

Jednostka projektowa:



ARCHINWEST
PRZEMYSŁAW BORYS

18-200 WYSOKIE MAZOWIECKIE UL. 1 MAJA 27

TEL. 606 328 109 NIP 722-148-67-37

EMAIL: ARCH.BORYS@GMAIL.COM REGON 200736597

Biuro projektowe:



Biuro Projektowe ARTECH Michał Wojno
ul. Moniuszki 19
18-300 Zambrów
tel. 692977702, e-mail artechmwojno@interia.pl
NIP: 7231629256; REGON: 200831090
www.artechmwojno.com.pl

Projekt techniczny

Projekt:

BUDOWA PRZEDSZKOŁA ŁĄCZNIE ZE ŻŁOBKIEM W MIEJSCOWOŚCI NOWE PIEKUTY

dz. nr 38/1, 39/2, 39/3 jednostka ewidencyjna Nowe Piekuty 201307_2, obręb Nowe Piekuty 0025

Kategoria budynku:

Kategoria IX – budynki kultury, oświaty i nauki,

Inwestor:

Gmina Nowe Piekuty, ul. Główna 8, 18-212 Nowe Piekuty

Branża	Autor	Podpis
KONSTRUKCJA	Projektant: mgr inż. Stefan Wojno Numer uprawnień Łom 43/86	
	Projektant: mgr inż. Dariusz Lendzioszek Numer uprawnień LOM-59	
	Projektant: mgr inż. arch. Michał Wojno	

1. Rozwiązania konstrukcyjne obiektu budowlanego	3
2. Ekspertyza techniczna obiektu	5
3. Geotechniczne warunki i sposób posadowienia obiektu	6
4. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe , przyjęte schematy konstrukcyjne i obciążenia....	7
5. Podstawowe parametry technologiczne oraz współzależności urządzeń i wyposażenia obiektu produkcyjnego lub usługowego	39

Spis rysunków

K-1 Rzut fundamentów	K-36 Konstrukcja stropu 3 górą
K-2 Rzut przyziemia	K-37 Konstrukcja wieńców
K-3 Rzut pietra	K-38 Konstrukcja ściany U-1
K-4 Rzut poddasza	K-39 Konstrukcja szybu windowego
K-5 Rzut ławy fundamentowej ŁF-1	
K-6 Rzut stopy fundamentowej	
K-7 Konstrukcja słupa S1	
K-8 Konstrukcja słupa S2	
K-9 Konstrukcja słupa S3	
K-10 Konstrukcja słupa S4	
K-11 Konstrukcja słupa S5	
K-12 Konstrukcja słupa S6	
K-13 Konstrukcja słupa S7	
K-14 Konstrukcja słupa S8	
K-15 Konstrukcja słupa S9	
K-16 Konstrukcja słupa S10	
K-17 Konstrukcja słupa S11	
K-18 Konstrukcja nadproża N1 i N2	
K-19 Konstrukcja nadproża N3 i N4	
K-20 Konstrukcja nadproża N5	
K-21 Konstrukcja podciągu P1	
K-22 Konstrukcja podciągu P2	
K-23 Konstrukcja podciągu P3	
K-24 Konstrukcja podciągu P4	
K-25 Konstrukcja podciągu P5	
K-25 Konstrukcja podciągu P6	
K-27 Konstrukcja podciągu P7	
K-28 Konstrukcja podciągu P8	
K-29 Konstrukcja podciągu P9 i P10	
K-30 Konstrukcja schodów SCH1	
K-31 Konstrukcja stropu 1 dołem	
K-32 Konstrukcja stropu 1 górą	
K-33 Konstrukcja stropu 2 dołem	
K-34 Konstrukcja stropu 2 górą	
K-35 Konstrukcja stropu 3 dołem	

1. Rozwiązania konstrukcyjne obiektu budowlanego

Fundamenty

- Ławy fundamentowe o szerokości 60 cm oraz wysokości 40 cm, żelbetowe, wylewane z betonu C20/25 (B25), zbrojone 4 prętami ze stali AIII (B500S/B500SP) o średnicy $\varnothing 12$ ze strzemionami ze stali A0 (St0s) i średnicy $\varnothing 6$ co 25 cm.
- Stopy fundamentowe 140x140 cm, wylewana z betonu C20/25 (B25), zbrojona dołem siatką prętów ze stali AIII (B500S/B500SP) o średnicy $\varnothing 12$ co 15 cm.

Otulina 5 cm.

Fundamenty należy wykonywać na warstwie wylewki z chudego betonu C8/10 (B10) gr. 10 cm

Zalecane jest dodanie domieszki napowietrzającej do betonu dla ław fundamentowych.

Ściany

- Ściany w technologii murowanej tradycyjnej z pustaka ceramicznego na zaprawę cementowo-wapienną, docieplony w technologii lekkiej-mokrej
- Ściana fundamentowa, z bloczków betonu komórkowego na zaprawę cementową.
- Wylewana ściana żelbetowa betonu C20/25 (B25), zbrojona obustronnie siatką prętów ze stali AIII (B500S/B500SP) o średnicy $\varnothing 12$ co 15 cm w pionie i 20 cm w poziomie. Otulina 2 cm (XC2).
-

Słupy

- Słupy żelbetowe o wym. 25x25 cm, wylewane z betonu C20/25(B25), zbrojone 4 prętami ze stali (AIII B500S/B500SP) o średnicy $\varnothing 12$ ze strzemionami ze stali A0 i średnicy $\varnothing 6$ co 20 cm. W poniżej poziomu gruntu otulina 3 cm (XC4), powyżej 2 cm (XC2).
- Słupy żelbetowe o wym. 25x58, 25x41, 25x55 cm, wylewane z betonu C20/25(B25), zbrojone 6 prętami ze stali (AIII B500S/B500SP) o średnicy $\varnothing 12$ ze strzemionami ze stali A0 i średnicy $\varnothing 6$ co 20 cm. W poniżej poziomu gruntu otulina 3 cm (XC4), powyżej 2 cm (XC2).
- Słupy żelbetowe o wym. 25x80, 25x78 cm, wylewane z betonu C20/25(B25), zbrojone 8 prętami ze stali (AIII B500S/B500SP) o średnicy $\varnothing 12$ ze strzemionami ze stali A0 i średnicy $\varnothing 6$ co 20 cm. W poniżej poziomu gruntu otulina 3 cm (XC4), powyżej 2 cm (XC2).

Podciągi

- Podciąg o przekroju 25x93,5 cm, zbrojony 5 prętami $\varnothing 16$ dołem, z których 2 będą odgięte przy podporach, 3 prętami $\varnothing 16$ górą oraz 2 prętami $\varnothing 16$ pośrednimi, ze strzemionami $\varnothing 6$ A0 co 10-20 cm zagęszczającymi się przy podporach, wylewane z betonu C20/25(B25), otulina 2 cm (XC2). Stal AIII B500S/B500SP, A0 St0s.
- Podciąg o przekroju 25x40 cm, zbrojony 5 prętami $\varnothing 16$ dołem, z których 2 będą odgięte przy podporach oraz 3 prętami $\varnothing 16$ górą, ze strzemionami $\varnothing 6$ co 10-20 cm zagęszczającymi się przy podporach, wylewane z betonu C20/25(B25), otulina 2 cm (XC2). Stal AIII B500S/B500SP, A0 St0s.
- Podciąg o przekroju 25x45 cm, zbrojony 5 prętami $\varnothing 16$ dołem, z których 2 będą odgięte przy podporach oraz 3 prętami $\varnothing 16$ górą, ze strzemionami $\varnothing 6$ co 10-20 cm

zagęszczającymi się przy podporach, wylewane z betonu C20/25(B25), otulina 2 cm (XC2). Stal AIII B500S/B500SP, A0 St0s.

- Podciąg o przekroju 25x113,5 i 25x119,5 cm, zbrojony 5 prętami Ø16 dołem, 5 prętami Ø16 górą oraz prętami pośrednimi z 2x3Ø16 ze siatką obustronna Ø16 co 10-20 cm, wylewane z betonu C20/25(B25), otulina 2 cm (XC2). Stal AIII B500S/B500SP.
- Podciąg o przekroju 25x25 i 25x30 cm, zbrojony 5 prętami Ø12 dołem, z których 2 będą odgięte przy podporach oraz 3 prętami Ø12 górą, ze strzemionami Ø6 co 10-20 cm zagęszczającymi się przy podporach, wylewane z betonu C20/25(B25), otulina 2 cm (XC2). Stal AIII B500S/B500SP, A0 St0s.

Nadproża

- Nadproża systemowe lub żelbetowe, wylewane z betonu C20/25 (B25) zbrojone 5 prętami Ø12 dołem, z których 2 będą odgięte przy podporach oraz 3 prętami Ø12 górą, ze strzemionami Ø6 co 20 cm zagęszczającymi się przy podporach. Otulina 2 cm (XC2). Stal AIII B500S/B500SP, A0 St0s.

Schody

- Schody wylewane żelbetowe, gr 15 cm zbrojone prętami Ø12 dołem co 15 cm oraz prętami Ø12 górą przy podporach co 15 cm, Pręty rozdzielcze Ø12 co 20 cm, wylewane z betonu C20/25(B25), otulina 2 cm (XC2). Stal AIII B500S/B500SP. wylewane z betonu C30/37(B37),

Strop

Strop gr. 15 i 20 cm, zbrojony siatką prętów Ø12 co 15 cm na kierunku głównym i Ø12 co 20 cm na kierunku rozdzielczym. Stal AIII B500S/B500SP.

Wieńce

- Wieńce żelbetowe, wylewane z betonu C20/25 (B25) zbrojone 2 prętami Ø12 dołem, oraz 2 prętami Ø12 górą, ze strzemionami Ø6 co 30 cm. Otulina 2 i 3,2 cm (XC2). Stal AIII B500S/B500SP, A0 St0s.

Dach

- Budynek przekrywać będzie częściowo dach dwuspadowy w konstrukcji jętkowej dwustolcowej. Materiałem wykończeniowym będzie dachówka ceramiczna.
- Krokwie – 8x20 cm
- Jętki – 8x20 cms
- Słupy – 16x16 cm
- Murłaty – 14x14 cm
- Płatwie – 16x20 cm
- Łaty - 4x6 cm
- Kontrłaty – 4x6 cm
- Przedłużenie płatwi – ceownik C220
- Wszystkie elementy drewniane należy zaimpregnować preparatem przeciw rozwojowi grzybów i pleśni np. solnym wodorozpuszczalnym
- Murłaty mocowane śrubami M20, zabetonowanymi w wieńcu na głębokość minimum 15 cm.

2. Ekspertyza techniczna obiektu

a) Podstawa prawna

1. Prawo budowlane, ustawa z dnia 7 lipca 1994r. (z późniejszymi zmianami)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr. 75, poz.690 z późniejszymi zmianami).
3. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych
4. PN-EN 1991-1-4 Obciążenia ogólne - ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
5. PN-EN 1991-1-4 Oddziaływania ogólne - obciążenie wiatrem.
6. PN-EN-1991-1-3 Oddziaływania ogólne - obciążenie śniegiem.
7. PN-EN 1995-1-1 Projektowanie konstrukcji drewnianych. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków
8. PN-EN 1996-1-1 Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
9. PN-EN 1992-1-1 Projektowanie konstrukcji z betonu. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
10. PN-EN 1997-1-1 Projektowanie geotechniczne. Zasady ogólne

b) Opis stanu istniejącego

Istniejący budynek przedszkola, piętrowy z poddaszem, kształtem zbliżonym do przylegających do siebie prostokątów, przekryty dachem wielospadowym, użytkowany.

c) Ocena stanu technicznego

Posadowienie obiektu:

Budynek posadowiony jest na ławie fundamentowej 60x40 cm. Podczas odkrywek gruntu stwierdzono, że ławy fundamentowe znajdują się poniżej głębokości przemarzania. Posadowienie na głębokości poniżej 1,20m odpowiada wymaganiom III strefy przemarzania gruntu. Dokonano odkrywek fundamentów wewnątrz budynku w okolicach południowo-zachodniego narożnika. Stwierdzono, że słupy fundamentowe na stopach są żelbetowe, w dobrym stanie technicznym bez objawów korozji zbrojenia i betonu. Nie stwierdza się rys ani pęknięć, nie zachodzi tu nasilone zjawisko korozji biologicznej.

Fundament w stanie dobrym, zaleca się dodatkową ocenę elementów podczas prac ziemnych w bezpośrednim sąsiedztwie budynku.

Ściany zewnętrzne

Ściany konstrukcyjne zewnętrzne i budynku w technologii tradycyjnej, gdzie materiałem konstrukcyjnym jest bloczek betonowy oraz pustak ceramiczny) - ***stan techniczny bardzo dobry, stan wizualny dobry.***

Ściany wewnętrzne - wykonane z pustaka ceramicznego oraz bloczka betonowego - **stan techniczny bardzo dobry, stan wizualny dobry.**

Posadzki

Posadzka obiekcie na parterze w postaci wylewki betonowej, lanej bezpośrednio na grunt, docieplonej i wykończonejszlchtą. Nie stwierdza się ubytków w posadzce ani zawilgoceń, na piętrze w postaci wylewki betonowej wydającej głuchy odgłos – **stan techniczny dobry, stan wizualny dobry.**

Schody w budynku – żelbetowe, dwubiegowe ze spocznikiem brak spękań i odprysków. Pokrycie z lastryko -**stan techniczny bardzo dobry, stan wizualny dobry.**

Schody zewnętrzne, murki oporowe - **stan techniczny dobry, stan wizualny dobry.**

Stropy – żelbetowy i systemowy, brak dostępu od spodu ze względu na tynkowanie i podwieszenie podwieszenie sufitu. Brak widocznych ubytków i spękań - **stan techniczny dobry, stan wizualny dobry.**

Nadproża – nadproża żelbetowe - **stan techniczny dobry, stan wizualny dobry.**

Dach

Dach wielospadowy na całości budynku, przekrycie z blachodachówki, brak pleśni i zawilgoceń– **stan techniczny dobry, stan wizualny dobry.**

Stolarka okienna – okna PVC - **stan techniczny dobry, stan wizualny dobry.**

Stolarka drzwiowa – drzwi PVC - **stan techniczny dobry, stan wizualny dobry.**

Wentylacja i kominy - W budynku wentylacja grawitacyjna, piony i kominy wyprowadzone powyżej połaci dachowej - **stan techniczny i wizualny dobry**

Uwagi końcowe - Budynek jest w ogólnym stanie technicznym dobrym. Elementy konstrukcyjne nie posiadają widocznych uszkodzeń ani odkształceń . Elementy konstrukcyjne nie stwarzają zagrożeń dla użytkowników budynku. Wzniesiony jest on na niezależnej konstrukcji w stosunku do obiektów na działkach sąsiednich.

Planowana budowa w jego bezpośrednim sąsiedztwie nie będzie miała negatywnego wpływu

3. Geotechniczne warunki i sposób posadowienia obiektu

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych / Dz. U. 126 poz. 839 / projektowany budynek zalicza się do pierwszej kategorii geotechnicznej – występują tu proste warunki gruntowe w jednolitych warstwach.
- Posadowienie budynku 1,20 m poniżej poziomu gruntu (III strefa przemarzania)

4. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe , przyjęte schematy konstrukcyjne i obciążenia

a) Obciążenia

1 Strop międzykondygnacyjny

1.1 Dane ogólne

Kategoria rysoodporności	-	2b
Przeznaczenie	-	strop międzykondygnacyjny
Klasa ekspozycji	-	XC1
Kategoria obciążenia:	-	C - powierzchnie ze stolami

1.2 Obciążenie stałe na 1 m²

Wymiary i waga elementów

	wys[m]	szer[m]	rozstaw[m]	waga	Jednostka
Folia	0,02	1	1	0,012	[kN/m ²]
Beton	0,045	1	1	2,5	[kN/m ³]
Wetna mineralna	0,3	1	1	0,15	[kN/m ³]
Tynk	0,02	1	1	0,3	[kN/m ²]
Strop powieszany	0,015	1	1	0,3	[kN/m ²]

Obciążenie

Rodzaj obciążenia		Wartości charakterystyczne [kN/m ²]		Współczynniki obliczeniowe	Wartości obliczeniowe [kN/m ²]
-					
1	Folia	przyjęto	0,012	1,35	0,016
2	Beton	[(0,045*1*2,5):1]	0,113	1,35	0,152
3	Wetna mineralna	[(0,30*1*0,15):1]	0,045	1,35	0,061
4	Tynk	Przyjęto	0,3	1,35	0,405
5	Strop powieszany	przyjęto	0,3	1,35	0,405
-	Razem:	g _{1k}	0,770	-	g _{1d} 1,038

Obciążenie technologiczne

Rodzaj obciążenia		Wartości charakterystyczne[kN/m ²]		WspółczynnikiObliczeniowe	WartościOb
1	Fotowoltaika	przyjęto	1,000	1,35	1,350
-	Razem:	g _{2k}	1,000	-	g _{2d} 1,350

Obciążenie technologiczne

Obciążenie techniczne		Wartości charakterystyczne[kN/m ²]		WspółczynnikiObliczeniowe		WartościOb
-	2	Instalacje	przyjęto	0,500	1,35	0,675
-		Razem:	g _{2k}	0,500	-	g _{2d} 0,675

1.3 Obciążenie zmienne na 1 m²

Kategoria	Wartość	Jednostka	Współczynniki obliczeniowe	Wartości
C; C1 - powierzchnie ze stolami	3	[kN/m ²]	1,5	4,500
q _{1k} =	3	[kN/m ²]	q _{2d} =	4,500

2 Stropodach

2.1 Dane ogólne

Kategoria rysoodporności	-	2b
Przeznaczenie	-	stropodach
Klasa ekspozycji	-	XC1
Kategoria obciążenia:	-	obciążenie śniegiem <1000m

2.2 Obciążenie stałe na 1 m²

Wymiary i waga elementów

	wys[m]	szer[m]	rozstaw[m]	waga	Jednostka
2x papa	0,01	1	1	0,1	[kN/m ²]
wetna mineralna	0,25	1	1	1,8	[kN/m ³]
paroizolacja	0,01	1	1	0,01	[kN/m ²]
folia w płynie	0,01	1	1	0,01	[kN/m ²]

Obciążenie

Obciążenie		Rodzaj obciążenia		Wartości charakterystyczne [kN/m ²]		Współczynniki obliczeniowe		Wartości	
-	1	2x papa		przyjęto	0,100		1,35		0,135
	2	wetna mineralna		[(0,25*1*1,8):1]	0,450		1,35		0,608
	3	paroizolacja		Przyjęto	0,010		1,35		0,014
	4	folia w płynie		Przyjęto	0,01		1,35		0,014
-	Razem:		g _{1k}	0,570	-	g _{1d}	0,769		

Obciążenie technologiczne

Obciążenie technologiczne					
-	Rodzaj obciążenia	Wartości charakterystyczne[kN/m ²]		WspółczynnikiObliczeniowe	WartościOb
1	Instalacje	przyjęto		1,35	0,675
-	Razem:	g _{2k}	0.500	-	g _{2d} 0,675

2.3 Obciążenie zmienne na 1 m²

Kategoria	Wartość	Jednostka	Współczynniki obliczeniowe	Wartości
Obciążenie śniegiem <1000 m	1,280	[kN/m ²]	1,5	1,920
Obciążenie wiatrem	0,332	[kN/m ²]	2,5	0,831
q _{1k} =	1,612	[kN/m ²]	q _{2d} =	2,751

Obciążenie śniegiem

Współczynnik kształtu dachu (z^o)

μ_s= 0,8
 Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem (IV strefa)

s_k= 1,6 [kN/m²]

Współczynnik ekspozycji (dla terenu normalnego)

C_e= 1

Współczynnik termiczny

C_t= 1

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem wynosi

S=μ_s·C_e·C_t·s_k= 1,280 [kN/m²]

Ustalenie współczynnika ekspozycji $C_{ex}(z)$

dla terenu II kategorii, dla $z=h=$

z 12,520 [m]
 $C_{ex}(z)=2,3 \cdot (16,044/10)^{0,24}=$ C_{ex} 2,427 [kN/m²]

Wartość charakterystyczna szczytowa ciśnienia prędkości $q_p(z)$

$q_p(z)=C_{ex}(z) \cdot q_b=$ $q_p(z)$ 0,734 [kN/m²]

Określenie współczynnika ciśnienia zewnętrznego c_{pe} dla dachu Dach dwuspadowy:

1.8

H 12,520 [m]
 $h=$ 12,520 [m]
 $L=$ 21,07 [m]
 $b=$ 21,07 [m]
 $B=$ 12,89 [m]
 $d=$ 12,89 [m]
 $e=$ 21,07

$e=b$

$2h > b$ więc przyjęto mniejsze z dwóch

Ustalono współczynnik ciśnienia $C_{pe,10}$ dla każdego pola dla pochylenia 35°

I wariant	
POLE	C_{pe}
F	0,7
G	0,7
H	0,4
I	0
J	0

II wariant	
POLE	C_{pe}
F	-0,5
G	-0,5
H	-0,2
I	-0,4
J	-0,5

Ciśnienie wiatru W_e działające na powierzchnie zewnętrzne konstrukcji jako średnie działające

Na połacie dachową nawietrzną i zawietrzną obliczono dla następujących warunków:

Wariant I

Ciśnienie dla strony nawietrznej

$$C_{pe,sr}^n = [C_F \cdot e/10 \cdot e/4 \cdot 2 + C_G \cdot e/10 \cdot (b - 2e/4) + C_{H1} \cdot (d/2 - e/10) \cdot b] / (0,5d \cdot b) = 68 \quad / \quad 135,80$$

$$C_{pe,sr}^n = 0,498076028$$

Ciśnienie dla strony zawietrznej

$$C_{pe,sr}^z = [C_J \cdot e/10 \cdot b + C_I \cdot (d/2 - e/10) \cdot b] / (0,5d \cdot b) = (0+0)/585$$

$$C_{pe,sr}^z = 0$$

Wariant IIF $s_{30}=-0,5$, $G_{30}=-0,5$, $H_{30}=-0,2$, $I_{30}=-0,4$, $J_{30}=-0,5$,

Ciśnienie dla strony nawietrznej

$$C_{pe,sr}^n = [C_F \cdot e/10 \cdot e/4 \cdot 2 + C_G \cdot e/10 \cdot (b - 2e/4) + C_{H1} \cdot (d/2 - e/10) \cdot b] / (0,5d \cdot b) = -40 \quad / \quad 135,80$$

$$C_{pe,sr}^n = -0,298076028$$

Ciśnienie dla strony zawietrznej

$$C_{pe,sr}^z = [C_J \cdot e/10 \cdot b + C_I \cdot (d/2 - e/10) \cdot b] / (0,5d \cdot b) = -58,8 \quad / \quad 135,80$$

$$C_{pe,sr}^z = -0,432692009$$

Wartość charakterystyczna ciśnienia wiatru W_k działającego na powierzchnie zewnętrzne konstrukcji Dachy (połacie dachowej) wynosi:

I	$W_k = W_{k1} = q_p(z) \cdot C_{pe}^n =$	0,365741207 [kN/m ²]
I	$W_k = W_{k1}^z = q_p(z) \cdot C_{pe}^z =$	0 [kN/m ²]
II	$W_k = W_{k1}^n = q_p(z) \cdot C_{pe}^n =$	-0,218879609 [kN/m ²]
II	$W_k = W_{k1}^z = q_p(z) \cdot C_{pe}^z =$	-0,3177292 [kN/m ²]

b) Część obliczeniowa

1. Spis treści

1. Spis treści
2. Generowane obciążenia dowolne
3. Dowolne obciążenie powierzchniowe
4. Przemieszczenie 3D; U_total
5. Projektowanie zbrojenia (SGN+SGU); As,req,1+
6. Projektowanie zbrojenia (SGN+SGU); As,req,2+
7. Projektowanie zbrojenia (SGN+SGU); As,req,1-
8. Projektowanie zbrojenia (SGN+SGU); As,req,2-
9. Przypadki obciążeń
10. Grupy obciążeń
11. Kombinacje

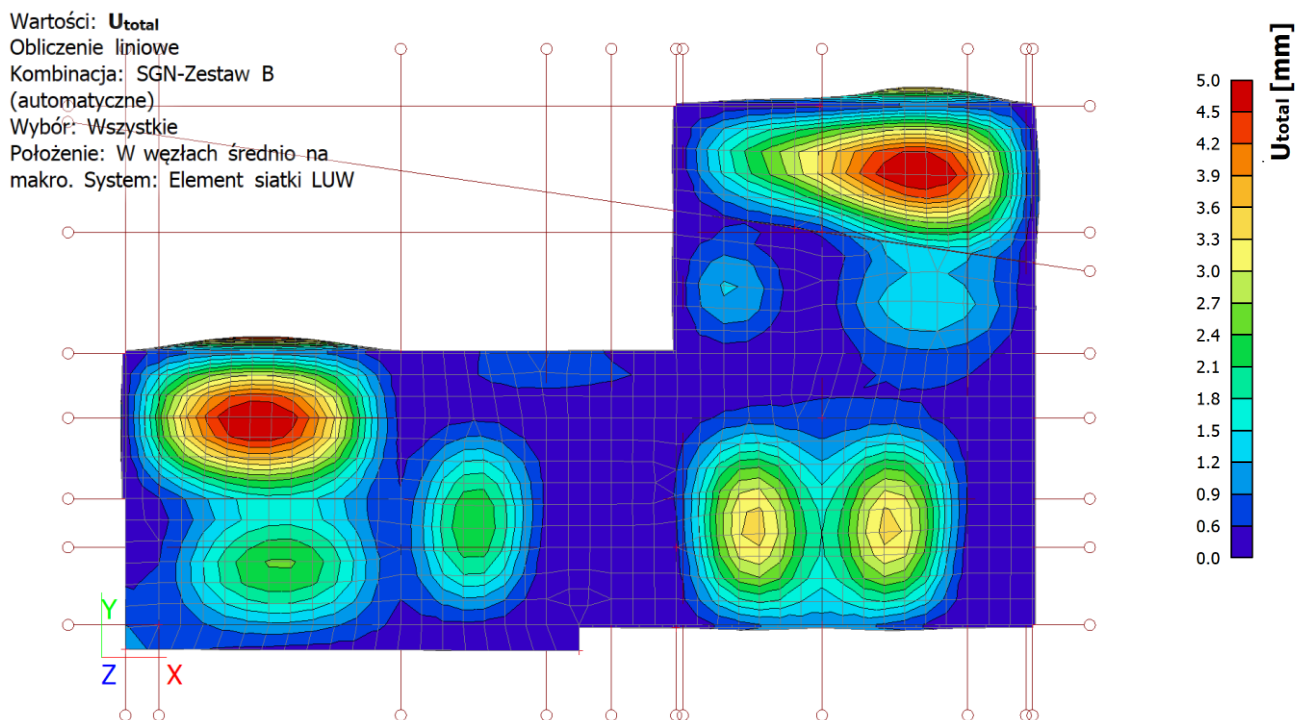
2. Generowane obciążenia dowolne

Nazwa	Przypadek obciążenia	Element powierzchniowy	Kier	Rodzaj obciążenia	Obciążenie początkowe	q [kN/m ²]	System
			Rozdzielenie	Typ		Wartość - P [kN/m]	Położenie
GFF1	LC5 - Użytkowe	S1	Z	Powierzchnia	FF1	-3,00	GUW
			Równomierny	Siła			Długość
GFF2	LC4 - Wykończenie	S1	Z	Powierzchnia	FF2	-0,77	GUW
			Równomierny	Siła			Długość
GFF3	LC4 - Wykończenie	S1	Z	Powierzchnia	FF3	-0,57	GUW
			Równomierny	Siła			Długość
GFF4	LC3 - Śnieg	S1	Z	Powierzchnia	FF4		GUW
			Równomierny	Śnieg			Długość
GFF5	LC2 - Wiatr	S1	Z	Powierzchnia	FF5	-0,33	GUW
			Równomierny	Siła			Długość

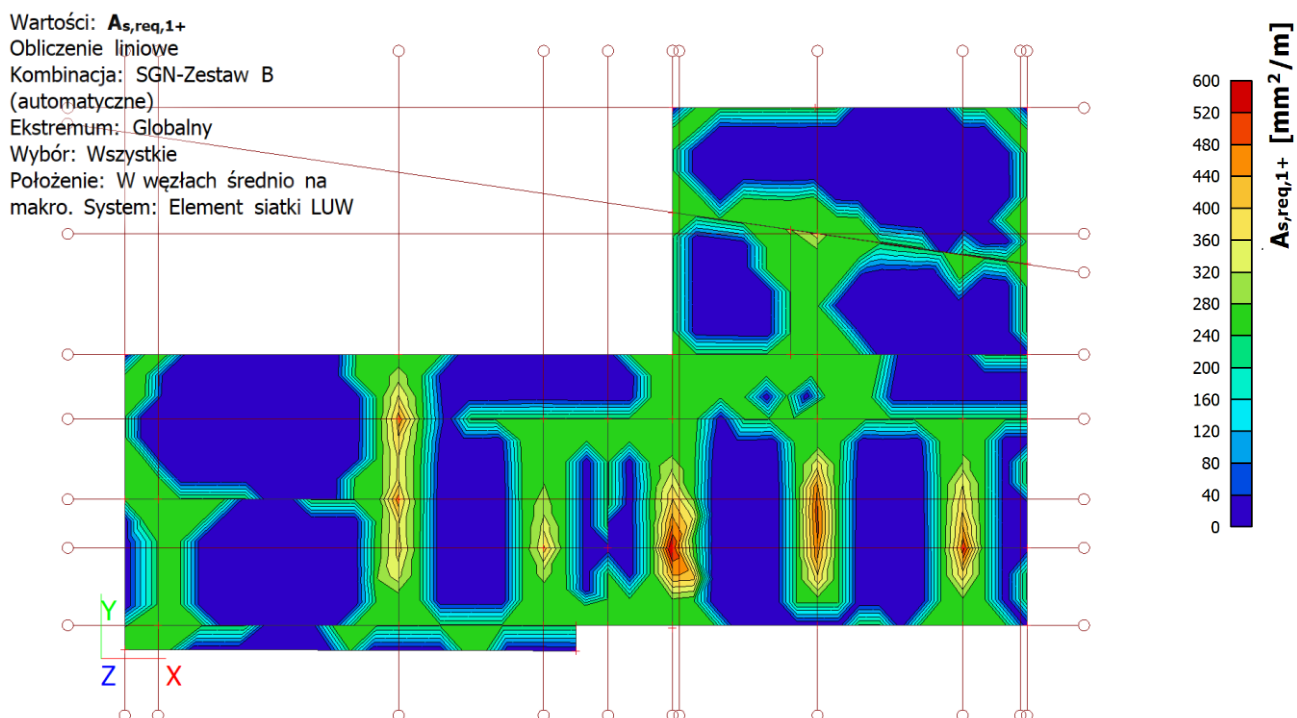
3. Dowolne obciążenie powierzchniowe

Nazwa	Przypadek obciążenia	Kier	Typ	Rozdzielenie	q [kN/m ²]	q1 [kN/m ²]	Współ.1 [-]	Ważność	Wybierz	System	Położenie
							Współ.2 [-]				
							Współ.3 [-]				
FF1	LC5 - Użytkowe	Z	Siła	Równomierny	-3,00			Wszystkie	Auto	GUW	Długość
FF2	LC4 - Wykończenie	Z	Siła	Równomierny	-0,77			Wszystkie	Auto	GUW	Długość
FF3	LC4 - Wykończenie	Z	Siła	Równomierny	-0,57			Wszystkie	Auto	GUW	Długość
FF4	LC3 - Śnieg	Z	Śnieg	Równomierny		-1,15	-1,28	Wszystkie	Auto	GUW	Długość
FF5	LC2 - Wiatr	Z	Siła	Równomierny	-0,33			Wszystkie	Auto	GUW	Długość

4. Przemieszczenie 3D; U_total

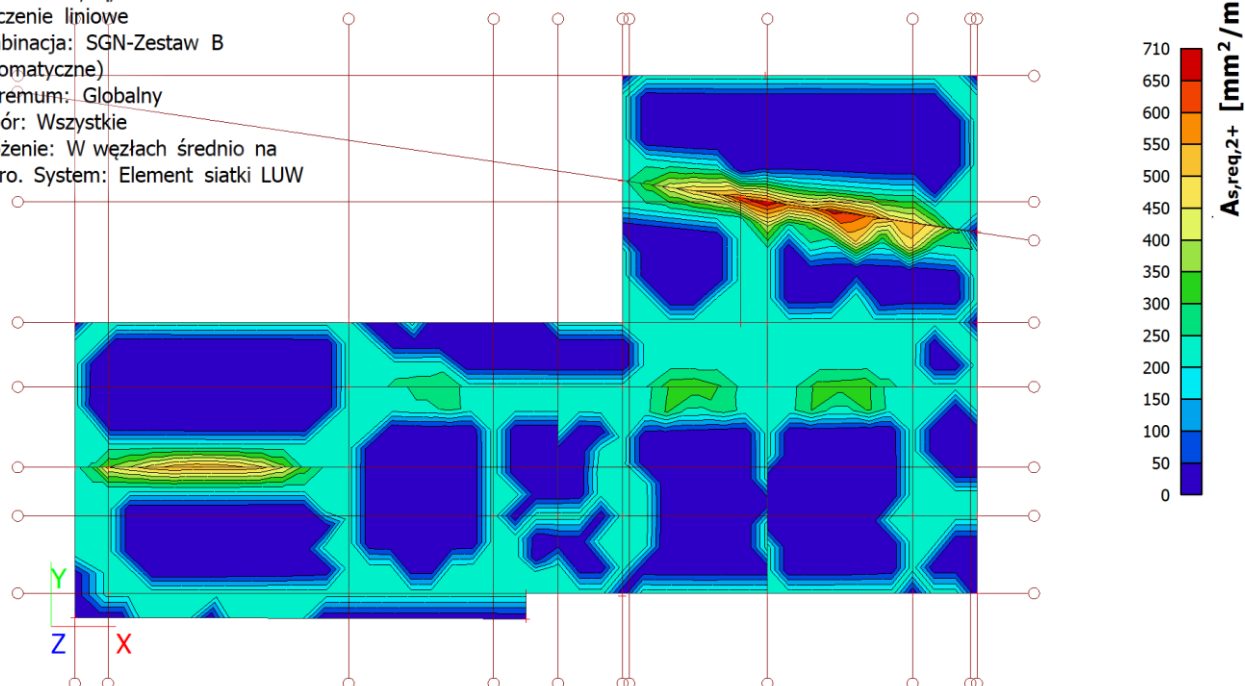


5. Projektowanie zbrojenia (SGN+SGU); $A_{s,req,1+}$



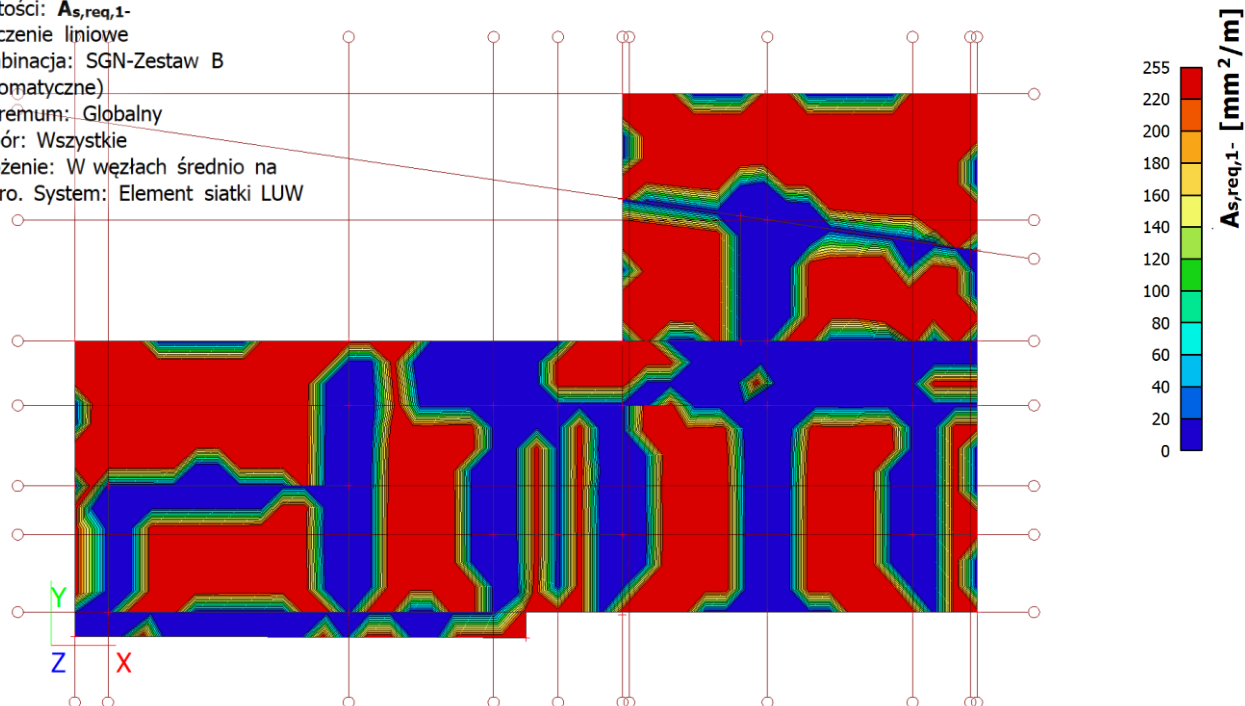
6. Projektowanie zbrojenia (SGN+SGU); $A_{s,req,2+}$

Wartości: $A_{s,req,2+}$
 Obliczenie liniowe
 Kombinacja: SGN-Zestaw B
 (automatyczne)
 Ekstremum: Globalny
 Wybór: Wszystkie
 Położenie: W węzłach średnio na
 makro. System: Element siatki LUW



7. Projektowanie zbrojenia (SGN+SGU); $A_{s,req,1-}$

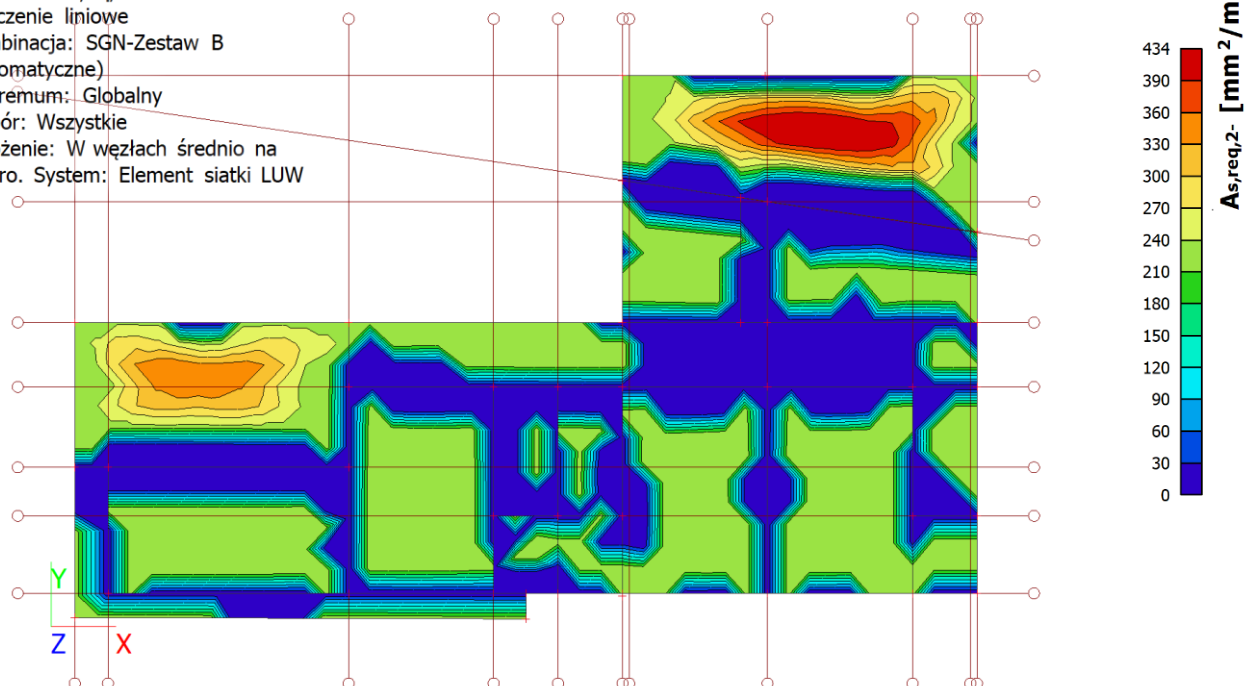
Wartości: $A_{s,req,1-}$
 Obliczenie liniowe
 Kombinacja: SGN-Zestaw B
 (automatyczne)
 Ekstremum: Globalny
 Wybór: Wszystkie
 Położenie: W węzłach średnio na
 makro. System: Element siatki LUW



8. Projektowanie zbrojenia (SGN+SGU); $A_{s,req,2-}$

Wartości: $A_{s,req,2}$ -
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGN-Zestaw B
(automatyczne)

Ekstremum: Globalny
Wybór: Wszystkie
Polożenie: W węzłach średnio na
makro. System: Element siatki LUW



9. Przypadki obciążeń

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Czas trwania	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia				
LC1	Cieężar własny	Stały Cieężar własny	LG1	-Z		
LC2	Wiatr Wiatr statyczny	Zmienny Stacyjny	LG2			Żadny
LC3	Śnieg Śnieg	Zmienny Stacyjny	LG2			Żadny
LC4	Wykończenie	Stały Standard	LG1			
LC5	Użytkowe Standard	Zmienny Stacyjny	LG3		Krótki	Żadny

10. Grupy obciążeń

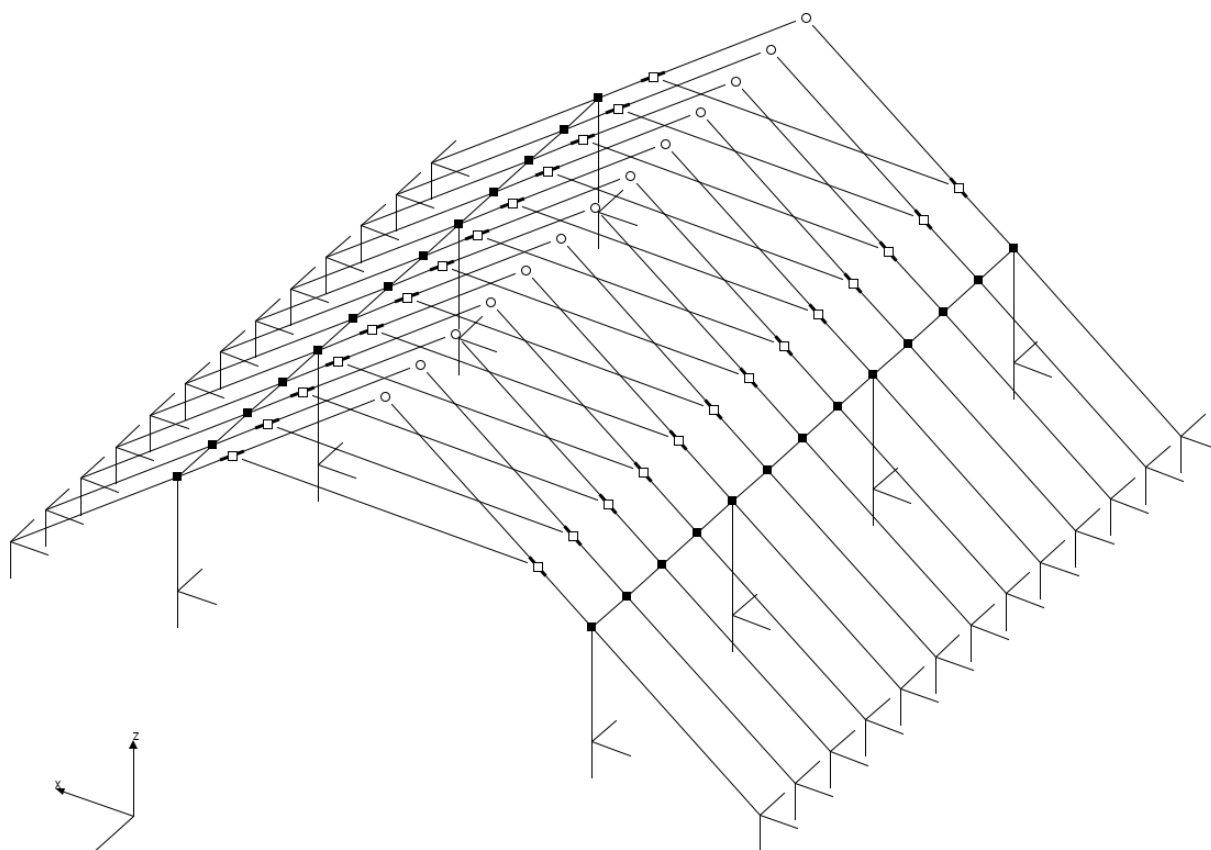
Nazwa	Obciążenie	Związek	Typ
LG1	Stały		
LG2	Zmienny	Standard	Kat A : mieszkania
LG3	Zmienny	Standard	Kat C : zgromadzenia

11. Kombinacje

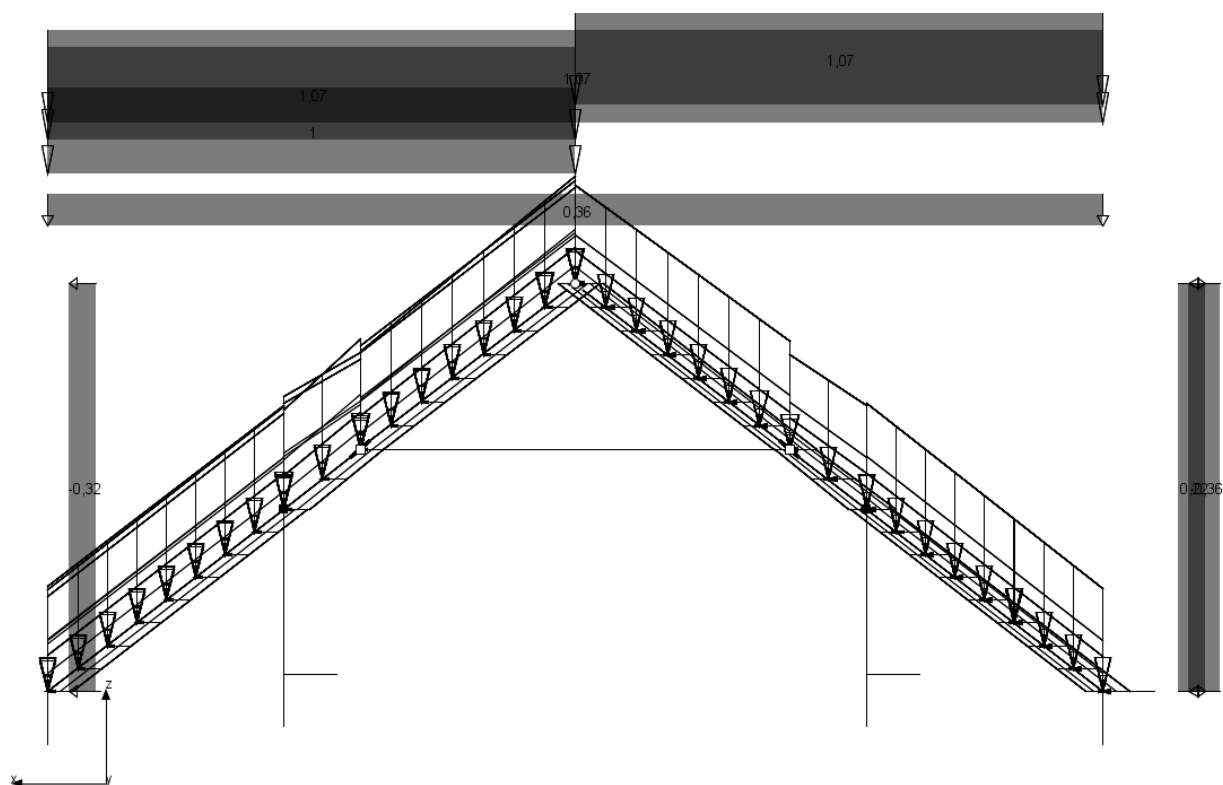
Nazwa	Opis	Typ	Przypadki obciążeń	Współ. [-]
SGN-Zestaw B (automatyczne)		EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B	LC1 - Cieężar własny	1,00
			LC2 - Wiatr	1,00
			LC3 - Śnieg	1,00
			LC4 - Wykończenie	1,00
			LC5 - Użytkowe	1,00
SGU-Char. (automatyczne)		EN-SGU Char.	LC1 - Cieężar własny	1,00
			LC2 - Wiatr	1,00
			LC3 - Śnieg	1,00
			LC4 - Wykończenie	1,00
			LC5 - Użytkowe	1,00
SGU-Quasi (automatyczne)		EN-SGU Quasi - stała	LC1 - Cieężar własny	1,00
			LC2 - Wiatr	1,00

Nazwa	Opis	Typ	Przypadki obciążeń	Współ. [-]
			LC3 - Śnieg	1,00
			LC4 - Wykończenie	1,00
			LC5 - Użytkowe	1,00

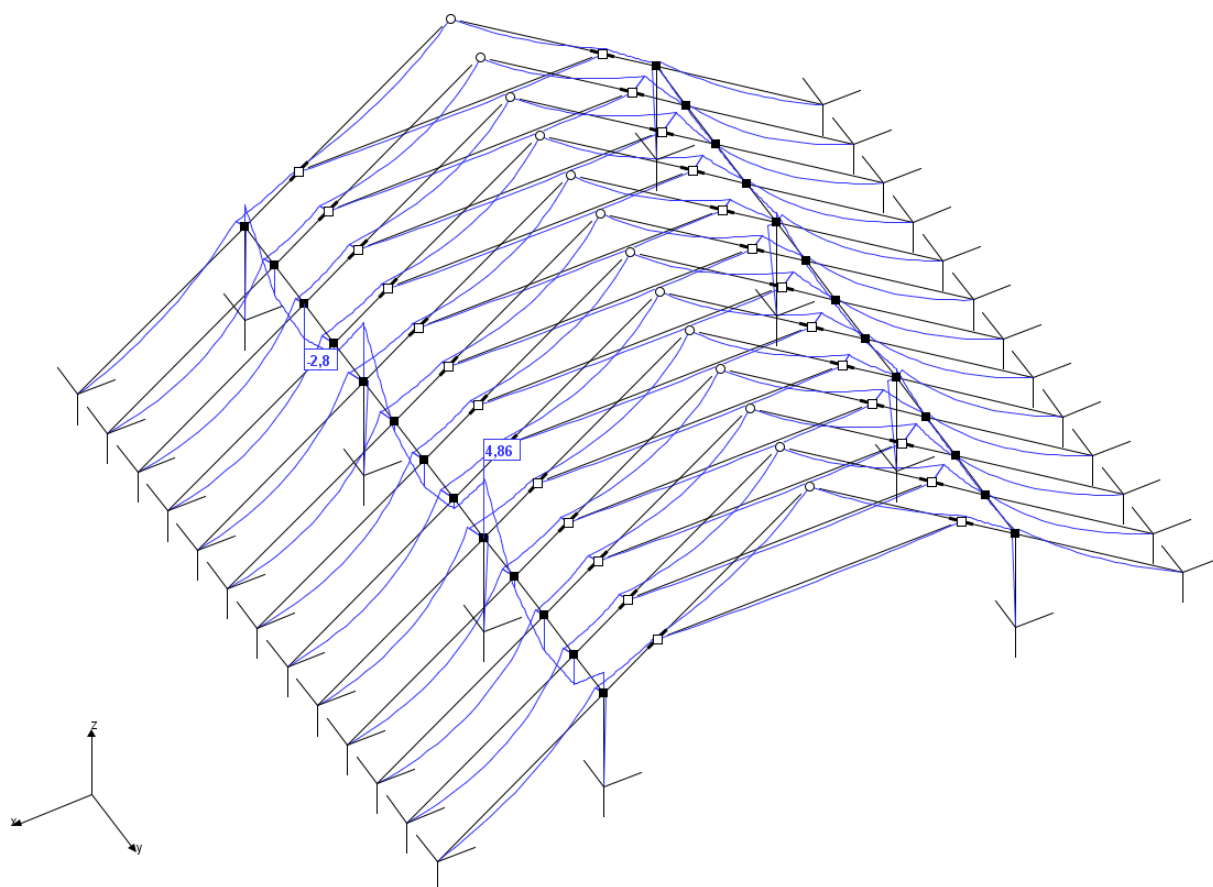
R3D3-Rama 3D - Geometria



R3D3-Rama 3D - Obciążenia



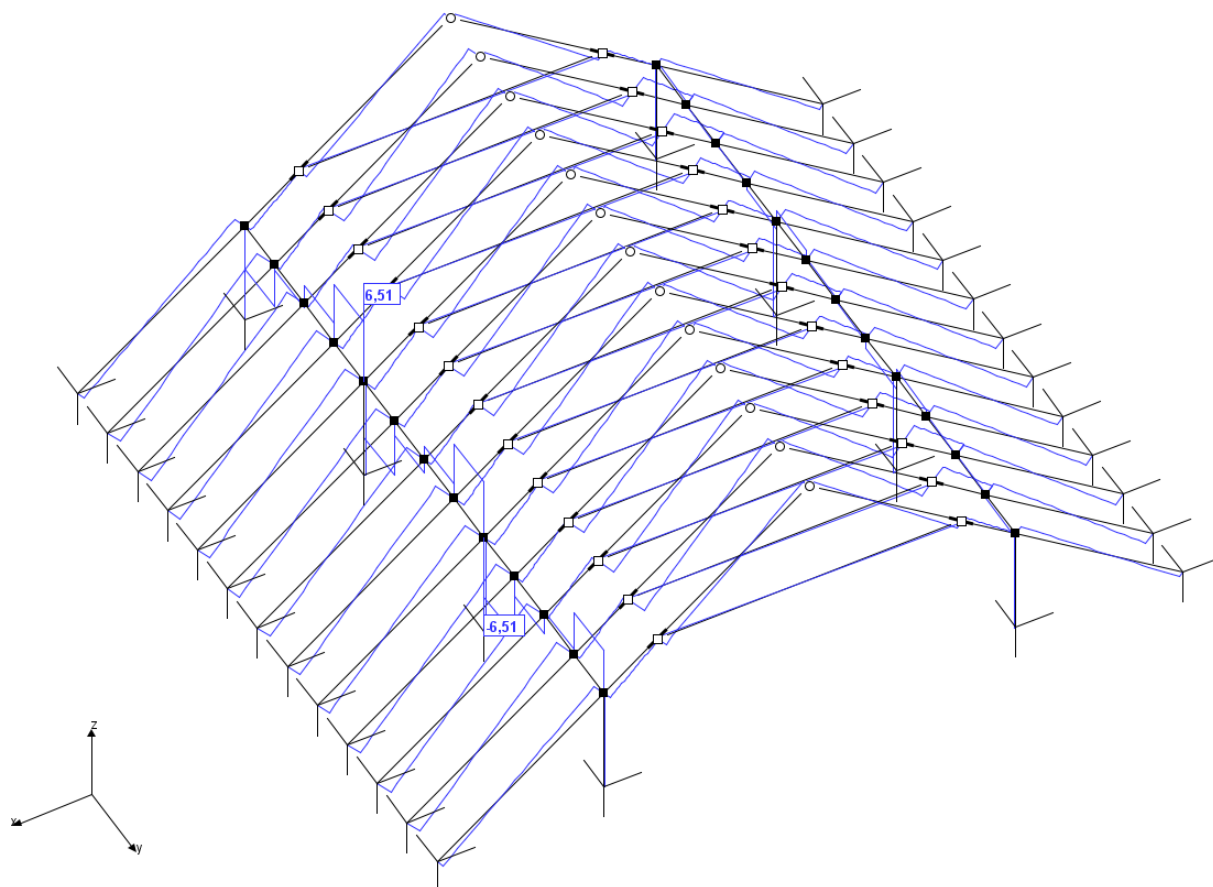
R3D3-Rama 3D - Wyniki



Typ obciążenia:

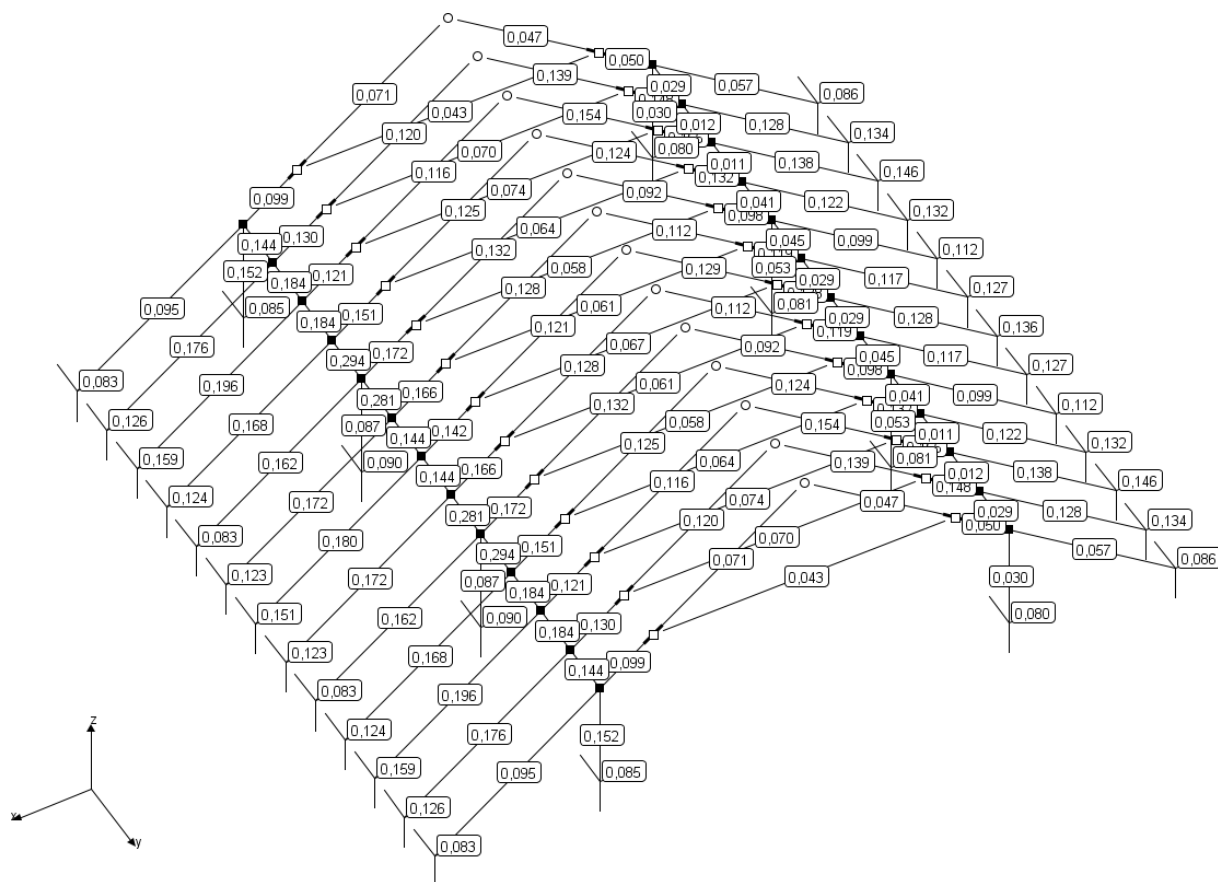
Kombinacja:	Kombinacja6	
Rodzaj oddziaływania:		
Momenty gnące:	M _v	[kNm]

R3D3-Rama 3D - Wyniki



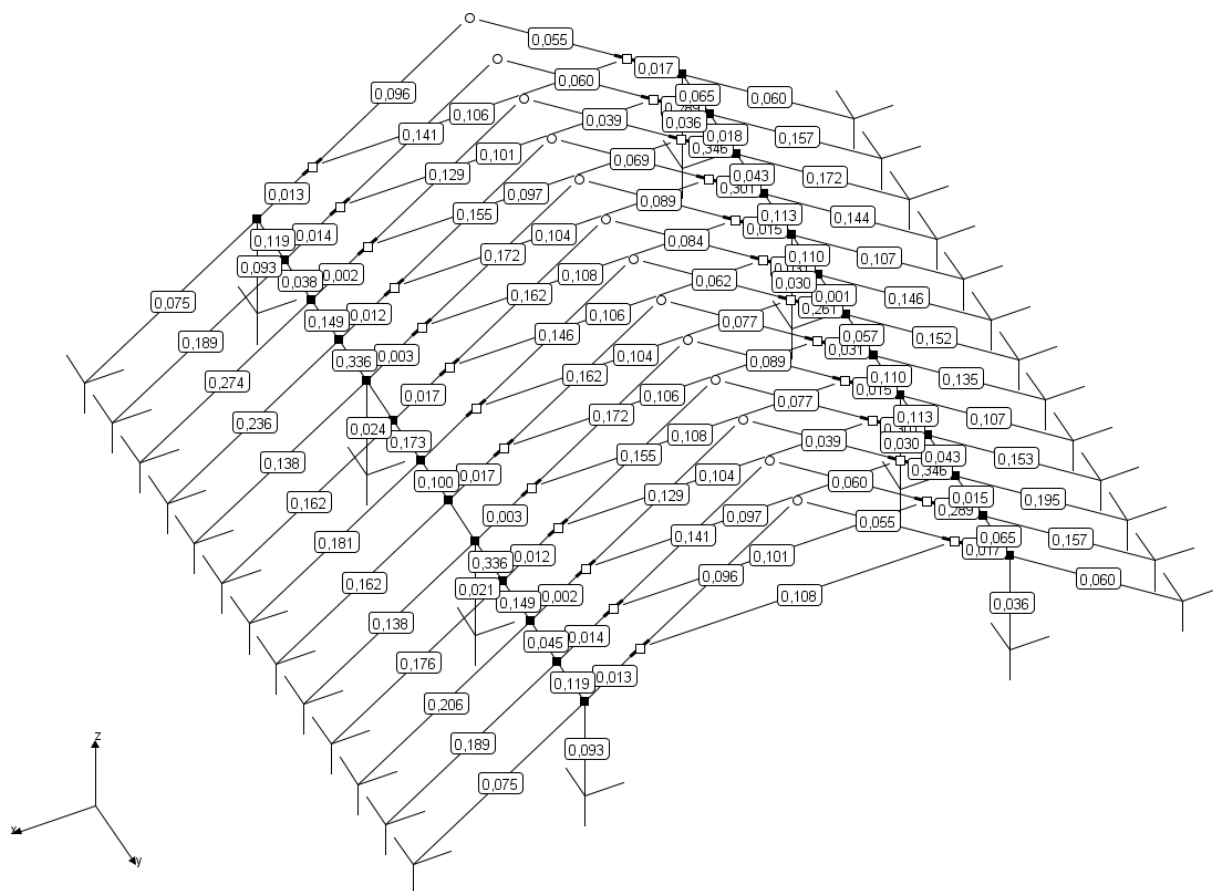
Typ obciążenia:		
Kombinacja:	Kombinacja6	
Rodzaj oddziaływania:		
Siły tnące:	T _z	[kN]

R3D3-Rama 3D - Wyniki



Typ:		
Kombinacja:	Kombinacja6	
Stan graniczny nośności:		
Stopień wykorzystania przekroju:	SGN	

R3D3-Rama 3D - Wymiarowanie



Typ:	
Kombinacja:	Kombinacja6

Stan graniczny użytkowania (SGU):		
Sprowadzona obwiednia ugięć względnych:	$\Delta u_{\max} / u_{\text{dop}}$	

Geometria

Grupy obciążeń:

Nazwa grupy	Nr	Rodzaj obciążeń	Charakter	Grupa aktywna	Oddziaływanie
Stałe	1	Stałe	stały	+	stałe
Ciężar własny	2	Stałe	stały	+	stałe
Śnieg 50-50	3	Zmienne	krótkotrwały	+	użytkowe (mieszkalne i biurowe)
Śnieg 50-0	4	Zmienne	krótkotrwały	+	użytkowe (mieszkalne i biurowe)
Śnieg 0-50	5	Zmienne	krótkotrwały	+	śnieg (do 1000 m n.p.m.)
Wiatr I	6	Zmienne	chwilowy	+	wiatr
Wiatr II	7	Zmienne	chwilowy	+	wiatr

Oddziaływania grup obciążeń:

Oddziaływanie	$\gamma_{f,\text{inf}}(\text{min})$	$\gamma_{f,\text{sup}}(\text{max})$	Ψ_0 lub ξ	Wiodący ¹
stałe	1.0	1.35	0.85	
użytkowe (mieszkalne i	-	1.5	0.7	+

Oddziaływanie	$\gamma_{f,inf(min)}$	$\gamma_{f,sup(max)}$	Ψ_0 lub ξ	Wiodący ¹
biurowe)				
użytkowe (handlowe i zebrzeń)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (magazynowe)	-	1.5	1.0	+
użytkowe (pojazdy do 30kN)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (pojazdy 30 - 160kN)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (dachy)	-	1.5	0.0	+
śnieg (do 1000 m n.p.m.)	-	1.5	0.5	+
śnieg (> 1000 m n.p.m.)	-	1.5	0.7	+
wiatr	-	1.5	0.6	+
temperatura	-	1.5	0.6	+

1) + Określa czy oddziaływanie zmienne ma być potencjalnie rozpatrywane jako wiodące

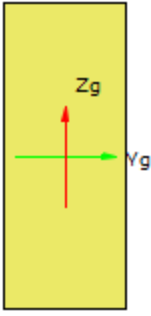
Kombinacje użytkownika:

Kombinacja	Nr	Grupy i współczynniki
Kombinacja1	1	Stałe (0;0), Ciężar własny (1;1), Śnieg 50-50 (1;1), Śnieg 50-0 (0;0), Śnieg 0-50 (0;0), Wiatr I (0;0), Wiatr II (1;1)
Kombinacja2	2	Stałe (0;0), Ciężar własny (1;1), Śnieg 50-50 (1;1), Śnieg 50-0 (0;0), Śnieg 0-50 (0;0), Wiatr I (1;1), Wiatr II (0;0)
Kombinacja3	3	Stałe (0;0), Ciężar własny (1;1), Śnieg 50-50 (0;0), Śnieg 50-0 (1;1), Śnieg 0-50 (0;0), Wiatr I (1;1), Wiatr II (0;0)
Kombinacja4	4	Stałe (0;0), Ciężar własny (1;1), Śnieg 50-50 (0;0), Śnieg 50-0 (1;1), Śnieg 0-50 (0;0), Wiatr I (0;0), Wiatr II (1;1)
Kombinacja5	5	Stałe (0;0), Ciężar własny (1;1), Śnieg 50-50 (0;0), Śnieg 50-0 (1;0), Śnieg 0-50 (1;1), Wiatr I (0;0), Wiatr II (1;1)
Kombinacja6	6	Stałe (0;0), Ciężar własny (1;1), Śnieg 50-50 (1;1), Śnieg 50-0 (1;0), Śnieg 0-50 (1;1), Wiatr I (0;0), Wiatr II (1;1)

Raport wymiarowania drewna wg PN-EN-1995-1-1:2010 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	P 80x200	
	Długość pręta:	L = 3.46 m	
	Pole przekroju:	A = 160.00 cm ²	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 5333.33 \text{ cm}^4$	$J_z = 853.33 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 533.33 \text{ cm}^3$	$W_z = 213.33 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$J_x = 2554.99 \text{ cm}^4$	
	Wskaźnik wytrzymałości na skręcanie:	$W_x = 332.37 \text{ cm}^3$	
	Promienie bezwładności:	$i_y = 5.77 \text{ cm}$	$i_z = 2.31 \text{ cm}$

Rodzaj drewna:	Lite
Klasa drewna:	C24

Wytrzymałość char. na zginanie:	24.000 MPa
Wytrzymałość char. na rozciąganie:	14.000 MPa
Wytrzymałość char. na ściskanie:	21.000 MPa
Wytrzymałość char. na ścinanie:	4.000 MPa
Moduł sprężystości:	11000.000 MPa
5% kwantyl modułu sprężystości	7400.000 MPa
Moduł odkształcenia:	690.000 MPa
Gęstość:	350.000 kg/m ³

Dane ogólne:

Klasa użytkowania konstrukcji: 2

Typ elementu:

w płaszczyźnie XY osi głównych: obustronnie podparty

w płaszczyźnie XZ osi głównych: obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia:

w płaszczyźnie XY osi głównych: ciągłe

w płaszczyźnie XZ osi głównych: ciągłe

Graniczne ugięcie elementu:

$$\frac{L}{n} = \frac{346.00}{250.00} = 1.384 [cm]$$

Współczynniki wybożenia: $m_y = 1.00$

Długości wybożeniowe: $L_{c,y} = m_y \cdot L = 1.00 \cdot 3.46 = 3.46 [m]$

Współczynniki zwiększające wytrzymałości charakterystyczne:

na rozciąganie $k_{h,t} = 1.13$

Element prosty, nr preta: 27

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -6.92 \text{ kN}$

$T_y = -0.00 \text{ kN}$

$T_z = 2.57 \text{ kN}$

$M_x = 0.00 \text{ kNm}$

$M_y = 1.29 \text{ kNm}$

$M_z = 0.01 \text{ kNm}$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$k_{mod} = 1.100$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.29 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.426 [MPa]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 3.46 = 3.114 [m]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{3.11 \cdot 0.20 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.08^2 \cdot 7400.00)}} = 0.636$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{md}} = \frac{2.43}{1.00 \cdot 20.31} = 0.119 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27**Punkt nr: 2 na przecie, położenie: 0.00 m****Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

$$N = -6.92 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 2.57 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1.29 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{mod} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 17.769 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.29 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.426 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,x,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0,01 \cdot 10^{-3}}{213,33 \cdot 10^{-6}} = 0,061 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{6,92 \cdot 10^{-3}}{160,00 \cdot 10^{-4}} = 0,432 \text{ [MPa]}$$

Smukłości wyboczeniowe:

$$\lambda_y = \frac{L_{ey}}{i_y} = \frac{3,46}{57,74 \cdot 10^{-3}} = 59,929$$

Napężenie krytyczne przy ściskaniu:

$$\sigma_{c,cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{3,142^2 \cdot 7400,000}{59,929^2} = 20,336 \text{ [MPa]}$$

Współczynnik określający prostoliniowość elem. skręcanych:

$$b_c = 0,20$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c0k}}{\sigma_{c,cr,y}}} = \sqrt{\frac{21,00}{20,34}} = 1,016$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot \left(1 + 0,20 \cdot (1,02 - 0,3) + 1,02^2 \right) = 1,088$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$k_{ey} = \frac{l}{\left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right)} = \frac{l}{\left(1,09 + \sqrt{1,09^2 - 1,02^2} \right)} = 0,677$$

$$k_{ex} = 1,0$$

Ściskanie ze zginaniem:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{ey} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,x,d}}{f_{m,x,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,43}{0,68 \cdot 17,77} + 0,70 \cdot \frac{0,06}{20,31} + \frac{2,43}{20,31} = 0,157 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{ex} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,x,d}}{f_{m,x,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,43}{1,00 \cdot 17,77} + \frac{0,06}{20,31} + 0,70 \cdot \frac{2,43}{20,31} = 0,111 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 3 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -6,92 \text{ kN}$$

$$T_y = -0,00 \text{ kN}$$

$$T_z = 2,57 \text{ kN}$$

$$M_x = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1,29 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0,01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{mod} = 1,100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 3.385 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.00 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 160.00 \cdot 10^{-4})} = 0.001 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{2.57 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 160.00 \cdot 10^{-4})} = 0.359 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{vd}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{vd}}\right)^2 = \left(\frac{0.36}{3.38}\right)^2 + \left(\frac{0.00}{3.38}\right)^2 = 0.011 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 4 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -6.92 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 2.57 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1.29 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{mod} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{cdk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 17.769 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.29 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.426 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{213.33 \cdot 10^{-6}} = 0.061 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,d} = \frac{N}{A} = \frac{6.92 \cdot 10^{-3}}{160.00 \cdot 10^{-4}} = 0.432 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,x,d}}{k_{crit,x} \cdot f_{m,x,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{a,0,d}}{k_{ax} \cdot f_{a,0,d}} = \left(\frac{0.06}{1.00 \cdot 20.31} \right)^2 + \frac{0.43}{0.68 \cdot 17.77} = 0.036 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{a,0,d}}{k_{ay} \cdot f_{a,0,d}} = \left(\frac{2.43}{1.00 \cdot 20.31} \right)^2 + \frac{0.43}{1.00 \cdot 17.77} = 0.039 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 5 na przecie, położenie: 1.73 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -8.61 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 0.38 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.25 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{mod} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.25 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.349 [\text{MPa}]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 3.46 = 3.114 [\text{m}]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{3.11 \cdot 0.20 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.08^2 \cdot 7400.00)}} = 0.636$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{2.35}{1.00 \cdot 20.31} = 0.116 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 6 na przecie, położenie: 1.73 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -8.61 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 0.38 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.25 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

 $k_{mod} = 1.100$ **Wytrzymałości obliczeniowe:**

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 17.769 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.25 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.349 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{213.33 \cdot 10^{-6}} = 0.028 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{8.61 \cdot 10^{-3}}{160.00 \cdot 10^{-4}} = 0.538 [MPa]$$

Smukłości wyboczeniowe:

$$\lambda_y = \frac{L_{ey}}{i_y} = \frac{3.46}{57.74 \cdot 10^{-3}} = 59.929$$

Napężenie krytyczne przy ścisaniu:

$$\sigma_{c,criz,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0.05}}{\lambda_y^2} = \frac{3.142^2 \cdot 7400.000}{59.929^2} = 20.336 [MPa]$$

Współczynnik określający prostoliniowość elem. skręcanych:

 $b_c = 0.20$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c0k}}{\sigma_{c,criz,y}}} = \sqrt{\frac{21.00}{20.34}} = 1.016$$

$$k_y = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0.5 \cdot \left(1 + 0.20 \cdot (1.02 - 0.3) + 1.02^2 \right) = 1.088$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$k_{ey} = \frac{l}{\left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right)} = \frac{l}{\left(1.09 + \sqrt{1.09^2 - 1.02^2} \right)} = 0.677$$

 $k_{cz} = 1.0$ **Ściskanie ze zginaniem:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{ey} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.54}{0.68 \cdot 17.77} + 0.70 \cdot \frac{0.03}{20.31} + \frac{2.35}{20.31} = 0.161 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,54}{1,00 \cdot 17,77} + \frac{0,03}{20,31} + 0,70 \cdot \frac{2,35}{20,31} = 0,113 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 7 na przecie, położenie: 1.73 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -8.61 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 0.38 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.25 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{\text{mod}} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{4,00}{1,30} = 3,385 [\text{MPa}]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0,67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0,00 \cdot 10^{-3}}{(0,67 \cdot 160,00 \cdot 10^{-4})} = 0,001 [\text{MPa}]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0,67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0,38 \cdot 10^{-3}}{(0,67 \cdot 160,00 \cdot 10^{-4})} = 0,052 [\text{MPa}]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left(\frac{0,05}{3,38} \right)^2 + \left(\frac{0,00}{3,38} \right)^2 = 0,000 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 8 na przecie, położenie: 1.73 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -8.61 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 0.38 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.25 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{\text{mod}} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 17.769 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.25 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.349 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{213.33 \cdot 10^{-6}} = 0.028 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{8.61 \cdot 10^{-3}}{160.00 \cdot 10^{-4}} = 0.538 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.03}{1.00 \cdot 20.31} \right)^2 + \frac{0.54}{0.68 \cdot 17.77} = 0.045 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{2.35}{1.00 \cdot 20.31} \right)^2 + \frac{0.54}{1.00 \cdot 17.77} = 0.044 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27**Punkt nr: 9 na przecie, położenie: 2.02 m****Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

$$N = -8.90 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.31 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{mod} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.31 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.454 [MPa]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = \gamma_s \cdot L = 0.90 \cdot 3.46 = 3.114 [m]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{3.11 \cdot 0.20 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.08^2 \cdot 7400.00)}} = 0.636$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{2.45}{1.00 \cdot 20.31} = 0.121 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 10 na przecie, położenie: 2.02 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -8.90 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.31 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{mod} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 17.769 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.31 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.454 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{213.33 \cdot 10^{-6}} = 0.023 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{8.90 \cdot 10^{-3}}{160.00 \cdot 10^{-4}} = 0.556 [MPa]$$

Smukłości wyboczeniowe:

$$\lambda_y = \frac{L_{ey}}{i_y} = \frac{3.46}{57.74 \cdot 10^{-3}} = 59.929$$

Naprężenie krytyczne przy ścisaniu:

$$\sigma_{c,orit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{3.142^2 \cdot 7400.000}{59.929^2} = 20.336 [MPa]$$

Współczynnik określający prostoliniowość elem. skręcanych:

$$b_c = 0.20$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c0k}}{\sigma_{c,orit,y}}} = \sqrt{\frac{21.00}{20.34}} = 1.016$$

$$k_y = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0.5 \cdot \left(1 + 0.20 \cdot (1.02 - 0.3) + 1.02^2 \right) = 1.088$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$k_{cy} = \frac{l}{\left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right)} = \frac{l}{\left(1.09 + \sqrt{1.09^2 - 1.02^2} \right)} = 0.677$$

$$k_{cx} = 1.0$$

Ściskanie ze zginaniem:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,x,d}}{f_{m,x,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.56}{0.68 \cdot 17.77} + 0.70 \cdot \frac{0.02}{20.31} + \frac{2.45}{20.31} = 0.168 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cx} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,x,d}}{f_{m,x,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.56}{1.00 \cdot 17.77} + \frac{0.02}{20.31} + 0.70 \cdot \frac{2.45}{20.31} = 0.117 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 11 na przecie, położenie: 2.02 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -8.90 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.31 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{mod} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 3.385 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.00 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 160.00 \cdot 10^{-4})} = 0.001 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.00 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 160.00 \cdot 10^{-4})} = 0.000 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} = \frac{0,00}{3,38} = 0,000 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27**Punkt nr: 12 na przecie, położenie: 2.02 m****Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

$$N = -8.90 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.31 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{\text{mod}} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 17.769 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.31 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.454 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{213.33 \cdot 10^{-6}} = 0.023 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c0,d} = \frac{N}{A} = \frac{8.90 \cdot 10^{-3}}{160.00 \cdot 10^{-4}} = 0.556 [\text{MPa}]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{\text{crit,z}} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c0,d}}{k_{\text{cy}} \cdot f_{c0,d}} = \left(\frac{0.02}{1.00 \cdot 20.31} \right)^2 + \frac{0.56}{0.68 \cdot 17.77} = 0.046 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{crit,y}} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c0,d}}{k_{\text{cz}} \cdot f_{c0,d}} = \left(\frac{2.45}{1.00 \cdot 20.31} \right)^2 + \frac{0.56}{1.00 \cdot 17.77} = 0.046 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27**Punkt nr: 13 na przecie, położenie: 2.04 m**

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -8.92 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = -0.02 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.31 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{\text{mod}} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.31 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.453 [\text{MPa}]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 3.46 = 3.114 [\text{m}]$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{3.11 \cdot 0.20 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.08^2 \cdot 7400.00)}} = 0.636$$

$$k_{\text{crit}} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętnej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{\text{crit}} \cdot f_{m,d}} = \frac{2.45}{1.00 \cdot 20.31} = 0.121 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27**Punkt nr: 14 na przecie, położenie: 2.04 m****Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:**

$$N = -8.92 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = -0.02 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.31 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{\text{mod}} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 17.769 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.31 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.453 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{213.33 \cdot 10^{-6}} = 0.023 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{8.92 \cdot 10^{-3}}{160.00 \cdot 10^{-4}} = 0.558 \text{ [MPa]}$$

Smukłości wyboczeniowe:

$$\lambda_y = \frac{L_{ey}}{i_y} = \frac{3.46}{57.74 \cdot 10^{-3}} = 59.929$$

Napężenie krytyczne przy ścisaniu:

$$\sigma_{c,cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0.05}}{\lambda_y^2} = \frac{3.142^2 \cdot 7400.000}{59.929^2} = 20.336 \text{ [MPa]}$$

Współczynnik określający prostoliniowość elem. skręcanych:

$$b_C = 0.20$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c0k}}{\sigma_{c,cr,y}}} = \sqrt{\frac{21.00}{20.34}} = 1.016$$

$$k_y = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_C \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0.5 \cdot \left(1 + 0.20 \cdot (1.02 - 0.3) + 1.02^2 \right) = 1.088$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$k_{ey} = \frac{l}{\left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right)} = \frac{l}{\left(1.09 + \sqrt{1.09^2 - 1.02^2} \right)} = 0.677$$

$$k_{cz} = 1.0$$

Ściskanie ze zginaniem:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{ey} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.56}{0.68 \cdot 17.77} + 0.70 \cdot \frac{0.02}{20.31} + \frac{2.45}{20.31} = 0.168 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.56}{1.00 \cdot 17.77} + \frac{0.02}{20.31} + 0.70 \cdot \frac{2.45}{20.31} = 0.117 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 15 na przecie, położenie: 2.04 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -8.92 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = -0.02 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.31 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

 $k_{mod} = 1.100$ **Wytrzymałości obliczeniowe:**

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 20.308 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{cdk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 17.769 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.31 \cdot 10^{-3}}{533.33 \cdot 10^{-6}} = 2.453 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{213.33 \cdot 10^{-6}} = 0.023 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{8.92 \cdot 10^{-3}}{160.00 \cdot 10^{-4}} = 0.558 [MPa]$$

Zginanie ze ścisaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.02}{1.00 \cdot 20.31} \right)^2 + \frac{0.56}{0.68 \cdot 17.77} = 0.046 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{2.45}{1.00 \cdot 20.31} \right)^2 + \frac{0.56}{1.00 \cdot 17.77} = 0.046 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27**Punkt nr: 16 na przecie, położenie: 3.46 m****Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:** $N = -10.31 \text{ kN}$ $T_y = -0.00 \text{ kN}$ $T_z = -1.83 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kNm}$ $M_y = 0.00 \text{ kNm}$ $M_z = 0.00 \text{ kNm}$ **Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:**

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

 $k_{mod} = 1.100$ **Wytrzymałości obliczeniowe:**

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 17.769 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{10.31 \cdot 10^{-3}}{160.00 \cdot 10^{-4}} = 0.644 \text{ [MPa]}$$

Smukłości wyboczeniowe:

$$\lambda_y = \frac{L_{c,y}}{i_y} = \frac{3.46}{57.74 \cdot 10^{-3}} = 59.929$$

Napężenie krytyczne przy ściskaniu:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0.05}}{\lambda_y^2} = \frac{3.142^2 \cdot 7400.000}{59.929^2} = 20.336 \text{ [MPa]}$$

Współczynnik określający prostoliniowość elem. skręcanych:

$$b_C = 0.20$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c0k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{21.00}{20.34}} = 1.016$$

$$k_y = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_C \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0.5 \cdot \left(1 + 0.20 \cdot (1.02 - 0.3) + 1.02^2 \right) = 1.088$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$k_{cy} = \frac{1}{\left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right)} = \frac{1}{\left(1.09 + \sqrt{1.09^2 - 1.02^2} \right)} = 0.677$$

$$k_{cz} = 1.0$$

Ściskanie:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{0.64}{0.68 \cdot 17.77} = 0.054 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{0.64}{1.00 \cdot 17.77} = 0.036 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 27

Punkt nr: 17 na przecie, położenie: 3.46 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -10.31 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = -1.83 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Grupa obciążeń o najkrótszym czasie oddziaływaniu na konstrukcję:

Nazwa: Wiatr II

Charakter grupy: chwilowy

$$k_{mod} = 1.100$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 1.10 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 3.385 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.00 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 160.00 \cdot 10^{-4})} = 0.001 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{1.83 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 160.00 \cdot 10^{-4})} = 0.255 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left(\frac{0.26}{3.38} \right)^2 + \left(\frac{0.00}{3.38} \right)^2 = 0.006 \leq 1$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 1.65 [m]

Kombinacja6:

$u_{inst,G(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy stałej

$u_{inst,Q(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy zmiennej

$u_{inst,G(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy stałej

$u_{inst,Q(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy zmiennej

$$n_1 = 1 + k_{def}$$

$$n_2 = 1 + j_2 \cdot k_{def}$$

$$n_3 = j_0 + j_2 \cdot k_{def}$$

Nazwa grupy obciążeń(wsp.)	$u_y[cm]$	$u_z[cm]$	k_{def}	j_0	j_2	n_1	n_2	n_3
Ciężar własny	-	-0.02	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Śnieg 50-50	-	-0.15	0.80	0.7	0.3	-	-	0.94
Śnieg 50-0	-	-	0.80	0.7	0.3	-	-	0.94
Wiatr II	-	-	0.80	0.6	0.0	-	-	0.60
Śnieg 0-50	-	-0.15	0.80	0.5	0.0	-	1.00	-

Przyjęte współczynniki uwzględniające wpływ sił tnących:

Typ elementu w płaszczyźnie XZ osi głównych:

obustronnie podparty

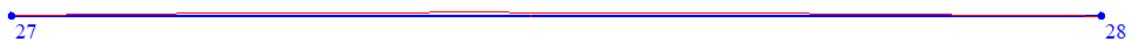
Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XZ osi głównych:

ciągłe

$$k_{scr} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{h}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{200.00 \cdot 10^{-3}}{3.46} \right)^2 = 1.064$$

$$u_y = \sum u_{y,inst,G} \cdot n_1 + u_{y,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{y,inst,Q} \cdot n_3 = 0.011 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



$$u_z = k_{scz} \cdot \left(\sum u_{z,inst,G} \cdot n_1 + u_{z,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{z,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 1.06 \cdot -0.33 = -0.351 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|0.011|^2 + |-0.351|^2} = 0.355 \leq 1.384 [cm]$$

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: $x = 1.45 [m]$

Kombinacja6:

$u_{inst,G(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy stałej

$u_{inst,Q(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy zmiennej

$u_{inst,G(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy stałej

$u_{inst,Q(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy zmiennej

$$n_1 = 1 + k_{def}$$

$$n_2 = 1 + j_2 \cdot k_{def}$$

$$n_3 = j_0 + j_2 \cdot k_{def}$$

Nazwa grupy obciążeń(wsp.)	$u_y[cm]$	$u_z[cm]$	k_{def}	j_0	j_2	n_1	n_2	n_3
Ciążar własny	0.00	-0.02	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Śnieg 50-50	0.00	-0.15	0.80	0.7	0.3	-	-	0.94
Śnieg 50-0	0.00	0.00	0.80	0.7	0.3	-	-	0.94
Śnieg 0-50	0.01	-0.15	0.80	0.5	0.0	-	1.00	-
Wiatr II	0.00	0.00	0.80	0.6	0.0	-	-	0.60

Przyjęte współczynniki uwzględniające wpływ sił tnących:

Typ elementu w płaszczyźnie XZ osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XZ osi głównych:

ciągłe

$$k_{scz} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{h}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{200.00 \cdot 10^{-3}}{3.46} \right)^2 = 1.064$$

$$u_y = \sum u_{y,inst,G} \cdot n_1 + u_{y,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{y,inst,Q} \cdot n_3 = 0.011 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



$$u_x = k_{scz} \cdot \left(\sum u_{x,inst,G} \cdot n_1 + u_{x,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{x,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 1.06 \cdot -0.33 = -0.347 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_x^2} = \sqrt{|0.011|^2 + |-0.347|^2} = 0.347 [cm]$$

$$u_b = u_{by} = 0.000 [cm]$$

$$\Delta u_y = u_y - u_{by} = 0.011 [cm]$$

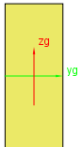
$$\Delta u_x = u_x - u_{bx} = -0.326 [cm]$$


$$\Delta u_{max} = \sqrt{\Delta u_y^2 + \Delta u_x^2} = \sqrt{|0.011|^2 + |-0.326|^2} = 0.327 \leq 1.384 [cm]$$

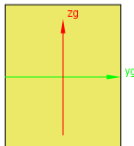
Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.000 - 0.167| = 0.167 [cm]$$

Parametry geometryczne i fizyczne elementów:

Nazwa	P 80x200				
Parametry przekroju	A = 160cm ²				
	J _x = 2 554,99cm ⁴	J _y = 5 333,33cm ⁴	J _z = 853,33cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 5 333,33cm ⁴	J _{zg} = 853,33cm ⁴		
	W _{y max} = 533,33cm ³		W _{y min} = 533,33cm ³		
	W _{z max} = 213,33cm ³		W _{z min} = 213,33cm ³		
Material	Drewno Lite C24	E = 11GPa	G = 0,69GPa	Cieź. = 5,5kN/m ³	

Nazwa	P 160x160				
Parametry przekroju	A = 256cm ²				
	J _x = 9 218,73cm ⁴	J _y = 5 461,33cm ⁴	J _z = 5 461,33cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 5 461,33cm ⁴	J _{zg} = 5 461,33cm ⁴		
	W _{y max} = 682,67cm ³		W _{y min} = 682,67cm ³		
	W _{z max} = 682,67cm ³		W _{z min} = 682,67cm ³		
Material	Drewno Lite C24	E = 11GPa	G = 0,69GPa	Cieź. = 5,5kN/m ³	

Nazwa	P 160x200				
Parametry przekroju	A = 320cm ²				
	J _x = 14 009,39cm ⁴	J _y = 10 666,67cm ⁴	J _z = 6 826,67cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 10 666,67cm ⁴	J _{zg} = 6 826,67cm ⁴		
	W _{y max} = 1 066,67cm ³		W _{y min} = 1 066,67cm ³		
	W _{z max} = 853,33cm ³		W _{z min} = 853,33cm ³		
Material	Drewno Lite C24	E = 11GPa	G = 0,69GPa	Cieź. = 5,5kN/m ³	

5. Podstawowe parametry technologiczne oraz współzależności urządzeń i wyposażenia obiektu produkcyjnego lub usługowego

Nie dotyczy

