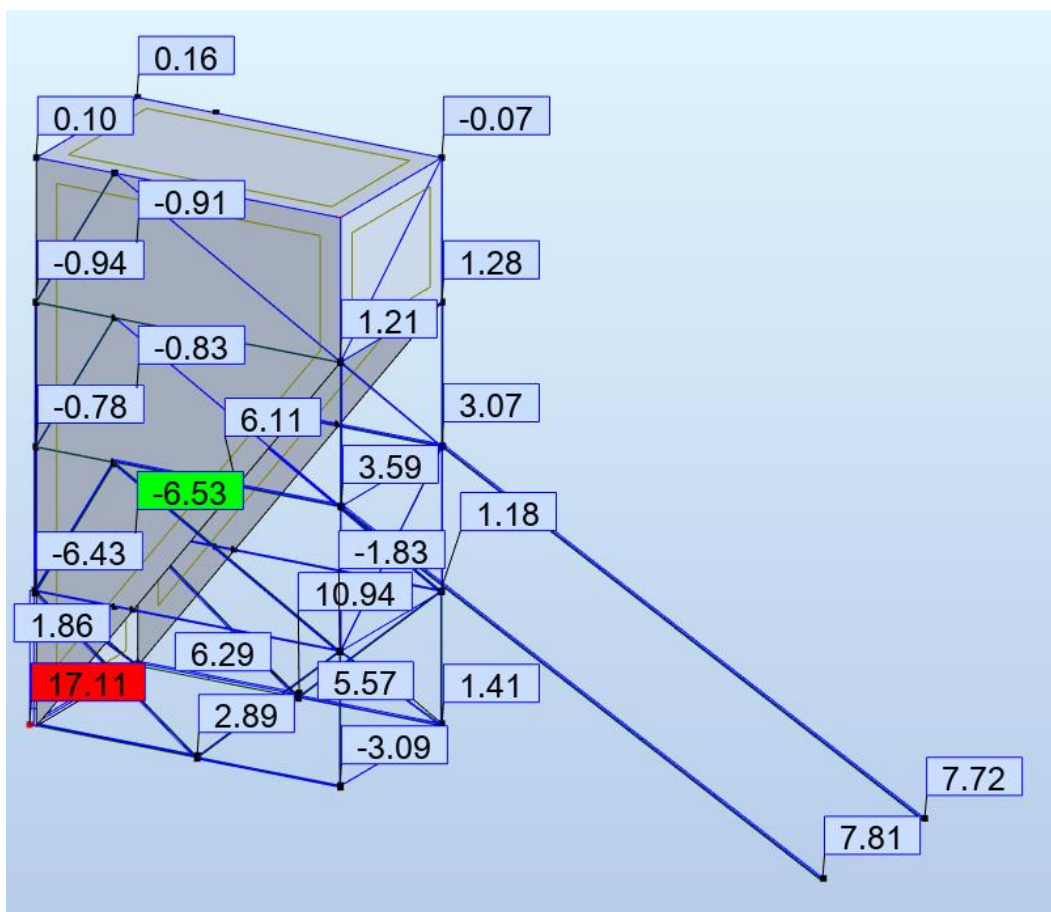
Siły ścinające od obciążeń obliczeniowych.



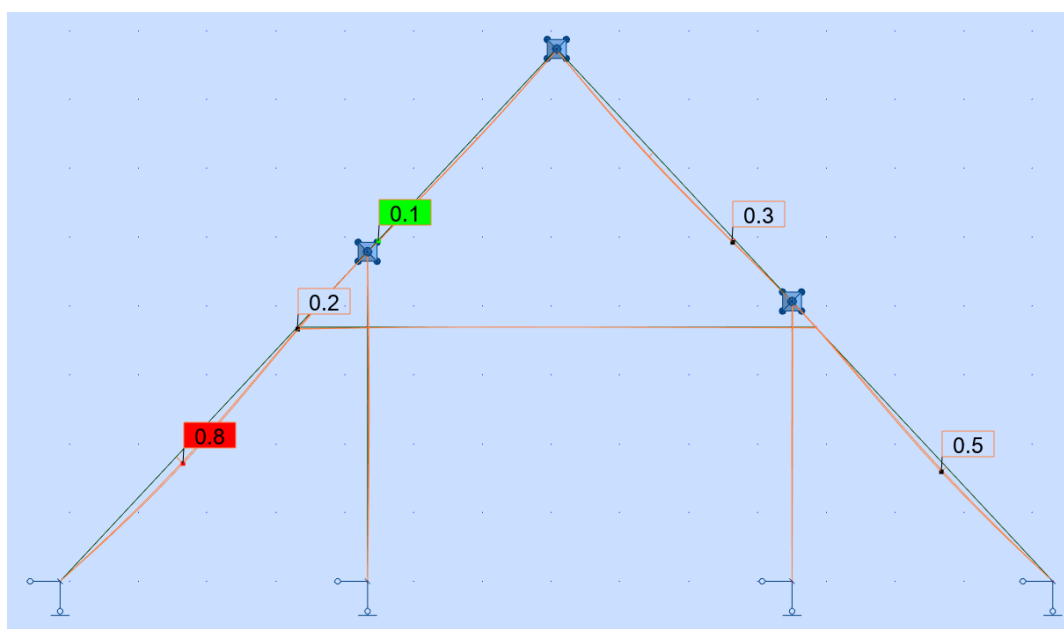


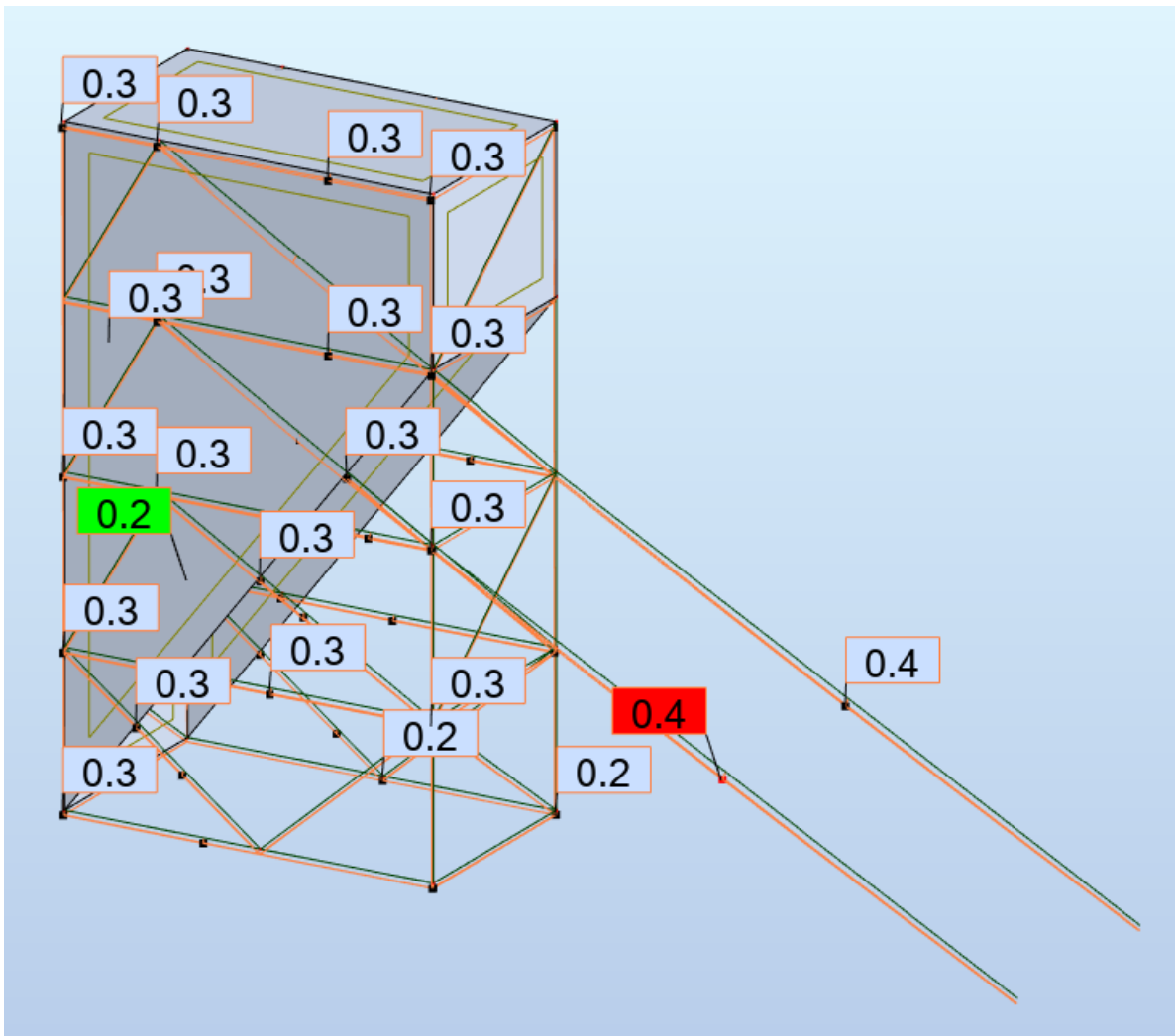
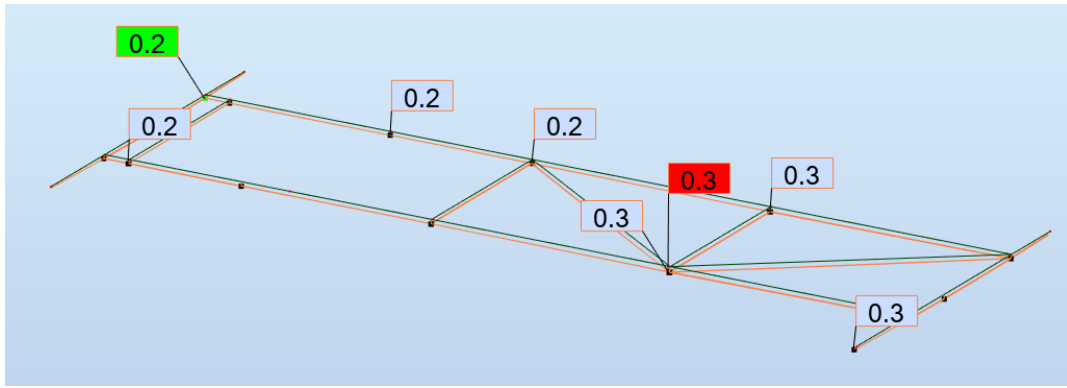
Siły osiowe od obciążeń obliczeniowych.





Przemieszczenia od obciążeń charakterystycznych.





d.) Wymiarowanie przekrojów.

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 1 1 - Belki I rządowe

**PRĘT:** 163 1 - Belki I rządowe\_163 **PUNKT:**  
m

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00

### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB4 (1+2)\*1.35+(6+7+16)\*1.50

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



### PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 120

h=11.4 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=12.0 cm	Ay=21.60 cm <sup>2</sup>	Az=8.42 cm <sup>2</sup>	Ax=25.30 cm <sup>2</sup>
tw=0.5 cm	Iy=606.00 cm <sup>4</sup>	Iz=231.00 cm <sup>4</sup>	Ix=6.02 cm <sup>4</sup>
tf=0.8 cm	Wply=119.49 cm <sup>3</sup>	Wplz=58.85 cm <sup>3</sup>	

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 3.88 kN	My,Ed = 7.58 kN*m	Mz,Ed = -1.99 kN*m	Vy,Ed = -4.91 kN
Nc,Rd = 594.55 kN	My,Ed,max = 7.58 kN*m	Mz,Ed,max = -1.99 kN*m	Vy,c,Rd = 293.06 kN
Nb,Rd = 409.49 kN	My,c,Rd = 28.08 kN*m	Mz,c,Rd = 13.83 kN*m	Vz,Ed = -12.56 kN
	MN,y,Rd = 28.08 kN*m	MN,z,Rd = 13.83 kN*m	Vz,c,Rd = 114.24 kN
	Mb,Rd = 26.25 kN*m		

KLASA PRZEKROJU = 1



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	Mcr = 75.42 kN*m	Krzywa,LT - b	XLT = 0.91
Lcr,upp=2.15 m	Lam_LT = 0.61	fi,LT = 0.68	XLT,mod = 0.93

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 2.15 m	Lam_y = 0.47
Lcr,y = 2.15 m	Xy = 0.90
Lamy = 43.93	kzy = 1.00



względem osi z:

Lz = 2.15 m	Lam_z = 0.76
Lcr,z = 2.15 m	Xz = 0.69
Lamz = 71.15	kzz = 0.91

### wyoboczenie skrętne:

Krzywa,T=c	alfa,T=0.49
Lt=2.15 m	fi,T=0.70
Ncr,T=2349.16 kN	X,T=0.84
Lam_T=0.50	Nb,T,Rd=500.18 kN

### wyoboczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=c	alfa,TF=0.49
Ncr,y=2717.16 kN	fi,TF=0.68
Ncr,TF=2717.16 kN	X,TF=0.86
Lam_TF=0.47	Nb,TF,Rd=511.81 kN

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

#### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.27 < 1.00$  (6.2.9.1.(2))  
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.14 < 1.00$  (6.2.9.1.(2))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.22 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.11 < 1.00$  (6.2.6.(1))

#### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{y,y} = 43.93 < \Lambda_{y,max} = 210.00$        $\Lambda_{z,z} = 71.15 < \Lambda_{z,max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.01 < 1.00$       (6.3.1)  
 $M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.29 < 1.00$       (6.3.2.1.(1))  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{b,Rd}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{b,Rd}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rd}/gM1) = 0.35 < 1.00$   
 (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{b,Rd}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{b,Rd}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rd}/gM1) = 0.43 < 1.00$   
 (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 2 2 - Belki II rzędowe

**PRĘT:** 129 2 - Belki II rzędowe\_129

**PUNKT:** 8

**WSPÓŁRZĘDNA:**

$x = 1.00 \text{ L} = 1.03 \text{ m}$

### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB3 (1+2)\*1.35+(5+7+16)\*1.50

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )       $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 120

$h = 11.4 \text{ cm}$	$gM0 = 1.00$	$gM1 = 1.00$	
$b = 12.0 \text{ cm}$	$A_y = 21.60 \text{ cm}^2$	$A_z = 8.42 \text{ cm}^2$	$A_x = 25.30 \text{ cm}^2$
$tw = 0.5 \text{ cm}$	$I_y = 606.00 \text{ cm}^4$	$I_z = 231.00 \text{ cm}^4$	$I_x = 6.02 \text{ cm}^4$
$tf = 0.8 \text{ cm}$	$W_{ply} = 119.49 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 58.85 \text{ cm}^3$	

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 8.82 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 2.36 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = 0.26 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = -0.19 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 594.55 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 2.36 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed,max} = 0.26 \text{ kN*m}$	$V_{y,T,Rd} = 292.97 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 325.63 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 28.08 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 13.83 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = 2.34 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 28.08 \text{ kN*m}$	$MN_{z,Rd} = 13.83 \text{ kN*m}$	$V_{z,T,Rd} = 114.22 \text{ kN}$
	$Mb_{Rd} = 24.93 \text{ kN*m}$		$Tt_{Ed} = 0.00 \text{ kN*m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$	$M_{cr} = 55.90 \text{ kN*m}$	Krzywa,LT - b	$XLT = 0.87$
$L_{cr,upp} = 2.80 \text{ m}$	$Lam_{LT} = 0.71$	$f_{i,LT} = 0.74$	$XLT_{mod} = 0.89$

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 2.80 \text{ m}$	$Lam_y = 0.61$
$L_{cr,y} = 2.80 \text{ m}$	$X_y = 0.83$
$Lam_y = 57.21$	$k_{zy} = 1.00$



względem osi z:

$L_z = 2.80 \text{ m}$	$Lam_z = 0.99$
$L_{cr,z} = 2.80 \text{ m}$	$X_z = 0.55$
$Lam_z = 92.66$	$k_{zz} = 0.93$

### wyoboczenie skrętne:

Krzywa,T=c	$\alpha_{T,T} = 0.49$
$L_t = 2.80 \text{ m}$	$f_{i,T} = 0.73$
$N_{cr,T} = 1988.25 \text{ kN}$	$X_{T,T} = 0.82$
$Lam_T = 0.55$	$Nb_{T,Rd} = 485.41 \text{ kN}$

### wyoboczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=c	$\alpha_{T,TF} = 0.49$
$N_{cr,y} = 1602.05 \text{ kN}$	$f_{i,TF} = 0.79$
$N_{cr,TF} = 1602.05 \text{ kN}$	$X_{T,TF} = 0.78$
$Lam_{TF} = 0.61$	$Nb_{T,TF,Rd} = 463.70 \text{ kN}$

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{y,Ed} = 57.21 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 92.66 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.03 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.09 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.11 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.14 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów**GRUPA:** 4 4 - Pasy wieży**PRĘT:** 5 4 - Pasy wieży\_5**PUNKT:****WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00

m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB4 (1+2)\*1.35+(6+7+16)\*1.50

**MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZESZKROJU: RK 60x60x5**

h=6.0 cm

g<sub>M0</sub>=1.00

g<sub>M1</sub>=1.00

b=6.0 cm

A<sub>y</sub>=5.35 cm<sup>2</sup>

A<sub>z</sub>=5.35 cm<sup>2</sup>

A<sub>x</sub>=10.70 cm<sup>2</sup>

t<sub>w</sub>=0.5 cm

I<sub>y</sub>=53.30 cm<sup>4</sup>

I<sub>z</sub>=53.30 cm<sup>4</sup>

I<sub>x</sub>=83.19 cm<sup>4</sup>

t<sub>f</sub>=0.5 cm

W<sub>ply</sub>=20.88 cm<sup>3</sup>

W<sub>plz</sub>=20.88 cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N<sub>Ed</sub> = 17.11 kN

M<sub>z,Ed</sub> = 0.09 kN\*m

V<sub>y,Ed</sub> = 0.19 kN

N<sub>c,Rd</sub> = 251.45 kN

M<sub>y,Ed,max</sub> = -0.02 kN\*m

M<sub>z,Ed,max</sub> = 0.09 kN\*m

V<sub>y,c,Rd</sub> = 72.59 kN

N<sub>b,Rd</sub> = 234.16 kN

M<sub>y,c,Rd</sub> = 4.91 kN\*m

M<sub>z,c,Rd</sub> = 4.91 kN\*m

V<sub>z,Ed</sub> = 0.01 kN

M<sub>N,z,Rd</sub> = 4.91 kN\*m

V<sub>z,c,Rd</sub> = 72.59 kN

KLASA PRZESZKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

L<sub>y</sub> = 1.00 m

L<sub>am\_y</sub> = 0.48

L<sub>cr,y</sub> = 1.00 m

X<sub>y</sub> = 0.93

L<sub>am\_y</sub> = 44.81

k<sub>yz</sub> = 0.55



względem osi z:

L<sub>z</sub> = 1.00 m

L<sub>am\_z</sub> = 0.48

L<sub>cr,z</sub> = 1.00 m

X<sub>z</sub> = 0.93

L<sub>am\_z</sub> = 44.81

k<sub>zz</sub> = 0.92

wyboczenie skrętne:

Krzywa, T=a  
Lt=1.00 m  
Ncr, T=68185.19 kN  
Lam\_T=0.06  
alfa, T=0.21  
fi, T=0.49  
X, T=1.00  
Nb, T, Rd=251.45 kN

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa, TF=a  
Ncr, y=1104.70 kN  
Ncr, TF=1104.70 kN  
Lam\_TF=0.48  
alfa, TF=0.21  
fi, TF=0.64  
X, TF=0.93  
Nb, TF, Rd=234.16 kN

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.07 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.5.(1))  
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.9.1.(2))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{y} = 44.81 < \Lambda_{max} = 210.00$        $\Lambda_{z} = 44.81 < \Lambda_{max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.07 < 1.00$  (6.3.1)  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.09 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.09 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 5 5 - Krzyżulce wieży

**PRĘT:** 34 5 - Krzyżulce wieży\_34  
**PUNKT:** m

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.51 L = 0.85 m

#### OBciążENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB3 (1+2)\*1.35+(5+7+16)\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )       $f_y = 235.00$  MPa



#### PARAMETRY PRZĘKROJU: LR 50x50x5

h=5.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=5.0 cm	Ay=2.50 cm <sup>2</sup>	Az=2.50 cm <sup>2</sup>	Ax=4.80 cm <sup>2</sup>
tw=0.5 cm	Iy=17.40 cm <sup>4</sup>	Iz=4.55 cm <sup>4</sup>	Ix=0.37 cm <sup>4</sup>
tf=0.5 cm	Wply=4.92 cm <sup>3</sup>	Wplz=2.29 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 0.93$ kN	$M_{y,Ed} = 0.18$ kN*m	$M_{z,Ed} = -0.05$ kN*m	$V_{y,Ed} = -0.00$ kN
$N_{c,Rd} = 112.80$ kN	$M_{y,Ed,max} = 0.18$ kN*m	$M_{z,Ed,max} = -0.05$ kN*m	$V_{y,c,Rd} = 33.92$ kN
$N_{b,Rd} = 27.66$ kN	$M_{y,c,Rd} = 1.16$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 0.54$ kN*m	$V_{z,Ed} = -0.00$ kN
	$M_{N,y,Rd} = 1.16$ kN*m	$M_{N,z,Rd} = 0.54$ kN*m	$V_{z,c,Rd} = 33.92$ kN

KLASA PRZĘKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:



$L_y = 1.67 \text{ m}$	$\text{Lam}_y = 0.94$	$L_z = 1.67 \text{ m}$	$\text{Lam}_z = 1.83$
$L_{cr,y} = 1.67 \text{ m}$	$X_y = 0.64$	$L_{cr,z} = 1.67 \text{ m}$	$X_z = 0.25$
$\text{Lam}_y = 87.83$	$k_{zy} = 0.55$	$\text{Lam}_z = 171.75$	$k_{zz} = 0.94$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.16 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.10 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.26 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\text{Lambda}_y = 87.83 < \text{Lambda}_{max} = 210.00 \quad \text{Lambda}_z = 171.75 < \text{Lambda}_{max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.21 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.21 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 6 6 - Słupki wieży

**PRĘT:** 87 6 - Słupki wieży\_87

**PUNKT:**

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.54 L = 0.60

m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 9 KOMB2 (1+2)\*1.35+(4+7+16)\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RK 60x60x5

$h=6.0 \text{ cm}$	$g_{M0}=1.00$	$g_{M1}=1.00$	
$b=6.0 \text{ cm}$	$A_y=5.35 \text{ cm}^2$	$A_z=5.35 \text{ cm}^2$	$A_x=10.70 \text{ cm}^2$
$t_w=0.5 \text{ cm}$	$I_y=53.30 \text{ cm}^4$	$I_z=53.30 \text{ cm}^4$	$I_x=83.19 \text{ cm}^4$
$t_f=0.5 \text{ cm}$	$W_{ply}=20.88 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=20.88 \text{ cm}^3$	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 13.82 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 0.05 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = -0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = 0.00 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 251.45 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 0.05 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = -0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,c,Rd} = 72.59 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 229.64 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 4.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 4.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 0.00 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 4.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{N,z,Rd} = 4.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 72.59 \text{ kN}$
KLASA PRZEKROJU = 1			



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 1.12 \text{ m}$	$\text{Lam}_y = 0.53$
$L_{cr,y} = 1.12 \text{ m}$	$X_y = 0.91$



względem osi z:

$L_z = 1.12 \text{ m}$	$\text{Lam}_z = 0.53$
$L_{cr,z} = 1.12 \text{ m}$	$X_z = 0.91$

Lamy = 50.18

kyy = 0.92

Lamz = 50.18

kyz = 0.55

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.05 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.67} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.67} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\Lambda_{b,y} = 50.18 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 50.18 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.07 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.07 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

e.) Sprawdzenie nośności istniejących dźwigarów pod działaniem dodatkowych obciążeń.

**OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH****NORMA:** PN-B-03150:2000**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów**GRUPA:** 3 1 - Dźwigary główne**PRĘT:** 150 1 - Dźwigary główne\_150  
5.01 m**PUNKT:** 7 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.47 L =**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 9 KOMB2 (1+2)\*1.35+(4+7+16)\*1.50

**MATERIAŁ**

GL24h

**PARAMETRY PRZEKROJU: 160\*400 GL-24h**

ht=40.0 cm

Ay=182.86 cm<sup>2</sup>Az=457.14 cm<sup>2</sup>Ax=640.00 cm<sup>2</sup>

bf=16.0 cm

Iy=85333.33 cm<sup>4</sup>Iz=13653.33 cm<sup>4</sup>Ix=40856.37 cm<sup>4</sup>Wely=4266.67 cm<sup>3</sup>Welz=1706.67 cm<sup>3</sup>**SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU**

N = 76.67 kN

My = -46.73 kN\*m

Vy = -0.37 kN

Mz = -0.02 kN\*m

Vz = -50.61 kN

**NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU**

Sig c,0,d = 1.20 MPa

Sig m,y,d = 10.95 MPa

Tau y,d = -0.01 MPa

Sig m,z,d = 0.01 MPa

Tau z,d = -1.19 MPa

**WYTRZYMAŁOŚCI**

f c,0,d = 12.92 MPa

f m,y,d = 14.01 MPa

f v,d = 1.88 MPa

f m,z,d = 14.86 MPa

**WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE**

km = 0.70

kmod = 0.70

khy = 1.08

khz = 1.15

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

ld = 11.37 m

Lam rel,m = 0.59

k crit = 1.00

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y przekroju

ly = 5.05 m

Lam,y = 43.73

Lam rel,y = 0.70

ky = 0.75

lc,y = 5.05 m

kc,y = 0.96



względem osi z przekroju

lz = 1.60 m

Lam,z = 34.64

Lam rel,z = 0.55

kz = 0.65

lc,z = 1.60 m

kc,z = 0.99

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:** $(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.88 < 1.00$  [4.2.1(3)] $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d}) = 10.95/(1.00 \cdot 14.01) = 0.78 < 1.00$  [4.2.2(1)] $\text{Tau}_{y,d}/f_{v,d} = 0.01/1.88 = 0.00 < 1.00$        $\text{Tau}_{z,d}/f_{v,d} = 1.19/1.88 = 0.63 < 1.00$  [4.1.8.1(1)]**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH****NORMA:** PN-B-03150:2000**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów**GRUPA:** 7 2 - Jętki**PRĘT:** 151 2 - Jętki\_151**PUNKT:** 7**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.14 L = 1.02 m**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB1 (1+2)\*1.35+(3+7+16)\*1.50

**MATERIAŁ**

GL24h

**PARAMETRY PRZEKROJU: 2\*120\*320 GL-24h**

ht=32.0 cm

Ay=640.00 cm<sup>2</sup>Az=640.00 cm<sup>2</sup>Ax=768.00 cm<sup>2</sup>

bf=12.0 cm

Iy=65536.00 cm<sup>4</sup>Iz=159744.00 cm<sup>4</sup>Ix=28155.68 cm<sup>4</sup>

d=16.0 cm

Wely=4096.00 cm<sup>3</sup>Welz=7987.20 cm<sup>3</sup>**SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU**

N = 79.64 kN

My = -7.89 kN\*m

Vy = -0.51 kN

Mz = 0.52 kN\*m

Vz = -7.91 kN

**NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU**

Sig c,0,d = 1.04 MPa

Sig m,y,d = 1.93 MPa

Tau y,d = -0.01 MPa

Sig m,z,d = 0.07 MPa

Tau z,d = -0.15 MPa

**WYTRZYMAŁOŚCI**

f c,0,d = 12.92 MPa

f m,y,d = 14.65 MPa

f v,d = 1.88 MPa

f m,z,d = 14.86 MPa

**WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE**

km = 0.70

kmod = 0.70

khy = 1.13

khz = 1.15

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y przekroju

$l_y = 7.54 \text{ m}$        $\lambda_{m,y} = 81.64$   
 $\lambda_{m,rel,y} = 1.30$        $k_y = 1.38$   
 $l_{c,y} = 7.54 \text{ m}$        $k_{c,y} = 0.54$



względem osi z przekroju

$l_z = 7.54 \text{ m}$        $\lambda_{m,z} = 52.29$   
 $\lambda_{m,rel,z} = 0.83$        $k_z = 0.86$   
 $l_{c,z} = 7.54 \text{ m}$        $k_{c,z} = 0.92$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**
 $(\sigma_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.28 < 1.00 \quad [4.2.1(3)]$ 
 $\tau_{y,d}/f_{v,d} = 0.01/1.88 = 0.01 < 1.00 \quad \tau_{z,d}/f_{v,d} = 0.15/1.88 = 0.08 < 1.00 \quad [4.1.8.1(1)]$ 
**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH****NORMA:** *PN-B-03150:2000***TYP ANALIZY:** *Weryfikacja grup prętów***GRUPA:** *8 3 - Słupy***PRĘT:** *153 3 - Słupy\_153***PUNKT:****WSPÓŁRZĘDNA:** *x = 0.00 L = 0.00 m***OBCIĄŻENIA:***Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB1 (1+2)\*1.35+(3+7+16)\*1.50***MATERIAŁ**

GL24h

**PARAMETRY PRZEKROJU: 160\*240 GL-24h**

$h_t = 24.0 \text{ cm}$        $A_y = 153.60 \text{ cm}^2$        $A_z = 230.40 \text{ cm}^2$        $A_x = 384.00 \text{ cm}^2$   
 $b_f = 16.0 \text{ cm}$        $I_y = 18432.00 \text{ cm}^4$        $I_z = 8192.00 \text{ cm}^4$        $I_x = 19244.46 \text{ cm}^4$   
 $W_{el,y} = 1536.00 \text{ cm}^3$        $W_{el,z} = 1024.00 \text{ cm}^3$

**SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU**

$N = 95.22 \text{ kN}$        $M_y = -2.42 \text{ kN} \cdot \text{m}$        $V_y = 0.04 \text{ kN}$   
 $M_z = 0.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$        $V_z = 0.66 \text{ kN}$

**NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU**

$\sigma_{c,0,d} = 2.48 \text{ MPa}$        $\sigma_{m,y,d} = 1.58 \text{ MPa}$        $\tau_{y,d} = 0.00 \text{ MPa}$   
 $\sigma_{m,z,d} = 0.15 \text{ MPa}$        $\tau_{z,d} = 0.03 \text{ MPa}$

**WYTRZYMAŁOŚCI**

$f_{c,0,d} = 12.92 \text{ MPa}$        $f_{m,y,d} = 14.86 \text{ MPa}$        $f_{v,d} = 1.88 \text{ MPa}$   
 $f_{m,z,d} = 14.86 \text{ MPa}$

**WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE**

$k_m = 0.70$        $k_{mod} = 0.70$        $k_{hy} = 1.15$        $k_{hz} = 1.15$

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$l_d = 3.69 \text{ m}$        $\lambda_{m,rel,m} = 0.27$        $k_{crit} = 1.00$

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y przekroju

$l_y = 4.79 \text{ m}$        $\lambda_{m,y} = 69.14$   
 $\lambda_{m,rel,y} = 1.10$        $k_y = 1.14$   
 $l_{c,y} = 4.79 \text{ m}$        $k_{c,y} = 0.71$



względem osi z przekroju

$l_z = 4.79 \text{ m}$        $\lambda_{m,z} = 103.71$   
 $\lambda_{m,rel,z} = 1.65$        $k_z = 1.92$   
 $l_{c,z} = 4.79 \text{ m}$        $k_{c,z} = 0.34$

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$(\text{Sig\_c},0,d/kc,z*f_{c,0,d}) + km*\text{Sig\_m},y,d/f_{m,y,d} + \text{Sig\_m},z,d/f_{m,z,d} = 0.64 < 1.00 \quad [4.2.1(3)]$$

$$\text{Sig\_m},y,d/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 1.58/(1.00*14.86) = 0.11 < 1.00 \quad [4.2.2(1)]$$

$$\text{Tau\_y},d/f_{v,d} = 0.00/1.88 = 0.00 < 1.00 \quad \text{Tau\_z},d/f_{v,d} = 0.03/1.88 = 0.01 < 1.00 \quad [4.1.8.1(1)]$$

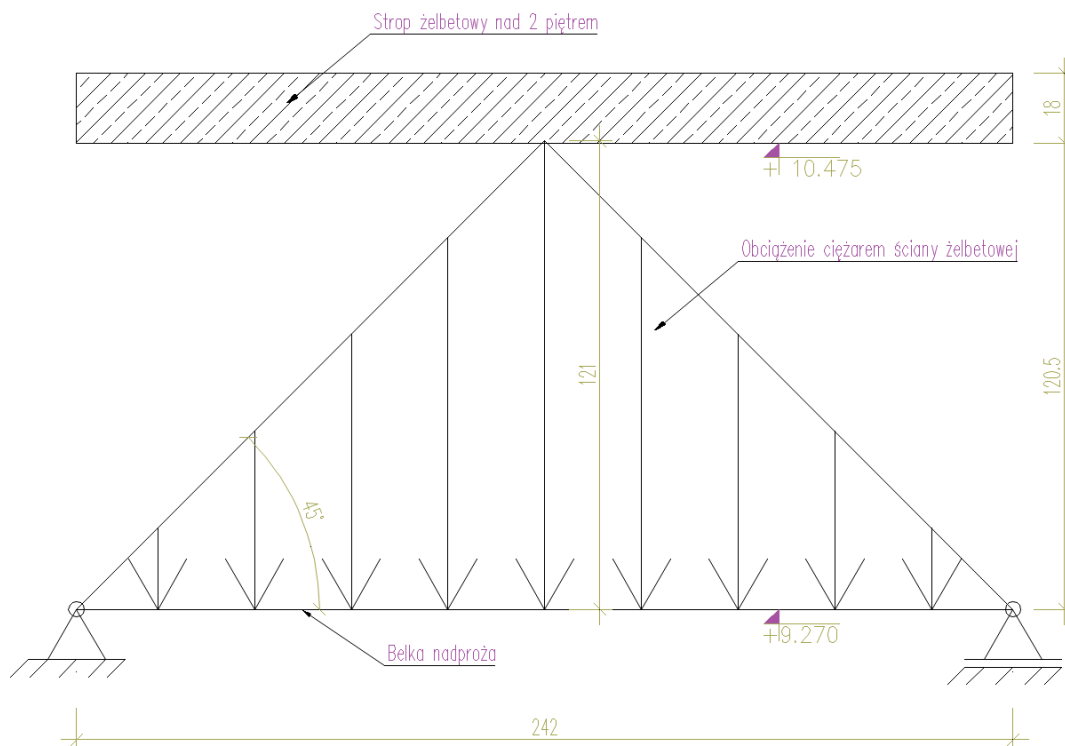
### Profil poprawny !!!

Nośność dźwigarów z drewna klejonego wraz z kleszczami i słupami jest wystarczająca do przeniesienia obecnych i dodatkowych obciążeń. Elementy więźby nie wymagają wzmocnienia.

## 1.5.6. Obliczenia nadproża stalowego. N-3.08.

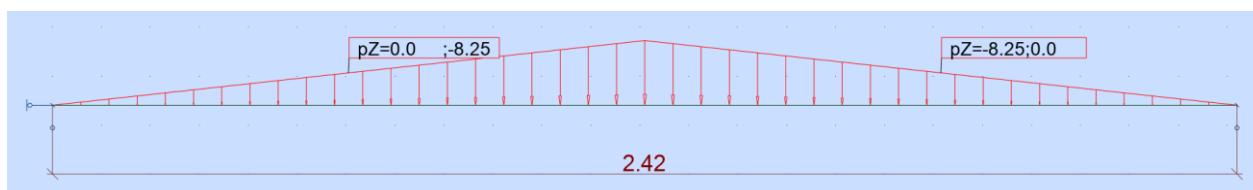
### a.) Schemat statyczny.

Nadproże o schemacie belki jednoprzęsłowej, belka o rozpiętości w świetle podpór 2300 mm, rozpiętość obliczeniowa  $L_0 = 2300*1.05 = 2415$  [mm]. Belka swobodnie oparta na pilastrach z cegły pełnej, złożona z dwóch ceowników skręcających plecami. Obciążenie belki stanowi ciężar samej ściany żelbetowej znajdującej się nad nadprożem w rozkładzie po trójkącie 45°.



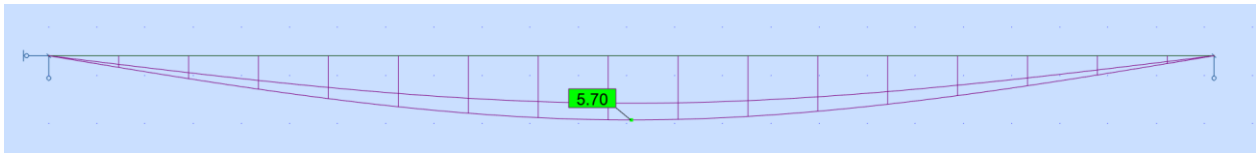
### b.) Zestawienie obciążeń.

Ciężar ściany żelbetowej:  $6.82 \text{ [kN/m}^2] * 1.21 \text{ [m]} = 8.25 \text{ [kN/m]}$

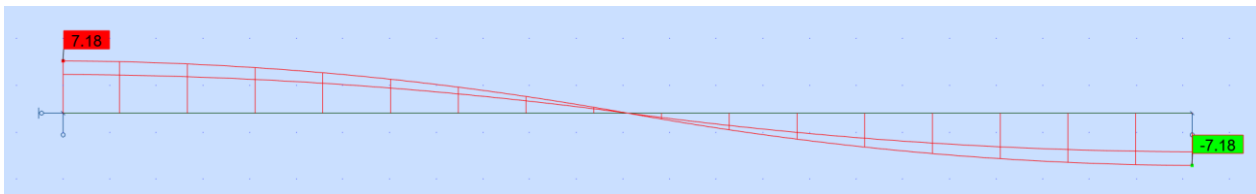


c.) Wykresy sił wewnętrznych od obciążeń obliczeniowych i deformacji konstrukcji od obciążeń charakterystycznych.

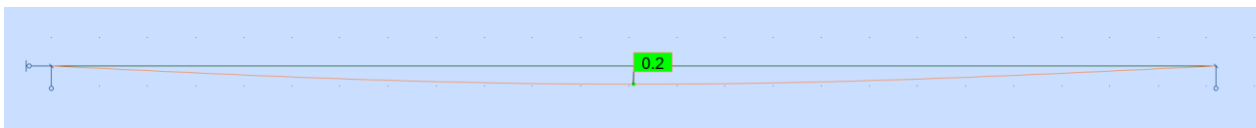
Wykres momentów zginających.



Wykres sił tnących.



Deformacja konstrukcji.



$$U_{z-dop} = 2420 \text{ [mm]} / 500 = 4.8 \text{ [mm]} > u_{z-rzeczywiste} = 2 \text{ [mm]}$$

Dopuszczalne ugięcie belki nie zostało przekroczone.

d.) Wymiarowanie przekrojów.

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 1 1 - BS-01

**PRĘT:** 1 Pręt\_1

**PUNKT:**

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.50 L = 1.21$

m

### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 KOMB1 1\*1.39+2\*1.35

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



### PARAMETRY PRZEKROJU: 2 C 120

$h=12.0$  cm

$gM0=1.00$

$gM1=1.00$

$b=21.0$  cm

$A_y=19.80$  cm<sup>2</sup>

$A_z=16.80$  cm<sup>2</sup>

$A_x=34.00$  cm<sup>2</sup>

$tw=0.7$  cm

$I_y=728.00$  cm<sup>4</sup>

$I_z=1567.44$  cm<sup>4</sup>

$I_x=8.30$  cm<sup>4</sup>

$tf=0.9$  cm

$W_{ply}=149.71$  cm<sup>3</sup>

$W_{plz}=224.40$  cm<sup>3</sup>

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$M_{y,Ed} = 5.70$  kN\*m

$M_{y,pl,Rd} = 35.18$  kN\*m

$M_{y,c,Rd} = 35.18$  kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.16 < 1.00$  (6.2.5.(1))

**Profil poprawny !!!**

## 1.6. Zalecenia wykonawcze i wnioski.

Na podstawie wykonanej ekspertyzy technicznej należy w projekcie wykonawczym uwzględnić następujące wytyczne:

- poszerzenie otworów drzwiowych i wykonanie nowych otworów z zabezpieczeniem nadprożami stalowymi z ceowników U120 zabezpieczonych pożarowo obrzutką z tynku ppoż. na siatce tynkarskiej do klasy R120,

- wyburzenie części ściany w osi 4 zabezpieczone dwoma dwuteownikami IN260 wspartymi na ścianie prostopadłej i pozostawionym filarze ze ściany żelbetowej, zabezpieczenie konstrukcji przez obudowę płytami do klasy R120,

- posadowienie ciężkich urządzeń wentylacyjnych na stropie nad II i III piętrem za pośrednictwem bloków betonowych na podkładkach antywibracyjnych,

- przebicie w stropie pod wentylację wykonać wiertnicami widiowymi,

- konstrukcję wsporczą pod obudowę kominów wykonać jako niezależną konstrukcję kratową stalową posadowioną na wieńcach i podciągach żelbetowych, konstrukcja zabezpieczona pożarowo przez malowanie do klasy R30,

- pomimo dociążenia stropu nad I piętrem nowymi urządzeniami technologicznymi o obciążeniu powierzchniowym przekraczającym założone obciążenie użytkowe dla stropu, pozostawia się istniejące obciążenia użytkowe o wartości:  $3.5 \text{ kN/m}^2$  bez konieczności wzmacniania stropu,