SPIS ZAWARTOŚCI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

DO PROJEKTU BUDOWLANEGO PRAC REMONTOWO -RENOWACYJNYCH WIĘŹBY DACHOWEJ WRAZ Z POKRYCIEM - BUDYNKU ZAMKU I OFICYNY W MUZEUM- ZAMKU W ŁAŃCUCIE –OR-KA II

1. Zestawienie obciążeń stosowanych w obliczeniach
   1.1. Obciążenie na 1m^2 dachu w budynku głównym.
   1.2. Obciążenie na 1m^2 dachu pulpitowego północnego w osiach 6.1 – 6.2/6A – 6J.
   1.3. Obciążenie na 1m^2 dachu pulpitowego południowego w osiach 12A – 12F/12.1 – 12.2
   1.4. Obciążenie na 1m^2 dachu pulpitowego łącznika z oficyną w osiach 15A – 15F/ 15.3 – 15.9
   1.5. Obciążenie na 1m^2 dachu nad biblioteką w osiach 1A – 1D/1.1 – 1.8.
   1.6. Obciążenie na 1m^2 dachu nad oficyną w osiach 17A – 17G/17.1 – 17.3.
   1.7. Obciążenie na 1m 2 dachu nad hotelem w osiach 14A – 14C/14.1 – 14.10.
2. Obliczenia statyczne.
   2.1 Wymiarowanie dachu pulpitowego północnego w osiach 6.1 – 6.2/6A – 6J.
   2.2 Wymiarowanie dachu pulpitowego południowego w osiach 12A-12F/12.1-12.2
   2.3 Wymiarowanie dachu pulpitowego łącznika z oficyną w osiach 15A – 15F/15.3 – 15.9 (nad restauracją).
   2.4 Wymiarowanie dachu nad budynkiem głównym Zamku w osiach 3A-3M/3.1-3.3, 5A-5C/5.1-5.13, 7A-7C/7.1-7.11, 9A-9D/9.1-9.3, 10A-10E/10.1-10.3.
   2.5 Wymiarowanie dachu nad budynkiem Biblioteki w osiach 1A-1D/1.1-1.8.
   2.6 Wymiarowanie dachu nad budynkiem Hotelu w osiach 14A-14C/14.1-14.10.
   2.7 Wymiarowanie dachu nad budynkiem Oficyny w osiach 17A-17G/17.1-17.3.
   2.8 Stalowa konstrukcja wsporcza na czas wzmacniania drewnianych wiązarów dachowych w budynku głównym Zamku w osiach 3A-3M/3.1-3.3, 5A-5C/5.1-5.13, 7A-7C/7.1- 7.11, 9A-9D/9.1-9.3, 10A-10E/10.1-10.3.
   2.9 Wymiarowanie połączenie śrubowego tramu - typu belka – belka
   2.10 Wymiarowanie drewnianych łat pod dachówką .

OBLICZENIA STATYCZNE

DO PROJEKTU BUDOWLANEGO PRAC REMONTOWO -RENOWACYJNYCH WIĘŹBY DACHOWEJ WRAZ Z POKRYCIEM - BUDYNKU ZAMKU I OFICYNY W MUZEUM - ZAMKU W ŁAŃCUCIE – OR-KA II

1. Zestawienie obciążeń stosowanych w obliczeniach.

1.1. Obciążenie na 1m^2 dachu w budynku głównym.

•Obciążenia stałe na powierzchnię

–Dachówka 0,70 x 1,2 = 0,84 kN/m^2

–Krokiew (ciężar automatycznie generowany przez program)

SUMA: 0,70 0,84 kN/m^2

•Obciążenie śniegiem

Dach dwuspadowy (α = ok. 39°)

Strefa III: Łańcut zgodnie z PN-80/B-02010/Az1:2006 → Q_k = 1,2 kN/m^2

C_1 = 0,8x[(60-39)/30] = 0,56

C_2 = 1,2x[(60-39)/30] = 0,84

$S_1 = Q_k \times C_1$ = 1,2x0,56 = 0,67 kN/m^2 x 1,5 = 1,01 kN/m^2

$S_2 = Q_k \times C_2$ = 1,2x0,84 = 1,01 kN/m^2 x 1,5 = 1,52 kN/m^2

•Obciążenie wiatrem

Obciążenie parciem wiatru według normy PN-B-02011:1997/Az1 z lipca 2009 roku dla strefy I i terenu A.

- Parcie wiatru:

$W = q_k \times C_e \times C \times \beta \times \gamma$

gdzie, q_k = 250Pa,

C_e = 0.8 + 0.2 (19,4m) = 1.188

C_{z1} = -0.045x(40-39) = - 0.045

C_{z2} = 0.015x39 – 0.2 = 0.385

β = 1.80

γ = 1.50

Parcie połać nawietrzna

W_{p2} = 250x1.188x0,385x1.80x1.50 = 308.7Pa = 0.309kPa

Ssanie wiatru C = -0.40

Połać zawietrzna

W_{s2} = 250x1.188x(-0,4)x1.80x1.50 = 320.8Pa = 0.321kPa

1.2. Obciążenie na 1m^2 dachu pulpitowego północnego w osiach 6.1 – 6.2/6A – 6J.

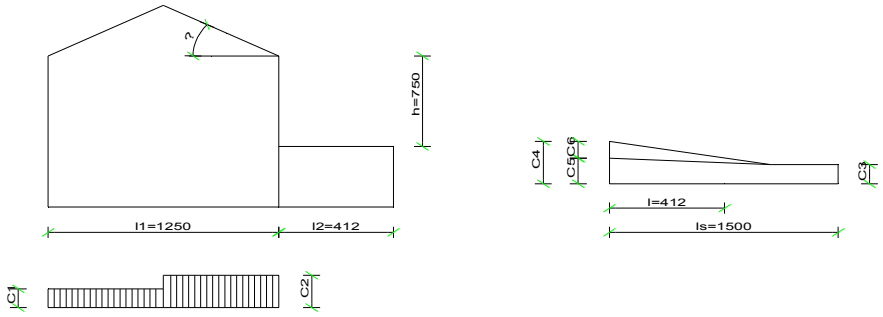
Przyjęto deskowanie grubości 25mm przy rozstawie krokwi podpierających deskowanie od 94 do 106cm.

Zestawienie obciążeń na 1 m^2 rzutu dachu

Pokrycie blachą ocynkowaną	0.12x1.1/0.9211	=	0.14 kN/m^2
Deskowanie	0.032x6.00x1.1/0.9211	=	0.23 kN/m^2
	OBCIĄŻENIE STAŁE g	=	0.37 kN/m^2

Obciążenie śniegiem dla III strefy przy uwzględnieniu ześlizgu śniegu z wyżej położonego dachu.

Ze względu na dużą różnicę między poziomem obliczanego dachu i dachu z którego ześlizguje się śnieg zastosowano współczynnik dynamiczny φ = 1.5 dla śniegu który zsuwa się z wyższej połaci dachu na niższą połać.



C_1 = 0.55, C_2 = 0.80

l_s = 2h = 2x7.50 = 15.00m

α = 39°

C_6 = 0.5C_2 l_1 / l_2 = 0.5x0.8x(12.50/4.12) = 1.21

C_5 = (l_1 + l_2)/2h <= (2h)/ Q_K = (12.50 + 4.12)/(2x7.50) = 1.11

C_4 = C_5 + C_6 = 1.11 + 1.21 = 2.32

S_k = Q_k x C = 1.20 x 2.32 = 2.78 kN/m^2

S = S_k x γ = 2.78 x 1.50 = 4.17 kN/m^2

Po uwzględnieniu współczynnika dynamicznego φ = 1.5 dla obciążenia śniegiem zsuwającym się z wyższej połaci dachu obciążenie śniegiem niższej połaci wynosi:

S_d = 1.11 x 1.20 x 1.50 + 1.21 x 1.20 x 1.50 x 1.50

S_d = 2.00 + 3.27 = 5.27 kN/m^2

Pochylenie połaci dachu tgα = 1.925/4.554 = 0.4227 → α = 22.91°

Obciążenie na 1m^2 dachu

Obciążenie stałe	g	=	0.37 kN/m^2
Obciążenie śniegiem III strefa	S_d	=	5.27 kN/m^2
Razem g + S_d		=	5.64 kN/m^2

1.2.1 Zestawienie obciążeń na 1 mb krokwi dachu pulpitowego północnego w osiach 6.1 – 6.2/6A – 6J.

Obciążenie pokryciem dachu	5.64x1.1	=	6.20 kN/mb
Krokwie – rozstaw krokwi 1.10m	0.10x0.15x6.0x1.1/0.9211	=	0.1 kN/mb
	OBCIĄŻENIE STAŁE g	=	6.30 kN/mb

1.3. Obciążenie na 1m^2 dachu pulpitowego południowego w osiach 12A – 12F/12.1 – 12.2.

Zestawienie obciążeń na 1m^2 rzutu dachu wraz z obciążeniem dachu śniegiem jak dla dachu w polu 6.1-6.2/6A-6J.

g + S_d = 5.64 kN/m^2

1.3.1 Zestawienie obciążeń na 1 mb krokwi dachu pulpitowego południowego w osiach 2A – 12F/12.1 – 12.2.

Krokwie dachowe

Obciążenie pokryciem dachu	5.64x1.06	=	5.98 kN/mb
Krokwie – rozstaw krokwi 1.06m	0.08x0.15x6.0x1.1	=	0.08 kN/mb
	OBCIĄŻENIE STAŁE g	=	6.06 kN/mb

1.4. Obciążenie na 1m^2 dachu pulpitowego łącznika z oficyną w osiach 15A – 15F/15.3 – 15.9 (nad restauracją).

Obciążenie śniegiem według normy PN-80/B-02010/Az1 z października 2006 roku – obciążenie śniegiem.

Obciążenie śniegiem dla III strefy Q_k = 1.20kN/m^2

Pochylenie połaci dachu tgα = 1.17/3.22 = 0.3634 → α = 19.96°

sinα = 0.3415 cosα = 0.9399

S = 1.20x0.80x1.50 = 1.44kN/m^2

Deskowanie dachowe

Zestawienie obciążeń na 1 m^2 rzutu dachu

Pokrycie blachą ocynkowaną	0.12x1.1/0.9399	=	0.14 kN/m^2
Deskowanie	0.025x6.00x1.1/0.9399	=	0.18 kN/m^2
	OBCIĄŻENIE STAŁE g	=	0.32 kN/m^2
Obciążenie śniegiem III strefa	S_d	=	1.44 kN/m^2
	Razem g + S_d	=	1.76 kN/m^2

1.4.1 Zestawienie obciążeń na 1 mb krokwi dachu pulpitowego łącznika z oficyną w osiach 15A – 15F/15.3 – 15.9 (nad restauracją).

Krokwie o rozstawie 0.5x(1.32+1.28) = 1.30m

Zestawienie obciążeń na 1 mb krokwi

Pokrycie dachowe	1.76x1.3	=	2.29 kN/mb
Krokiew	0.14x0.14x6.0x1.1/0.9399	=	0.14kN/mb
	OBCIĄŻENIE STAŁE g	=	2.43 kN/mb

1.5. Obciążenie na 1m^2 dachu nad biblioteką w osiach 1A – 1D/1.1 – 1.8.

•Obciążenia stałe na powierzchnię

–Dachówka	0,70 x	1,2	= 0,84 kN/m^2
–Krokiew (ciężar automatycznie generowany przez program)			
	SUMA: 0,70		0,84 kN/m^2

•Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem jak dla budynku głównego.

S_1 = 0,95 kN/m^2, S_2 = 1,44 kN/m^2

•Obciążenie wiatrem

Obciążenie wiatrem jak dla budynku głównego.

- Parcie wiatru:

Parcie połać nawietrzna: W_{p2} = 0.309kPa

- Ssanie wiatru

Połać zawietrzna: W_{s2} = 0.321kPa

1.6. Obciążenie na 1m^2 dachu nad oficyną w osiach 17A – 17G/17.1 – 17.3.

•Obciążenia stałe na powierzchnię

–Dachówka 0,70x 1,2 = 0,84 kN/m^2

–Krokiew (ciężar automatycznie generowany przez program)

SUMA: 0,70 0,84 kN/m^2

•Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem jak dla budynku głównego.

S_1 = 0,95 kN/m^2, S_2 = 1,44 kN/m^2

•Obciążenie wiatrem

Obciążenie wiatrem jak dla budynku głównego.

- Parcie wiatru:

Parcie połać nawietrzna: W_{p2} = 0.309kPa

- Ssanie wiatru

Połać zawietrzna: W_{s2} = 0.321kPa

1.7. Obciążenie na 1m^2 dachu nad hotelem w osiach 14A – 14C/14.1 – 14.10.

•Obciążenia stałe na powierzchnię

–Dachówka 0,70x 1,2 = 0,84 kN/m^2

–Krokiew (ciężar automatycznie generowany przez program)

SUMA: 0,70 0,84 kN/m^2

•Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem jak dla budynku głównego.

S_1 = 0,95 kN/m^2, S_2 = 1,44 kN/m^2

•Obciążenie wiatrem

Obciążenie wiatrem jak dla budynku głównego.

- Parcie wiatru:

Parcie połać nawietrzna: W_{p2} = 0.309kPa

- Ssanie wiatru

Połać zawietrzna: W_{s2} = 0.321kPa

2. Obliczenia statyczne.

2.1 Wymiarowanie dachu pulpitowego północnego w osiach 6.1 – 6.2/6A – 6J.

Zastosowano drewno iglaste klasy C22 f_{mk} = 22MPa

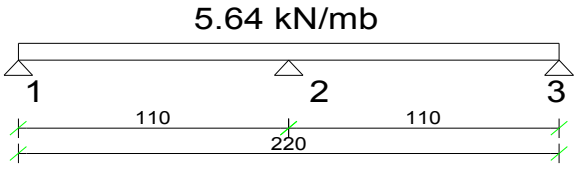
Klasa użytkowana 2, obciążenie krótkotrwałe – śnieg.

X_k = 0.9 γ_M = 1.3

$\sigma_{m.y.d}$ = f_{mk} x X_k/γ_M = 22 x 0.9/1.3 = 15.23MPa

a) Deskowanie dachowe

Rozstaw wzdłuż podpierających deskowanie 1.10 m.



M_{12} = M_{23} = 0.070x5.64 x 1.10^2 = 0.478 kNm

M_2 = - 0.125 x 5.64 x 1.10^2 = - 0.853 kNm

R_1 = R_3 = 0.375 x 5.64 x 1.10 = 2.33 kN

R_2 = R_{2p} = 0.625 x 5.64 x 1.10^2 = 3.88 kN

Przyjęto deskowanie grubości 25 mm

W_x = 2.5^2 x 100 /6 = 104 cm^3

J_x = 2.5^2 x 100/12 = 130 cm^4

Sprawdzenie nośności deskowania na zginanie

–w przęśle σ_g = 0.4780x10^4/104 = 46kg/cm^2 = 4.60 MPa < $\sigma_{m.y.d}$ = 15.23MPa

–na podporze σ_g = 0.853x10^4 /104 = 82kg/cm^2 = 8.20 MPa < $\sigma_{m.y.d}$ = 15.23MPa

Sprawdzenie ugięcia w przęśle f_{dop} = 110/200 = 0.55cm

f_{max} = (47.80x1.10^2) / (0.96x130) / 1.50 = 0.31 cm < f_{dop} = 0.55cm

b) Krokwie dachowe – rozstaw krokwi 1.10m

Rozpiętości krokwi lo = 3.50m

M_{max} = 0.125x6.30x3.50^2 = 9.65 kNm

R_{max} = 0.5x6.30x3.50 = 11.00 kN

Przekrój krokwi 10x18cm h=18/cos α = 18/0.9211 = 19.54cm

$W_x = 10 \times 19.54^2 / 6 = 636\ cm^3$

$J_x = 10 \times 19.54^3 / 12 = 6217\ cm^4$

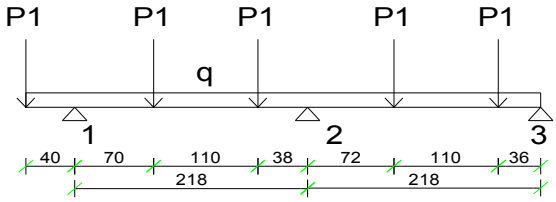
Sprawdzenie naprężeń w krokwi

$\sigma_g = 9.65x10^4/636 = 152kg/cm2 = 15.2\ MPa = \sigma_{m.y.d} = 15.23MPa$

Sprawdzenie ugięcia w przęśle $f_{dop} = 350/200 = 1.75cm$

$f_{max} = (965.0x3.50^2) / (0.96x6217) / 1.50 = 1.32\ cm < f_{dop} = 1.75cm$

c) Belka podpierająca krokwie wzdłuż ściany



$P_1 = 11.00kN$ – reakcja krokwi

q = 0.12x0.18x6.0x1.1 = 0.15kN/mb

Momenty gnące i siły poprzeczne wyliczono na komputerze i wynoszą one:

$M_{12} = 1.90\ kNm$ $M_{23} = 3.76\ kNm$ $M_1 = 4.41\ kNm$ $M_2 = 5.47\ kNm$

$R_{1L} = 11.06\ kN$ $R_{1P} = 9.07\ kN$ $R_{2L} = 13.26\ kN$ $R_{2P} = 11.85\ kN$

$R_3 = 10.47kN$

Przyjęto belkę o przekroju 14x14cm

$W_x = W_y = 14 \times 14^2 / 6 = 457\ cm^3$

$J_x = 14 \times 14^3 / 12 = 3201\ cm^4$

Sprawdzenie naprężeń w belce

$\sigma_g = 5.47x10^4/457 = 120kg/cm^2 = 12\ MPa < \sigma_{m.y.d} = 15.23MPa$

Sprawdzenie ugięcia belki $f_{dop} = 212/200 = 1.06cm$

$f_{max} = (547.0x2.18^2) / (0.96x3201) / 1.50 = 0.56\ cm < f_{dop} = 1.06cm$

d) Stalowe wsporniki podpierające belkę biegnącą wzdłuż ściany.

Obciążenie przekazywane z belki biegnącej wzdłuż ściany

P_{max} = 13.20x11.85 = 25.05kN

Wsporniki wykonane są ze stalowego teownika. Obciążenie przekazywane na wspornik jest zbyt duże dla przeniesienia obciążenia przekazywanego z belki drewnianej biegnącej wzdłuż ściany. Stalowy wspornik teowy jest zakotwiony w murowanej ścianie z cegły pełnej na zaprawie wapiennej.

Wzmocnienie zastosowano z pionowego ceownika C100 przyspawanego górą do teownika wspornika, a dołem podpartego na drewnianej belce 14x14cm obciążającej poprzeczne belki 19x28cm, które oparte są na ścianach poprzecznych budynku. Rozstaw tych belek wynosi 1.04 do 1.14m. Połączenie C100 z teowymi wspornikami wykonać przy użyciu spoiny pachwinowej grubości 4mm na całej długości styku elementów łączonych.

Połączenie dołem C100 z drewnianą belką 14x14cm należy wykonać przy pomocy blachy węzłowej 260x80x10 przyspawanej do C100 oraz śrub 2xM12x120 łączących blachą węzłową z drewnianymi belkami 14x14cm. Połączenie drewnianych belek 14x14 i 19x28 należy wykonać przy pomocy gwoździ 2x(5.0x150).

2.2 Wymiarowanie dachu pulpitowego południowego w osiach 12A-12F/12.1-12.2

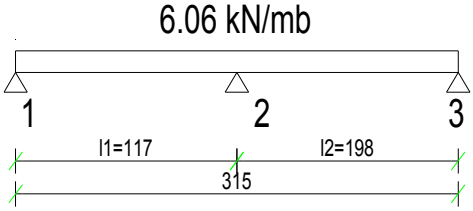
Zestawienie obciążeń na 1m^2 rzutu dachu wraz z obciążeniem dachu śniegiem jak dla dachu w polu 6.1-6.2/6A-6J => g + S_d = 5.64 kN/m^2

Zastosowano drewno iglaste klasy C22 $\sigma_{m.y.d}$ = 15.23MPa tak jak poprzednio.

a) Deskowanie dachowe

Przyjęto deskowanie grubości 25mm jak dla dachu w polu 6.1-6.2/6A-6J przy rozstawie krokwi podpierających deskowanie od 94 do 106cm.

b) Krokwie dachowe – rozstaw krokwi 1.06m



l_2/l_1 = 1.98/1.17 = 1.69

M_2 = -0.2738x6.06 x 1.17^2 = -2.27 kNm

M_{12} = 0.0256x6.06 x 1.17^2 = 0.21 kNm

M_{23} = 0.2374x6.06 x 1.17^2 = 1.97 kNm

R_1 = 0.2263x6.06 x 1.17 = 1.60 kN

R_{2L} = 0.7738x6.06 x 1.17 = 5.49 kN

R_{2P} = 1.011x6.06 x 1.17 = 7.17 kN

R_3 = 0.6890x6.06 x 1.17 = 4.89 kN

W dachu zastosowano krokwie o przekroju 8x15cm

$W_x = 8 \times 15^2 /6 = 300\ cm^3$

$J_x = 8 \times 15^3/12 = 2250\ cm^4$

Sprawdzenie naprężenia w krokwi

$\sigma_g = 2.27x10^4/300 = 76kg/cm^2 = 7.60\ MPa < \sigma_{m.y.d} = 15.23MPa$

Przekrój krokwi jest wystarczający.

W przypadku likwidacji środkowej podpory, krokiew będzie belką wolnopodpartą o rozpiętości l_o = 1.17 + 1.98 = 3.15m. W takim przypadku należy zastosować krokwie o przekroju 10x18cm z drewna iglastego tak jak dla dachu w polu 6.1-6.2/6A-6J.

c) Belka podpierająca krokwie wzdłuż zewnętrznej ściany budynku.

W dachu zastosowano belkę o przekroju 15x20cm podpartą drewnianymi słupkami 14x14cm w rozstawie 2.22 do 3.00m. Rozstaw słupków zmniejszyć do 2.20m.

Uwaga:

Ocenę stanu zachowania konstrukcyjnych elementów dachu należy wykonać po zdjęciu pokrycia dachu blachą ocynkowaną oraz deskowania. Wówczas zostaną poddane zalecenia dotyczące wymiany lub naprawy uszkodzonych elementów dachowych.

2.3 Wymiarowanie dachu pulpitowego łącznika z oficyną w osiach 15A – 15F/15.3 – 15.9 (nad restauracją).

Zastosowano drewno iglaste klasy C22 $\sigma_{m.y.d}$ = 15.23MPa.

a) Krokwie o rozstawie 1.30m

Rozpiętości krokwi lo = 2.11m. Belka wolnopodparta.

$M_{max} = 0.125x2.43x2.11^2 = 1.35\ kNm$

$R_{max} = 0.5x2.43x2.11 = 2.56\ kN$

Przekrój krokwi 14x14cm

$W_x = W_y = 14 \times 14^2 /6 = 457\ cm^3$

$J_x = 14 \times 14^3/12 = 3201\ cm^4$

Sprawdzenie naprężeń w krokwi

$\sigma_g = 1.35x10^4/457 = 30kg/cm2 = 3.00\ MPa < \sigma_{m.y.d} = 15.23MPa$

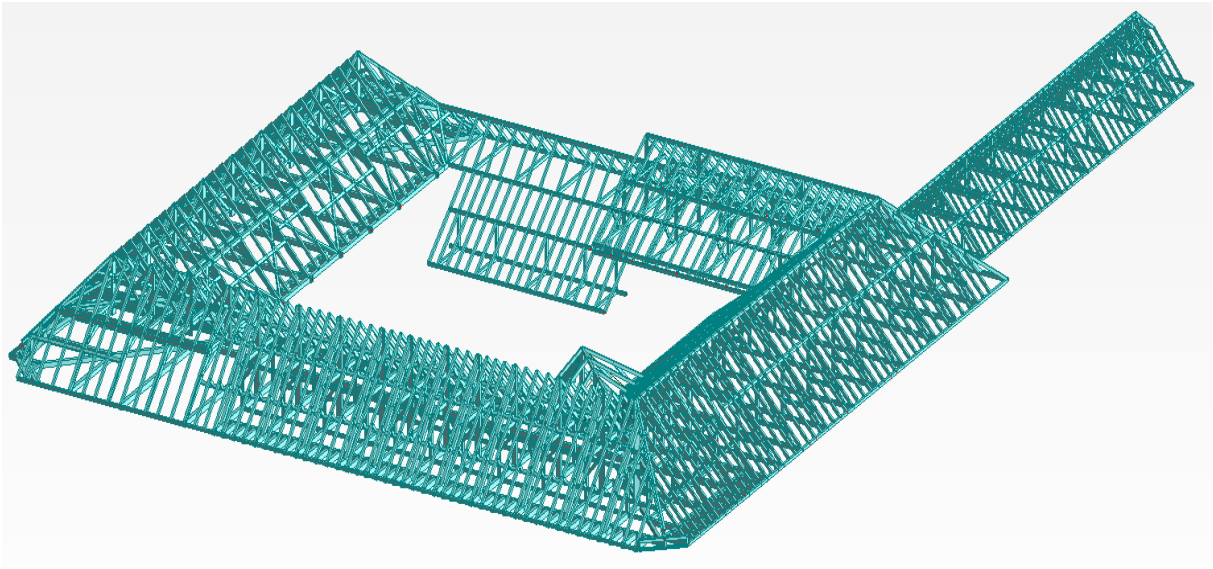
Sprawdzenie ugięcia w przęśle $f_{dop} = 211/200 = 1.055cm$

$f_{max} = (135.0x2.11^2) / (0.96x3201) / 1.50 = 0.13\ cm < f_{dop} = 1.055cm$

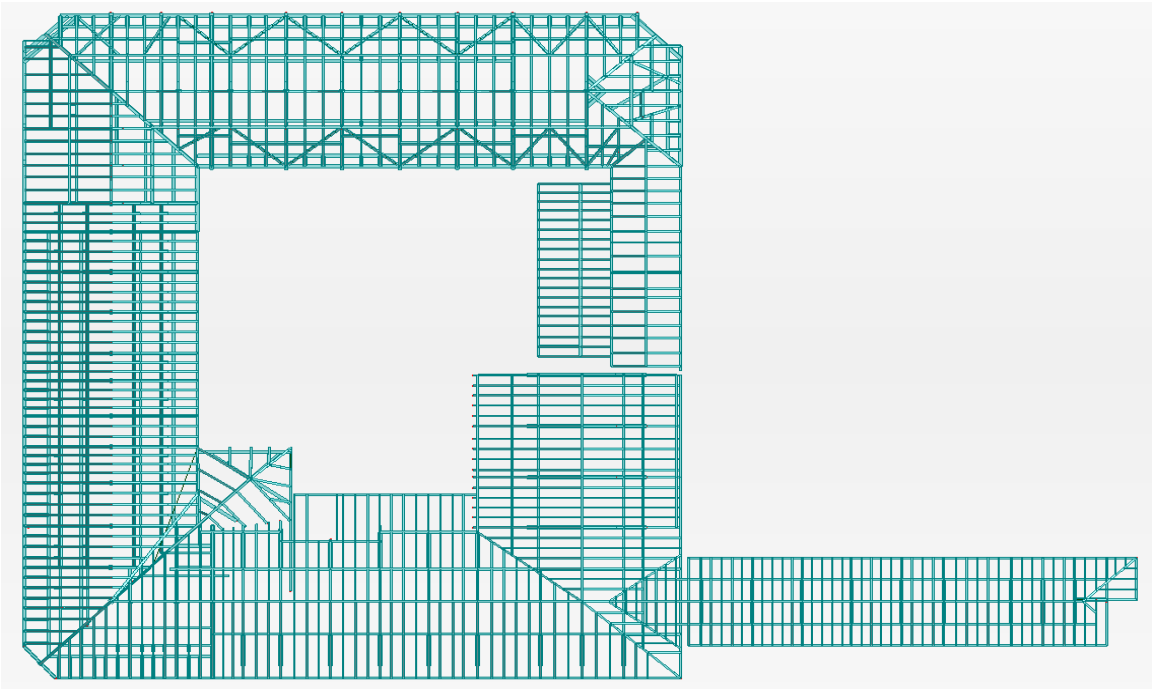
c) Pozostałe elementy konstrukcyjne dachu.

Płatwie o przekroju15x15cm, słupki o przekroju 15x15cm, miecze 8x13cm i kleszcze o przekroju 2x(8x13)cm mają wystarczającą nośność i nie wymagają wzmocnienia o ile ich stan techniczny nie będzie wymagał ich wymiany lub wzmocnienia.

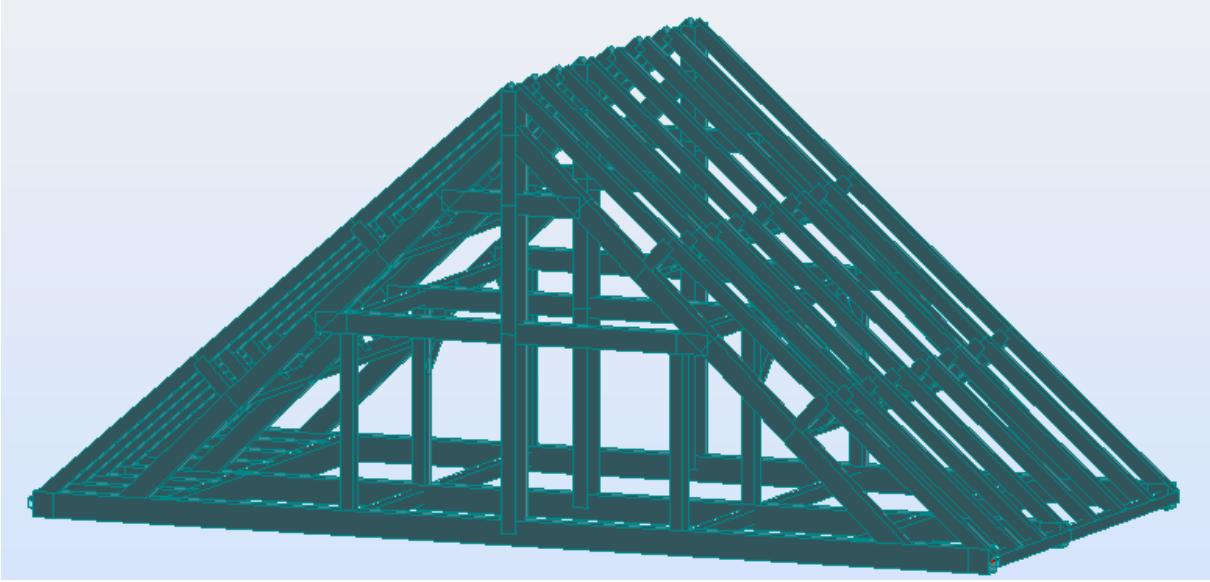
2.4 Wymiarowanie dachu nad budynkiem głównym Zamku w osiach 3A-3M/3.1-3.3, 5A-5C/5.1-5.13, 7A-7C/7.1-7.11, 9A-9D/9.1-9.3, 10A-10E/10.1-10.3.



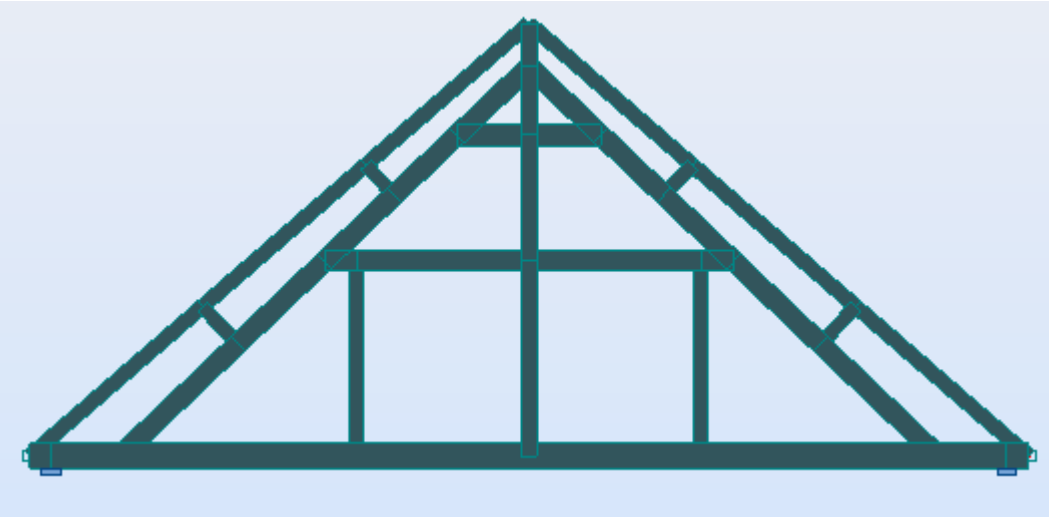
Widok konstrukcji dachu nad budynkiem głównym Zamku.



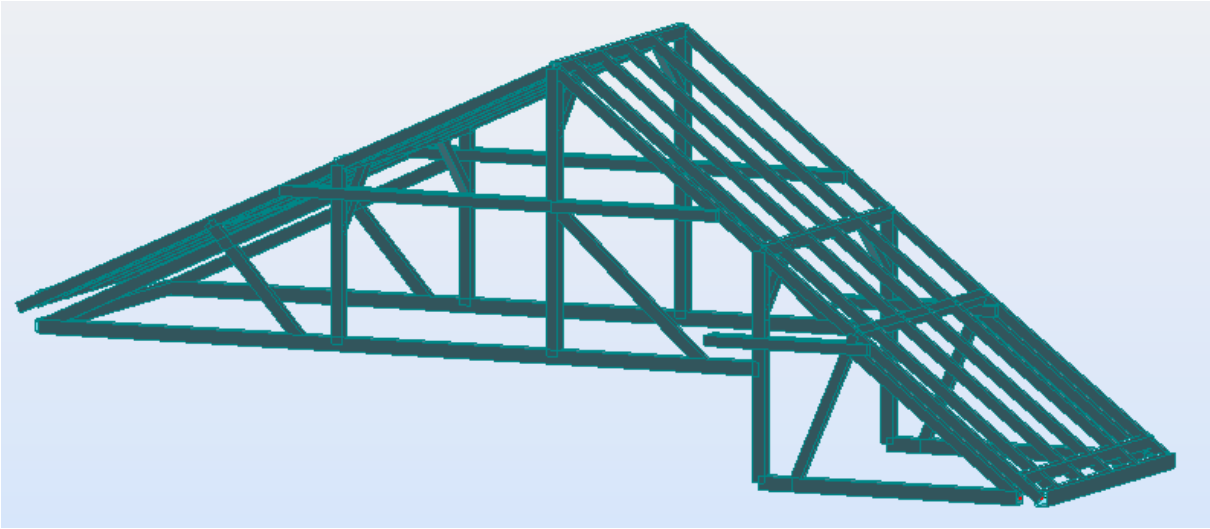
Widok z góry konstrukcji dachu nad budynkiem głównym Zamku.



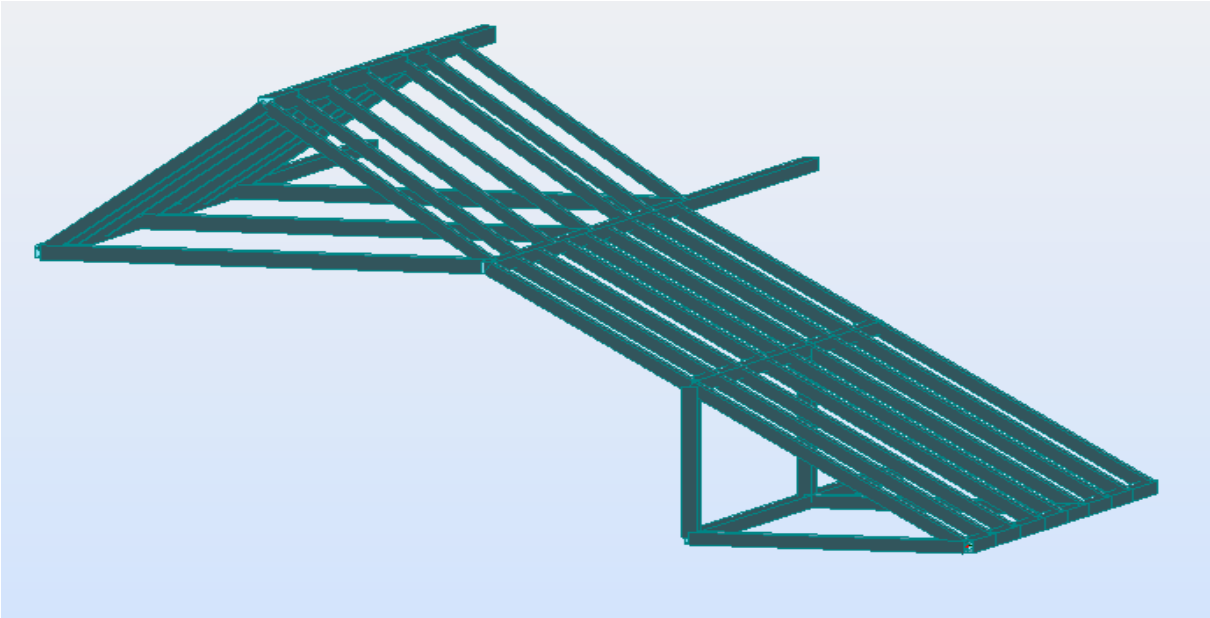
Widok przekroju połaci północnej.



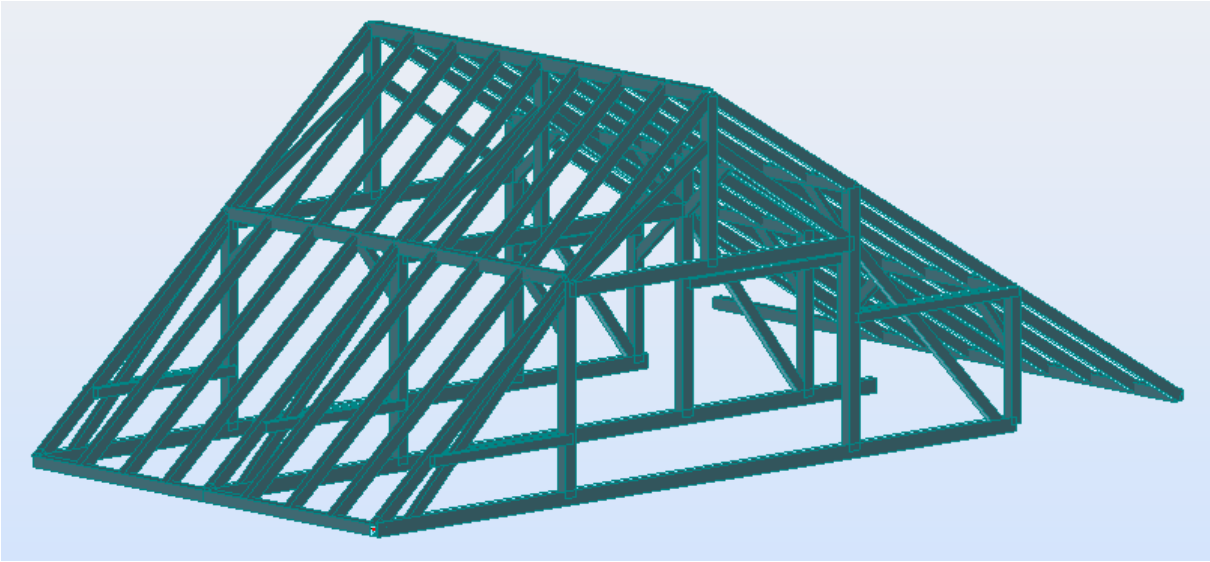
Przekrój poprzeczny połaci północnej.



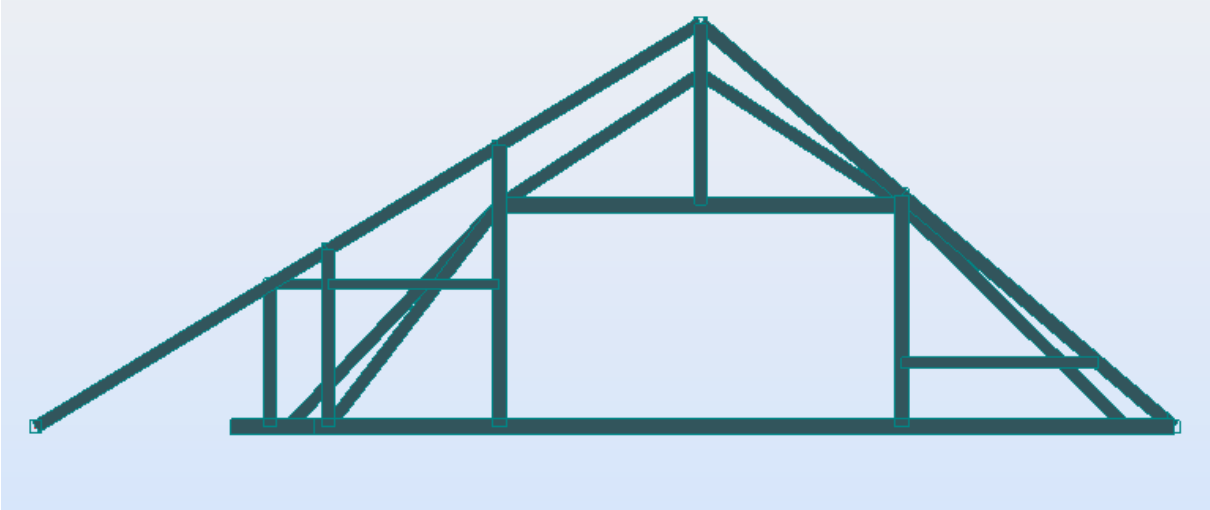
Widok przekroju połaci południowej.



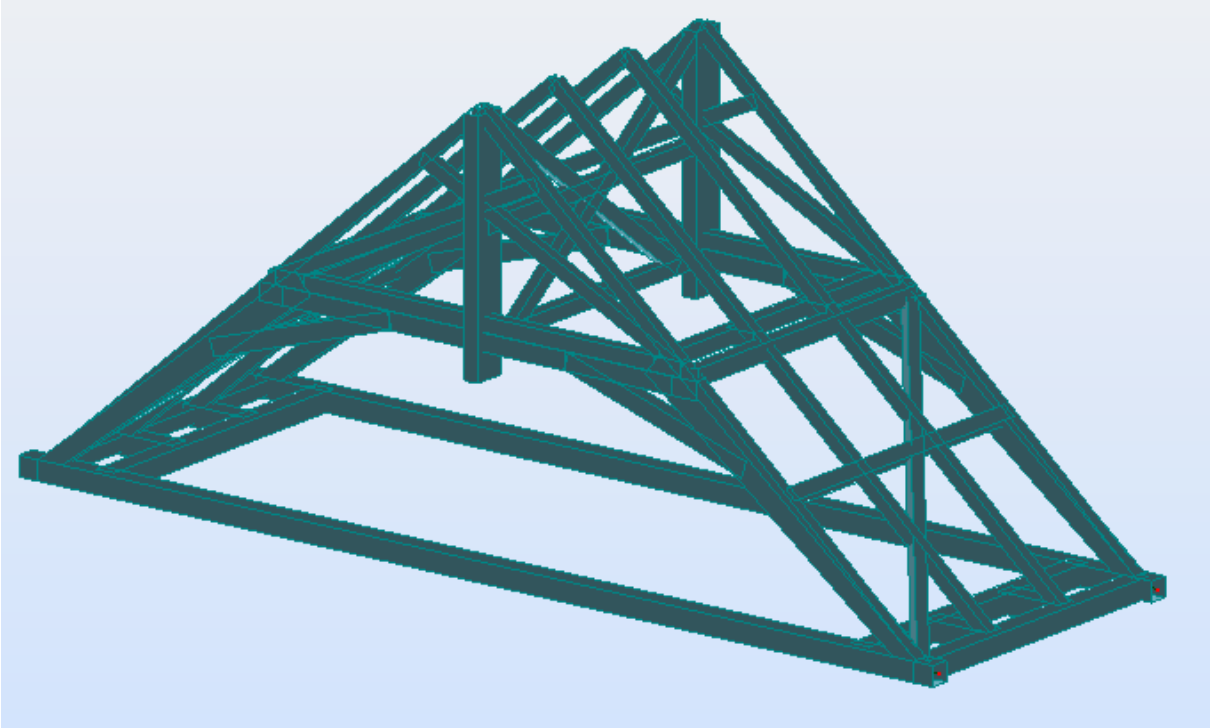
Widok przekroju połaci południowej.



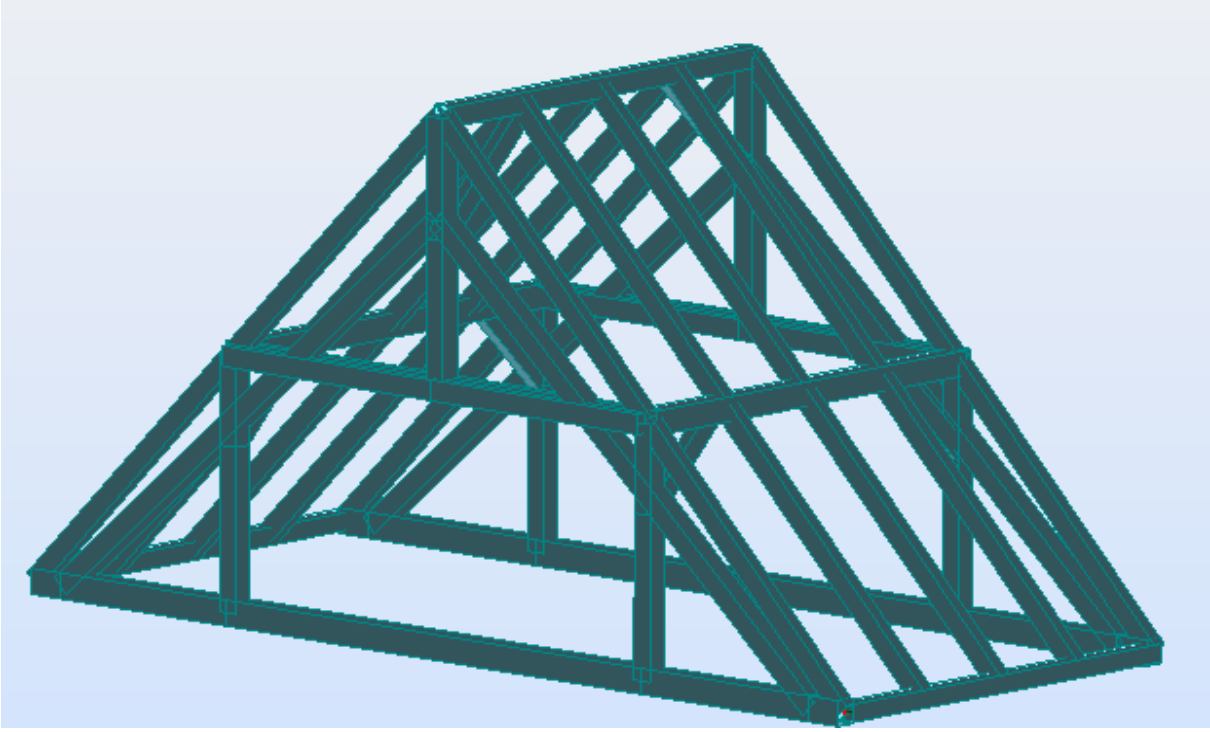
Widok przekroju połaci zachodniej.



Przekrój poprzeczny połaci zachodniej.

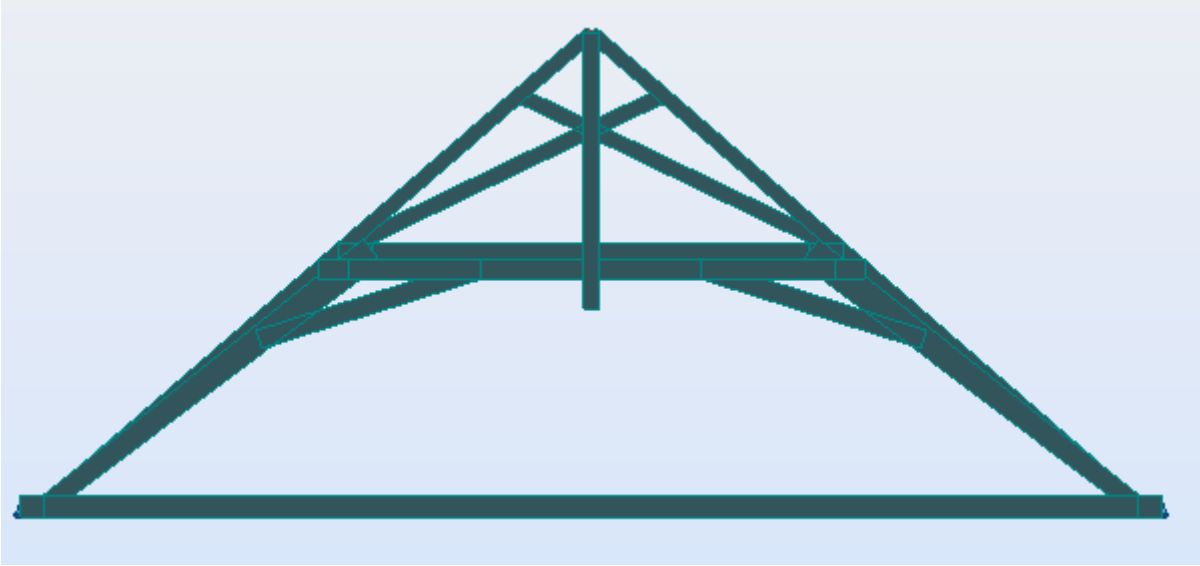


Widok przekroju połaci wschodniej.

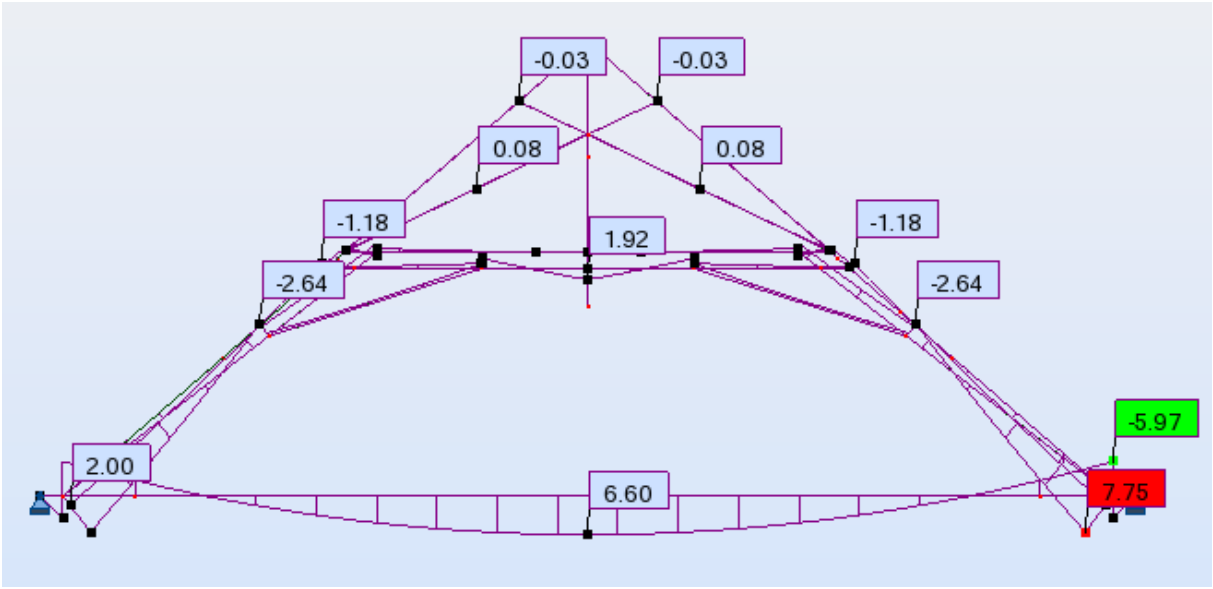


Widok przekroju połaci nad hotelem.

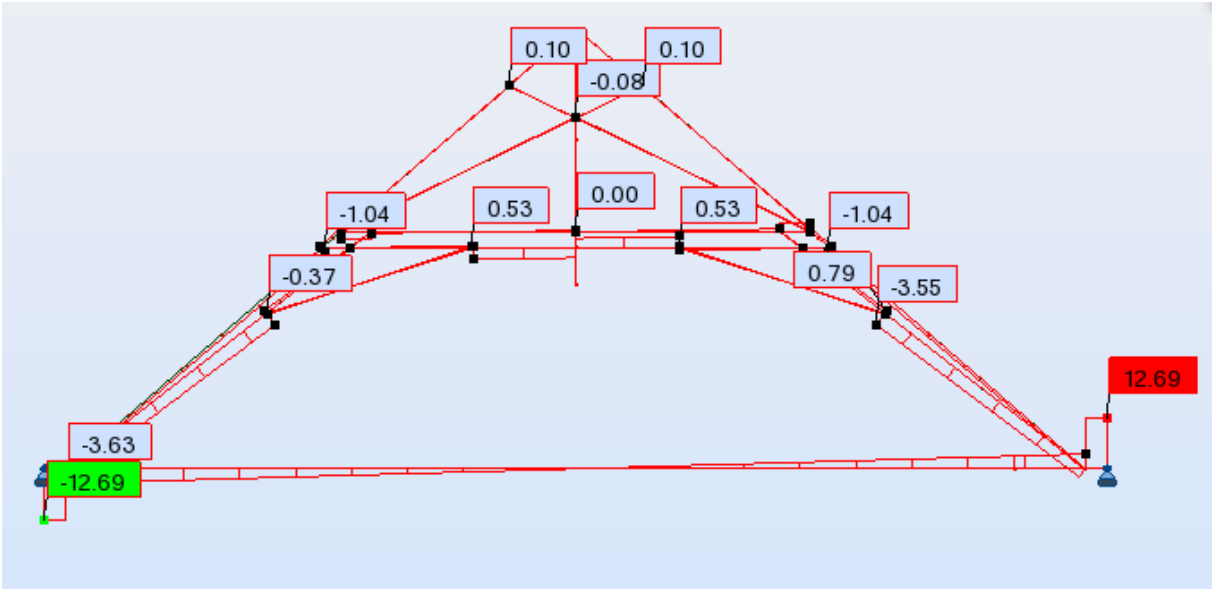
2.4.1 Wymiarowanie połaci wschodniej w osiach 7A-7C/7.1-7.11.



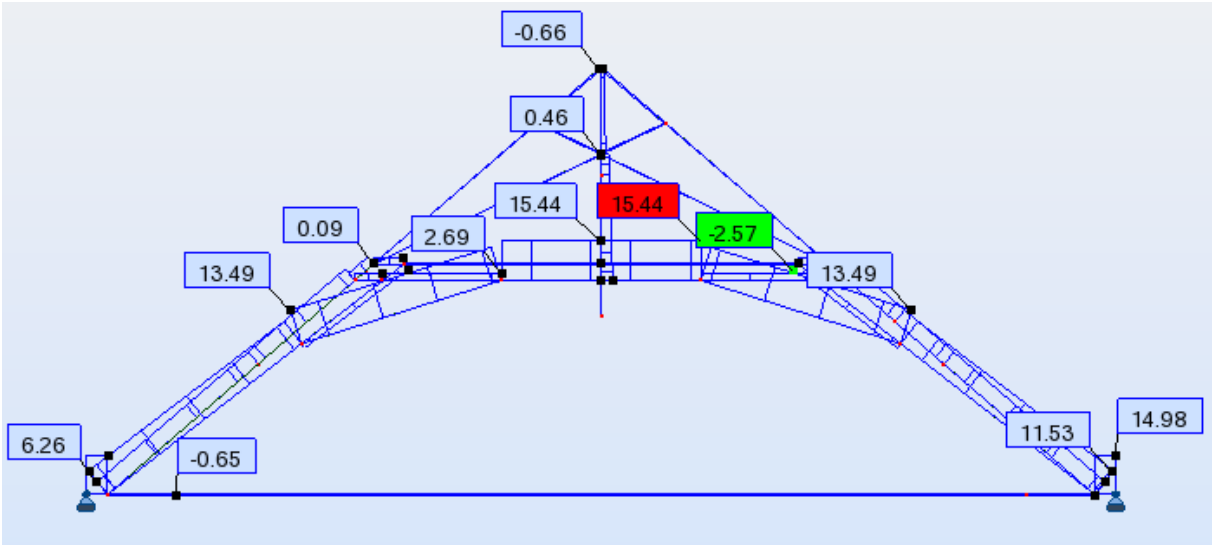
Schemat statyczny dachu połaci wschodnoej.



Momenty zginające [kNm].



Siły poprzeczne [kN].



Siły podłużne [kN].

Wymiarowanie:

SGN:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 3423 Belka drewniana_3423 **PUNKT:** 1 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 1 Ciężar własny

MATERIAŁ C27

PARAMETRY PRZEKROJU: 15x19

ht=19.0 cm	Ay=125.74 cm2	Az=159.26 cm2	Ax=285.00 cm2
bf=15.0 cm	Iy=8573.75 cm4	Iz=5343.75 cm4	Ix=11128.52 cm4
	Wely=902.50 cm3	Welz=712.50 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

N = 0.38 kN	My = -0.03 kN*m	Vy = -0.00 kN
	Mz = 0.00 kN*m	Vz = 0.10 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig c,0,d = 0.01 MPa Sig m,y,d = 0.03 MPa Tau y,d = -0.00 MPa

Sig m,z,d = 0.00 MPa Tau z,d = 0.01 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f c,0,d = 9.23 MPa f m,y,d = 10.15 MPa f v,d = 1.75 MPa

f m,z,d = 10.15 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.60 khy = 1.00 khz = 1.00

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 1.39 m Lam rel,m = 0.15 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y przekroju względem osi z przekroju

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

(Sig_c,0,d/f c,0,d)^2 + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 0.00 < 1.00 [4.1.7(1)]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 0.03/(1.00*10.15) = 0.00 < 1.00 [4.2.2(1)]

Tau y,d/f v,d = 0.00/1.75 = 0.00 < 1.00 Tau z,d/f v,d = 0.01/1.75 = 0.00 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 3424 Belka drewniana_3424 **PUNKT:** 1 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 1 Ciężar własny

MATERIAŁ C27

PARAMETRY PRZEKROJU: 16x18

ht=18.0 cm Ay=135.53 cm2 Az=152.47 cm2 Ax=288.00 cm2

bf=16.0 cm Iy=7776.00 cm4 Iz=6144.00 cm4 Ix=11585.59 cm4
Wely=864.00 cm3 Welz=768.00 cm3

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

N = 6.26 kN My = 2.00 kN*m Vy = -0.00 kN
Mz = -0.00 kN*m Vz = -0.35 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig c,0,d = 0.22 MPa Sig m,y,d = 2.31 MPa Tau y,d = -0.00 MPa
Sig m,z,d = 0.00 MPa Tau z,d = -0.02 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f c,0,d = 9.69 MPa f m,y,d = 11.08 MPa f v,d = 1.85 MPa
f m,z,d = 11.08 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.60 khy = 1.00 khz = 1.00

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 9.53 m Lam rel,m = 0.36 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y przekroju względem osi z przekroju

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

(Sig_c,0,d/f c,0,d)^2 + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 0.21 < 1.00 [4.1.7(1)]
Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 2.31/(1.00*11.08) = 0.21 < 1.00 [4.2.2(1)]
Tau y,d/f v,d = 0.00/1.85 = 0.00 < 1.00 Tau z,d/f v,d = 0.02/1.85 = 0.01 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

NORMA: *PN-B-03150:2000*
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:
PRĘT: 3425 Belka drewniana_3425 **PUNKT:** 1 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 1 Ciężar własny

MATERIAŁ C27



PARAMETRY PRZEKROJU: 16x18

ht=18.0 cm	Ay=135.53 cm2	Az=152.47 cm2	Ax=288.00 cm2
bf=16.0 cm	Iy=7776.00 cm4	Iz=6144.00 cm4	Ix=11585.59 cm4
	Wely=864.00 cm3	Welz=768.00 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

N = 6.26 kN	My = 2.00 kN*m	Vy = -0.00 kN
	Mz = -0.00 kN*m	Vz = -0.35 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig c,0,d = 0.22 MPa	Sig m,y,d = 2.31 MPa	Tau y,d = -0.00 MPa
	Sig m,z,d = 0.00 MPa	Tau z,d = -0.02 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f c,0,d = 9.69 MPa	f m,y,d = 11.08 MPa	f v,d = 1.85 MPa
	f m,z,d = 11.08 MPa	

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.60 khy = 1.00 khz = 1.00



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 9.53 m Lam rel,m = 0.36 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y przekroju względem osi z przekroju

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

(Sig_c,0,d/f c,0,d)^2 + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 0.21 < 1.00 [4.1.7(1)]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 2.31/(1.00*11.08) = 0.21 < 1.00 [4.2.2(1)]

Tau y,d/f v,d = 0.00/1.85 = 0.00 < 1.00 Tau z,d/f v,d = 0.02/1.85 = 0.01 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 3428 Belka drewniana_3428 **PUNKT:** 3 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 3.55 m

---

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 1 Ciężar własny

MATERIAŁ C27



PARAMETRY PRZEKROJU: 15x19

ht=19.0 cm	Ay=125.74 cm2	Az=159.26 cm2	Ax=285.00 cm2
bf=15.0 cm	Iy=8573.75 cm4	Iz=5343.75 cm4	Ix=11128.52 cm4
	Wely=902.50 cm3	Welz=712.50 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

N = 0.09 kN	My = -0.23 kN*m	Vy = -0.00 kN
	Mz = 0.00 kN*m	Vz = -0.33 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig c,0,d = 0.00 MPa	Sig m,y,d = 0.26 MPa	Tau y,d = -0.00 MPa
	Sig m,z,d = 0.00 MPa	Tau z,d = -0.02 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f c,0,d = 9.23 MPa	f m,y,d = 10.15 MPa	f v,d = 1.75 MPa
	f m,z,d = 10.15 MPa	

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.60 khy = 1.00 khz = 1.00



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 3.93 m Lam rel,m = 0.25 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y przekroju względem osi z przekroju

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

(Sig_c,0,d/f c,0,d)^2 + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 0.03 < 1.00 [4.1.7(1)]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 0.26/(1.00*10.15) = 0.03 < 1.00 [4.2.2(1)]

Tau y,d/f v,d = 0.00/1.75 = 0.00 < 1.00 Tau z,d/f v,d = 0.02/1.75 = 0.01 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

SGU:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 3423 Belka drewniana_3423 **PUNKT:** 0 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 0.5 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: Ciężar własny

u fin,z = 0.0 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 0.5 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: Ciężar własny

u fin,yz = 0.0 cm < u fin,max,yz = L/200.00 = 0.5 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: Ciężar własny

Przemieszczenia

Profil poprawny !!!

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 3424 Belka drewniana_3424 **PUNKT:** 0 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

u fin,y = 0.3 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 4.6 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: Ciężar własny

u fin,z = 0.7 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 4.6 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: Ciężar własny

u fin,yz = 0.7 cm < u fin,max,yz = L/200.00 = 4.6 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: Ciężar własny



Przemieszczenia

Profil poprawny !!!

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 3428 Belka drewniana_3428 **PUNKT:** 0 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 1.8 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: Ciężar własny

u fin,z = 0.0 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 1.8 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: Ciężar własny

u fin,yz = 0.0 cm < u fin,max,yz = L/200.00 = 1.8 cm Zweryfikowano

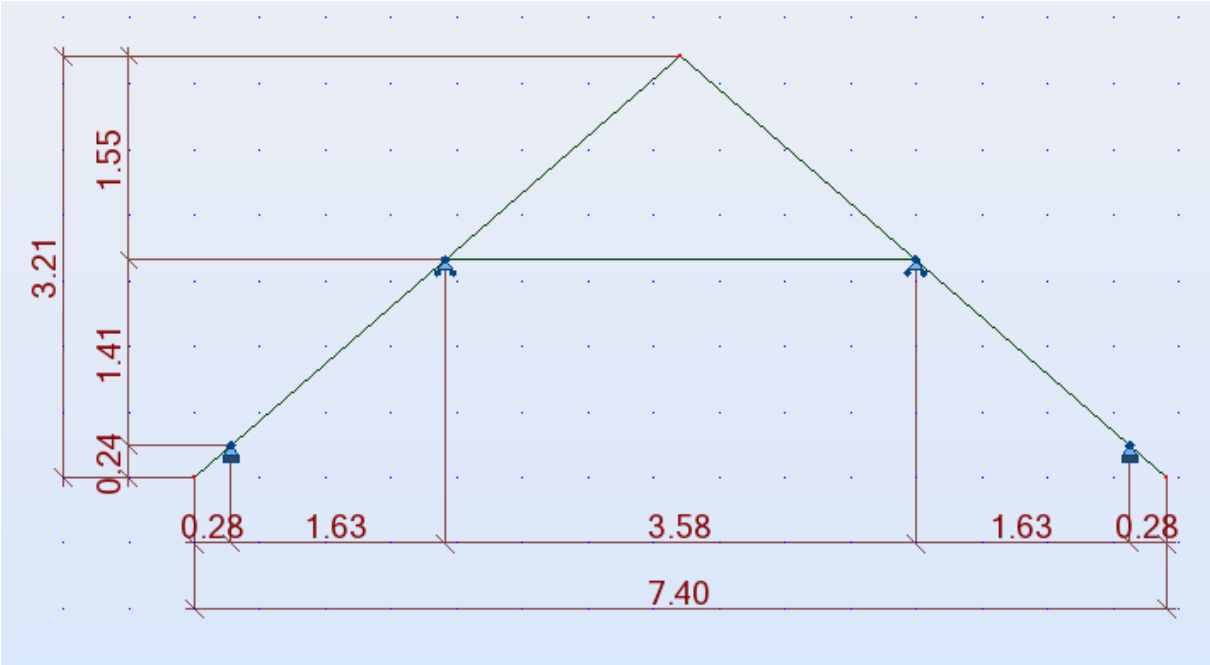
Decydujący przypadek obciążenia: Ciężar własny



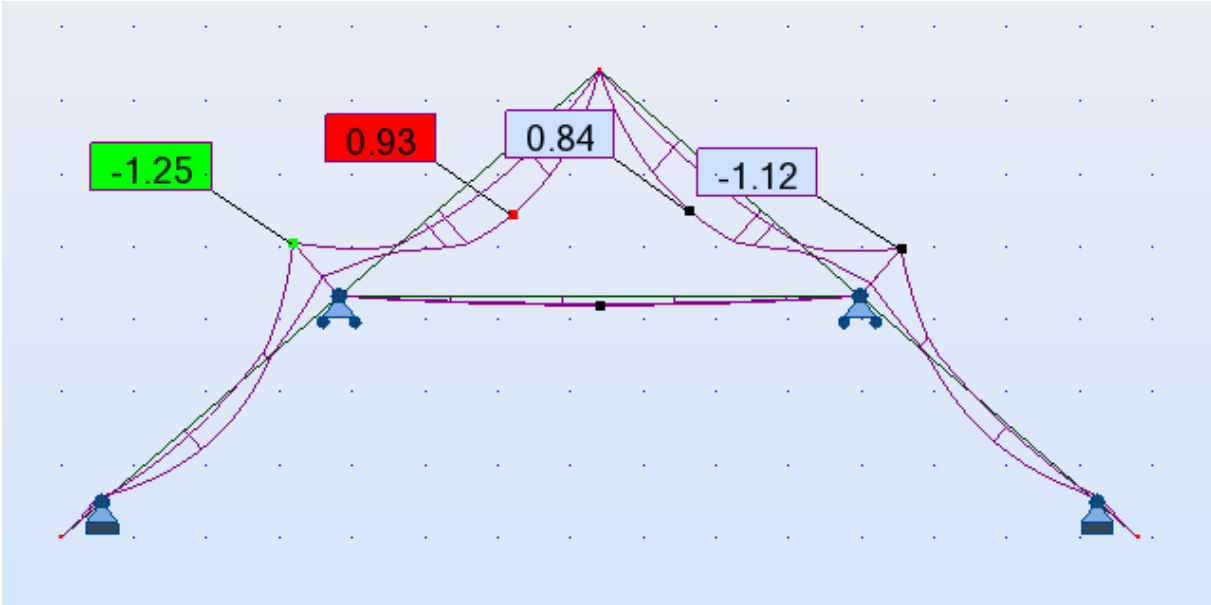
Przemieszczenia

Profil poprawny !!!

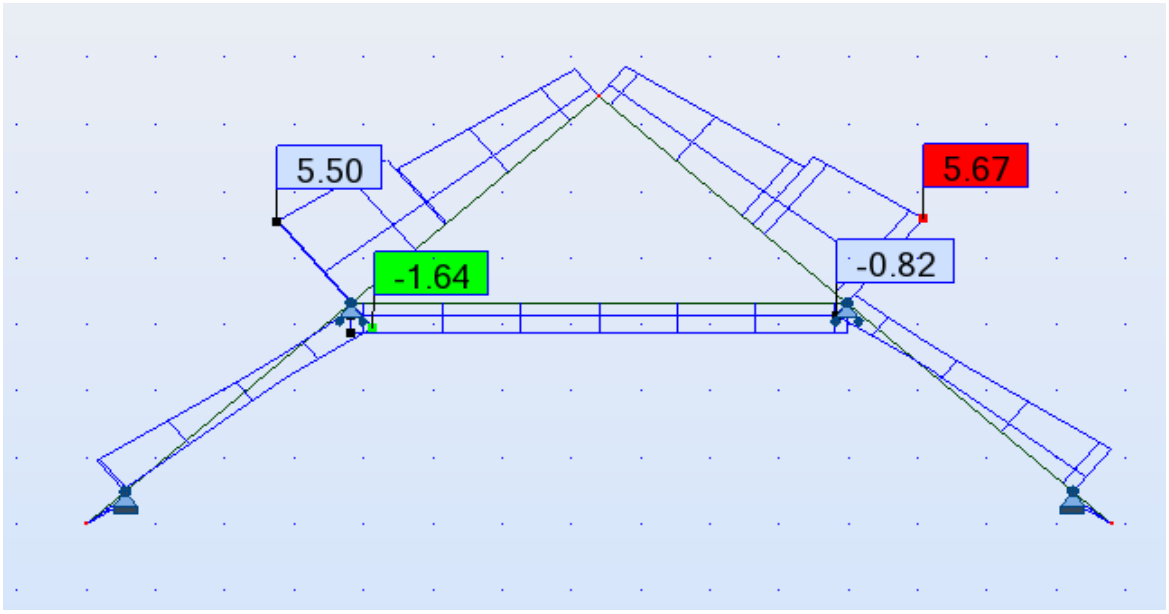
2.5 Wymiarowanie dachu nad budynkiem Biblioteki w osiach 1A-1D/1.1-1.8.



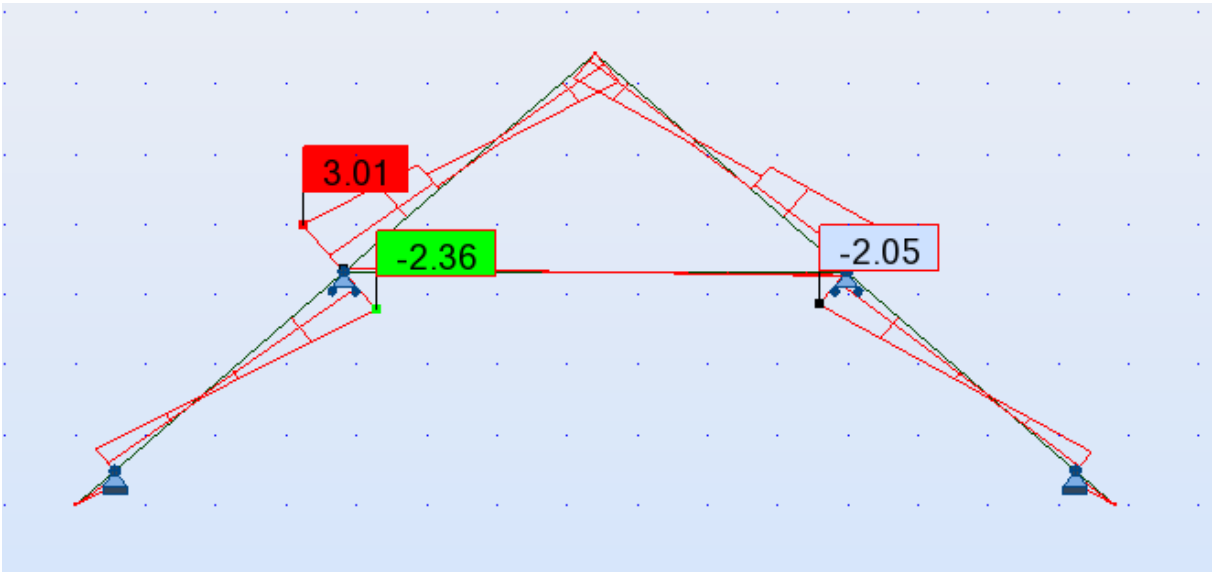
Schemat statyczny dachu istniejącego w budynku biblioteki.



Momenty zginające [kNm].



Siły podłużne [kN].



Siły poprzeczne [kN].

Wymiarowanie krokwi :

SGN:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 krokiew

PRĘT: 1 krokiew **PUNKT:** 1 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.52 L = 2.53 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /131/ 1*1.10 + 2*1.13 + 3*1.05 + 4*1.08 + 8*1.35

MATERIAŁ

C27



PARAMETRY PRZEKROJU: krokiew 12x16

ht=16.0 cm	Ay=82.29 cm2	Az=109.71 cm2	Ax=192.00 cm2
bf=12.0 cm	Iy=4096.00 cm4	Iz=2304.00 cm4	Ix=4989.41 cm4
	Wely=512.00 cm3	Welz=384.00 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

N = 5.34 kN My = -1.25 kN*m Vz = 3.01 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig c,0,d = 0.28 MPa Sig m,y,d = 2.44 MPa Tau z,d = 0.24 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f c,0,d = 18.62 MPa f m,y,d = 22.85 MPa f v,d = 2.37 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 1.10 khy = 1.00




PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 4.90 m Lam rel,m = 0.46 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y przekroju



względem osi z przekroju

ly = 4.90 m	Lam,y = 106.05	lz = 0.50 m	Lam,z = 14.43
Lam rel,y = 1.80	ky = 2.26	Lam rel,z = 0.25	kz = 0.50
lc,y = 4.90 m	kc,y = 0.28	lc,z = 0.50 m	kc,z = 1.00

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Sig c,0,d/(kc,y*f c,0,d) + Sig m,y,d/f m,y,d = 0.28/(0.28*18.62) + 2.44/22.85 = 0.16 < 1.00 [4.2.1(3)]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 2.44/(1.00*22.85) = 0.11 < 1.00 [4.2.2(1)]

Tau z,d/f v,d = 0.24/2.37 = 0.10 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

SGU:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 krokiew

PRĘT: 1 krokiew **PUNKT:** 0 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 2.4 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: G1

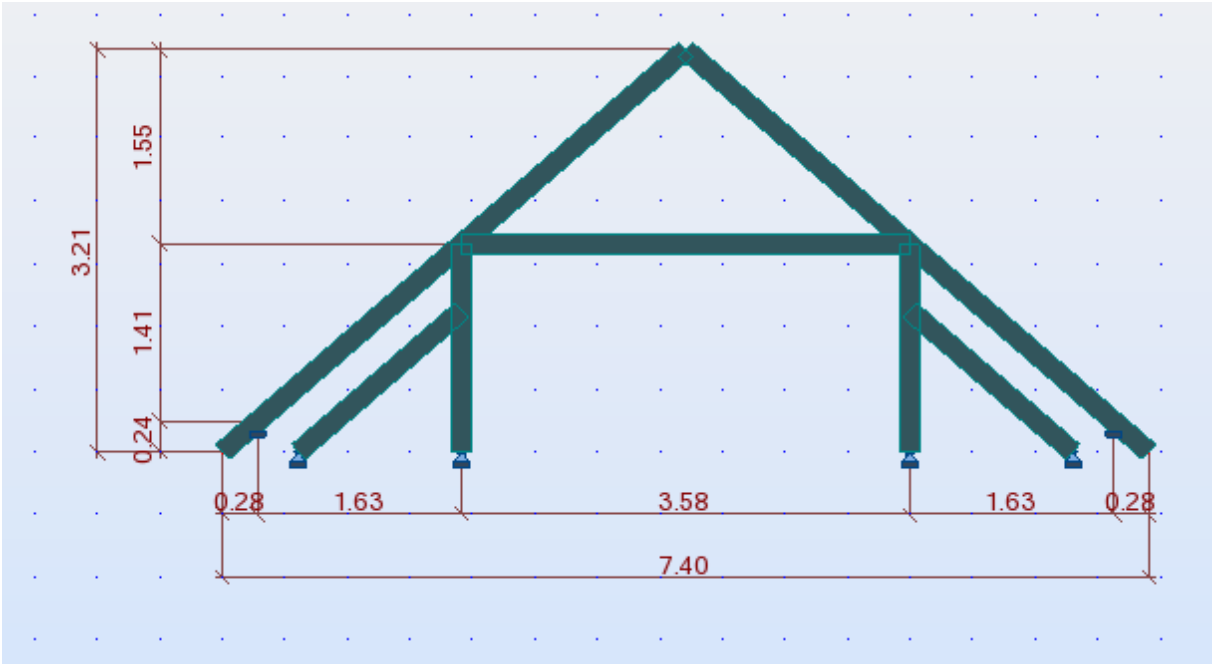
u fin,z = 0.1 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 2.4 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.6)*1 + 0.9(1+0.6)*2 + 0.9*3 + 0.9*4 + 0.9*5

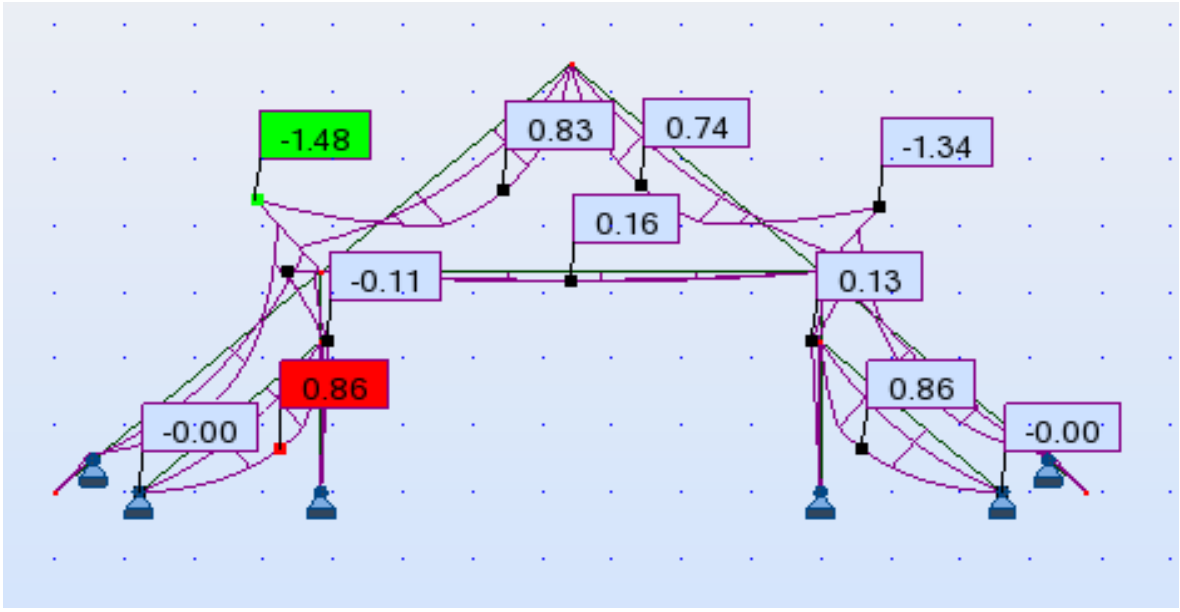
Decydujący przypadek obciążenia:

Przemieszczenia

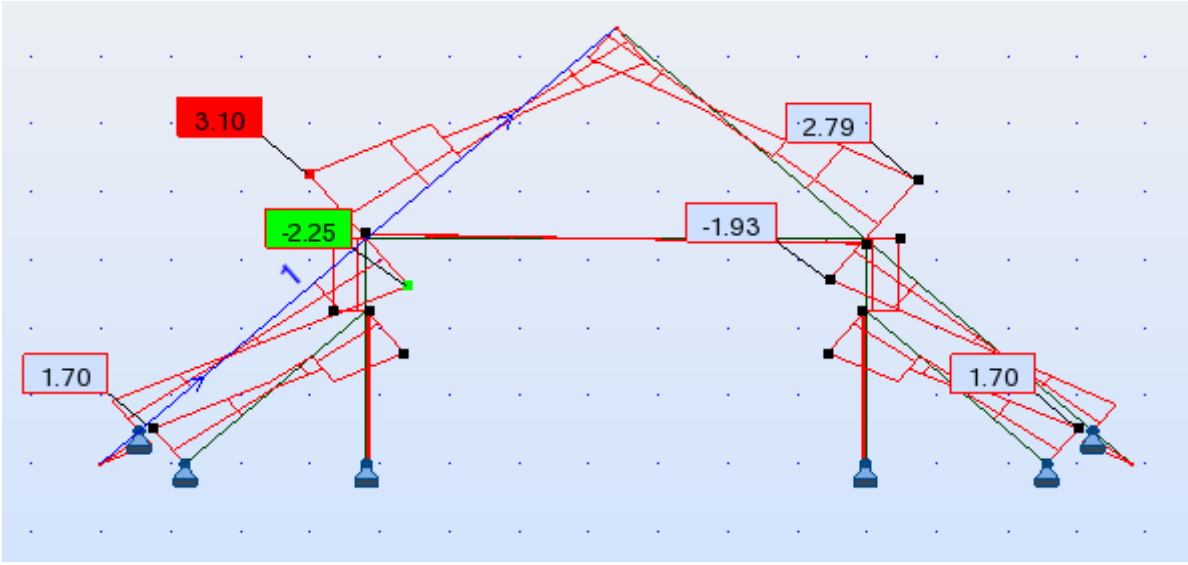
Profil poprawny !!!



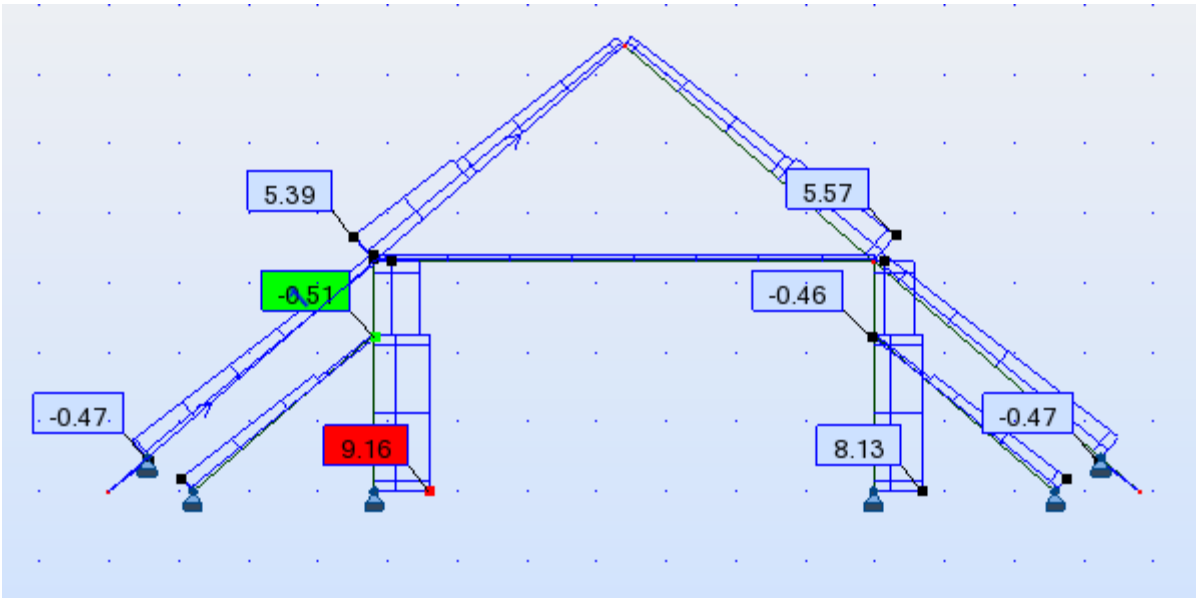
Schemat statyczny dachu istniejącego w budynku biblioteki dla głównego dźwigara.



Momenty zginające [kNm].

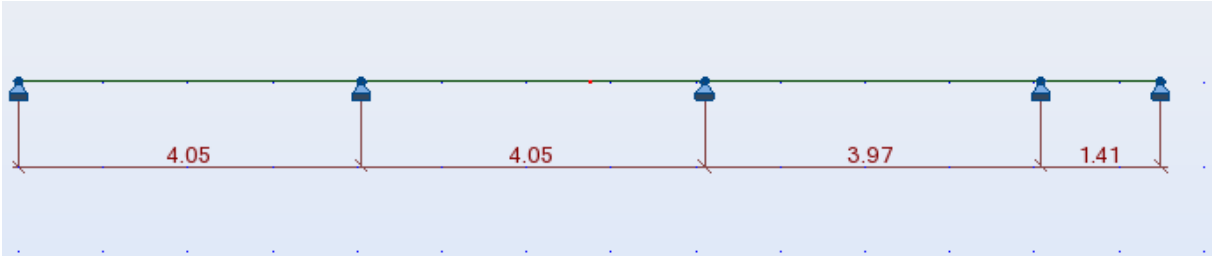


Siły poprzeczne [kN].

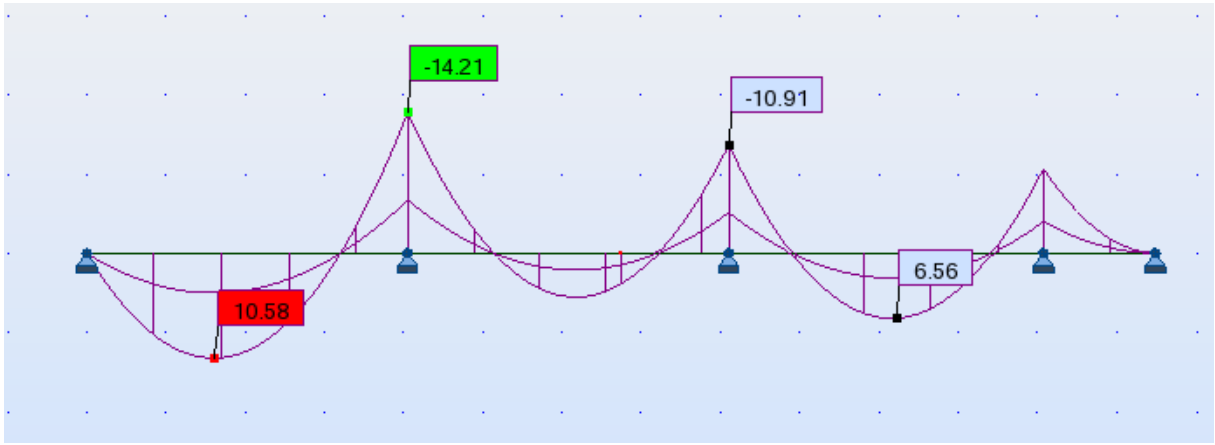


Siły podłużne [kN].

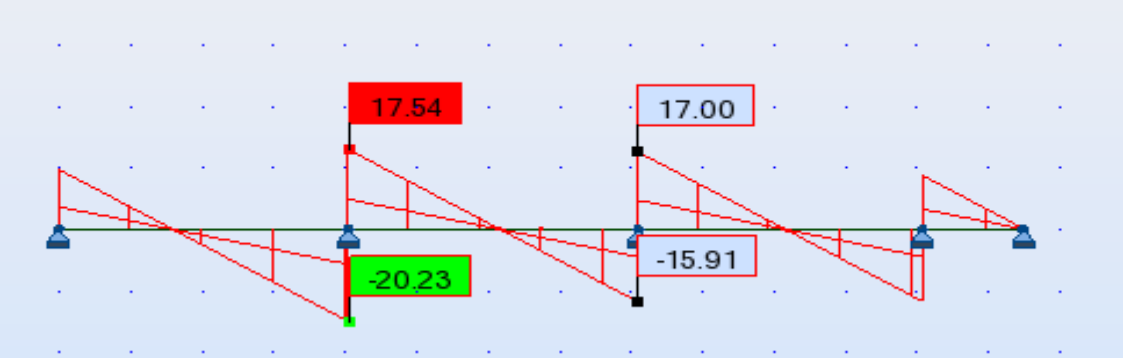
Wymiarowanie płatwi :



Schemat statyczny.



Momenty zginające [kNm].



Siły poprzeczne [kN].

SGN:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 platew

PRĘT: 2 **PUNKT:** 3 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.60 L = 4.05m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 SGN /57/ 1*1.10 + 2*1.25 + 3*1.17 + 4*1.20 + 5*1.50

MATERIAŁ C27

PARAMETRY PRZEKROJU: płatew16x18

ht=18.0 cm	Ay=135.53 cm2	Az=152.47 cm2	Ax=288.00 cm2
bf=16.0 cm	Iy=7776.00 cm4	Iz=6144.00 cm4	Ix=11585.59 cm4
	Wely=864.00 cm3	Welz=768.00 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

My = -14.21 kN*m Vz = -20.23 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig m,y,d = 16.44 MPa Tau z,d = -1.05 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f m,y,d = 18.69 MPa f v,d = 1.94 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.90 khy = 1.00

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 6.74 m Lam rel,m = 0.39 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

 względem osi y przekroju  względem osi z przekroju

---

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Sig_m,y,d/f m,y,d = 16.44/18.69 = 0.88 < 1.00 [4.1.5(1)]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 16.44/(1.00*18.69) = 0.88 < 1.00 [4.2.2(1)]

Tau z,d/f v,d = 1.05/1.94 = 0.54 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

SGU:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 platew

PRĘT: 2 **PUNKT:** 0 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.60 L = 4.05 m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

 ***Ugięcia***

u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 3.4 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: c własny

u fin,z = 1.6 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 3.4 cm Zweryfikowano

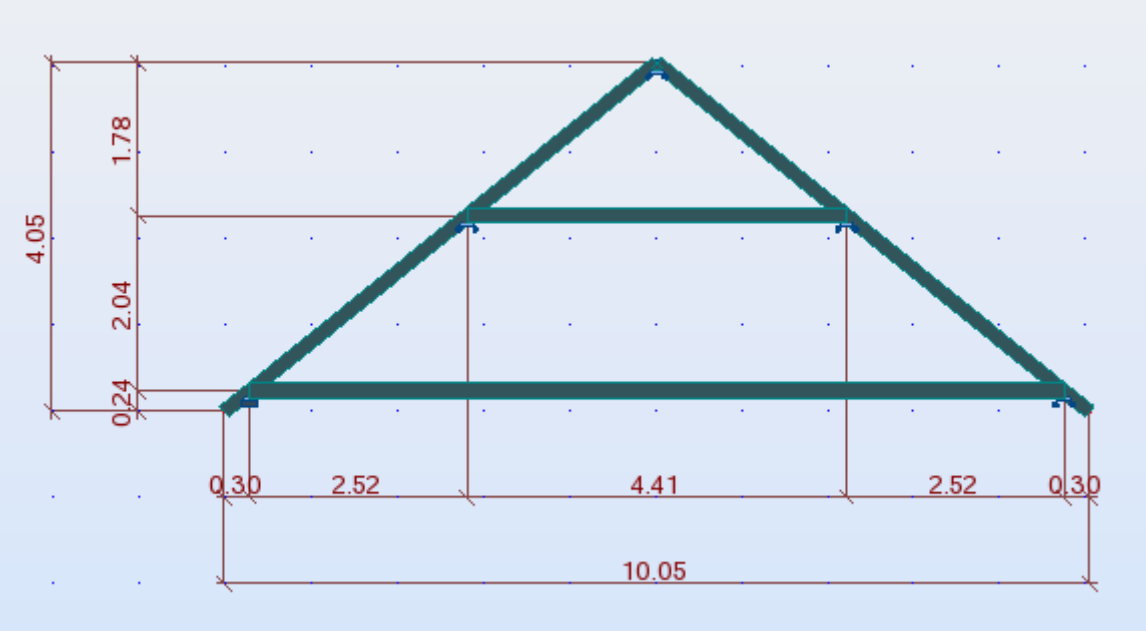
Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*2 + 1*3 + 1*4 + 1(1+0.25)*5

Decydujący przypadek obciążenia:

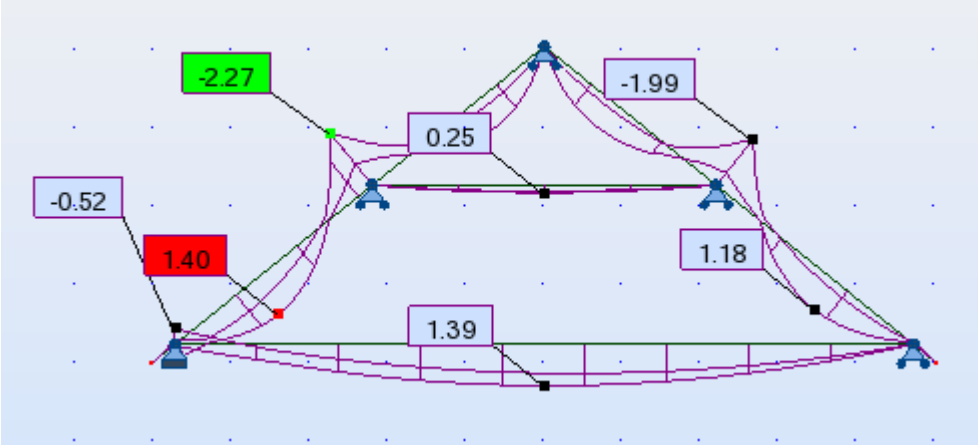
 ***Przemieszczenia***

Profil poprawny !!!

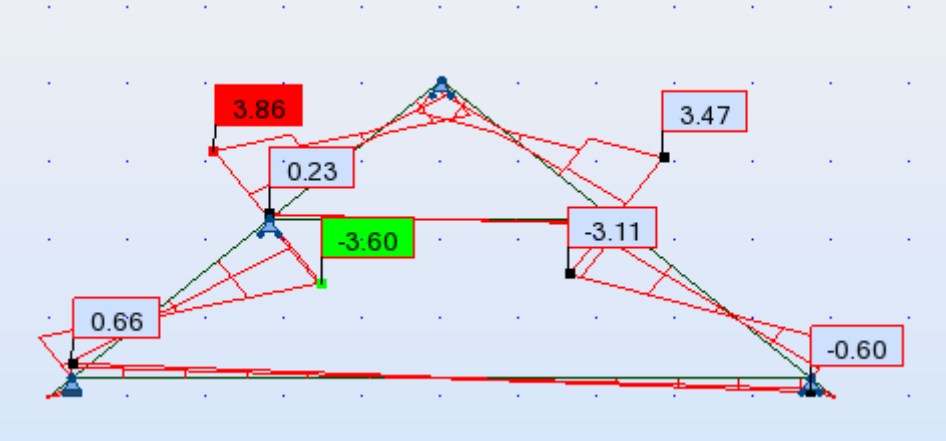
2.6 Wymiarowanie dachu nad budynkiem Hotelu w osiach 14A-14C/14.1-14.10.



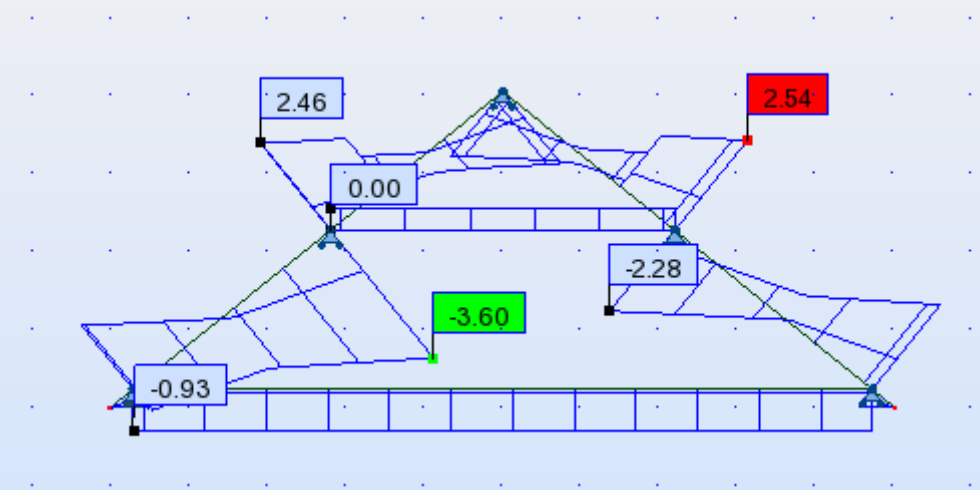
Schemat statyczny dachu istniejącego w budynku hotelu.



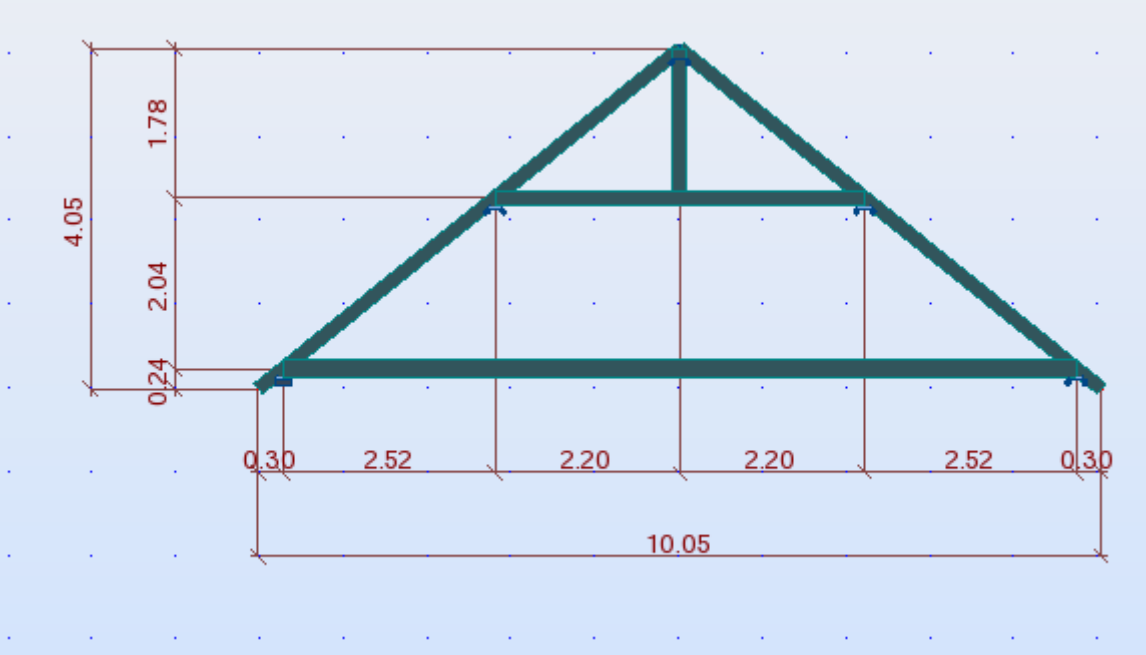
Momenty zginające [kNm].



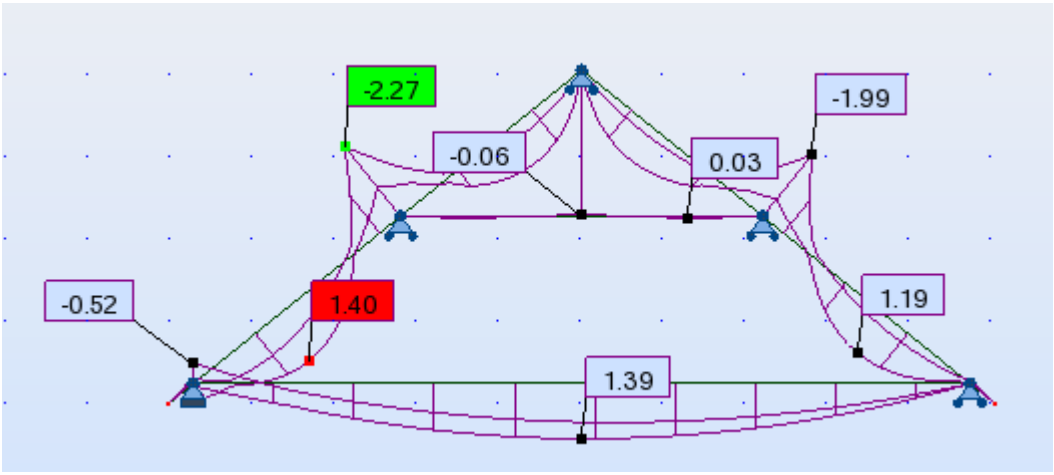
Siły poprzeczne [kN].



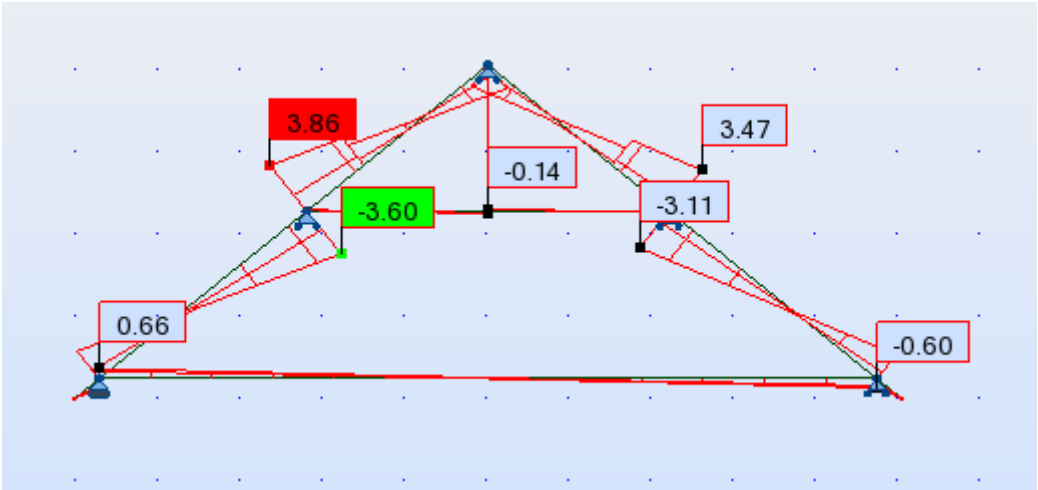
Siły podłużne [kN].



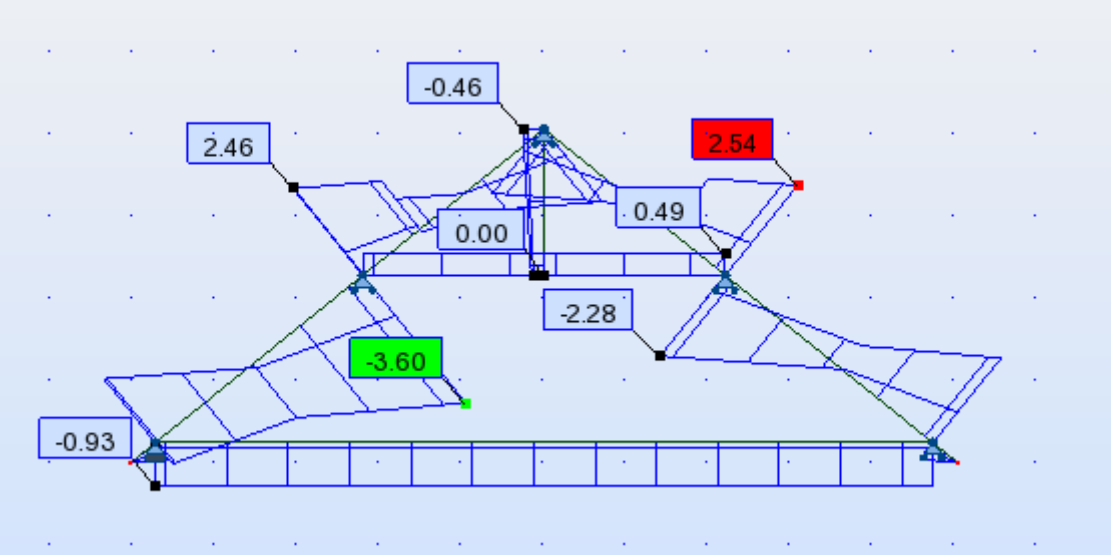
Schemat statyczny dachu istniejącego w budynku hotelu dla głównego dźwigara.



Momenty zginające [kNm].



Siły poprzeczne [kN].



Siły podłużne [kN].

Wymiarowanie krokwi :

SGN:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 krokiew

PRĘT: 1 krokiew_1 **PUNKT:** 1 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.56 L = 3.62 m

---

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /3/ 1*1.10 + 2*1.13

MATERIAŁ

C27

PARAMETRY PRZEKROJU: krokiew 10x16

ht=16.0 cm	Ay=61.54 cm2	Az=98.46 cm2	Ax=160.00 cm2
bf=10.0 cm	Iy=3413.33 cm4	Iz=1333.33 cm4	Ix=3259.83 cm4
	Wely=426.67 cm3	Welz=266.67 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

N = 1.28 kN My = -1.26 kN*m

Vz = 1.88 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig c,0,d = 0.08 MPa Sig m,y,d = 2.96 MPa

Tau z,d = 0.18 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f c,0,d = 10.15 MPa f m,y,d = 12.46 MPa f v,d = 1.29 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.60 khy = 1.00

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 6.45 m Lam rel,m = 0.47 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y przekroju względem osi z przekroju

ly = 6.45 m	Lam,y = 139.71	lz = 0.50 m	Lam,z = 17.32
Lam rel,y = 2.38	ky = 3.51	Lam rel,z = 0.29	kz = 0.52
lc,y = 6.45 m	kc,y = 0.16	lc,z = 0.50 m	kc,z = 1.00

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Sig c,0,d/(kc,y*f c,0,d) + Sig m,y,d/f m,y,d = 0.08/(0.16*10.15) + 2.96/12.46 = 0.29 < 1.00 [4.2.1(3)]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 2.96/(1.00*12.46) = 0.24 < 1.00 [4.2.2(1)]

Tau z,d/f v,d = 0.18/1.29 = 0.14 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

SGU:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 krokiew

PRĘT: 1 krokiew_1 **PUNKT:** 0 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 3.2 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: G1

u fin,z = 0.4 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 3.2 cm Zweryfikowano

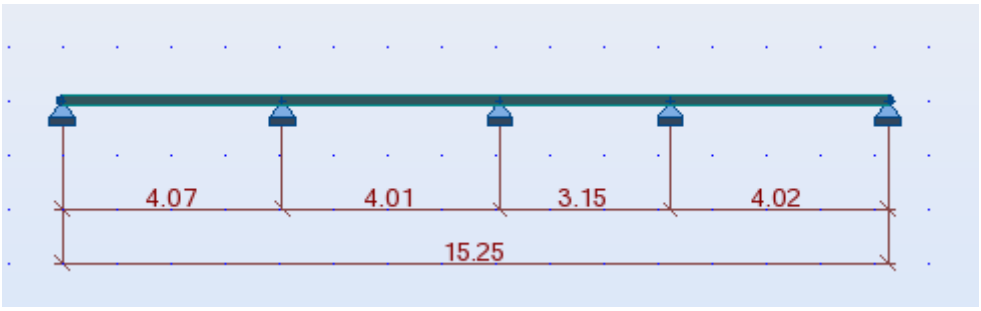
Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.6)*1 + 0.9(1+0.6)*2 + 0.9*4 + 0.9*5

Decydujący przypadek obciążenia:

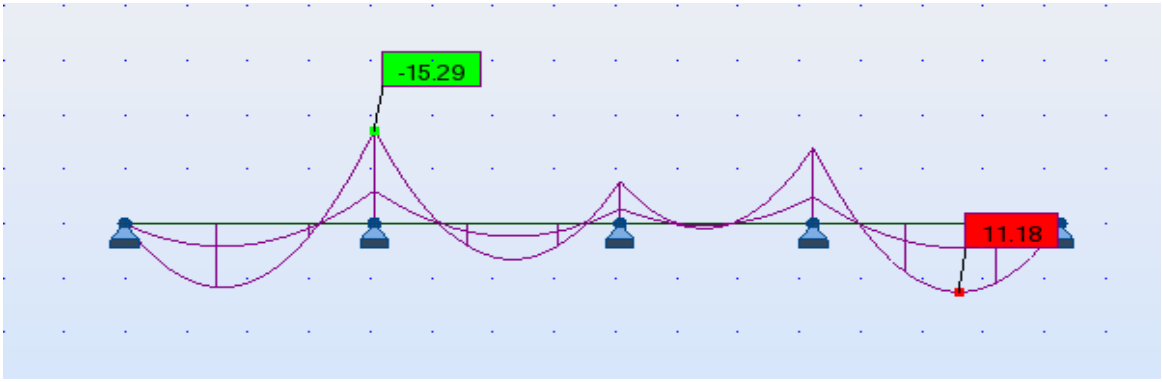
Przemieszczenia

Profil poprawny !!!

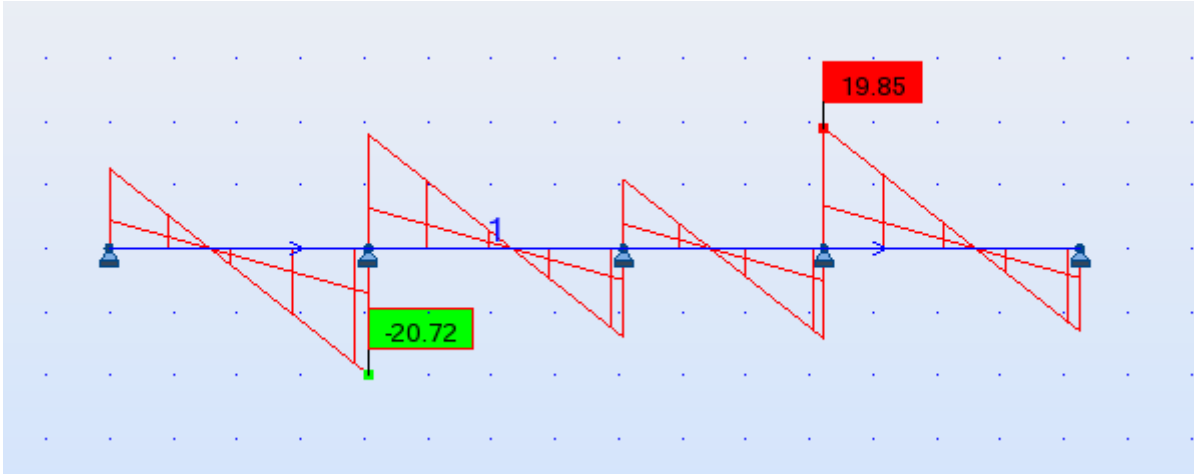
Wymiarowanie płatwi :



Schemat statyczny.



Momenty zginające [kNm].



Siły poprzeczne [kN].

SGN:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 platew

PRĘT: 1 PŁATEW_1 **PUNKT:** 3 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.27 L = 4.07 m

---

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 SGN /61/ 1*1.10 + 2*1.25 + 3*1.04 + 4*1.35 + 5*1.50

MATERIAŁ

C27



PARAMETRY PRZEKROJU: płatew16x18

ht=18.0 cm	Ay=135.53 cm2	Az=152.47 cm2	Ax=288.00 cm2
bf=16.0 cm	Iy=7776.00 cm4	Iz=6144.00 cm4	Ix=11585.59 cm4
	Wely=864.00 cm3	Welz=768.00 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

My = -15.29 kN*m

Vz = -20.72 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig m,y,d = 17.70 MPa

Tau z,d = -1.08 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f m,y,d = 18.69 MPa f v,d = 1.94 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.90 khy = 1.00



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 15.25 m Lam rel,m = 0.58 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

 względem osi y przekroju

 względem osi z przekroju

---

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Sig_m,y,d/f m,y,d = 17.70/18.69 = 0.95 < 1.00 [4.1.5(1)]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 17.70/(1.00*18.69) = 0.95 < 1.00 [4.2.2(1)]

Tau z,d/f v,d = 1.08/1.94 = 0.56 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

SGU:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 platew

PRĘT: 1 PŁATEW_1 **PUNKT:** 0 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

 ***Ugięcia***

u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 7.6 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: c własny

u fin,z = 1.7 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 7.6 cm Zweryfikowano

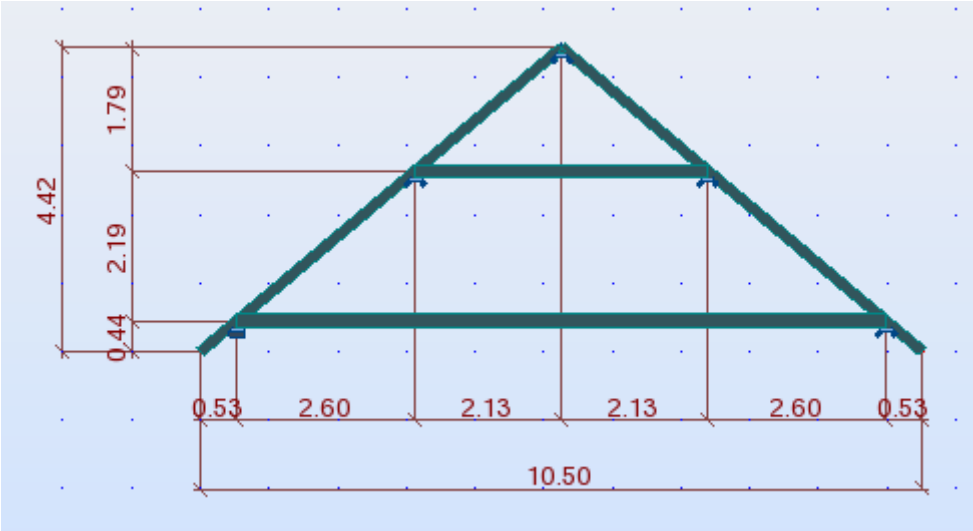
Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*2 + 1*3 + 1*4 + 1(1+0.25)*5

Decydujący przypadek obciążenia:

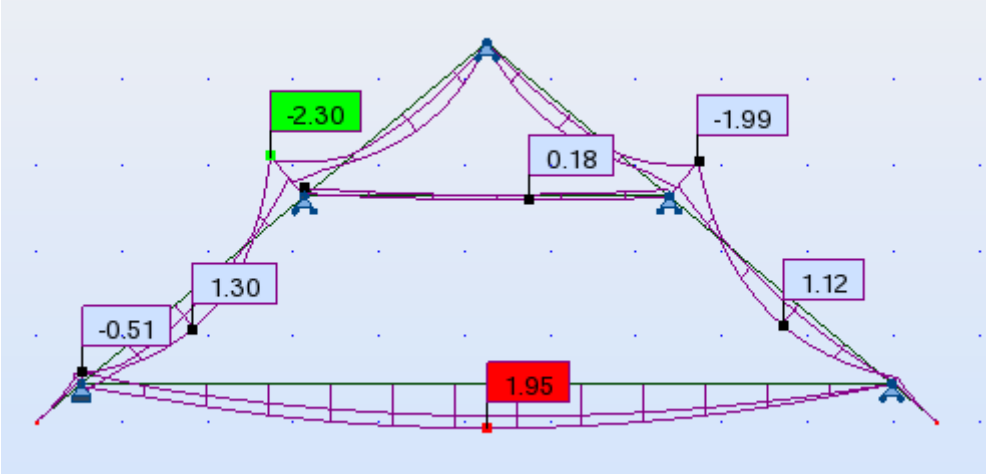
 ***Przemieszczenia***

Profil poprawny !!!

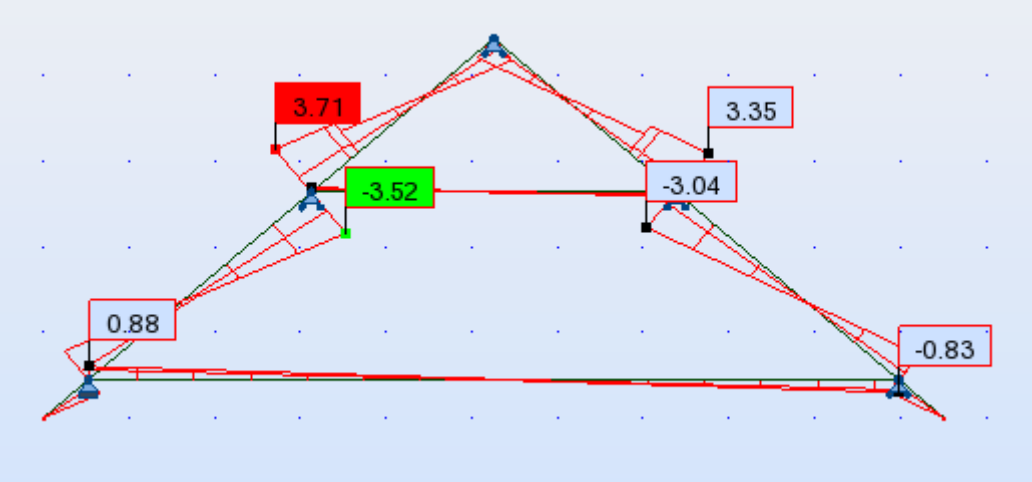
2.7 Wymiarowanie dachu nad budynkiem Oficyny w osiach 17A-17G/17.1-17.3.



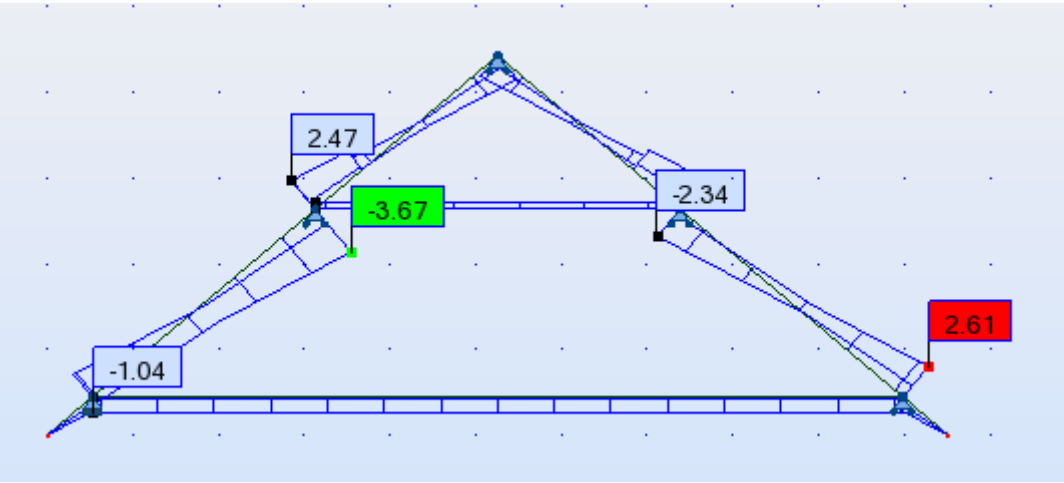
Schemat statyczny dachu istniejącego w budynku oficyny dla głównego dźwigara.



Momenty zginające [kNm].



Siły poprzeczne [kN].



Siły podłużne [kN].

Wymiarowanie krokwi :

SGN:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 krokiew

PRĘT: 1 krokiew_1 **PUNKT:** 3 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.59 L = 4.08 m

---

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /3/ 1*1.10 + 2*1.13

MATERIAŁ

C27



PARAMETRY PRZEKROJU: krokiew 12x15

ht=15.0 cm	Ay=80.00 cm2	Az=100.00 cm2	Ax=180.00 cm2
bf=12.0 cm	Iy=3375.00 cm4	Iz=2160.00 cm4	Ix=4451.43 cm4
	Wely=450.00 cm3	Welz=360.00 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

N = -1.64 kN My = -1.40 kN*m

Vz = -2.15 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig t,0,d = -0.09 MPa Sig m,y,d = 3.12 MPa

Tau z,d = -0.18 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f t,0,d = 7.72 MPa f m,y,d = 12.46 MPa f v,d = 1.29 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.60 kht = 1.05 khy = 1.00



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 6.86 m Lam rel,m = 0.39 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y przekroju



względem osi z przekroju

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Sig t,0,d/f t,0,d + Sig m,y,d/f m,y,d = 0.09/7.72 + 3.12/12.46 = 0.26 < 1.00 [4.1.6]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 3.12/(1.00*12.46) = 0.25 < 1.00 [4.2.2(1)]

Tau z,d/f v,d = 0.18/1.29 = 0.14 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

SGU:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 krokiew

PRĘT: 1 krokiew_1 **PUNKT:** 0 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 3.4 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: G1

u fin,z = 0.5 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 3.4 cm Zweryfikowano

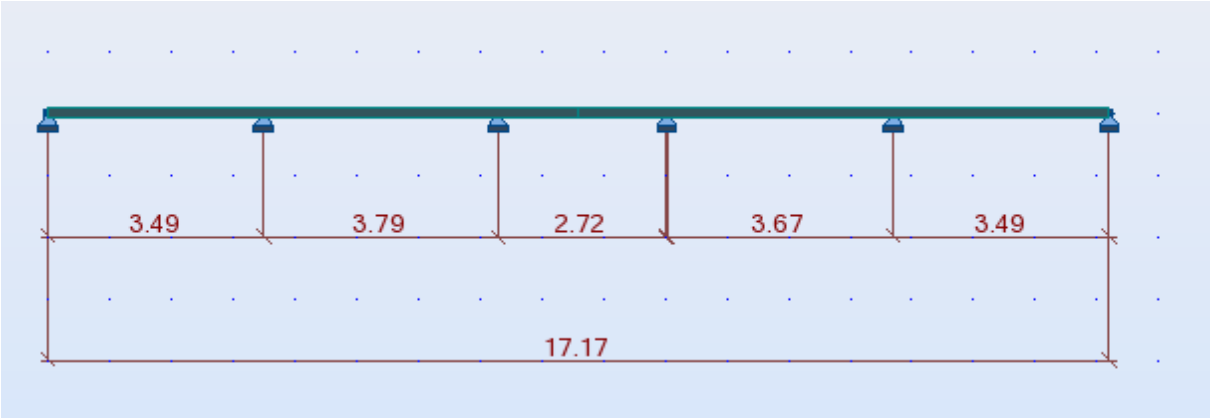
Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.6)*1 + 0.9(1+0.6)*2 + 0.9*4 + 0.9*8

Decydujący przypadek obciążenia:

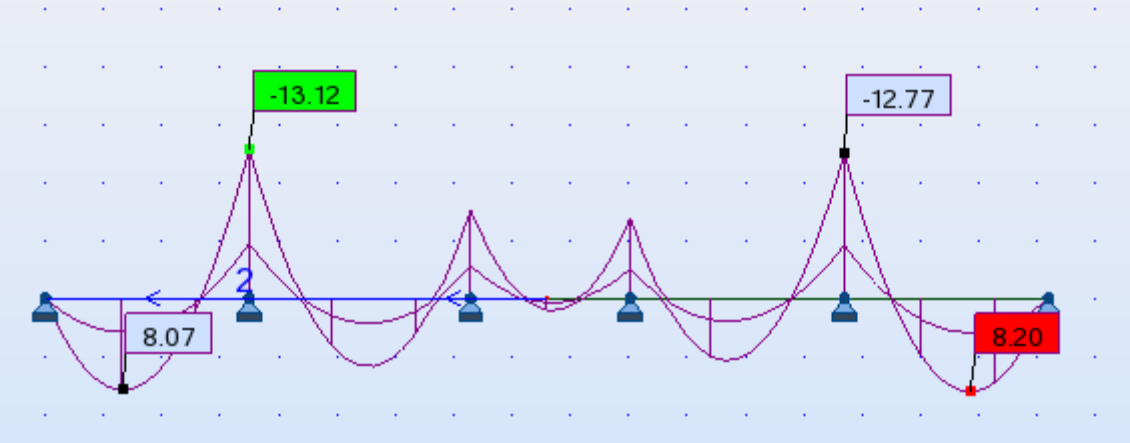
Przemieszczenia

Profil poprawny !!!

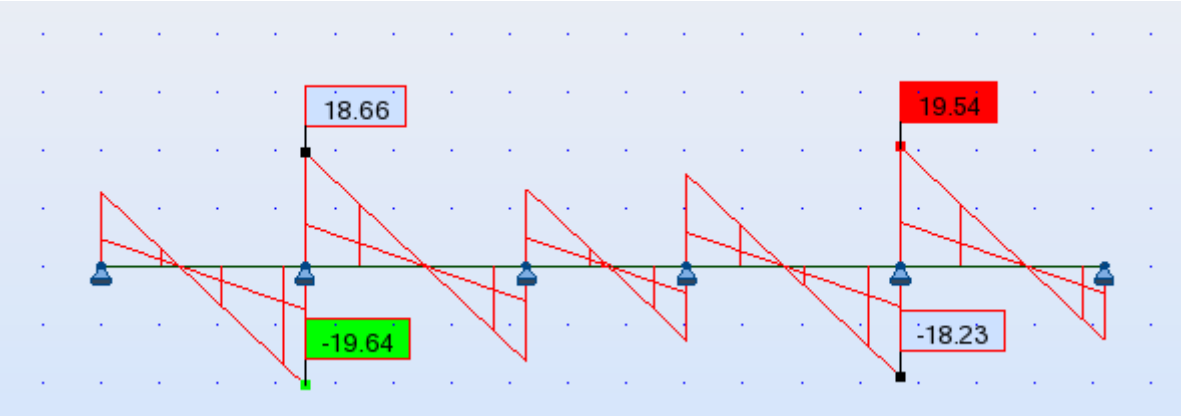
Wymiarowanie płatwi :



Schemat statyczny.



Momenty zginające [kNm].



Siły poprzeczne [kN].

SGN:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 platew

PRĘT: 2 **PUNKT:** 3 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.41 L = 3.49 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 SGN /61/ 1*1.10 + 2*1.25 + 3*1.04 + 4*1.35 + 5*1.50

MATERIAŁ

C27

PARAMETRY PRZEKROJU: płatew16x18

ht=18.0 cm	Ay=135.53 cm2	Az=152.47 cm2	Ax=288.00 cm2
bf=16.0 cm	Iy=7776.00 cm4	Iz=6144.00 cm4	Ix=11585.59 cm4

Wely=864.00 cm3 Welz=768.00 cm3

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

My = -13.12 kN*m

Vz = -19.64 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU

Sig m,y,d = 15.19 MPa

Tau z,d = -1.02 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI

f m,y,d = 18.69 MPa f v,d = 1.94 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE

km = 0.70 kmod = 0.90 khy = 1.00

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

ld = 8.59 m Lam rel,m = 0.44 k crit = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y przekroju względem osi z przekroju

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Sig_m,y,d/f m,y,d = 15.19/18.69 = 0.81 < 1.00 [4.1.5(1)]

Sig m,y,d/(k crit*f m,y,d) = 15.19/(1.00*18.69) = 0.81 < 1.00 [4.2.2(1)]

Tau z,d/f v,d = 1.02/1.94 = 0.53 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

Profil poprawny !!!

SGU:

NORMA: *PN-B-03150:2000*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 platew

PRĘT: 3 **PUNKT:** 0 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 4.3 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: c własny

u fin,z = 0.9 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 4.3 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*2 + 1*3 + 1*4 + 1(1+0.25)*5

Decydujący przypadek obciążenia:



Przemieszczenia

Profil poprawny !!!

2.8 Stalowa konstrukcja wsporcza na czas wzmacniania drewnianych wiązarów dachowych w budynku głównym Zamku w osiach 3A-3M/3.1-3.3, 5A-5C/5.1-5.13, 7A-7C/7.1-7.11, 9A-9D/9.1-9.3, 10A-10E/10.1-10.3.

Stalowa konstrukcja obciążona jest w trakcie wymiany nośnych elementów wiązarów dachowych oraz murłat i krokwi obciążeniem od konstrukcji nośnej dachu.

Obliczenia wykonano dla dwóch wariantów obciążeniowych:

Wariant 1 – obciążenie wyłącznie drewnianą konstrukcją dachu po rozbiórce pokrycia dachu dachówki ceramicznej.

Wariant 2 – obciążenie drewnianą konstrukcją dachu wraz z pokryciem dachu, dachówką ceramiczną.

Wykonane obliczenia statyczne dotyczą skrzydła północnego. Obliczenia wykonano dla przekroju 7G-7G więźby dachowej.

Konstrukcja wsporcza składa się z następujących elementów:

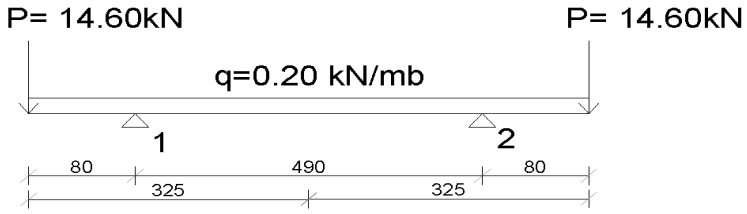
- dwóch poziomych ceowników połączonych śrubami M16. Ze skośnymi słupami równolegle biegnącymi do krokwi
- dwóch stalowych ramek podpierających poziome ceowniki połączone ze skośnymi słupami
- stalowych belek opartych na ścianach nośnych budynku. Belki te będą montowane po rozbiórce polepy oraz deskowania stropu strychowego.
- stężeń z ceowników usztywniających stalowe ramki
- podnośników hydraulicznych usytuowanych między słupkami ramek oraz belkami podpierającymi słupki.

Podnośniki hydrauliczne będą podnosiły o kilka centymetrów w górę wiązary dachowe w trakcie wymiany zdegradowanych biologicznie murłat oraz drewnianych belek biegnących równolegle do murłat nad stropem strychowym.

Zastosowano stal ST3Sx, f_d = 215 MPa

a) Wariant 1

- Pozioma belka mocowana do wiązara dachowego:



P = 14.6 kN – obciążenie od wiązara

q = 2x0.086x1.2 = 0.20kN/m

$R_1 = R_2$ = 14.60 + 0.20 x 0.80 = 14.76 kN

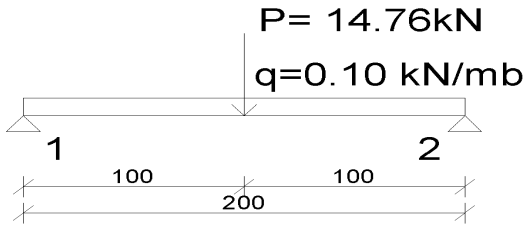
$M_1 = M_2$ = 14.76 x 0.80 + 0.5 x 0.20 0.80^2 = 11.81 + 0.06 = 11.87kNm

Przyjęto 2C120x60x5 St3Sx, W_x = 2 x 39.30 = 78.60 cm^3, I_x = 2 x 236 = 472 cm^4

Sprawdzenie naprężeń w belce bez uwzględnienia jej zwichrzenia. Belka jest stężona śrubami 2xM16

σ = 118700 / 78.6 = 1510 kg/cm^2 = 151 MPa < f_d = 215 MPa

- Rygiel stalowej ramki podpierającej belkę poziomą:



P = 14.76 kN q = 0.10 kN/mb

$R_1 = R_2$ = 0.5 x 14.76 + 0.5 x 0.10 x 2.00

$R_1 = R_2$ = 7.38 + 0.10 = 7.48 kN

M_{max} = 7.48 x 1.00 – 0.50 x 0.50 x 1.00^2 = 7.48 – 0.05 = 7.43 kNm

Ze względów konstrukcyjnych przyjęto C140x80x5 Stal St3Sx

f_d = 215 MPa W_x = 61.6 cm^3 I_x = 431 cm^4

Sprawdzenie naprężeń w belce bez uwzględnienia jej zwichrzenia.

$\sigma = 75300 / 61.6 = 1222$ kg/m2 = 12.2 MPa < f_d = 215 MPa

Słupki stalowej ramki obciążone ryglem:

P = 7.48 kN Wysokość słupka h = 3.30 m stal ST3Sx f_d = 215 MPa

Przyjęto C140x80x5 F = 14.0 cm2 l_x = 5.50 m l_y = 2.55 m

$l_w = 1.0 \times 3.30 = 330$ cm $\lambda = 330 / 2.55 = 129.4 \rightarrow \varphi = 0.415$

Naprężenia w słupie $N = 5.18 + 3.30 \times 0.1 = 5.18 + 0.33 = 5.51$ kN

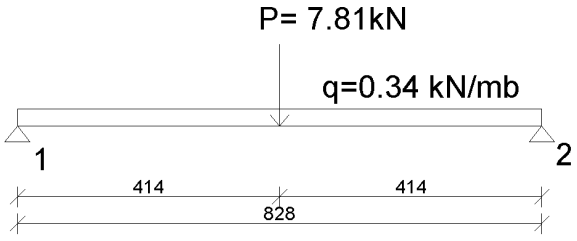
$\sigma = 748 / 14.00 \times 0.415 = 129$ kg / m^2 = 12.9 MPa < f_d = 215 MPa

- Stężenia konstrukcji wsporczej

Słupki ramek stalowych należy stężyć dołem w płaszczyźnie ramki oraz prostopadle do ramek poziomymi C100x50x5 oraz ukośnymi stężeniami z C100x50x5 umocowanymi do słupków ramek śrubami M16x50

- Stalowe belki oparte na ścianach nośnych budynku:

Belki te podpierają stalowe słupki ramek konstrukcji wsporczej.



$P = 7.48 + 0.10 \times 3.30 = 7.81$ kN

$q = 0.304 \times 1.1 = 0.34$ kN/mb

Belka wolnopodparta o rozpiętości $l_o = 7.78 + 2 \times 0.25 = 8.28$ m

$R_1 = R_2 = 0.5 \times 7.81 + 0.5 \times 0.34 \times 8.28$

$R_1 = R_2 = 3.91 + 1.42 = 5.33$ kN

$M_{max} = 0.125 \times 0.34 \times 8.28^2 - 0.25 \times 7.81 \times 8.28 = 2.91 + 16.17 = 19.08$ kNm

Przyjęto belkę HEA 160 Stal ST3Sx f_d = 215 MPa W_x = 220 cm^3

b = 16 cm tf = 0.85 cm h = 15.2 cm I_x = 1670 cm^4

$\lambda_l = 0.045 \times ((l_o x h / b t_f) \times (\beta x f_d / 215))^{1/2}$

$\lambda_l = 0.045 \times ((8.28 \times 15.2 / 16 \times 0.85) \times (1 \times 215 / 215))^{1/2} = 1.37 \rightarrow \varphi_l = 0.484$

Sprawdzenie naprężeń w belce

$\sigma = 190800 / (220 \times 0.484) = 1793$ kg/m2 = 179.3 MPa < f_d = 215 MPa

Sprawdzenie ugięcia belki $f_{dop} = 828 / 250 = 3.31$ cm

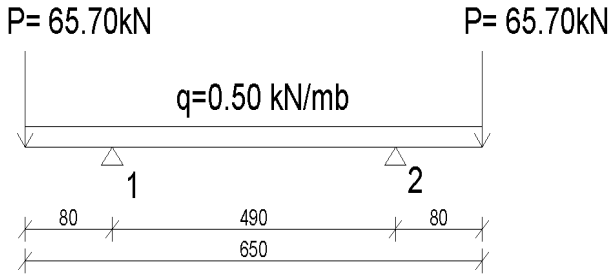
$f_{max} = (1908.0 \times 8.28^2 / 20.2 \times 1670) / 1.25 = 3.10$cm < f_{dop} = 3.31cm

Uwagi

Górne słupki belki HEA 160 należy stężyć ceownikami [100 umocowanymi do górnych belek śrubami 2xM12x50.

b) Wariant 2

- Pozioma belka umocowana do wiązara dachowego



P = 65.70 kN obciążenie od wiązara dachowego

q = 2 x 0.215 x 1.1 = 0,50 kN/mb

$R_1 = R_2 = 65.70 + 0.5 \times 0.80 = 66.10$ kN

$M_1 = M_2 = 52.56 \times 0.16 = 52.72$ kNm

Przyjęto 2xC220x100x6 stal ST3SX f_d = 215 MPa $W_x = 2 \times 139 = 278$ cm^3

$I_x = 82 \times 1390 = 2780$ cm^4

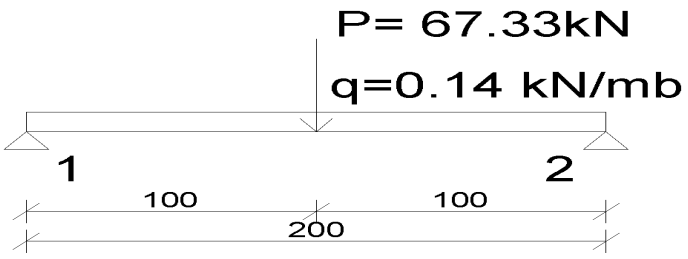
Sprawdzenie naprężeń w belce bez uwzględnienia jej zwichrzenia

Belka jest stężona śrubami 2xM16

$\sigma = 527200 / 278 = 1896$ kg/cm2 = 189.6 MPa < f_d = 215 MPa

- Rygiel stalowej ramki podpierającą belkę pozioma:

P = 66.10 + 0.50 x 0.5 x 4.90 = 66.10 + 1.23 = 67.33 kN



q = 0.125 x 1.1 = 0,14 kN/mb

$R_1 = R_2 = 0.50 \times 67.33 + 0.5 \times 0.14 \times 2$

$R_1 = R_2 = 33.67 + 0.14 = 33.81$ kN

$M_{max} = 0.125 \times 0.14 \times 2.00^2 - 0.25 \times 67.33 \times 2.00$

$M_{max} = 0.07 + 33,66 = 33,73$ kNm

Przyjęto 2xC180x70x6 stal ST3SX $f_d = 215$ MPa $W_x = 90,96$ cm^3 $I_x = 818,61$ cm^4

Sprawdzenie naprężeń w belce bez uwzględnieniem jej zwichrzenia

$\sigma = 337300 / (2 \times 90,96) = 1854$ kg/m2 = 185.4 MPa < $f_d = 215$ MPa

Sprawdzenie ugięcia belki $f_{dop} = 200 / 250 = 0.80$ cm

$f_{max} = (3373.0 \times 2.0^2 / 20.2 \times 818.61) / 1.25 = 0.65$cm < $f_{dop} = 0.80$cm

<u>- Słupki stalowej ramki obciążonej ryglem</u>

P = 33.81 + 0.15 x 1.1 x 3.30 = 33.81 + 0.55 = 34.36 kN h = 3.30 m

stal ST3SX $f_d = 215$ MPa $l_w = 1.0 \times 3.30 = 330$ cm

Przyjęto C 160x80x6 F = 17.7 cm^2 $I_x = 6.26$ m $I_y = 2.51$ m

$\lambda = 330 / 2.51 = 132 \rightarrow \varphi = 0.407$

Naprężenia w słupie

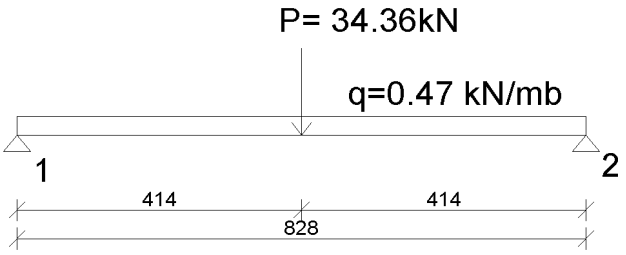
$\sigma = 3436 / (17.9 \times 0.407) = 472$ kg/m2 = 47.2 MPa < $f_d = 215$ MPa

<u>- Stężenia konstrukcji wsporczej:</u>

Stężenia konstrukcji wsporczej przyjęto takie same jak dla wariancie 1.

<u>- Stalowe belki oparte na ścianach nośnych budynku:</u>

Stalowe belki podpierają słupki stalowych ramek konstrukcji wsporczej.



P = 34.36 kN q = 0.423 x 1.1 = 0.47 kN/mb

Belki wolnopodparte o rozpiętości l_0 = 7.78 + (2 x 0.25) = 8.28 m

$R_1 = R_2$ = 0.50 x 34.36 + 0.5 x 0.47 x 8.28

$R_1 = R_2$ = 17.18 + 1.95 = 19.13 kN

M_{max} = 0.125 x 0.47 x 8.28^2 + 0.25 x 34.36 x 8.28

M_{max} = 4.03 + 71.13 = 75.16 kNm

Przyjęto belki HEA 200 stal ST3SX f_d = 215 MPa W_x = 389 cm^3 I_x = 3690 cm^4

b = 20 cm t_f = 1.08 cm h = 19 cm

Górne słupki belek należy stężyć ceownikami C120 x 60 x 5 umocowanymi do górnych stopek śrubami 2xM12x50 z każdej strony ceownika usztywniającego

l_0 = 828 - (2 x 200) = 428 cm

$\lambda_l = 0.045 \times ((l_o x h / b x l_f) \times (\beta x f_d / 215))^{1/2}$

$\lambda_l = 0.045 \times ((428x19/ 20x1.08) \times (1x 215/ 215))^{1/2} = 0.91 \rightarrow \varphi_l = 0.824$

Sprawdzenie naprężeń w belce :

σ = 752600 / (389 x 0.824) = 2345 kg/m2 = 234.5 MPa > f_d = 215 MPa

Przyjęto belki HEA 220 stal ST3SX W_x = 515 cm^3 I_x = 5410cm^4

b = 22 cm t_f = 1.1 cm h = 21 cm

$\lambda_l = 0.045 \times ((428x21/ 22x1.1) \times (1x 215/ 215))^{1/2} = 0.87 \rightarrow \varphi_l = 0.850$

Sprawdzenie naprężeń w belce :

σ = 752600 / (515 x 0.85) = 1719 kg/m2 = 171.9 MPa < f_d = 215 MPa

Sprawdzenie ugięcia belki f_{dop} = 828 / 250 = 3.31 cm

f_{max} = (7526.0 x 8.28^2 / 20.2 x 5410) / 1.25 = 3.77 cm > f_{dop} = 3.31 cm

Zwiększono przekrój belki na HEA 240 : I_x = 7760 cm^4

f_{max} = (7526.0 x 8.28^2 / 20.2 x 7760) / 1.25 = 2.63 cm < f_{dop} = 3.31 cm

Uwaga:

Dla mniejszych rozpiętości stalowych belek opierających się na ścianach, przekrój belki można zmniejszyć po wykonaniu obliczeń sprawdzających.

Ze względu ma duże przekroje elementów stalowej konstrukcji wsporczej dla wariancie 2 oraz trudności z ręcznym transportem tych elementów zrezygnowano z jej stosowania. W związku z tym wymiana uszkodzonych drewnianych elementów konstrukcji dachowej może być dokonana po rozbiórce pokrycia dachu dachówką ceramiczną.

2.9 Wymiarowanie połączenie śrubowego tramu - typu belka - belka

Średnica śrub: d = 16 mm

Siła działająca w belce : N = 55 kN

Wartość charakterystyczna wytrzymałości na docisk śruby:

f_{hk} = 0.082 x (1 – 0.01 x d) x ρ_k = 25.49 kN

Wartość charakterystyczna momentu uplastycznienia:

M_{yk} = 180 x $d^{2.6}$ = 0.243 kNm

Wartości obliczeniowe:

f_{hd} = 13.723 MPa

M_{yd} = 0.187 kNm

Nośność obliczeniowa śruby jednociętej :

h – wysokość belki

$t_1 = t_2$ = 0.5 x h = 14 cm

β = 1

$R_{d1} = f_{hd} \times t_1 \times d$ = 30.74 kN

$R_{d2} = f_{hd} \times t_2 \times d \times \beta$ = 30.74 kN

$R_{d3} = (f_{hd} \times t_1 \times d \times \beta)/(1 + \beta) \times (10^{0.5} - 2)$ = 17.86 kN

$R_{d4} = (1.1 \times f_{hd} \times t_2 \times d)/(1 + 2\beta) \times (4 + ((12 \times M_{yd})/(f_{hd} \times t_2^2 \times d))^{0.5} - 1)$ = 12.696 kN

$R_{d5} = (1.1 \times f_{hd} \times t_1 \times d)/(2 + \beta) \times (4 + ((12 \times M_{yd})/(f_{hd} \times t_1^2 \times d))^{0.5} - 1)$ = 12.696 kN

$R_{d6} = 1.1 \times (2 \times M_{yd} \times f_{hd} \times d)^{0.5}$ = 9.97 kN

$R_{.d} = \min (R_{d1}, R_{d2}, R_{d3}, R_{d4}, R_{d5}, R_{d6})$ = 9.97 kN

Potrzebna liczba śrub :

$n = N/(R_d)$ = 55 kN / 9.97 kN =5.5 → potrzebna liczba śrub: 6

2.10 Wymiarowanie drewnianych łat pod dachówką.

Oblicza się łaty dla rozstawu krokwi 1.50, 1.55, 1.20m. Przy większych rozstawach krokwi od 1.60m należy zastosować dodatkowe krokwie w celu zmniejszenia ich rozstawów.

a) obciążenia działające na łaty

- Obciążenie śniegiem według normy PN-80/B-02010/Az1 z października 2006 roku – obciążenie śniegiem.

  Obciążenie śniegiem dla III strefy $Q_k = 1.20kN/m^2$

  Pochylenie połaci dachu przyjęto do obliczeń $\alpha = 30° \rightarrow C = 1.20$

  $S = 1.20x1.20x1.50 = 2.16kN/m^2$

- Obciążenie parciem wiatru według normy PN-B-02011:1997/Az1 z lipca 2009 roku dla strefy I i terenu A.

  - Parcie wiatru:

  $W = q_k \times C_e \times C \times \beta \times \gamma$ gdzie, $q_k = 250Pa$, $C_e = 1.0$, $C=0.25$, $\beta = 1.80$, $\gamma = 1.50$

  $W = 250x1.00x0.25x1.80x1.50 = 169Pa = 0.169kPa$

  - Ssanie wiatru $C = - 0.40$

  $s = 250x1.00x(-0.40)x1.80x1.50 = - 270Pa = - 0.27kPa$

  Dla pochylenia połaci $\alpha = 30° \rightarrow \sin\alpha = 0.5000$, $\cos\alpha = 0.8660$

  Rozstaw łat: a = 0.30m

- Zestawienie obciążeń prostopadłych do połaci dachu

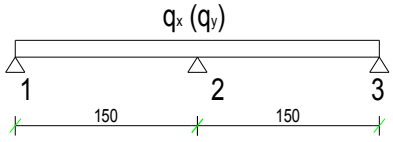
Pokrycie pojedyncze dachówką	0.30x0.70x0.8660	=	0.1829 kN/mb
Śnieg	$0.30x2.16x0.8660^2$	=	0.4860 kN/mb
Parcie wiatru	0.30x0.1690	=	0.0507 kN/mb
	Razem	q_x =	0.7196 kN/mb

- Zestawienie obciążeń równoległych do połaci dachu

Pokrycie pojedyncze dachówką	0.30x0.70x0.5000	= 0.1050 kN/mb
Śnieg	0.30x2.16x0.8660x0.5000	= 0.2806 kN/mb
	Razem	q_y = 0.3856 kN/mb

b) Rozstaw krokwi 150cm.

q_x = 0.7196 kN/mb q_y = 0.3856 kN/mb



Momenty gnące i siły poprzeczne prostopadłe do połaci dachu:

$M_{12} = M_{23}$ = 0.070x0.7196 x 1.50^2 = 0.1133 kNm

M_2 = -0.125x0.7196 x 1.50^2 = -0.2024 kNm

$R_1 = R_3$ = 0.375x0.7196 x 1.50 = 0.4048 kN

$R_{2L} = R_{2P}$ = 0.625x0.7196 x 1.50 = 0.6746 kN

Momenty gnące i siły poprzeczne równoległe do połaci dachu:

$M_{12} = M_{23}$ = 0.070x0.3856 x 1.50^2 = 0.0607 kNm

M_2 = -0.125x0.3856 x 1.50^2 = -0.1085 kNm

$R_1 = R_3$ = 0.375x0.3856 x 1.50 = 0.2169 kN

$R_{2L} = R_{2P}$ = 0.625x0.0.3856 x 1.50 = 0.3615 kN

Zastosowano drewno iglaste klasy C27.

X_k = 0.9 γ_M = 1.3

$\sigma_{m.y.d} = f_{mk\,x} \times X_k/\gamma_M$ = 27 x 0.9/1.3 = 18.69MPa

Przyjęto łaty o wymiarach b = 5cm, h = 6cm

W_x = 5 x 6^2 /6 = 30 cm^3, W_y = 6 x 5^2 /6 = 25 cm^3

J_x = 5 x 6^3/12 = 90 cm^4, J_y = 6 x 5^3/12 = 62.5 cm^4

Sprawdzenie naprężeń w łatach

$\sigma_g = M_x/W_x + M_y/W_y$=2024/30+1085/25=67.47+43.40=110.87kg/cm^2 < $\sigma_{m.y.d}$ = 186.9kg/cm^2

Sprawdzenie ugięcia łat f_{dop} = 150/200 = 0.75cm

f_x = (11.33x1.50^2) / (0.96x90) / 1.30 = 0.23cm

f_y = (6.07x1.50^2) / (0.96x62.5) / 1.30 = 0.18cm

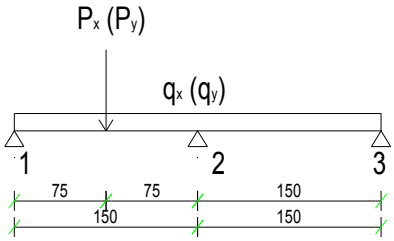
$f_{max} = (f_x^2 + f_y^2)^{1/2}$= ($0.23^2$ + 0.18^2)$^{1/2}$ = 0.29cm< f_{dop} = 0.75cm

Przypadek obciążenia łaty pokryciem dachowym i człowiekiem z narzędziami.

P = 1.00x1.20 = 1.20 kN

q_x = 0.1829 kN/mb P_x = 1.20x0.8660 = 1.04 kN

q_y = 0.1050 kN/mb P_y = 1.20x0.5000 = 0.60 kN



Momenty gnące prostopadłe do połaci dachu:

M_{12} = 0.070x0.1829 x 1.50^2 + 0.203x1.04x1.50 = 0.0288 + 0.3167 = 0.3455 kNm

M_{23} = 0.070x0.1829 x 1.50^2 - 0.047x1.04x1.50 = 0.0288 - 0.0733 = 0.0445 kNm

M_2 = -0.125x0.1829 x 1.50^2 - 0.094x1.04x1.50 = -0.0514 - 0.1466 = -0.1980 kNm

Momenty gnące równoległe do połaci dachu:

M_{12} = 0.070x0.1050 x 1.50^2 + 0.203x0.60x1.50 = 0.0165 + 0.1827 = 0.1992 kNm

M_{23} = 0.070x0.1050 x 1.50^2 - 0.047x0.60x1.50 = 0.0165 – 0.0423 = 0.0258 kNm

M_2 = -0.125x0. 1050 x 1.50^2 – 0.094x0.60x1.50 = -0.0295 - 0.0846 = -0.1141 kNm

Sprawdzenie naprężeń w łatach o przekroju 5x6cm

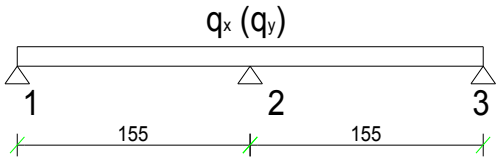
$\sigma_g = M_x/W_x + M_y/W_y = 3455/30 + 1992/25 = 115 + 80 = 195 kg/cm^2 > \sigma_{m.y.d}$ = 186.9kg/cm^2

Wniosek

Przekrój łat 5x6cm jest za mały i należy go zwiększyć.

c) Rozstaw krokwi 155cm i przekrój łat 6x6cm

q_x = 0.7196 kN/mb q_y = 0.3856 kN/mb



Momenty gnące i siły poprzeczne prostopadłe do połaci dachu:

$M_{12} = M_{23}$ = 0.070x0.7196 x 1.55^2 = 0.1210 kNm

M_2 = -0.125x0.7196 x 1.55^2 = -0.2161 kNm

$R_1 = R_3$ = 0.375x0.7196 x 1.55 = 0.4183 kN

$R_{2L} = R_{2P}$ = 0.625x0.7196 x 1.55 = 0.6971 kN

Momenty gnące i siły poprzeczne równoległe do połaci dachu:

$M_{12} = M_{23}$ = 0.070x0.3856 x 1.55^2 = 0.0648 kNm

M_2 = -0.125x0.3856 x 1.55^2 = -0.1158 kNm

$R_1 = R_3 = 0.375x0.3856 \times 1.55 = 0.2241kN$

$R_{2L} = R_{2P} = 0.625x0.3856 \times 1.55 = 0.3736\ kN$

Zastosowano drewno iglaste klasy C27.

$X_k = 0.9 \quad \gamma_M = 1.3$

$\sigma_{m.y.d} = f_{mk\,x} \times X_k/\gamma_M = 27 \times 0.9/1.3 = 18.69MPa$

Przyjęto łaty o wymiarach b = 6cm, h = 6cm

$W_x = W_y = 6 \times 6^2 /6 = 36\ cm^3$

$J_x = J_y = 6 \times 6^3/12 = 108\ cm^4$

Sprawdzenie naprężeń w łatach

$\sigma_g = M_x/W_x + M_y/W_y = 2161/36 + 1158/36 = 60.03 + 32.17 = 92.2kg/cm^2 < \sigma_{m.y.d} = 186.9kg/cm^2$

Sprawdzenie ugięcia łat $f_{dop} = 155/200 = 0.78cm$

$f_x = (12.10x1.55^2) / (0.96x108) / 1.30 = 0.22cm$

$f_y = (6.48x1.55^2) / (0.96x108) / 1.30 = 0.12cm$

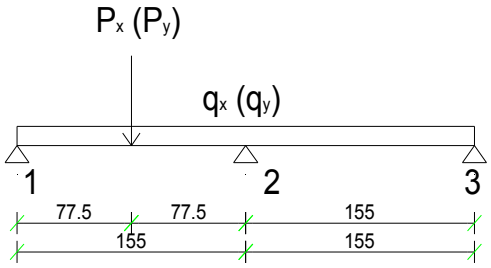
$f_{max} = (f_x^2 + f_y^2)^{1/2} = (0.22^2 + 0.12^2)^{1/2} = 0.25cm < f_{dop} = 0.78cm$

<u>Przypadek obciążenia łaty pokryciem dachowym i człowiekiem z narzędziami</u>

$P = 1.00x1.20 = 1.20\ kN$

$q_x = 0.1829\ kN/mb \qquad P_x = 1.20x0.8660 = 1.04\ kN$

$q_y = 0.1050\ kN/mb \qquad P_y = 1.20x0.5000 = 0.60\ kN$



Momenty gnące prostopadłe do połaci dachu:

$M_{12} = 0.070x0.1829 \times 1.55^2 + 0.203x1.04x1.55 = 0.0308 + 0.3272 = 0.3580\ kNm$

$M_{23} = 0.070x0.1829 \times 1.55^2 - 0.047x1.04x1.55 = 0.0308 - 0.0758 = -0.0450\ kNm$

$M_2 = -0.125x0.1829 \times 1.55^2 - 0.094x1.04x1.55 = -0.0549 - 0.1515 = -0.2064\ kNm$

Momenty gnące równoległe do połaci dachu:

$M_{12} = 0.070x0.1050 \times 1.55^2 + 0.203x0.60x1.55 = 0.0177 + 0.1888 = 0.2065\ kNm$

$M_{23} = 0.070x0.1050 \times 1.55^2 - 0.047x0.60x1.55 = 0.0177 - 0.0437 = -0.0260\ kNm$

M_2 = -0.125x0.1050 x 1.55^2 – 0.094x0.60x1.55 = -0.0315 - 0.0874 = -0.1189 kNm

Sprawdzenie naprężeń w łatach o przekroju 6x6cm

$\sigma_g = M_x/W_x + M_y/W_y = 3580/36 + 2065/36 = 99.44 + 57.36 = 156.8 kg/cm^2 < \sigma_{m.y.d} = 186.9 kg/cm^2$

Wniosek

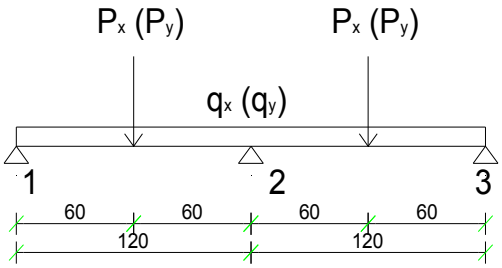
Na całej połaci dachu w części wschodniej należy zastosować łaty o przekroju 6x6cm przy klasie drewna C27. Rozstaw krokwi większy niż 1.60m należy zmniejszyć przez dodanie pośrednich krokwi.

d) Rozstaw krokwi 120cm

Obciążenie dachu pokryciem z dachówki oraz połową obciążenia człowieka z narzędziami.

q_x = 0.1829 kN/mb P_x = 1.00x1.20x0.5x0.8660 = 0.52 kN

q_y = 0.1050 kN/mb P_y = 1.00x1.20x0.5x0.5000 = 0.30 kN



Momenty gnące i siły poprzeczne prostopadłe do połaci dachu:

$M_{12} = M_{23}$ = 0.070x0.1829 x 1.20^2 + 0.156x0.52x1.20 = 0.0184 + 0.0973 = 0.1157 kNm

M_2 = -0.125x0.1829 x 1.20^2 – 0.188x0.52x1.20 = -0.0329 - 0.1173 = -0.1502 kNm

$R_1 = R_3$ = 0.375x0.1829 x 1.20 + 0.312x0.52 = 0.0823 + 0.1622 = 0.2445 kN

$R_{2L} = R_{2P}$ = 0.675x0.1829 x 1.20 + 0.688x0.52 = 0.1481 + 0.3578 = 0.5059 kN

Momenty gnące i siły poprzeczne równoległe do połaci dachu:

$M_{12} = M_{23}$ = 0.070x0.1050 x 1.20^2 + 0.156x0.30x1.20 = 0.0106 + 0.054 = 0.0646 kNm

M_2 = -0.125x0.1050 x 1.20^2 – 0.188x0.30x1.20 = -0.0189 - 0.0677 = -0.0866 kNm

$R_1 = R_3$ = 0.375x0.1050 x 1.20 + 0.312x0.30 = 0.0473 + 0.093 = 0.1403 kN

$R_{2L} = R_{2P}$ = 0.675x0.1050 x 1.20 + 0.688x0.30 = 0.0851 + 0.2064 = 0.2915 kN

Przyjęto łaty o przekroju 5x6cm

$W_x = W_y$ = 5 x $6^2/6$ = 30.0 cm^3

$J_x = J_y$ = 5 x $6^3/12$ = 90.0 cm^4

Sprawdzenie naprężeń w łacie

$\sigma_g = M_x/W_x + M_y/W_y = 1502/30 + 866/30 = 50.1 + 28.9 = 79.0 kg/cm^2 < \sigma_{m.y.d} = 186.9 kg/cm^2$

Sprawdzenie ugięcia łat $f_{dop} = 120/200 = 0.6cm$

$f_x = (11.57 \times 1.20^2) / (0.96 \times 90) / 1.20 = 0.16cm$

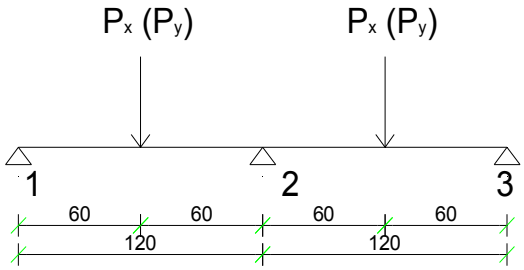
$f_y = (6.46 \times 1.20^2) / (0.96 \times 90) / 1.20 = 0.09cm$

$f_{max} = (f_x^2 + f_y^2)^{1/2} = (0.16^2 + 0.09^2)^{1/2} = 0.18cm < f_{dop} = 0.6cm$

<u>Przypadek obciążenia łaty dwoma pracownikami z narzędziami</u>

Stadium wykonawcze przed ułożeniem dachówki. Po ułożeniu dachówki obciążenie każdego człowieka z narzędziami rozkłada się na dwie łaty. W obliczeniach pominięto ciężar łaty.

$P_x = 1.00 \times 1.20 \times 0.8660 = 1.04 kN$ $P_y = 1.00 \times 1.20 \times 0.5000 = 0.60 kN$



Momenty gnące prostopadłe do połaci dachu:

$M_{12} = M_{23} = 0.156 \times 1.04 \times 1.20 = 0.1947 kNm$

$M_2 = -0.188 \times 1.04 \times 1.20 = 0.2346 kNm$

Momenty gnące równoległe do połaci dachu:

$M_{12} = M_{23} = 0.156 \times 0.60 \times 1.20 = 0.1123 kNm$

$M_2 = -0.188 \times 0.60 \times 1.20 = 0.1354 kNm$

Przekrój łaty 5x6cm

$W_x = W_y = 5 \times 6^2/6 = 30 cm^3$

$J_x = J_y = 5 \times 6^3/12 = 90 cm^4$

Sprawdzenie naprężeń w łacie

$\sigma_g = M_x/W_x + M_y/W_y = 2346/30 + 1354/30 = 78.2 + 45.1 = 123.3 kg/cm^2 < \sigma_{m.y.d} = 186.9 kg/cm^2$

Sprawdzenie ugięcia łat $f_{dop} = 120/200 = 0.6cm$

$f_x = (19.47x1.20^2) / (0.96x90) / 1.20 = 0.27cm$

$f_y = (11.23x1.20^2) / (0.96x90) / 1.20 = 0.16cm$

$f_{max} = (f_x^2 + f_y^2)^{1/2} = (0.27^2 + 0.16^2)^{1/2} = 0.31cm < f_{dop} = 0.6cm$

Uwagi

W wyniku wykonanych obliczeń statycznych przyjęto dla połaci północnej, południowej, zachodniej, biblioteki, hotelu i oficyny przekrój łat 5x6cm, a dla dla połaci wschodniej przekrój łat 6x6cm przy założeniu, że rozstaw osiowy krokwi nie przekracza 1.55m przy klasie drewna C27. Przy większym rozstawie krokwi należy ich rozstaw zagęścić, tak by po zagęszczeniu krokwi ich rozstaw nie przekraczał 1.55m liczony w ich osiach.