

**POLITECHNIKA LUBELSKA**

**WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY**

**BUDOWNICTWO STACJONARNE II STOPNIA**



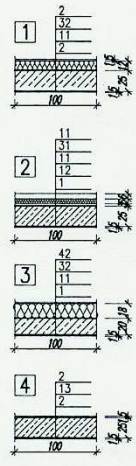
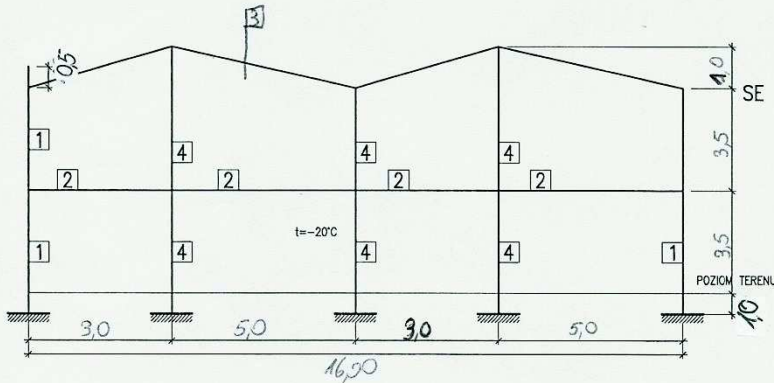
**OBCIĄŻENIA ŚRODOWISKOWE**

**PROJEKT NR 1**

# PROJEKT NR.1 OBCIĄŻENIA ŚRODOWISKOWE

**TEMAT:**

Zebrać obciążenia śniegiem, wiatrem i temperaturą na podany ustrój  
 Wykonać obliczenia sił wewnętrznych w ustroju (kombinacja obciążeń)  
 Obliczenia wykonać dla:  
 Nowe normy:  
 PN-EN 1990:2004  
 PN-EN 1991-1-1:2004  
 PN-EN 1991-1-3:2005  
 PN-77/B-02011  
 PN-EN 1991-1-5:2005



- LEGENDA**
- 1 - TYNK CEMENTOWO - WAPIENNY
  - 2 - TYNK CEMENTOWY
  - 11- BETON B20
  - 12- BETON B30
  - 13- BETON B37
  - 14- BETON B45
  - 21- CEGŁA KLINKEROWA
  - 22- CEGŁA CERAMICZNA PEŁNA
  - 23- CEGŁA DZIURAWKA
  - 24- CEGŁA PEŁNA WAPIENNO- PIASKOWA
  - 31- STYROPIAN
  - 32- WELNA MINERALNA
  - 41- PAPA TERMOZGRZEWALNA
  - 42- 2XPAPA TERMOZGRZEWALNA

LOKALIZACJA : PUKAWY

- TEREN typ Ia
- L = 20m

## 1. Dane projektowe.

- lokalizacja: Puławy
- szerokość budynku:  $b_b := 16\text{m}$
- długość budynku:  $L_b := 20\text{m}$
- wysokość budynku ponad poziom terenu:  $h_b := 8\text{m}$
- kąty nachylenia połaci dachowej:  $\alpha_1 := \text{atan}\left(\frac{1\text{m}}{3\text{m}}\right) = 18.435 \cdot \text{deg}$   
 $\alpha_2 := \text{atan}\left(\frac{1\text{m}}{5\text{m}}\right) = 11.31 \cdot \text{deg}$
- kategoria obciążeń użytkowych: kategoria "C" -  $3\text{kN/m}^2$

## 2. Zestawienie obciążeń stałych.

Przekrój 1					
Warstwa	Grubość	Ciężar objętościowy	Ciężar/m <sup>2</sup>	Pasma	Ciężar/m
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]
Tynk cementowy	0,015	21,0	0,32	1,0	0,32
Wełna mineralna	0,12	0,4	0,05		0,05
Beton B20	0,25	24,0	6,00		-
Tynk cementowy	0,015	21,0	0,32		0,32
				Σ	0,68

Przekrój 2					
Warstwa	Grubość	Ciężar objętościowy	Ciężar/m <sup>2</sup>	Pasma	Ciężar/m
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]
Beton B20	0,06	24,0	1,44	1,0	1,44
Styropian	0,06	0,4	0,02		0,02
Beton B20	0,03	24,0	0,72		0,72
Beton B30	0,25	24,0	6,00		-
Tynk cem-wap	0,015	19,0	0,29		0,29
				Σ	2,47

Przekrój 3					
Warstwa	Grubość	Ciężar objętościowy	Ciężar/m <sup>2</sup>	Pasma	Ciężar/m
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]
2x Papa termozgrzewalna	0,01	-	0,10	1,0	0,10
Wełna mineralna	0,18	0,4	0,07		0,07
Beton B20	0,20	24,0	4,80		-
Tynk cem-wap	0,015	19,0	0,29		0,29
				Σ	0,46

Przekrój 4					
Warstwa	Grubość	Ciężar objętościowy	Ciężar/m <sup>2</sup>	Pasma	Ciężar/m
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]
Tynk cementowy	0,015	21,0	0,32	1,0	0,32
Beton B37	0,25	24,0	6,00		-
Tynk cementowy	0,015	21,0	0,32		0,32
				Σ	0,63

### 3. Zestawienie obciążeń zmiennych.

#### 3.1. Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 2005.

- lokalizacja:
- strefa obciążenia śniegiem:
- wysokość nad poziomem morza:

Puławy

III strefa

A := 150m

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem:

$$s_k := \left( 0.006 \cdot \frac{A}{m} - 0.6 \right) \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$s_k \geq 1.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$s_k := \max \left( s_k, 1.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) = 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- współczynnik termiczny:
- współczynnik ekspozycji:

$C_t := 1.0$

$C_e := 1.0$

Współczynniki kształtu dachu:

Kąt spadku dachu $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	–

#### Przypadek

(i)  $\mu_1(\alpha_1) \quad \mu_1(\alpha_2) \quad \mu_1(\alpha_1) \quad \mu_1(\alpha_2)$



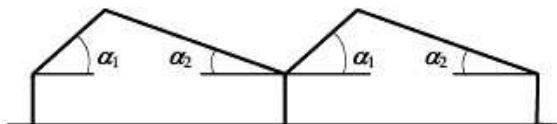
$$\alpha_1 = 18.435 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_2 = 11.31 \cdot \text{deg}$$

(ii)  $\mu_2(\bar{\alpha}) \quad \bar{\alpha} = (\alpha_1 + \alpha_2)/2$

$\mu_1(\alpha_1) \quad \mu_1(\alpha_2)$

$$\alpha' := \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} = 14.872 \cdot \text{deg}$$



#### Przypadek I:

- współczynnik kształtu dachu dla połaci lewej:
- współczynnik kształtu dachu dla połaci prawej:

$\mu_{1L} := 0.8$

$\mu_{1P} := 0.8$

Obciążenie śniegiem połaci lewej:

$$S_{LI} := \mu_{1L} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie śniegiem połaci prawej:

$$S_{PI} := \mu_{1P} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### Przypadek II:

- współczynnik kształtu dachu dla połaci lewej:
- współczynnik kształtu dachu dla połaci prawej:
- współczynnik kształtu dachu dla połaci pośredniej (w miejscu występowania worka śnieżnego):

$$\mu_{1L} = 0.8$$

$$\mu_{1P} = 0.8$$

$$\mu_2 := 0.8 + 0.8 \cdot \frac{\alpha'}{30\text{deg}} = 1.197$$

Obciążenie śniegiem połaci lewej:

$$S_{LII} := \mu_{1L} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie śniegiem połaci w miejscu występowanie worka śnieżnego:

$$S' := \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1.436 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie śniegiem połaci prawej:

$$S_{PII} := \mu_{1P} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Uzwięględnienie wyjątkowych zasp śnieżnych przy attykach wg załącznika "B":

$$b_{1'} := 3\text{m} \quad b_{2'} := 8\text{m}$$

- wysokość atyki:

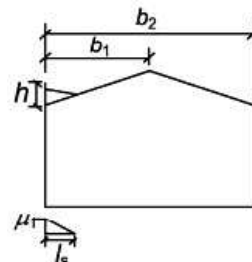
$$h := 0.5\text{m}$$

Długość zasy:

$$l_s := \min(5 \cdot h, b_{1'}, 15\text{m}) = 2.5\text{m}$$

Współczynnik kształtu:

$$\mu_{1A} := \min\left(\frac{2 \cdot h}{s_k} \cdot \frac{\text{kPa}}{\text{m}}, \frac{2 \cdot b_{2'}}{l_s}, 8\right) = 0.833$$



**UWAGA:**  $b_2$  należy stosować do obliczania współczynnika kształtu

Śnieg za attyką przy okapie; dach nachylony lub łukowy

Obciążenie śniegiem połaci lewej za attyką:

$$S_A := \mu_{1A} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### **3.2. Obciążenia wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 2005.**

- strefa obciążenia wiatrem dla Puław:

I strefa

Wyznaczenie bazowej prędkości wiatru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0}$$

- współczynnik kierunkowy:

$$c_{dir} := 1.0$$

- współczynnik sezonowy:

$$c_{season} := 1.0$$

- wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:

$$v_{b0} := 22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_b := c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0} = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Wyznaczenie bazowego ciśnienia prędkości:

$$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$$

- gęstość powietrza:

$$\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$q_b := 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0.303 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wyznaczenie wartości szczytowej ciśnienia prędkości:

$$q_p = c_e \cdot q_b$$

Współczynnik ekspozycji  $c_e$  dla kategorii terenu III, wg tablicy NA.3:

$$z := 8\text{m} \quad z_{\min} := 5\text{m} \quad z > z_{\min} = 1$$

$$z_1 := 7.5\text{m} \quad z_1 > z_{\min} = 1$$

$$c_e := 1.9 \cdot \left( \frac{z}{10} \right)^{0.26} = 1.793$$

$$c_{e1} := 1.9 \cdot \left( \frac{z_1}{10} \right)^{0.26} = 1.763$$

Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p := c_e \cdot q_b = 0.542 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{p1} := c_{e1} \cdot q_b = 0.533 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Parcie wiatru na powierzchnię:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

gdzie:

$q_p(z_e)$  - wartość szczytowa ciśnienia prędkości

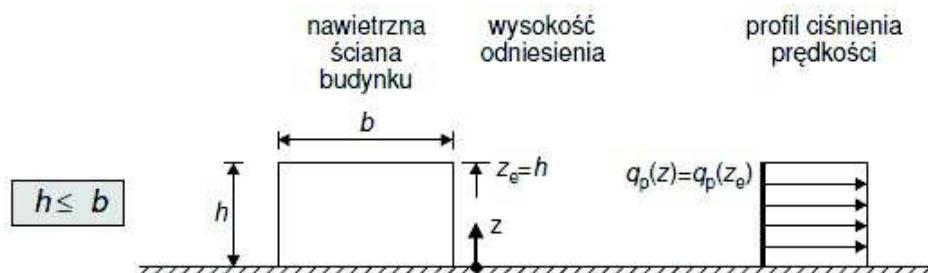
$z_e$  - wysokość odniesienia dla ciśnienia zewnętrznego

$c_{pe}$  - współczynnik ciśnienia zewnętrznego

**3.2.1. Oddziaływanie wiatru  $\Theta=0^\circ$  (wiatr wiejący na ścianę podłużną, lewo/prawo).**

Wymiary:

- wymiar poprzeczny do kierunku wiatru:  $b_1 := 20\text{m}$
- wymiar równoległy do kierunku wiatru:  $d_1 := 16\text{m}$
- wysokość konstrukcji:  $h_1 := 8\text{m}$



$$h_1 \leq b_1 = 1$$

Warunek spełniony, budynek należy traktować jako jedną część.

Wyznaczenie wartości współczynników ciśnienia zewnętrznego dla ścian pionowych:

$$e_1 := \min(b_1, 2 \cdot h_1) = 16 \text{ m}$$

$$e_1 \geq d_1 = 1$$

$$\frac{e_1}{5} = 3.2 \text{ m} \quad d_1 - \frac{e_1}{5} = 12.8 \text{ m}$$

$$d_1 - e_1 = 0 \text{ m}$$

Współczynniki wg Tablicy 7.1

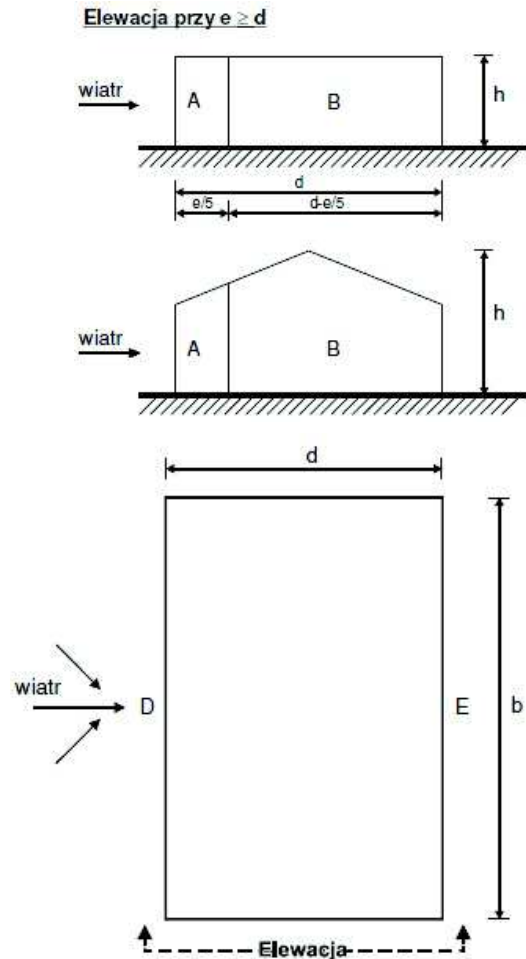
$$\frac{h_1}{d_1} = 0.5$$

Pole A:  $c_{pe.A} := -1.2$

Pole B:  $c_{pe.B} := -0.8$

Pole D:  $c_{pe.D} := 0.733$

Pole E:  $c_{pe.E} := -0.367$



Wyznaczenie wartości współczynników ciśnienia zewnętrznego dla dachu:

Rozpatrywany jest przypadek bardziej niekorzystny - parcie na połaciach nawietrznych (1 i 3 licząc od lewej) oraz ssanie na połaciach zawietrznych (2 i 4 licząc od lewej).

- strona lewa:  $\alpha_1 = 18.435 \cdot \text{deg}$

- strona prawa:  $\alpha_2 = 11.31 \cdot \text{deg}$

$$\frac{e_1}{10} = 1.6 \text{ m} \quad \frac{e_1}{4} = 4 \text{ m}$$

Współczynniki wg Tablicy 7.4a

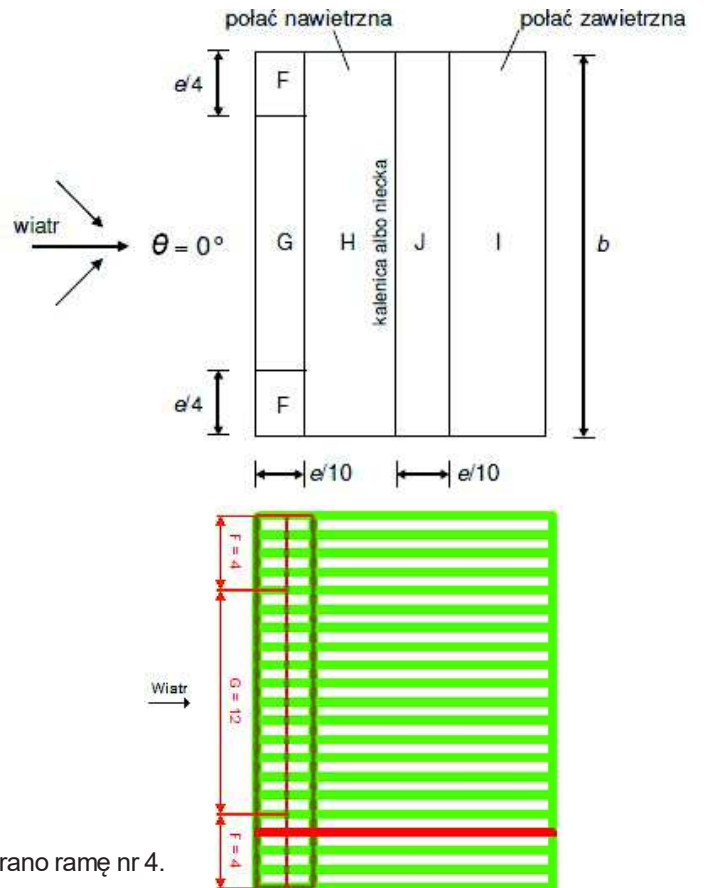
Pole F:  $c_{pe.F} := 0.314$

Pole G:  $c_{pe.G} := 0.314$

Pole H:  $c_{pe.H} := 0.246$

Pole I:  $c_{pe.I} := -0.474$

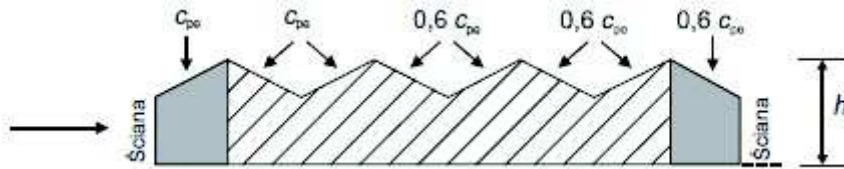
Pole J:  $c_{pe.J} := -0.852$



Do obliczeń wybrano ramę nr 4.

Wyznaczenie ciśnienia wiatru działającego na poszczególne pola:

Dachy wielospadowe:



$$c_{pe,z} := \min(c_{pe,I}, c_{pe,J}) = -0.852 \quad \text{- dla pierwszej połaci zawietrznej}$$

$$c_{pe,z'} := 0.6 \cdot c_{pe,z} = -0.511 \quad \text{- dla kolejnych połaci zawietrznych}$$

$$\text{Pole A:} \quad w_{e,A1} := q_p \cdot c_{pe,A} = -0.651 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole F:} \quad w_{e,F1} := q_p \cdot c_{pe,F} = 0.17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole B:} \quad w_{e,B1} := q_p \cdot c_{pe,B} = -0.434 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole G:} \quad w_{e,G1} := q_p \cdot c_{pe,G} = 0.17 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole D:} \quad w_{e,D1} := q_{p1} \cdot c_{pe,D} = 0.391 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole H:} \quad w_{e,H1} := q_p \cdot c_{pe,H} = 0.133 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole E:} \quad w_{e,E1} := q_p \cdot c_{pe,E} = -0.199 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole I,J:} \quad w_{e,IJ1} := q_p \cdot c_{pe,z} = -0.462 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole I',J':} \quad w_{e,I'J'1} := q_p \cdot c_{pe,z'} = -0.277 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wyznaczenie ciśnienia wiatru działającego na attykę:

- wysokość attyki:  $h = 0.5 \text{ m}$
- długość attyki:  $l_{att} := 20 \text{ m}$

$$\frac{l_{att}}{h} = 40$$

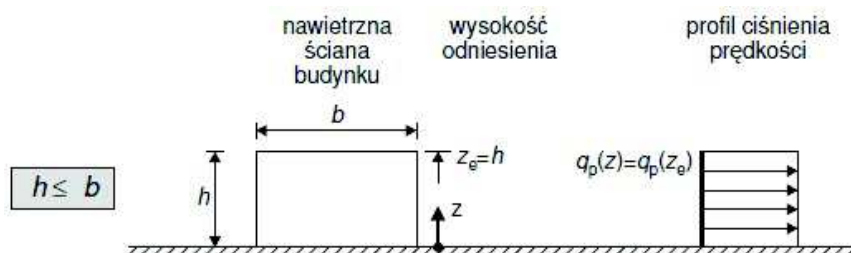
$$c_{p,net} := \text{linterp} \left[ \begin{pmatrix} 5 \\ 10 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1.2 \\ 1.2 \end{pmatrix}, \frac{l_{att}}{h} \right] = 1.2$$

$$w_{e,att} := q_p \cdot c_{p,net} = 0.651 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

**3.2.2. Oddziaływanie wiatru  $\Theta=180^\circ$  (wiatr wiejący na ścianę podłużną, prawo/lewo).**

Wymiary:

- wymiar poprzeczny do kierunku wiatru:  $b_2 := 20 \text{ m}$
- wymiar równoległy do kierunku wiatru:  $d_2 := 16 \text{ m}$
- wysokość konstrukcji:  $h_2 := 8 \text{ m}$



$$h_2 \leq b_2 = 1$$

Warunek spełniony, budynek należy traktować jako jedną część.



Wyznaczenie wartości współczynników ciśnienia zewnętrznego dla ścian pionowych:

$$e_2 := \min(b_2, 2 \cdot h_2) = 16 \text{ m}$$

$$e_2 \geq d_2 = 1$$

$$\frac{e_2}{5} = 3.2 \text{ m} \quad d_2 - \frac{e_2}{5} = 12.8 \text{ m}$$

$$d_2 - e_2 = 0 \text{ m}$$

Współczynniki wg Tablicy 7.1

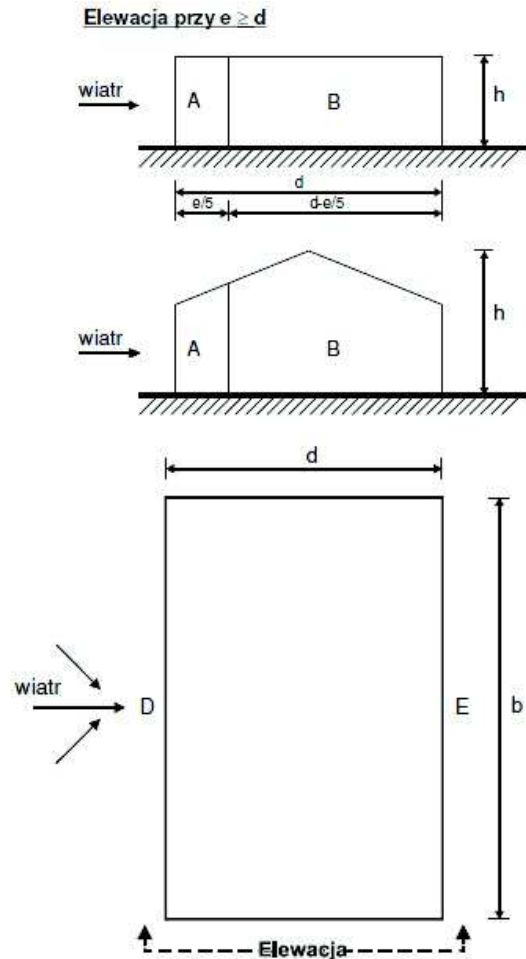
$$\frac{h_2}{d_2} = 0.5$$

Pole A:  $c_{pe.A} = -1.2$

Pole B:  $c_{pe.B} = -0.8$

Pole D:  $c_{pe.D} = 0.733$

Pole E:  $c_{pe.E} = -0.367$



Wyznaczenie wartości współczynników ciśnienia zewnętrznego dla dachu:

Rozpatrywany jest przypadek bardziej niekorzystny - parcie na połaciach nawietrznych (1 i 3 licząc od prawej) oraz ssanie na połaciach zawietrznych (2 i 4 licząc od prawej).

- strona lewa:  $\alpha_1 = 18.435 \cdot \text{deg}$

- strona prawa:  $\alpha_2 = 11.31 \cdot \text{deg}$

$$\frac{e_2}{10} = 1.6 \text{ m} \quad \frac{e_2}{4} = 4 \text{ m}$$

Współczynniki wg Tablicy 7.4a

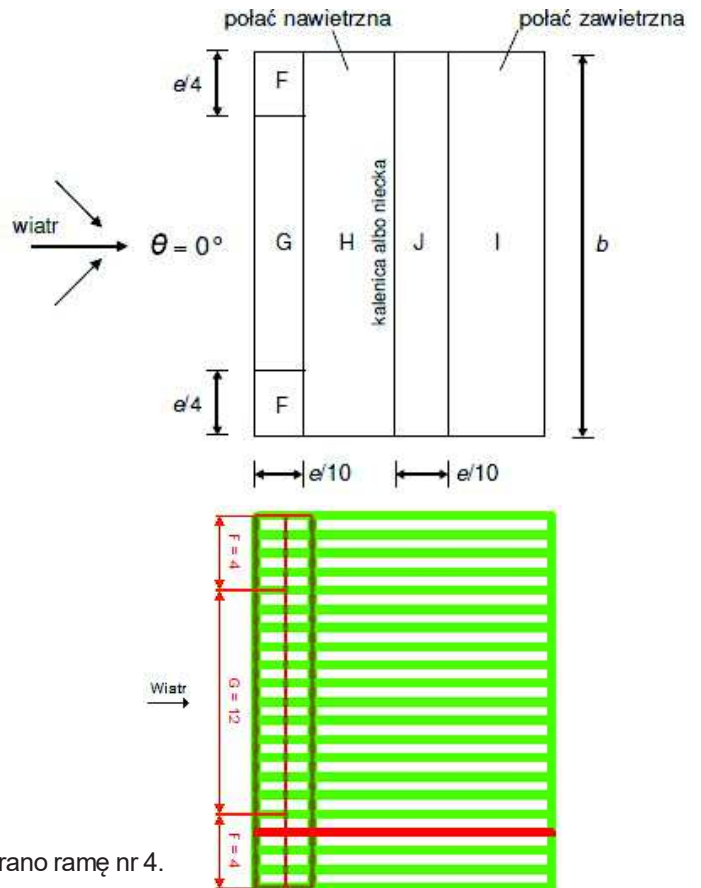
Pole F:  $c_{pe.F} := 0.126$

Pole G:  $c_{pe.G} := 0.126$

Pole H:  $c_{pe.H} := 0.126$

Pole I:  $c_{pe.I} := -0.40$

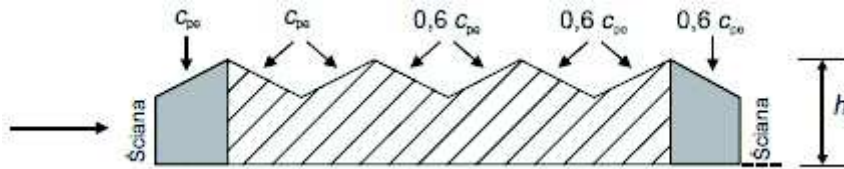
Pole J:  $c_{pe.J} := -0.886$



Do obliczeń wybrano ramę nr 4.

Wyznaczenie ciśnienia wiatru działającego na poszczególne pola:

Dachy wielospadowe:



$$c_{pe,z} := \min(c_{pe,I}, c_{pe,J}) = -0.886 \quad \text{- dla pierwszej połaci zawietrznej}$$

$$c_{pe,z'} := 0.6 \cdot c_{pe,z} = -0.532 \quad \text{- dla kolejnych połaci zawietrznych}$$

$$\text{Pole A:} \quad w_{e,A2} := q_p \cdot c_{pe,A} = -0.651 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole F:} \quad w_{e,F2} := q_p \cdot c_{pe,F} = 0.068 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole B:} \quad w_{e,B2} := q_p \cdot c_{pe,B} = -0.434 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole G:} \quad w_{e,G2} := q_p \cdot c_{pe,G} = 0.068 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole D:} \quad w_{e,D2} := q_{p1} \cdot c_{pe,D} = 0.391 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole H:} \quad w_{e,H2} := q_p \cdot c_{pe,H} = 0.068 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole E:} \quad w_{e,E2} := q_p \cdot c_{pe,E} = -0.199 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pole I,J:} \quad w_{e,IJ2} := q_p \cdot c_{pe,z} = -0.481 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

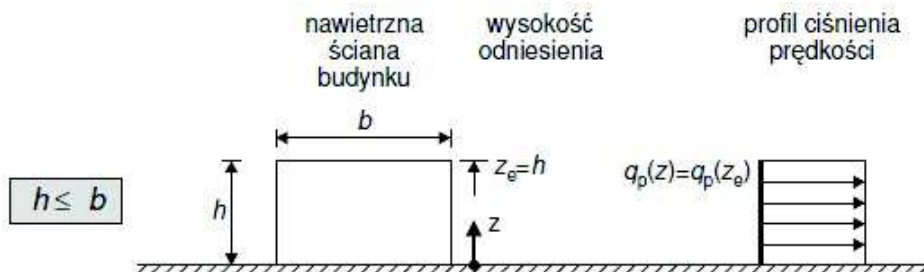
$$\text{Pole I',J':} \quad w_{e,I'J'2} := q_p \cdot c_{pe,z'} = -0.288 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Attyka:} \quad w_{e,att} = 0.651 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

**3.2.2. Oddziaływanie wiatru  $\Theta=90^\circ$  (wiatr wiejący na ścianę szczytową przód/tył oraz tył/przód).**

Wymiary:

- wymiar poprzeczny do kierunku wiatru:  $b_3 := 16\text{m}$
- wymiar równoległy do kierunku wiatru:  $d_3 := 20\text{m}$
- wysokość konstrukcji:  $h_3 := 8\text{m}$



$h_3 \leq b_3 = 1$  Warunek spełniony, budynek należy traktować jako jedną część.

Wyznaczenie wartości współczynników ciśnienia zewnętrznego dla ścian pionowych:

$$e_3 := \min(b_3, 2 \cdot h_3) = 16 \text{ m}$$

$$e_3 < d_3 = 1$$

$$\frac{e_3}{5} = 3.2 \text{ m} \quad \frac{4 \cdot e_3}{5} = 12.8 \text{ m}$$

$$d_3 - e_3 = 4 \text{ m}$$

Współczynniki wg Tablicy 7.1

$$\frac{h_3}{d_3} = 0.4$$

Pole A:  $c_{pe.A} = -1.2$

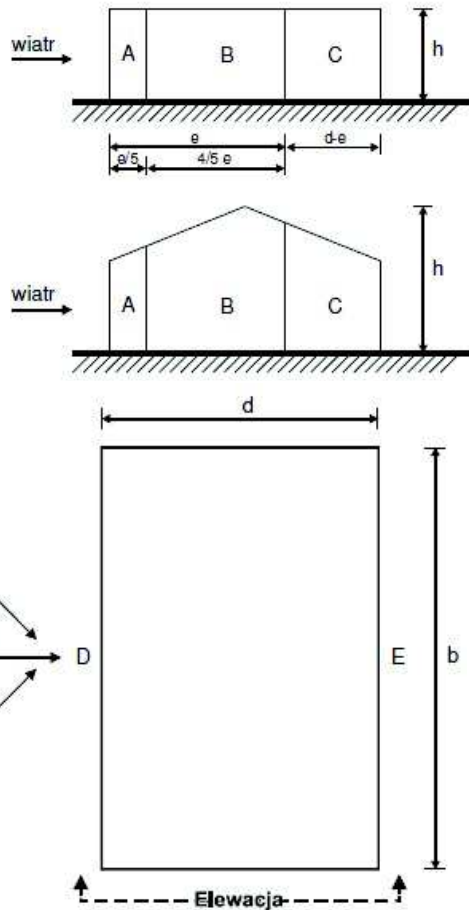
Pole B:  $c_{pe.B} = -0.8$

Pole C:  $c_{pe.C} := -0.5$

Pole D:  $c_{pe.D} := 0.72$

Pole E:  $c_{pe.E} := -0.34$

Elewacja przy  $e < d$



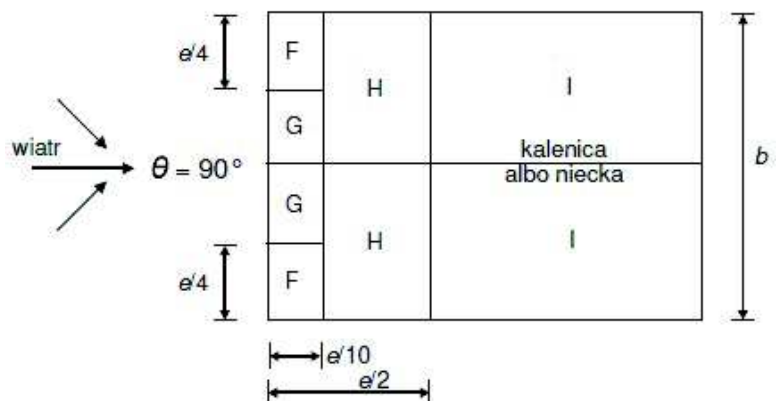
Wyznaczenie wartości współczynników ciśnienia zewnętrznego dla dachu:

$$\alpha_1 = 18.435 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_2 = 11.31 \cdot \text{deg}$$

$$\frac{e_3}{10} = 1.6 \text{ m} \quad \frac{e_3}{2} = 8 \text{ m}$$

Rama nr 4 znajduje się w polu H.



Współczynniki wg Tablicy 7.4b

Pole H dla  $\alpha_1$ :  $c_{pe.H1} := -0.646$

Pole H dla  $\alpha_2$ :  $c_{pe.H2} := -0.637$

Pole I dla  $\alpha_1$ :  $c_{pe.I1} := -0.50$

Pole I dla  $\alpha_2$ :  $c_{pe.I2} := -0.537$

Wyznaczenie ciśnienia wiatru działającego na poszczególne pola:

Wiatr przód/tył:

Pole B:  $w_{e.B3} := q_{p1} \cdot c_{pe.A} = -0.64 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Pole H:  $w_{e.H3} := q_p \cdot c_{pe.H1} = -0.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Pole H':  $w_{e.H3'} := q_p \cdot c_{pe.H2} = -0.345 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Wiatr tył/przód:

Pole C:  $w_{e.C3} := q_{p1} \cdot c_{pe.C} = -0.267 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Pole I:  $w_{e.I3} := q_p \cdot c_{pe.I1} = -0.271 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Pole I':  $w_{e.I3'} := q_p \cdot c_{pe.I2} = -0.291 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

### 3.3. Obciążenia temperaturą wg PN-EN 1991-1-5 2005.

- wysokość nad poziomem morza:  $H := A = 150 \text{ m}$
- temperatura początkowa (montażu):  $T_0 := 8$
- temperatura w zimnym pomieszczeniu:  $t_{zp} := -20$

#### Oddziaływanie temperatury w lecie:

- temperatura wewnątrz budynku:  $T_{in.lato} := 20$
- temperatura maksymalna dla Puław wg rys. NB.2 normy PN-EN 1991-1-5 2005:  $T_{max} := 36$

$$T_{max.H} := -0.0053 \cdot \left(\frac{1}{m}\right) \cdot H + T_{max} = 35.205$$

Dodatki do temperatury od efektu promieniowania słonecznego wg Tablic 5.2 i 5.3:

- powierzchnie kolorowe, lśniąca dla ekspozycji południowo-zachodniej:  $T_4 := 30$
- powierzchnie ciemne dla ekspozycji południowo-zachodniej:  $T_5 := 42$

Dla ścian przyjęto powierzchnię kolorową, lśniąca:

$$T_{out.śc} := T_{max.H} + T_4 = 65.2$$

Dla dachu przyjęto powierzchnię ciemną:

$$T_{out.d} := T_{max.H} + T_5 = 77.2$$

Część podziemna zagłębiona do 1m poniżej poziomu terenu:

$$T_{out} := 8$$

#### Oddziaływanie temperatury w zimie:

- temperatura wewnątrz budynku:  $T_{in.zima} := 25$
- temperatura minimalna dla Puław wg rys. NB.3 normy PN-EN 1991-1-5 2005:  $T_{min} := -30$

$$T_{min.H} := -0.0035 \cdot \left(\frac{1}{m}\right) \cdot H + T_{min} = -30.525$$

Dla ścian przyjęto powierzchnię kolorową, lśniąca:

$$T_{out.śc} := T_{min.H} = -30.52$$

Dla dachu przyjęto powierzchnię ciemną:

$$T_{out.d} := T_{min.H} = -30.52$$

Część podziemna zagłębiona do 1m poniżej poziomu terenu:

$$T_{out} := -5$$

**LATO:**

PROFIL 1 - zagłębiony w gruncie do 1m							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					8,00		
Powietrze wewnątrz	-	-	0,00	0,00	8,00		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,015	8,00		
Beton B20	25	1,70	0,147	0,162	8,00	0,00	0,00
Wełna mineralna	12	0,04	3,429	3,591	8,00		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	3,606	8,00		
Powietrze zewnętrzne	-	-	0,00	3,606	8,00		

T <sub>in</sub>	8
T <sub>out</sub>	8
T <sub>0</sub>	8

PROFIL 1 - ściany, ekspozycja południowo-zachodnia							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					20,00		
Powietrze wewnątrz	-	-	0,13	0,13	21,56		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,145	21,74		
Beton B20	25	1,70	0,147	0,292	23,50	14,62	1,76
Wełna mineralna	12	0,04	3,429	3,721	64,54		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	3,736	64,72		
Powietrze zewnętrzne	-	-	0,04	3,776	65,20		

T <sub>in</sub>	20
T <sub>out</sub>	65,2
T <sub>0</sub>	8

PROFIL 1 - attyka							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					65,20		
Powietrze wewnątrz	-	-	0,00	0,00	65,20		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,015	65,20		
Beton B20	25	1,70	0,147	0,162	65,20	57,20	0,00
Wełna mineralna	12	0,04	3,429	3,591	65,20		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	3,606	65,20		
Powietrze zewnętrzne	-	-	0,00	3,606	65,20		

T <sub>in</sub>	65,2
T <sub>out</sub>	65,2
T <sub>0</sub>	8



PROFIL 4 - zagłębiony w gruncie do 1m							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					8,00		
Powietrze wewnątrz	-	-	0,00	0,00			
					8,00		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,015			
					8,00	0,00	0,00
Beton B37	25	1,70	0,147	0,162			
					8,00		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,177			
					8,00		
Powietrze zewnątrz	-	-	0,00	0,177			
					8,00		

PROFIL 4 - ściana wewnętrzna między pomieszczeniami "ciepłymi"							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					20,00		
Powietrze wewnątrz	-	-	0,00	0,00			
					20,00		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,015			
					20,00	12,00	0,00
Beton B37	25	1,70	0,147	0,162			
					20,00		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,177			
					20,00		
Powietrze zewnątrz	-	-	0,00	0,177			
					20,00		

PROFIL 4 - ściana wewnętrzna między pomieszczeniami "ciepłym" i "zimnym"							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					20,00		
Powietrze w pomieszczeniu "ciepłym"	-	-	0,13	0,13			
					5,02		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,145			
					3,29	-13,19	-16,95
Beton B37	25	1,70	0,147	0,292			
					-13,66		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,307			
					-15,39		
Powietrze w pomieszczeniu "zimnym"	-	-	0,04	0,347			
					-20,00		

**ZIMA:**

PROFIL 1 - zagłębiony w gruncie do 1m							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					-5,00		
Powietrze wewnątrz	-	-	0,00	0,00			
					-5,00		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,015			
					-5,00		
Beton B20	25	1,70	0,147	0,162		-13,00	0,00
					-5,00		
Wełna mineralna	12	0,04	3,429	3,591			
					-5,00		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	3,606			
					-5,00		
Powietrze zewnętrzne	-	-	0,00	3,606			
					-5,00		

PROFIL 1 - ściany, ekspozycja południowo-zachodnia							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					25,00		
Powietrze wewnątrz	-	-	0,13	0,13			
					23,09		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,145			
					22,87		
Beton B20	25	1,70	0,147	0,292		13,79	-2,16
					20,71		
Wełna mineralna	12	0,04	3,429	3,721			
					-29,71		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	3,736			
					-29,93		
Powietrze zewnętrzne	-	-	0,04	3,776			
					-30,52		

PROFIL 1 - attyka							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					-30,52		
Powietrze wewnątrz	-	-	0,00	0,00			
					-30,52		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	0,015			
					-30,52		
Beton B20	25	1,70	0,147	0,162		-38,52	0,00
					-30,52		
Wełna mineralna	12	0,04	3,429	3,591			
					-30,52		
Tynk cementowy	1,5	1,00	0,015	3,606			
					-30,52		
Powietrze zewnętrzne	-	-	0,00	3,606			
					-30,52		

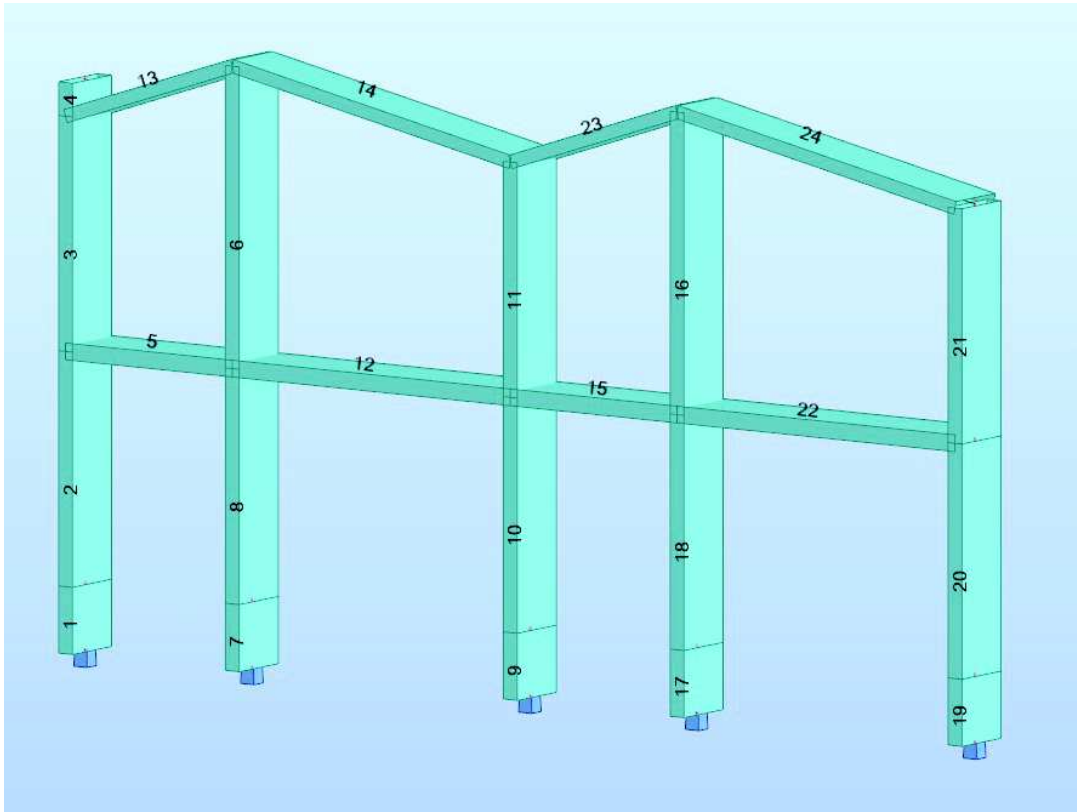


PROFIL 2 - strop nad pomieszczeniami "ciepłymi"							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					25,00		
Powietrze w pomieszczeniu "ciepłym"	-	-	0,00	0,00	25,00		
Beton B20	6	1,70	0,035	0,035	25,00		
Styropian	6	0,05	1,333	1,369	25,00		
Beton B20	3	1,70	0,018	1,386	25,00		
Beton B30	25	1,70	0,147	1,533	25,00	17,00	0,00
Tynk cementowo-wapienny	1,5	0,85	0,018	1,551	25,00		
Powietrze w pomieszczeniu "zimnym"	-	-	0,00	1,551	25,00		
					25,00		

PROFIL 2 - strop nad pomieszczeniem "zimnym"							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					25,00		
Powietrze w pomieszczeniu "ciepłym"	-	-	0,17	0,17	20,66		
Beton B20	6	1,70	0,035	0,205	19,75		
Styropian	6	0,05	1,333	1,539	-14,32		
Beton B20	3	1,70	0,018	1,556	-14,77		
Beton B30	25	1,70	0,147	1,703	-18,53	-24,65	-3,76
Tynk cementowo-wapienny	1,5	0,85	0,018	1,721	-18,98		
Powietrze w pomieszczeniu "zimnym"	-	-	0,04	1,761	-20,00		

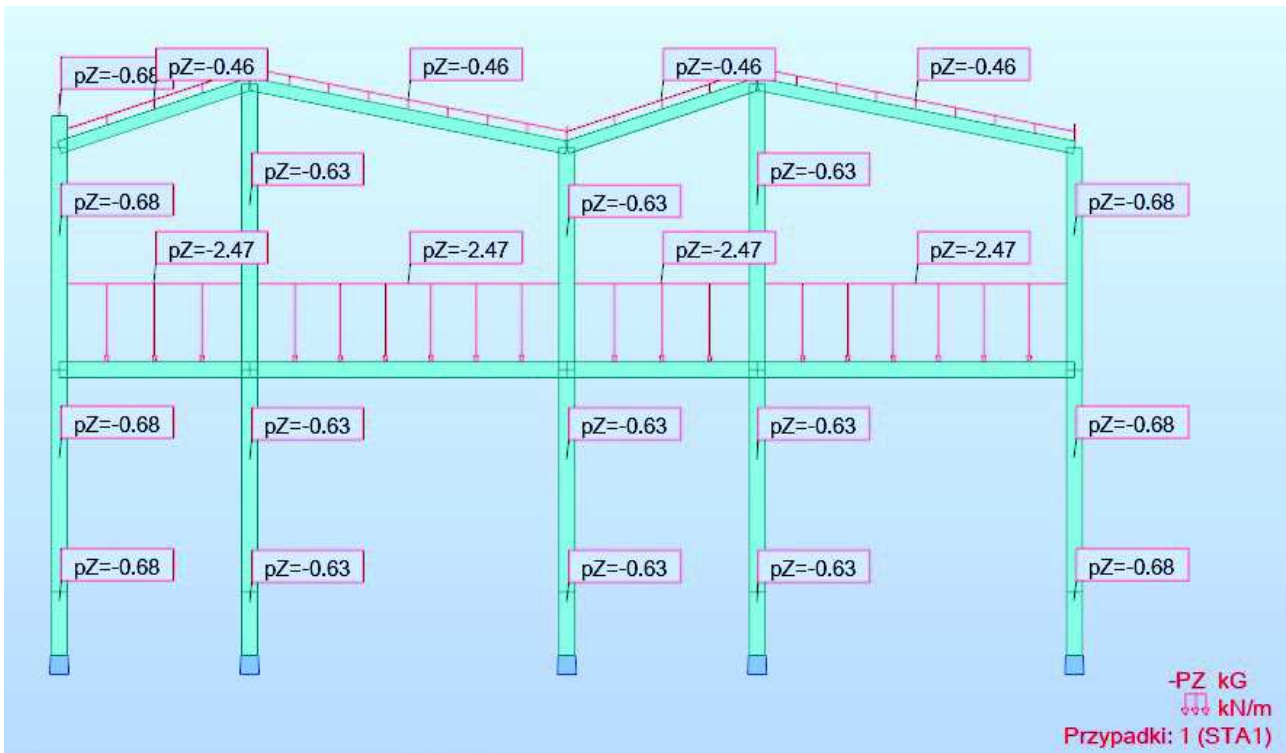
PROFIL 3 - dach							
Warstwa	Grubość	Współczynnik przewodzenia	Opór cieplny	Suma oporów	Temp. (x)	t0 (x)	Δ t (z)
	[cm]	[W/(mK)]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]	[°C]	[°C]
					25,00		
Powietrze w budynku	-	-	0,17	0,17	23,30		
Tynk cementowo-wapienny	1,5	0,85	0,018	0,188	23,12		
Beton B20	20	1,70	0,118	0,305	21,94	14,53	-1,18
Wełna mineralna	18	0,04	5,143	5,448	-29,56		
2x papa termozgrzewalna	1	0,18	0,056	5,504	-30,12		
Powietrze na dachu	-	-	0,04	5,544	-30,52		

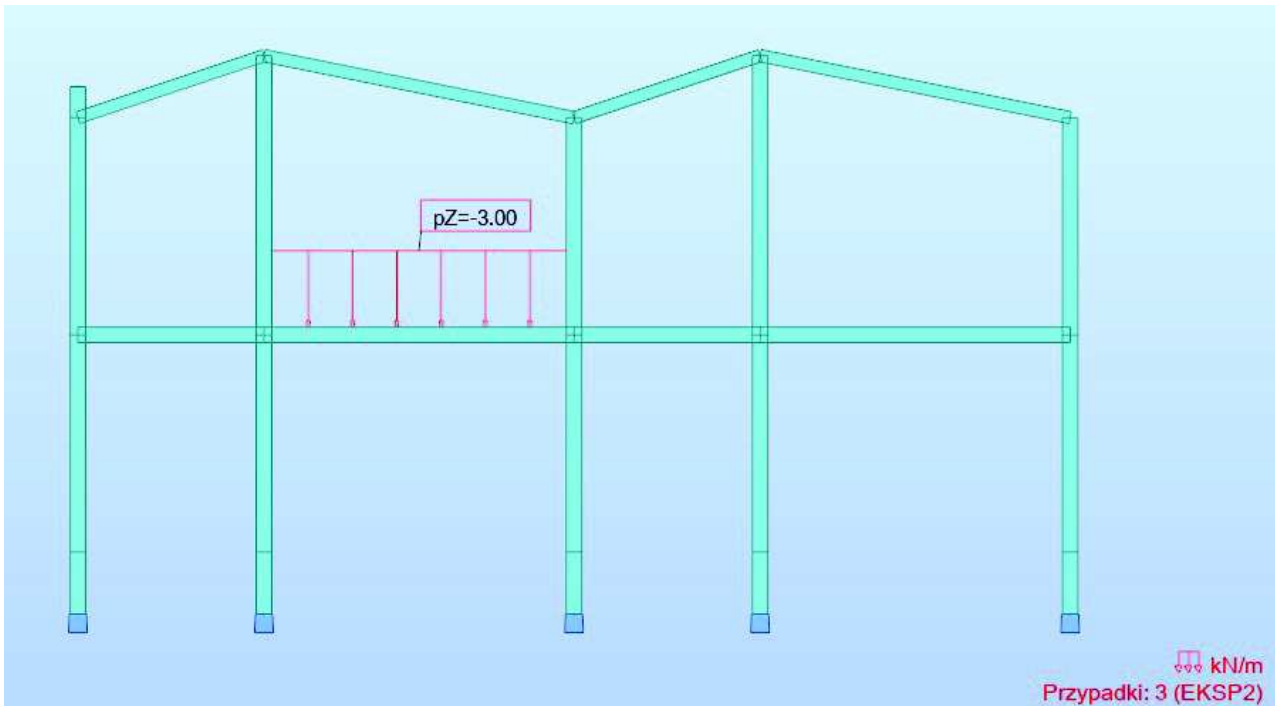
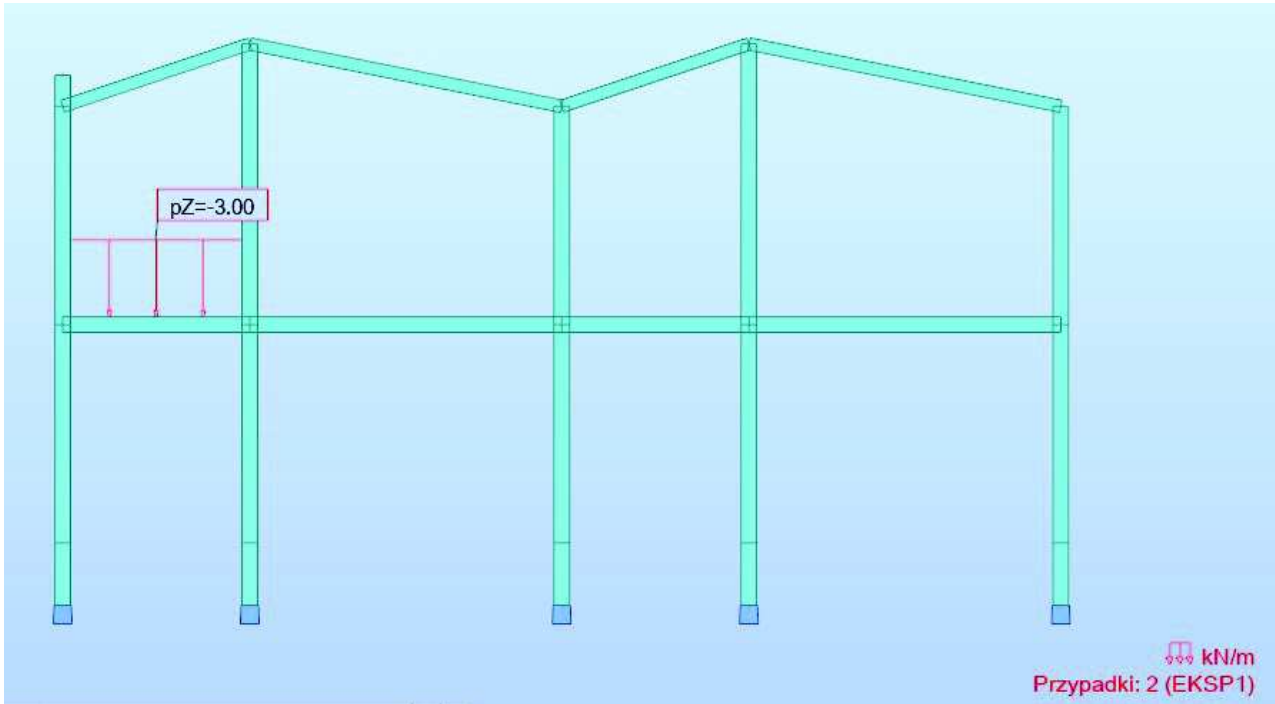


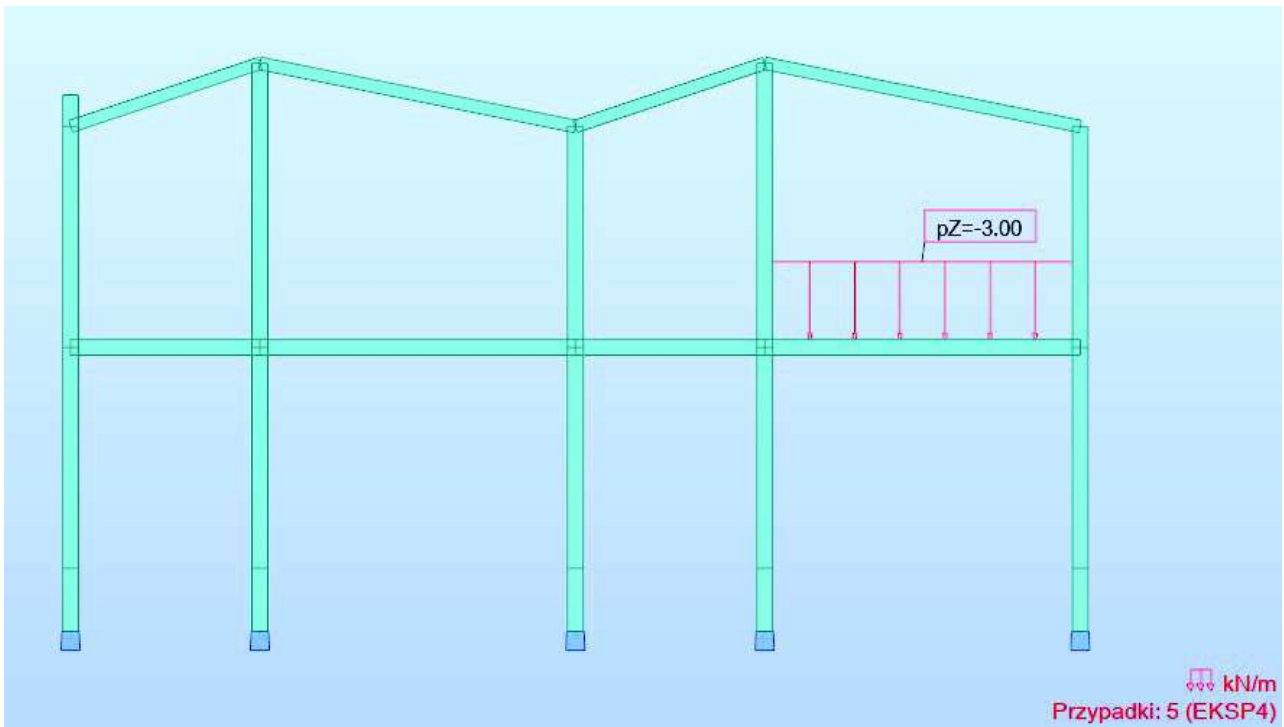
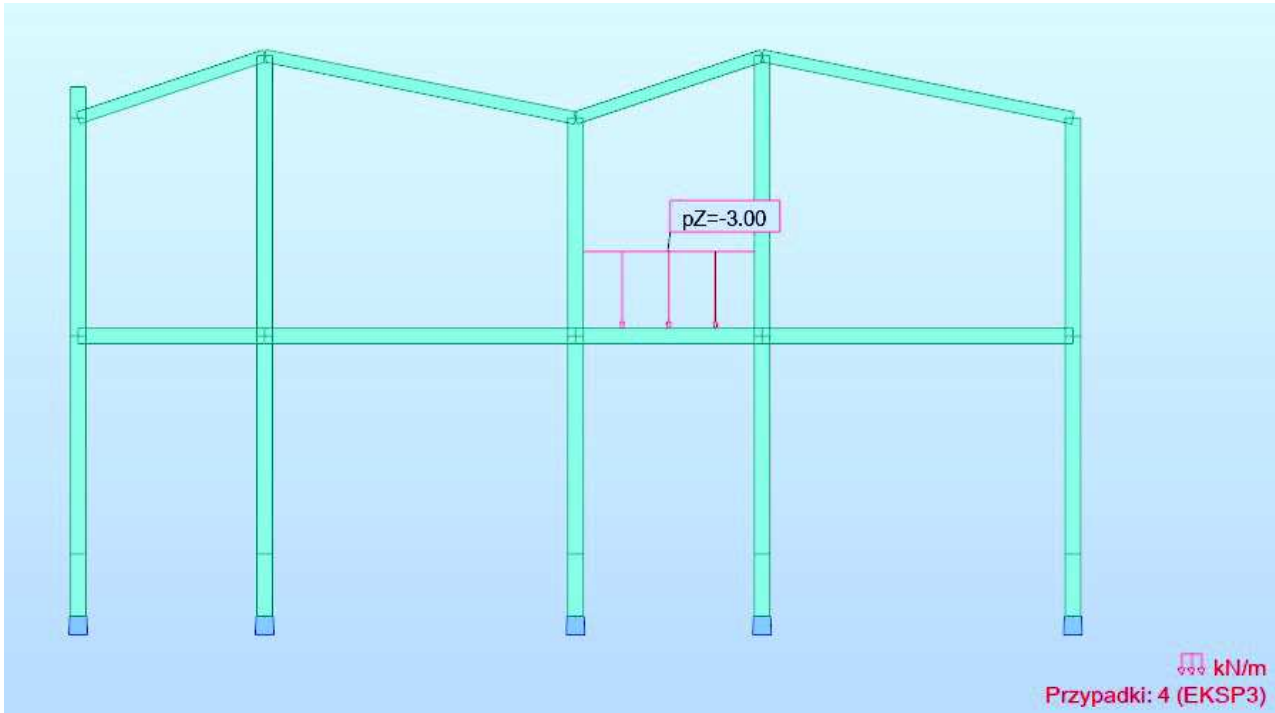


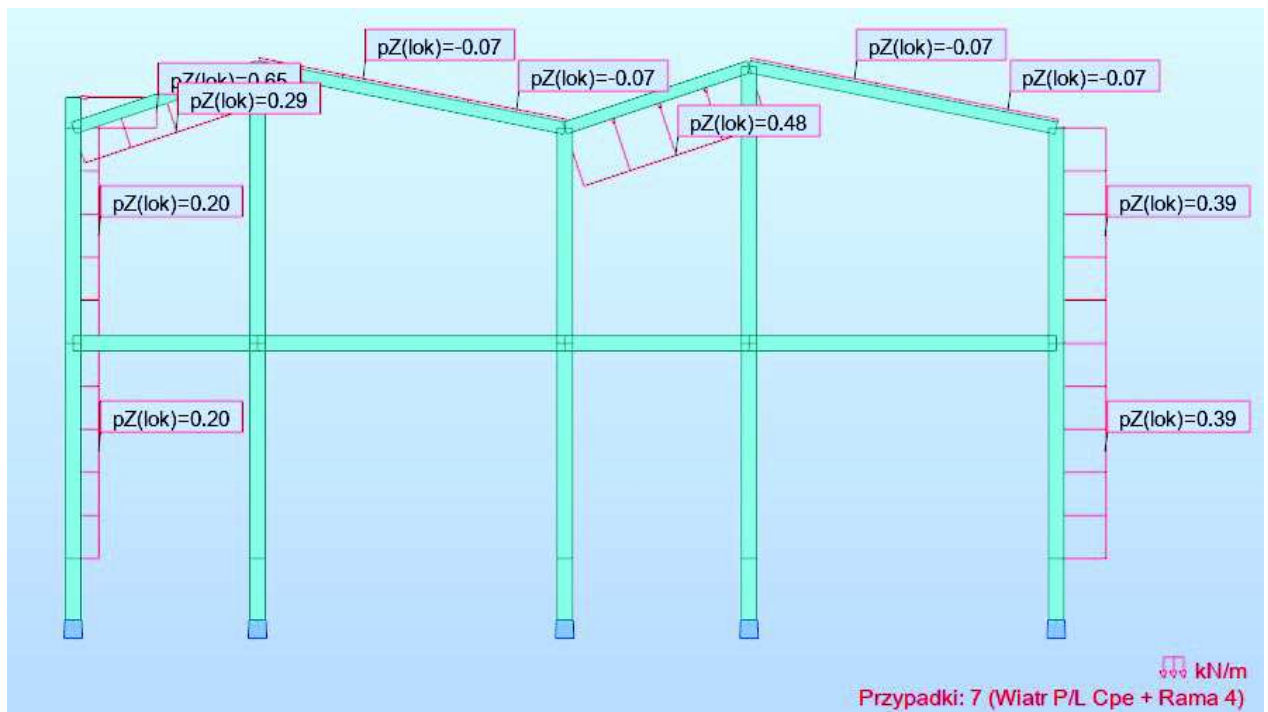
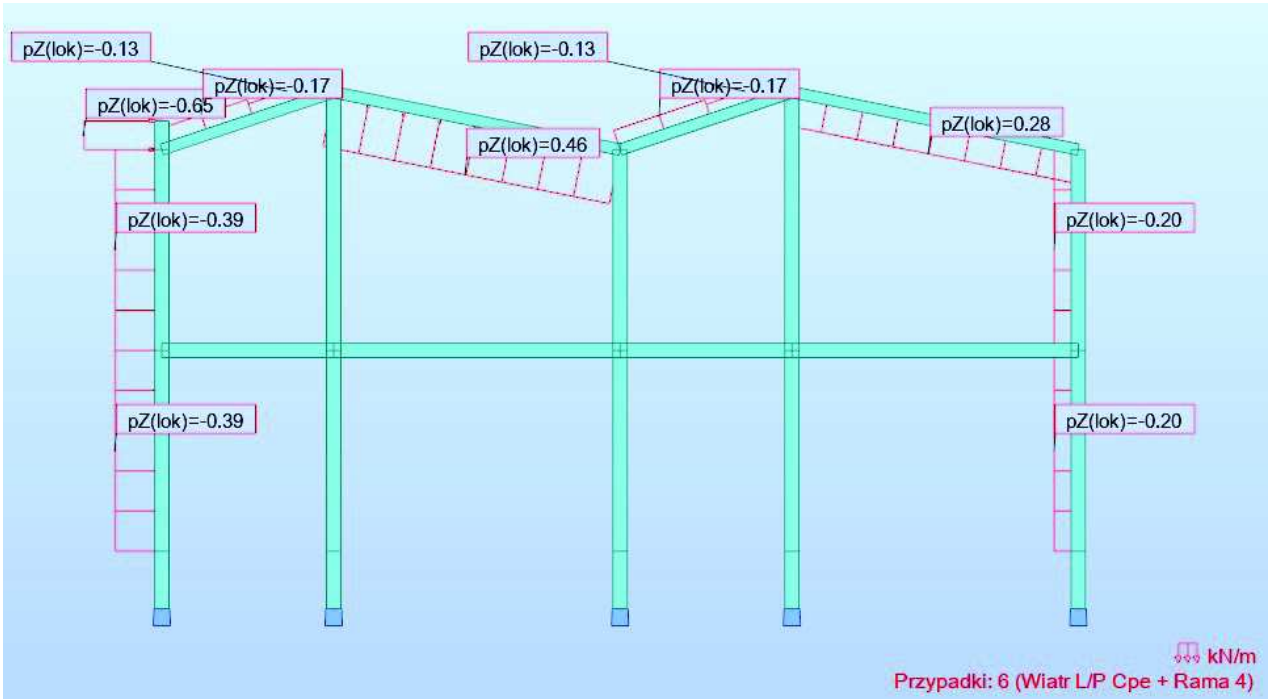
Model konstrukcji

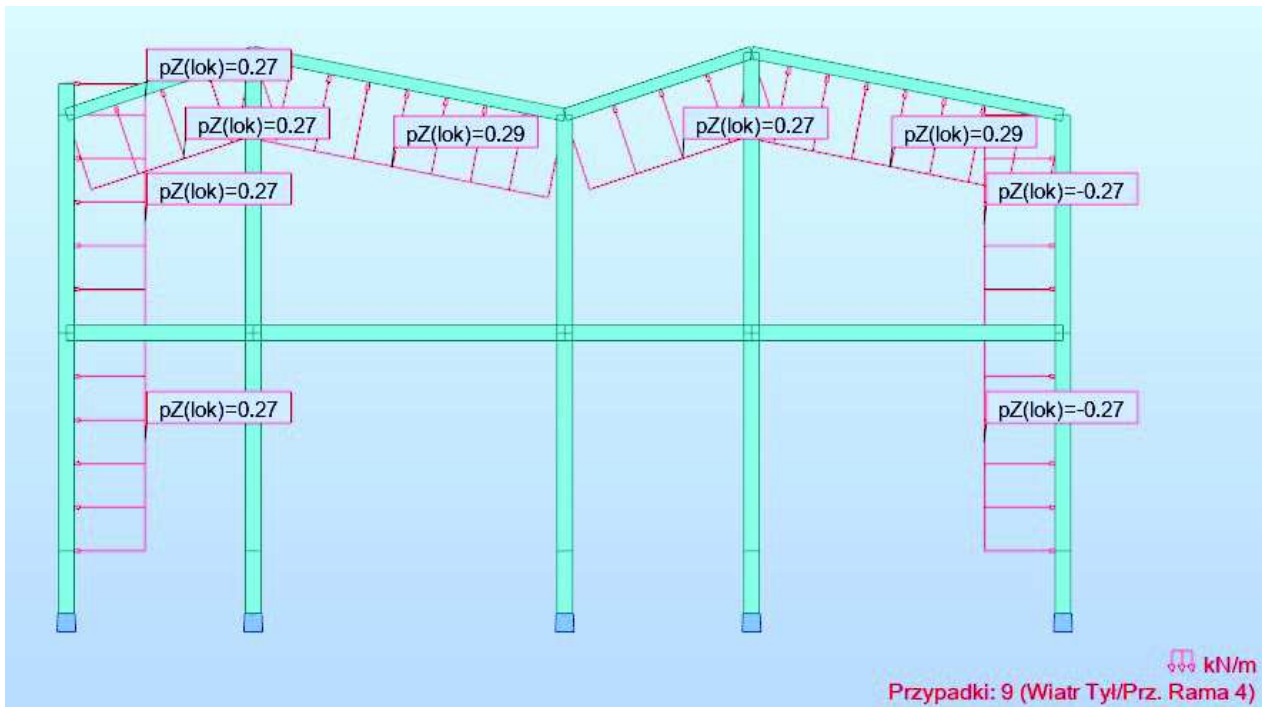
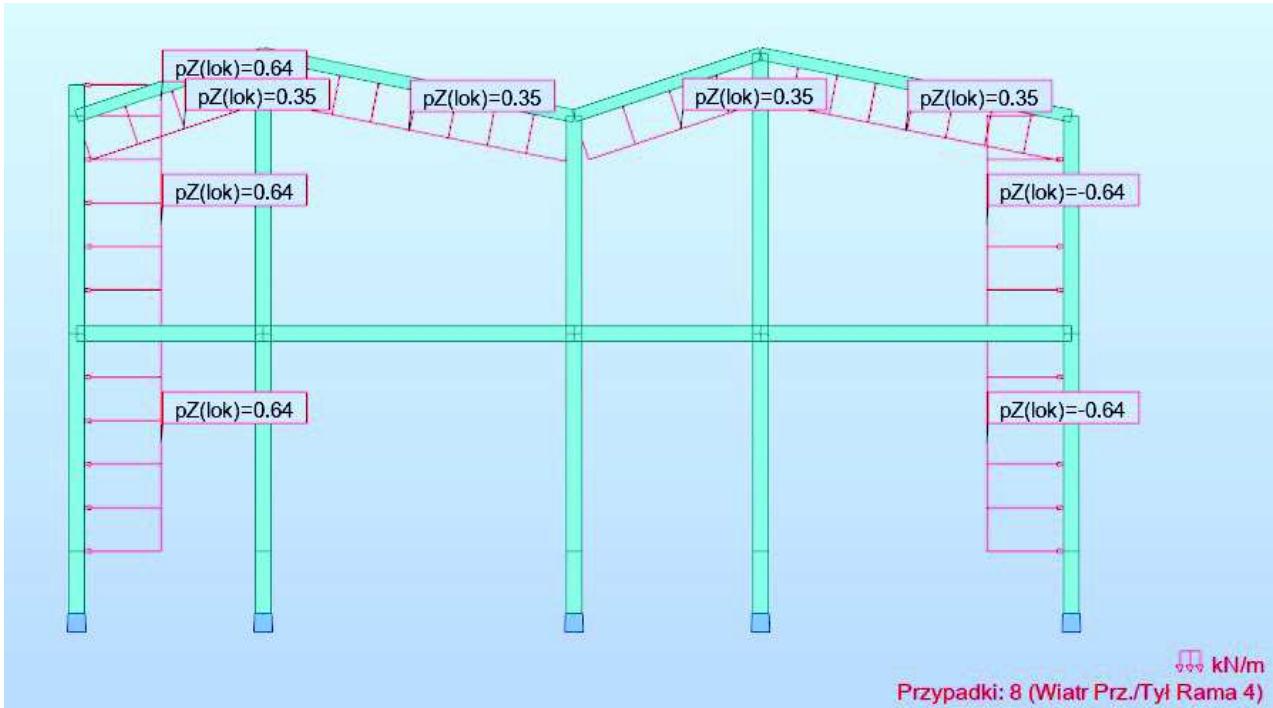
## PRZYPADKI OBCIĄŻEŃ:

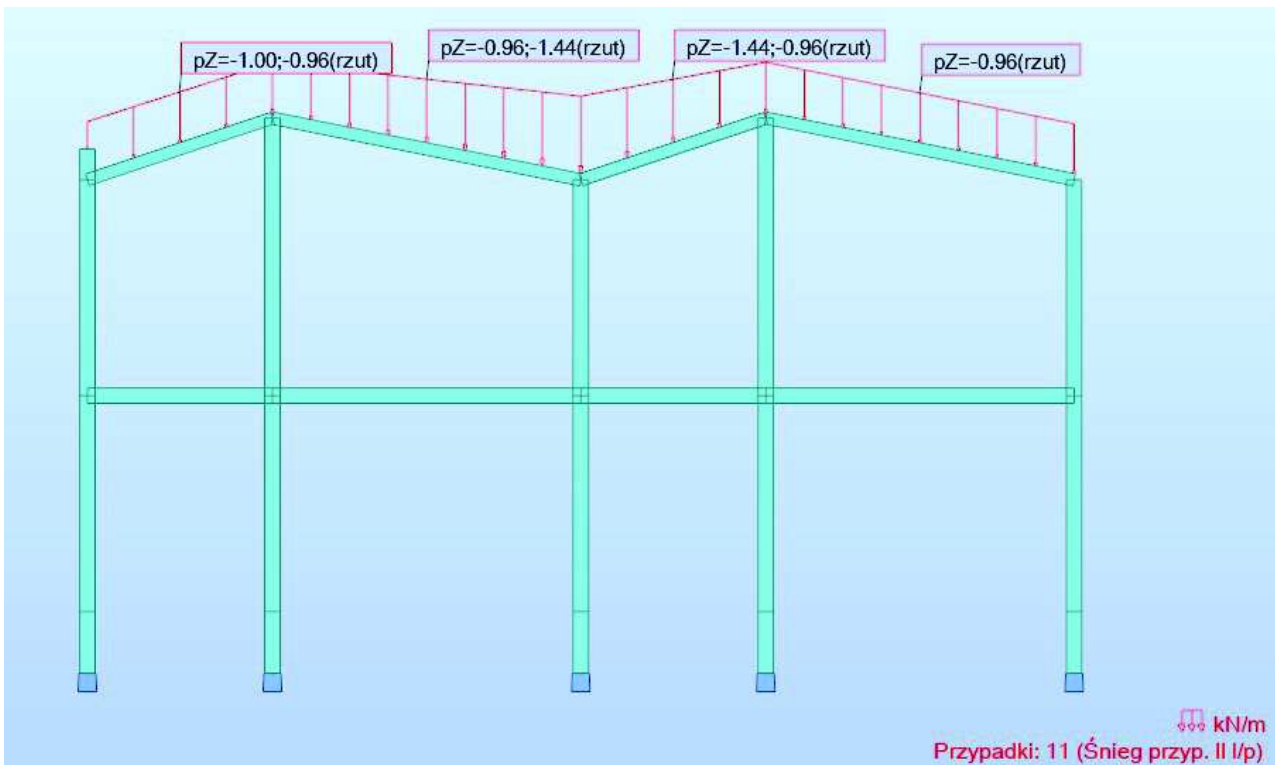
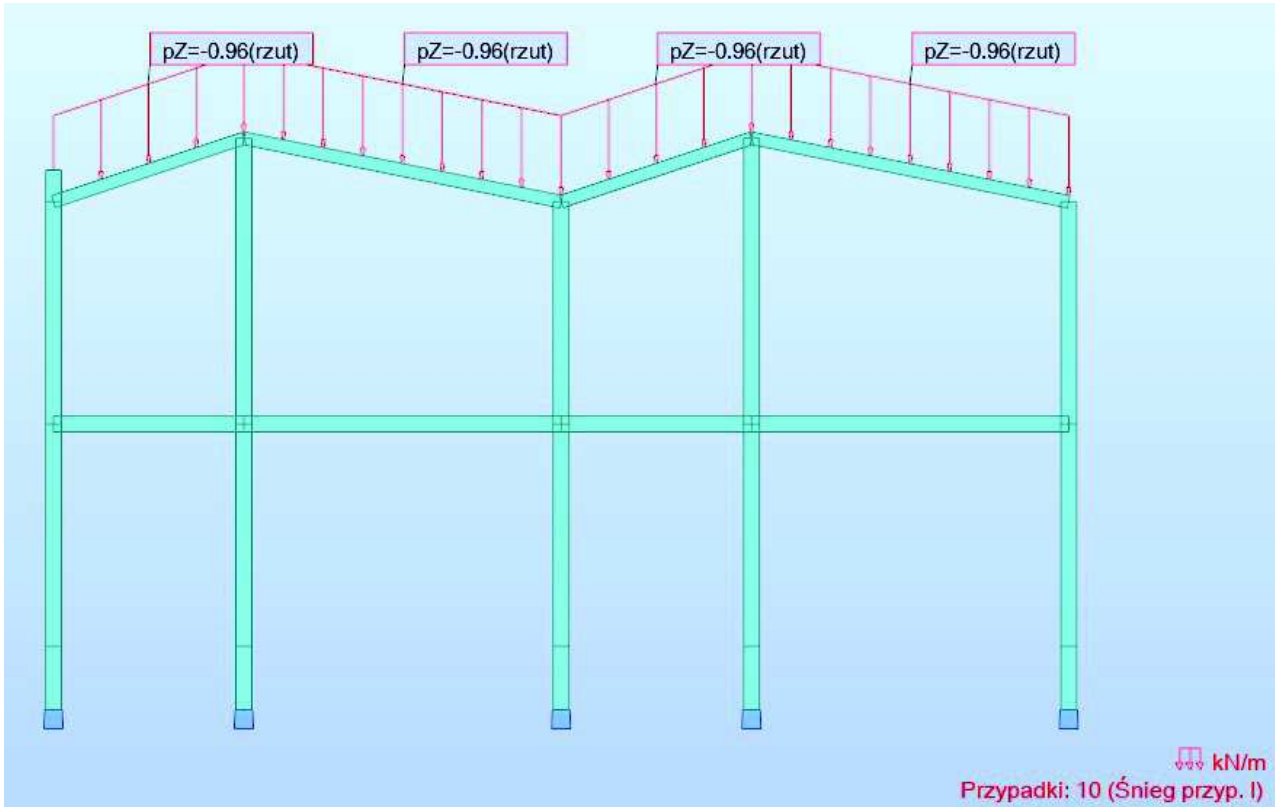




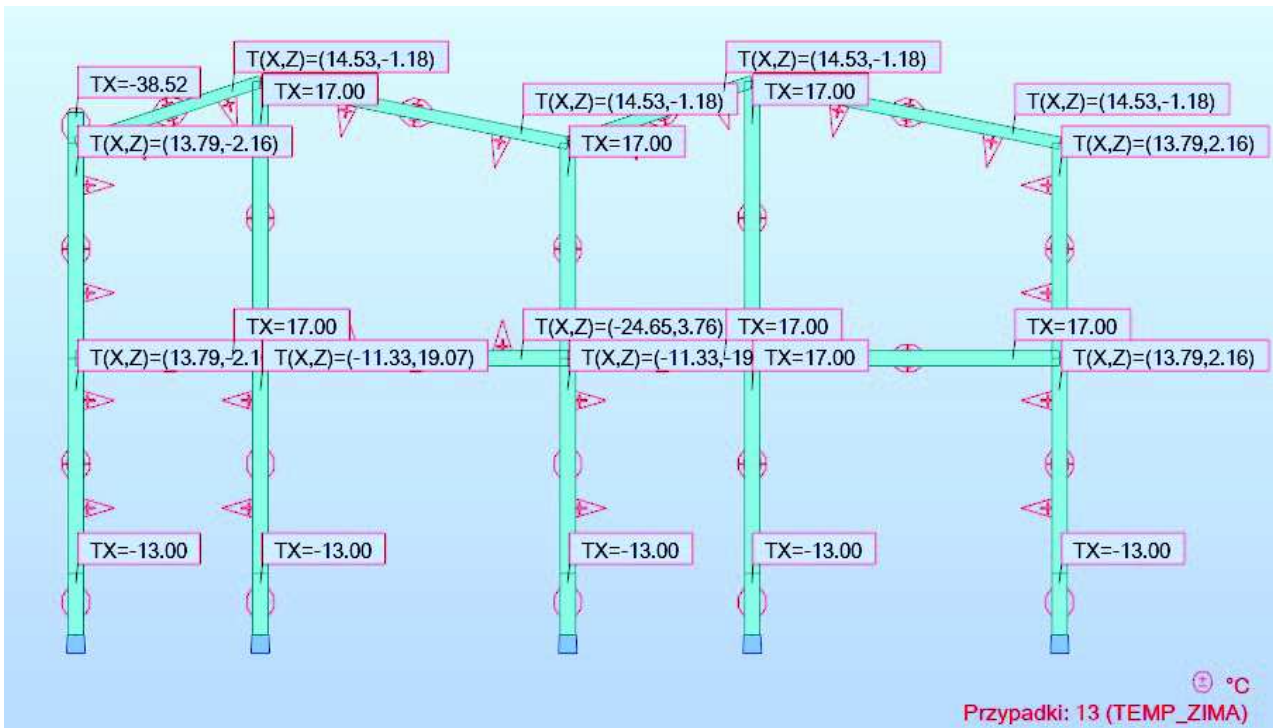
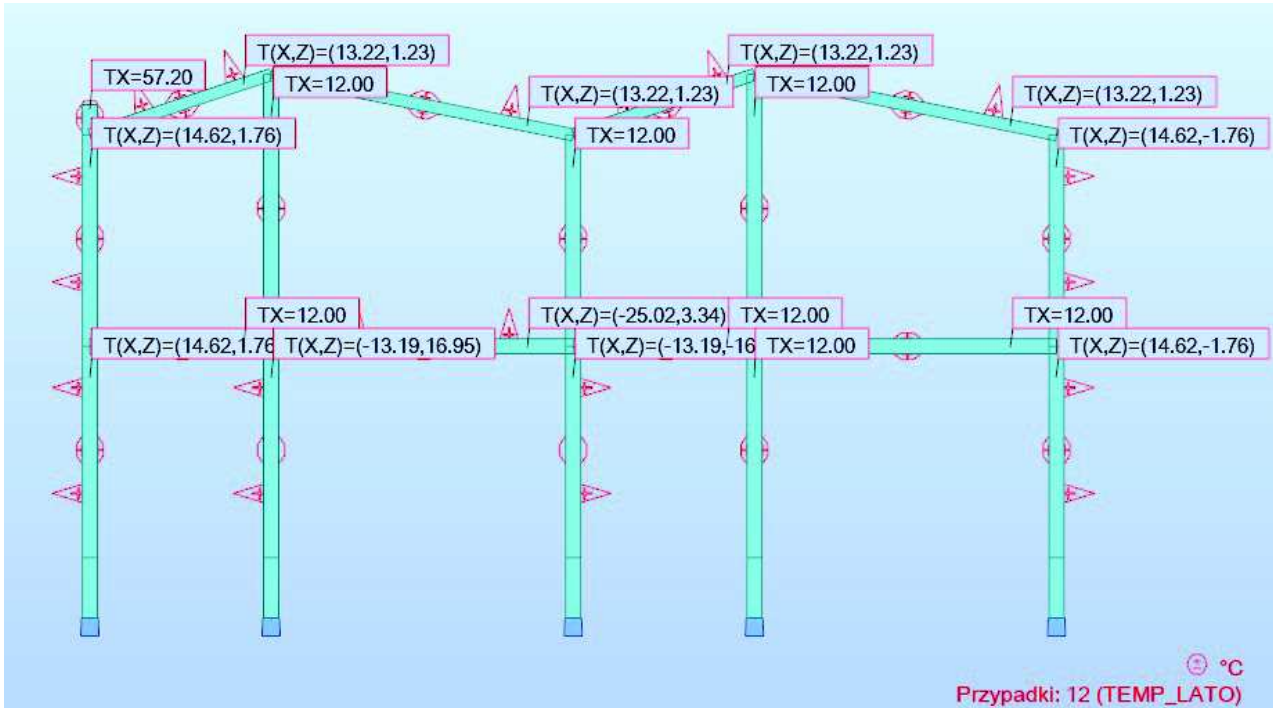


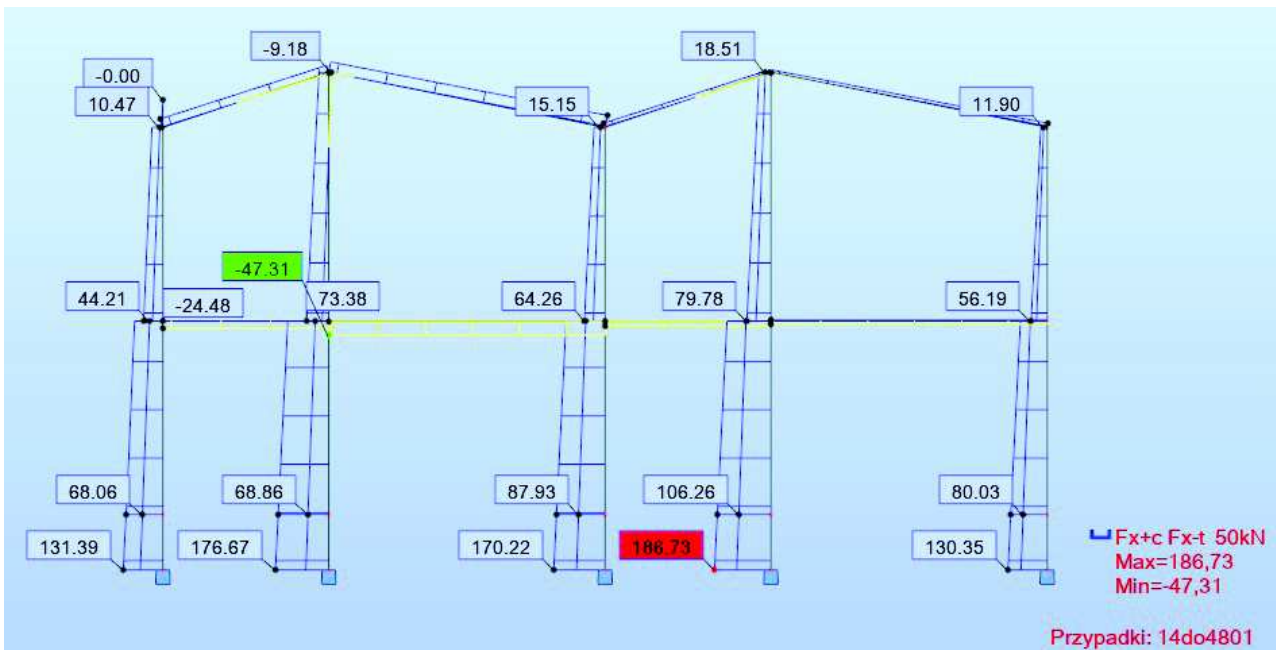
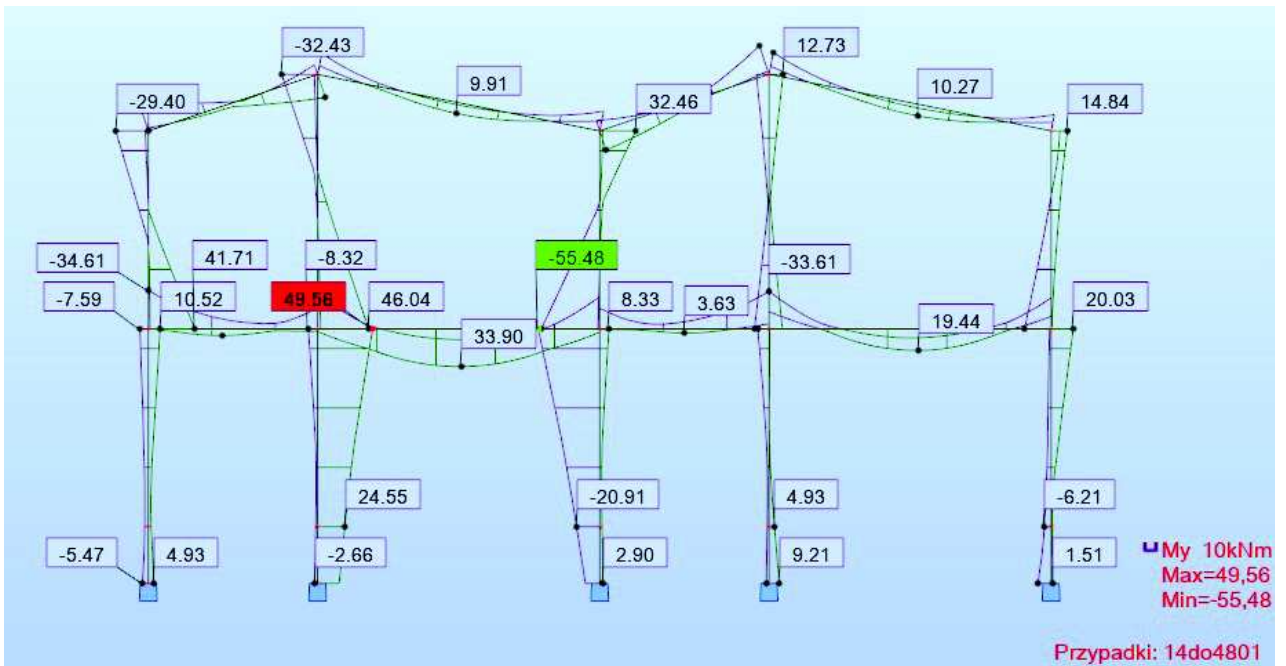


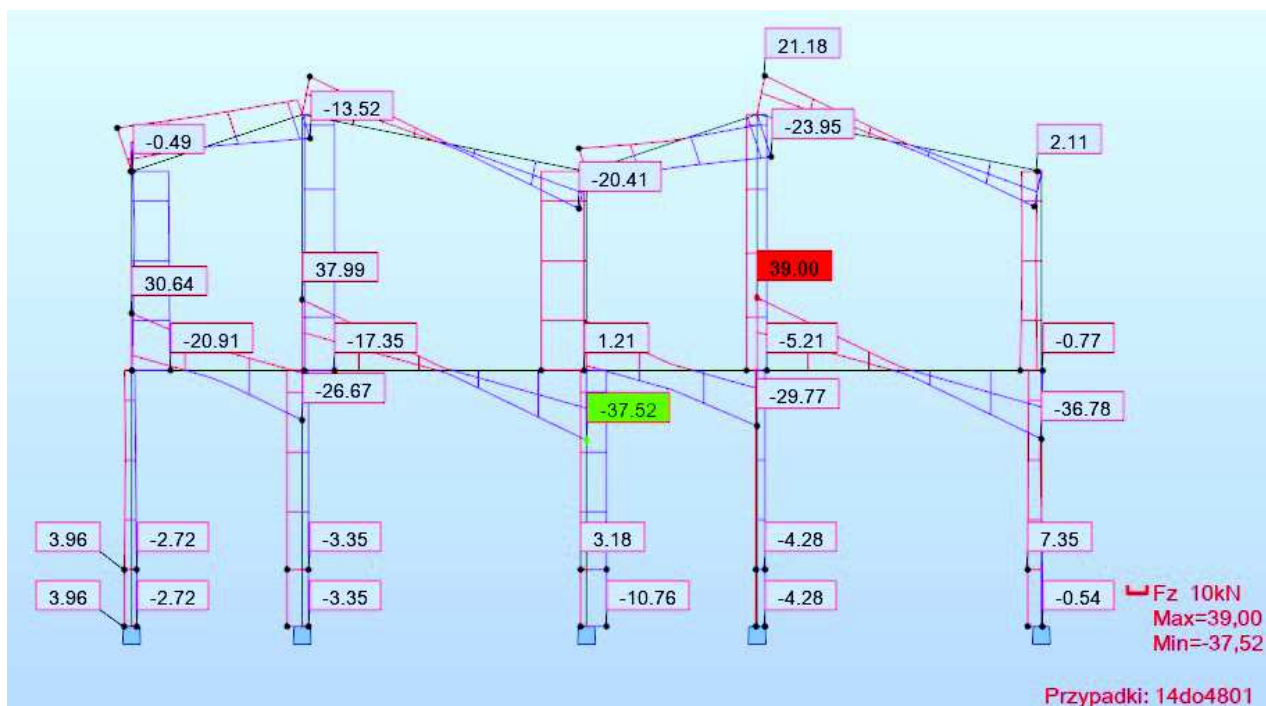












Kombinacja	Nazwa	Typ analizy	Typ kombi	Natura przypadku	Definicja
237 (K)	SGN/224=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 7*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+7*0.90
238 (K)	SGN/225=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 7*0.90 + 10*0.75 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+(7+13)*0.90+10*0.75
239 (K)	SGN/226=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 7*0.90 + 10*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+7*0.90+10*0.75
240 (K)	SGN/227=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 7*0.90 + 11*0.75 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+(7+13)*0.90+11*0.75
241 (K)	SGN/228=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 7*0.90 + 11*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+7*0.90+11*0.75
242 (K)	SGN/229=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 8*0.90 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+(8+13)*0.90
243 (K)	SGN/230=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 8*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+8*0.90
244 (K)	SGN/231=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 8*0.90 + 10*0.75 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+(8+13)*0.90+10*0.75
245 (K)	SGN/232=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 8*0.90 + 10*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+8*0.90+10*0.75
246 (K)	SGN/233=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 8*0.90 + 11*0.75 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+(8+13)*0.90+11*0.75
247 (K)	SGN/234=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 8*0.90 + 11*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+8*0.90+11*0.75
248 (K)	SGN/235=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 9*0.90 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+(9+13)*0.90
249 (K)	SGN/236=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 9*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+9*0.90
250 (K)	SGN/237=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 9*0.90 + 10*0.75 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+(9+13)*0.90+10*0.75
251 (K)	SGN/238=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 9*0.90 + 10*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+9*0.90+10*0.75
252 (K)	SGN/239=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 9*0.90 + 11*0.75 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+(9+13)*0.90+11*0.75
253 (K)	SGN/240=1*1.35 + 3*1.05 + 4*1.05 + 9*0.90 + 11*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(3+4)*1.05+9*0.90+11*0.75
254 (K)	SGN/241=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+13*0.90
255 (K)	SGN/242=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05
256 (K)	SGN/243=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 10*0.75 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+10*0.75+13*0.90
257 (K)	SGN/244=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 10*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+10*0.75
258 (K)	SGN/245=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 11*0.75 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+11*0.75+13*0.90
259 (K)	SGN/246=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 11*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+11*0.75
260 (K)	SGN/247=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 6*0.90 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+(6+13)*0.90
261 (K)	SGN/248=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 6*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+6*0.90
262 (K)	SGN/249=1*1.35+2*1.05+3*1.05+4*1.05+6*0.90+10*0.75+13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+(6+13)*0.90+10*0.75
263 (K)	SGN/250=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 6*0.90 + 10*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+6*0.90+10*0.75
264 (K)	SGN/251=1*1.35+2*1.05+3*1.05+4*1.05+6*0.90+11*0.75+13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+(6+13)*0.90+11*0.75
265 (K)	SGN/252=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 6*0.90 + 11*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+6*0.90+11*0.75
266 (K)	SGN/253=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 7*0.90 + 13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+(7+13)*0.90
267 (K)	SGN/254=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 7*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+7*0.90
268 (K)	SGN/255=1*1.35+2*1.05+3*1.05+4*1.05+7*0.90+10*0.75+13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+(7+13)*0.90+10*0.75
269 (K)	SGN/256=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 7*0.90 + 10*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+7*0.90+10*0.75
270 (K)	SGN/257=1*1.35+2*1.05+3*1.05+4*1.05+7*0.90+11*0.75+13*0.90	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+(7+13)*0.90+11*0.75
271 (K)	SGN/258=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.05 + 4*1.05 + 7*0.90 + 11*0.75	Kombinacja liniowa		stałe	1*1.35+(2+3+4)*1.05+7*0.90+11*0.75

Fragment tabeli kombinacji