

## PROJEKT TECHNICZNY

NAZWA INWESTYCJI:	Przebudowa i rozbudowa istniejącego budynku Oddziału Leczniczo-Rehabilitacyjnego w Grębaninie Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej w Kępnie				
ADRES INWESTYCJI:	dz. nr 666; identyfikator: 300801_2.0003.666; obręb ewidencyjny: 0003 Baranów; Skwer Potworowskiego, 63-604 Grębanin, woj.: wielkopolskie; gmina: Baranów - obszar wiejski,				
KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO:	XI;				
INWESTOR:	Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Kępnie; ul. Szpitalna 7, 63-600 Kępno				
BRANŻA:	Konstrukcja	egz. nr	1	tom	II
STADIUM:	PT	DATA OPRACOWANIA:	15.05.2024		
PROJEKTANT: specjalność konstrukcyjno-budowlana: konstrukcje stalowe	mgr inż. Marek Hołoga upr. nr WKP/0393/POOK/21		podpis:		
SPRAWDZAJACY: specjalność konstrukcyjno-budowlana: konstrukcje stalowe	mgr inż. Jan Jacek Werner upr. nr 856/86/Lo		podpis:		

## SPIS ZAWARTOŚCI

Lp		Nr str./rys.
1.	Strona tytułowa	1
2.	Oświadczenie	2
3.	Uprawnienia	3
4.	Zaświadczenia o przynależności do Izby	7
5.	Spis zawartości.	9
6.	Opis techniczny.	10
7.	Obliczenia statyczne	13
8.	Rzut fundamentów , skala 1:100	K.B.01
9.	Rzut parteru, skala 1:100	K.B.02
10.	Rzut piętra, skala 1:100	K.B.03

## OPIS TECHNICZNY

### 1. DANE OGÓLNE:

Przedmiotem zamierzenia budowlanego jest projekt przebudowy i rozbudowy istniejącego budynku Oddziału Leczniczo-Rehabilitacyjnego położonego przy Skwerze Potworowskiego w Grębaninie i wchodzącego w skład Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej w Kępnie. Jest to obiekt trzykondygnacyjny, podpiwniczony, z dachem wielospadowym. Przebudowie podlegają ściany nośne, stropy, schody oraz drewniana konstrukcja dachu.

### 2. PODSTAWA OPRACOWANIA:

- Projekt techniczny architektoniczny autorstwa : mgr inż. arch. Sebastian Stanisławski
- Polskie normy:
  - a. EUROKOD 1: oddziaływanie na konstrukcje
  - b. EUROKOD 2: projektowanie konstrukcji z betonu
  - c. EUROKOD 3: projektowanie konstrukcji stalowych
  - d. EUROKOD 6: projektowanie konstrukcji murowych
  - e. EUROKOD 7: projektowanie geotechniczne

### 3. WARUNKI GRUNTOWE.

Podłoże gruntowe stanowią utwory czwartorzędowe złożone głównie z piasków drobnych i średnich, w głębszych warwach iłów piaszczystych. W przedmiotowym terenie (miejscowości Grębanin) – do głębokości 47 m od powierzchni terenu. Ze względu na bliskość dopływów Prosnicy oraz licznej sieci rowów melioracyjnych i małych zbiorników retencyjnych oraz niskiej średniej rocznej opadów w terenie tym występuje niski poziom wód powierzchniowych.

Bezpośrednie warunki podłoża gruntowego zalicza do prostych. Wynika to z :

- występowania gruntów jednorodnych pod względem litologicznym – piaski drobne, średnio zagęszczone.
- występowania wody podziemnej poniżej poziomu posadowienia.

W oparciu o powyższe przesłanki zalicza się projektowany obiekt do I KATEGORII GEOTECHNICZNEJ.

### 4. FUNDAMENTY

W ramach projektowanej przebudowy i rozbudowy nie planuje się ingerencji w obecny stan posadowienia budynku. Budynek jest XIX wiecznym pałacem, zaadoptowanym w latach powojennych XX wieku na jednostkę szpitalną pn. Oddział Leczniczo - Rehabilitacyjny w Grębaninie Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej w Kępnie. Wg inwentaryzacji kondygnacji piwnicy, mury piwnic (mury fundamentowe) są zbudowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości od 51 cm do 102 cm. Fundamenty, których odkrywek w pełni nie wykonano, zbudowane są z ław fundamentowych murowanych także z cegły ceramicznej pełnej. Nowe ławy fundamentowe w osiach 1 – 8 oraz do osi C, żelbetowe klasy C25/30, zbrojone stalą klasy RB500B są posadowione na rzędnej powyżej istniejących fundamentów – patrz rys. Nr K1 oraz w rysunkach szczegółowych w projekcie wykonawczym. Płyta fundamentowa szybu windowego, żelbetowa (C25/30; RB500B) w osiach 3-5, E-G, jest posadowiona na rzędnej – 4,20 m, w poziomie istniejących historycznych ław fundamentowych budynku. **W przypadku, gdy posadowienie płyty w rzeczywistości było głębsze od**

**posadowienia istniejących ław, należy te ławy „podbić” betonem klasy B15/20 W8. W takiej sytuacji należy bezzwłocznie zawiadomić projektanta, celem uzgodnienia kolejności i technologii wykonania w/w elementu fundamentowania.**

## **5. ŚCIANY NOŚNE**

Istniejące ściany nośne murowane z cegły pełnej zostaną przebudowane. Projektuje się wykonanie nowych otworów, niektóre otwory zostaną powiększone, inne zamurowane. Zamurowania należy murować z pustaków ceramicznych. W miejscach, gdzie zaprojektowano oparcie nowych nadproży stalowych o większych rozpiętościach przewiduje się wykonanie murowanych filarków z cegły pełnej klasy 15 na zaprawie marki 5. Szczegóły przebudowy ścian pokazano na rysunkach nr K2, K3, K4. Na poziomie piwnic zaprojektowano nowe ściany żelbetowe grubości 20 cm dla oparcia nowego stropu pod tarasem. Ściany należy wykonać z betonu klasy C25/30 zbrojonego prętami klasy RB500. Lokalizację tych ścian pokazano na rysunku nr K2.

## **6. NADPROŻA**

Nad nowymi i poszerzonymi otworami w ścianach konstrukcyjnych zaprojektowano nowe nadproża. W przypadku otworów o mniejszych szerokościach zaprojektowano prefabrykowane nadproża struno-betonowe typu SBN120/120, natomiast przy większych rozpiętościach zaprojektowano stalowe belki z dwuteowników HEB160. Długości nowych nadproży oraz ich lokalizację pokazano na rysunkach nr K2, K3, K4.

## **7. STROP NAD PIWNICĄ**

Istniejący ceglany strop łukowy z cegieł na belkach stalowych nad piwnicą generalnie pozostaje bez zmian. Rozbiórce będzie podlegał fragment stropu w miejscu nowego szybu windowego. Po wykonaniu szybu windowego fragment rozebranego stropu zostanie uzupełniony monolityczną płytą żelbetową PŻ grubości 15 cm, z betonu klasy C25/30, zbrojonego stalą klasy RB500. Monolityczną płytę żelbetową PŻ należy również wykonać nad nowymi pomieszczeniami piwnicy, pod tarasem. Szczegóły płyty PŻ wg projektu wykonawczego.

## **8. STROP NAD PARTEREM**

Istniejący drewniany strop nad parterem w, ze względu na zły stan techniczny, w większości przeznaczony jest do rozbiórki. W jego miejsce zaprojektowano gęstożebrowy strop żelbetowy Rectolight 20+5 o odporności ogniowej REI60. Belki stropu będą oparte na istniejących murach, w wykutych gniazdach. Należy zastosować beton klasy C25/30, stal zbrojeniowa na siatki podporowe i wieńce RB500. Szczegóły wg rysunku nr K5.

## **9. SZYB WINDOWY**

Żelbetowy, monolityczny – ściany grubości 20cm. Ściany szybu należy wykonać z betonu klasy C25/30 zbrojonego prętami klasy RB500. Lokalizację szybu pokazano na rysunkach nr K2, K3, K4. Posadowienie szybu zaprojektowano na płycie fundamentowej PF grubości 40 cm. Przekrycie szybu należy wykonać w postaci płyty żelbetowej gr. 15 cm. Szczegóły wg projektu wykonawczego.

## **10. SCHODY**

Wewnętrzne schody zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne, płytowe. Oparcie schodów należy wykonać na istniejących ścianach nośnych w wykutych bruzdach na głębokość 12 cm. Zastosować beton klasy C25/30, stal zbrojeniowa klasy RB500. Lokalizację schodów pokazano na rysunkach nr K2, K3, K4.

Schody zewnętrzne należy wykonać jako żelbetowe, monolityczne na gruncie. Szczegóły według projektu wykonawczego.

## **11. WIEŃCE ŚCIAN PODDASZA**

Dla zakotwienia murłat więźby dachowej zaprojektowano wieńce żelbetowe na ścianach poddasza. Wieniec wykonać o przekroju minimum 25x15 cm. Zastosować beton klasy C25/30, stal zbrojeniową klasy RB500. Szczegóły według projektu wykonawczego.

## **12. KONSTRUKCJA DACHU**

Ze względu na zły stan techniczny istniejącej więźby dachowej przewiduje się jej całkowitą rozbórkę. Zaprojektowano nową więźbę drewnianą w postaci wiązarów krokwiowo-jętkowych, krokwi opartych pośrednio na płatwiach stalowych z dwuteowników HEB200. Więźbę pokazano w części architektonicznej projektu technicznego. Szczegóły więźby wg projektu wykonawczego.

Projektant  
mgr inż. Marek Hołoga  
**WKP/0393/POOK/21**  
*W specjalności*  
*konstrukcyjno-budowlanej*

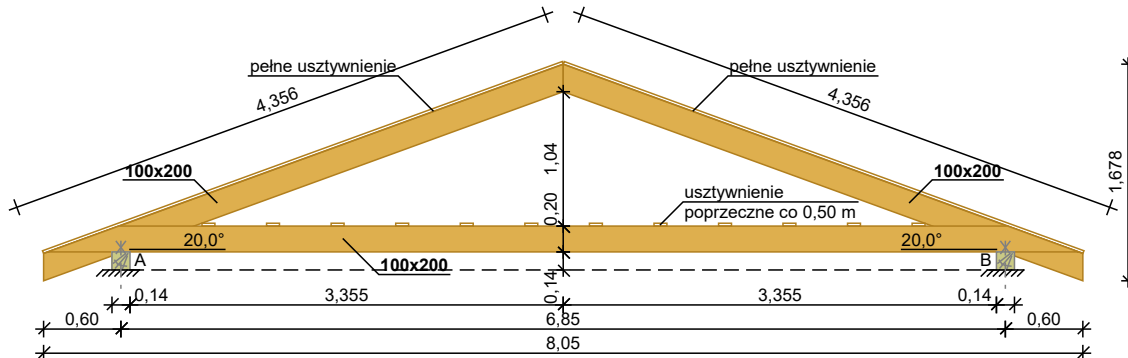
## OBLICZENIA STATYCZNE

### 1. Dach

#### Wiązar jętkowy

#### DANE:

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 20,0^\circ$

Osiowy rozstaw murłat  $l = 6,85$  m

Wysięg wsporników  $l_1 = 0,67$  m

Poziom jętka  $h_1 = 0,14$  m

Rozstaw osiowy wiązarów  $a = 1,00$  m

Podparcie - lewa murłata: nieprzesuwna;  $b = 0,14$  m;  $h = 0,14$  m

Podparcie - prawa murłata: nieprzesuwna;  $b = 0,14$  m;  $h = 0,14$  m

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Odległość między usztywnieniami bocznymi jętki  $= 0,50$  m

#### Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Krokiew 100x200 mm (zaciosy: podpora - 30 mm, Jętka - 25 mm)

Jętka 100x200 mm

#### Obciążenia:

Pokrycie dachu  $g_1 = 0,350$  kN/m<sup>2</sup>

Uwzględniono ciężar własny elementu

Obciążenie warstwami wykończeniowymi:

- na całej długości krokwi bez wsporników  $g_2 = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>

- na wsporniku  $g_3 = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>

Obciążenie stałe na jętce  $g_4 = 0,500$  kN/m<sup>2</sup>

Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie

- Iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego śniegiem

gruntu  $C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,900 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla strefy środkowej dachu dwuspadowego

- Parametry dachu:

- Wysokość całkowita  $h = 10,00 \text{ m}$

- Długość dachu  $c = 12,00 \text{ m}$

- Długość okapów  $c_1 = 1,00 \text{ m}$

- Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu

- Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru  $q_{p(z)} = 0,712 \text{ kPa}$

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwałe)

$$q = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie zmienne jętki (użytkowe stropu;  $\psi_0 = 1,00$ ;  $\psi_1 = 1,00$ ;  $\psi_2 = 1,00$ ; średniotrwałe)

$$q_1 = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie montażowe  $F = 1,00 \text{ kN}$

### Założenia obliczeniowe:

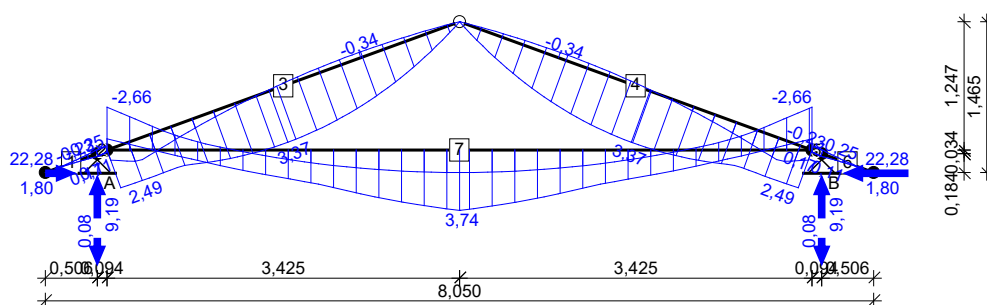
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

### WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	$R_v$ [kN]	$R_H$ [kN]
stałe		
A	3,55	10,33
B	3,55	-10,33
śnieg równomierny		
A	2,87	5,76
B	2,87	-5,76
śnieg max. z lewej		
A	2,56	4,32
B	1,75	-4,32

śnieg max. z prawej		
A	1,75	4,32
B	2,56	-4,32
wiatr z lewej, strefa FHJI		
A	0,30	0,72
B	0,41	-0,83
wiatr z lewej, strefa FHJI (ii)		
A	-1,69	-2,10
B	-0,97	2,17
wiatr z lewej, strefa FHJI (iii)		
A	-0,12	-1,05
B	-0,60	0,42
wiatr z lewej, strefa FHJI (iv)		
A	-1,27	-0,32
B	0,04	0,92
wiatr z lewej, strefa GHJI		
A	0,30	0,72
B	0,41	-0,83
wiatr z lewej, strefa GHJI (ii)		
A	-1,64	-2,11
B	-0,97	2,17
wiatr z lewej, strefa GHJI (iii)		
A	-0,12	-1,05
B	-0,60	0,42
wiatr z lewej, strefa GHJI (iv)		
A	-1,22	-0,33
B	0,04	0,91
wiatr z prawej, strefa FHJI		
A	0,41	0,83
B	0,30	-0,72
wiatr z prawej, strefa FHJI (ii)		
A	-0,97	-2,17
B	-1,69	2,10
wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)		
A	-0,60	-0,42
B	-0,12	1,05
wiatr z prawej, strefa FHJI (iv)		
A	0,04	-0,92
B	-1,27	0,32
wiatr z prawej, strefa GHJI		
A	0,41	0,83
B	0,30	-0,72
wiatr z prawej, strefa GHJI (ii)		
A	-0,97	-2,17
B	-1,64	2,11



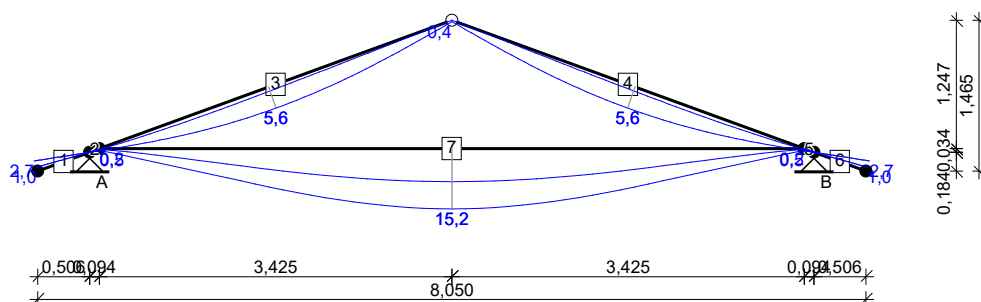
wiatr z prawej, strefa GHJI (iii)		
A	-0,60	-0,42
B	-0,12	1,05
wiatr z prawej, strefa GHJI (iv)		
A	0,04	-0,91
B	-1,22	0,33
wiatr ściana szczytowa, strefa H		
A	-1,57	-3,96
B	-1,57	3,96
wiatr ściana szczytowa, strefa I		
A	-1,10	-3,06
B	-1,10	3,06
ciśnienie wewnętrzne		
A	0,49	1,15
B	0,49	-1,15
ciśnienie wewnętrzne (ii)		
A	-0,73	-1,72
B	-0,73	1,72
montażowe jętki		
A	0,50	2,52
B	0,50	-2,52

Ekstremalne reakcje podporowe:

podpora	$R_V$ [kN]	$R_H$ [kN]	kombinacja
A	9,19 -0,08	22,28 4,60	<b>K315:</b> 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne) <b>K681:</b> 1,0·stałe+(1,5·wiatr z lewej, strefa FHJI (ii)+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))
B	9,19 -0,08 9,19	-22,28 -4,60 -22,28	<b>K307:</b> 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z lewej, strefa GHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne) <b>K745:</b> 1,0·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FHJI (ii)+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) <b>K299:</b> 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne)

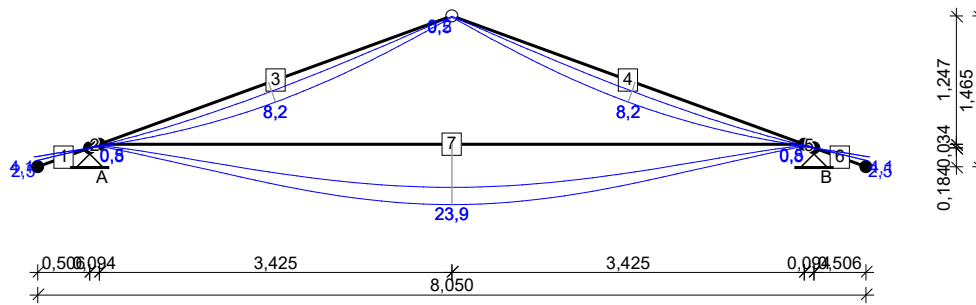
**Obwiednia SGU charakterystyczna:**

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:



### Obwiednia SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1:

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:



### Krokiew 100x200 mm

→  $A = 200,0 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 666,7 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 333,3 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 6666,7 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 1666,7 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 4577,5 \text{ cm}^4$ ,  $m = 8,4 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

### SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K315**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne}) \rightarrow \gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 1,97 \text{ m}$  na przęcie 4:

$$N_{c,d} = 9,91 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,50 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 3,37 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 5,06 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,001 + 0,305 = 0,306 < 1$$

### SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K315**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne}) \rightarrow \gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 1,97 \text{ m}$  na przęcie 4:

$$N_{c,d} = 9,91 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,50 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 3,37 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 5,06 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 3,74 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,615; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}; \quad k_m = 0,7$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,055 + 0,305 = 0,360 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,001 + 0,213 = 0,214 < 1$$

### SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

#### SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K315**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne}) \rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **4**:

$$k_{\text{cr}} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -3,40 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,38 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,38 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (13,7\%)$$

#### SGN - Docisk na podporze:

Decyduje kombinacja: **K298**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} \rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,80$

Podpora A  $\rightarrow$  Reakcja  $R_{V,A} = 8,38 \text{ kN}$ ;  $a_p = 87,7 \text{ mm}$ ;  $b_e = 100 \text{ mm}$

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,70,d} = 0,96 \text{ MPa} < f_{c,0,d} / [(f_{c,0,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 70^\circ + \cos^2 70^\circ] = 1,72 \text{ MPa} \quad (55,7\%)$$

#### SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K829**:  $\text{stałe} + \text{śnieg równomierny} + (0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne})$

Wartości dla przekroju **x = 1,90 m** na pręcie **4**:

$$u_{\text{inst}} = (-) 5,6 \text{ mm} < u_{\text{inst,lim}} = 3745 / 350 = 10,7 \text{ mm} \quad (52,6\%)$$

#### SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1086**:  $1,8 \cdot \text{stałe} + 1,0 \cdot \text{śnieg równomierny} + (0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne})$

Wartości dla przekroju **x = 1,90 m** na pręcie **4**:

$$u_{\text{fin}} = (-) 8,2 \text{ mm} < u_{\text{fin,lim}} = 1,5 \cdot 3745 / 200 = 28,1 \text{ mm} \quad (29,1\%)$$

#### **Krokiew w miejscu oparcia na podporze 100x170 mm**

$\rightarrow A = 170,0 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 481,7 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 283,3 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 4094,2 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 1416,7 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 3587,4 \text{ cm}^4$ ,  $m = 7,1 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

$\rightarrow f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

#### SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K315**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne}) \rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$$N_{c,d} = 23,82 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,40 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,23 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,47 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,009 + 0,029 = 0,038 < 1$$

### Krokiew w miejscu połączenia z jętką 75x200 mm

→  $A = 150,0 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 500,0 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 187,5 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 5000,0 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 703,1 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 2149,1 \text{ cm}^4$ ,  $m = 6,3 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

#### SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

$$N_{c,d} = 4,88 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,33 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,86 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 3,73 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,69 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 + 0,338 = 0,338 < 1$$

### Cześć wspornikowa krokwi

→  $A = 200,0 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 666,7 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 333,3 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 6666,7 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 1666,7 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 4577,5 \text{ cm}^4$ ,  $m = 8,4 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

#### SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K829**: stałe+śnieg równomierny+(0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+0,6·ciśnienie wewnętrzne)

Wartości dla przekroju **x = 0,54 m** na pręcie **6**:

$$u_{\text{inst}} = 2,7 \text{ mm} < u_{\text{inst,lim}} = 539 / 150 = 3,6 \text{ mm} \quad (74,8\%)$$

#### SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1086**: 1,8·stałe+1,0·śnieg równomierny+(0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+0,6·ciśnienie wewnętrzne)

Wartości dla przekroju **x = 0,54 m** na pręcie **6**:

$$u_{\text{fin}} = 4,1 \text{ mm} < u_{\text{fin,lim}} = 1,5 \cdot 539 / 150 = 5,4 \text{ mm} \quad (76,8\%)$$

### Jętka 100x200 mm

→  $A = 200,0 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 666,7 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 333,3 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 6666,7 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 1666,7 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 4577,5 \text{ cm}^4$ ,  $m = 8,4 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

#### SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 3,42 m** na pręcie **7**:

$$N_{c,d} = 9,53 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,48 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,51 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 3,77 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,69 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,002 + 0,340 = 0,342 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe  $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 3,42 m** na pręcie **7**:

$$N_{c,d} = 9,53 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,48 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,51 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 3,77 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 6,85 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,223; \quad l_{ez} = 0,50 \text{ m}; \quad k_m = 0,7$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,221 + 0,340 = 0,561 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,002 + 0,238 = 0,240 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe  $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 3,42 m** na pręcie **7**:

$$N_{c,d} = 9,53 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,48 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,51 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 3,77 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ef} = 0,90 \text{ m}; \quad k_{\text{crit}} = 1,000; \quad k_{c,z} = 1,000$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d}) = 0,221 + 0,340 = 0,561 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} \cdot k_{m,\alpha} \cdot f_{m,y,d}))^2 = 0,049 + 0,116 = 0,165 < 1$$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe  $\rightarrow \gamma_M = 1,3; k_{\text{mod}} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **7**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -2,31 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,26 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,85 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,26 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa} \quad (14,0\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K1067**: stałe+montażowe jętki

Wartości dla przekroju **x = 3,42 m** na pręcie **7**:

$$u_{\text{inst}} = (-) 14,8 \text{ mm} < u_{\text{inst,lim}} = 6850 / 350 = 19,6 \text{ mm} \quad (75,4\%)$$

### SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1324**: 1,8·stałe+1,0·montażowe jętki

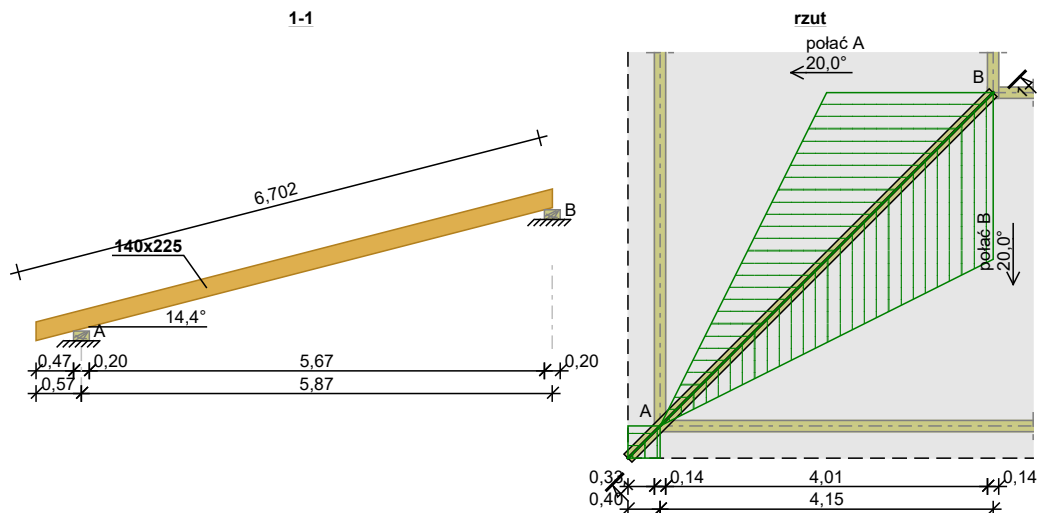
Wartości dla przekroju **x = 3,42 m** na pręcie 7:

$$u_{fin} = (-) 23,2 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 1,5 \cdot 6850 / 200 = 51,4 \text{ mm} \quad (45,2\%)$$

### **Krokiew narożna**

#### DANE:

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowych  $\alpha = 20,0^\circ$

Długości w osiach podpór:

- Odcinek wspornika  $l_1 = 0,40 \text{ m}$

- Odcinek A-B  $l_2 = 4,15 \text{ m}$

Podpora A: nieprzesuwna;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podpora B: nieprzesuwna;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podpora C: przesuwna;  $b = 0,12 \text{ m}$

#### Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Krokiew 140x225 mm

#### Obciążenia:

Pokrycie dachu  $g_1 = 0,350 \text{ kN/m}^2$

Uwzględniono ciężar własny elementu

Obciążenie warstwami wykończeniowymi:

- na całej długości krokwi  $g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie śniegiem  $s = 0,720 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie wiatrem - przypadek (i)

ciśnienie zewnętrzne (Obciążenie wiatrem na powierzchnię zewnętrzną w polu F połaci dachu dwuspadowego)

wg PN-EN 1991-1-4/7.2.5 (strefa 1,  $A=300$  m n.p.m.  $\rightarrow v_{b,0}=22$  m/s, teren II,  $z_e=h=10,0$  m,  $c_o=1$ ,  $c_r=1,01$ , wymiary dachu  $h=10,0$  m,  $d=10,0$  m,  $b=10,0$  m, nachylenie połaci  $\alpha=20,0^\circ$ ,  $\theta=0^\circ \rightarrow q_p=0,712$  kPa,  $c_{scd}=1,000$ ,  $c_{pe}=0,367$ ) [ $0,26 \text{ kN/m}^2$ ]

$$w_e = 0,261 \text{ kN/m}^2$$

ciśnienie wewnętrzne ( wg PN-EN 1991-1-3/5.3.2: dach jednopołaciowy, strefa 2, nachylenie połaci  $20,0^\circ$ )

$$w_i = 0,142 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem - przypadek (ii)

ciśnienie zewnętrzne (Obciążenie wiatrem na powierzchnię zewnętrzną w polu F połaci dachu dwuspadowego wg PN-EN 1991-1-4/7.2.5 (strefa 1,  $A=300$  m n.p.m.  $\rightarrow v_{b,0}=22$  m/s, teren II,  $z_e=h=10,0$  m,  $c_o=1$ ,  $c_r=1,01$ , wymiary dachu  $h=10,0$  m,  $d=10,0$  m,  $b=10,0$  m, nachylenie połaci  $\alpha=20,0^\circ$ ,  $\theta=0^\circ \rightarrow q_p=0,712$  kPa,  $c_{pe}=0,367$ ) [ $0,26 \text{ kN/m}^2$ ])

$$w_e = 0,261 \text{ kN/m}^2$$

ciśnienie wewnętrzne ( wg PN-EN 1991-1-3/5.3.2: dach jednopołaciowy, strefa 2, nachylenie połaci  $20,0^\circ$ )

$$w_i = 0,142 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwale)

$$q = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

### Założenia obliczeniowe:

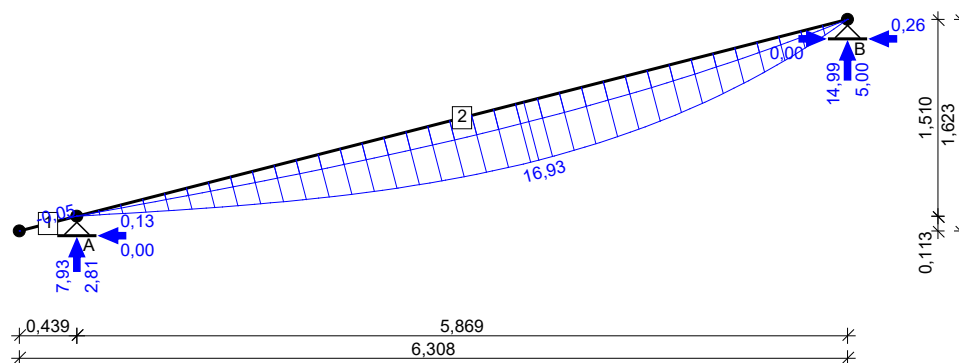
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

### WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	$R_v$ [kN]	$R_H$ [kN]
stałe		
A	2,81	0,00
B	5,00	0,00
śnieg		
A	2,93	0,00
B	5,77	0,00

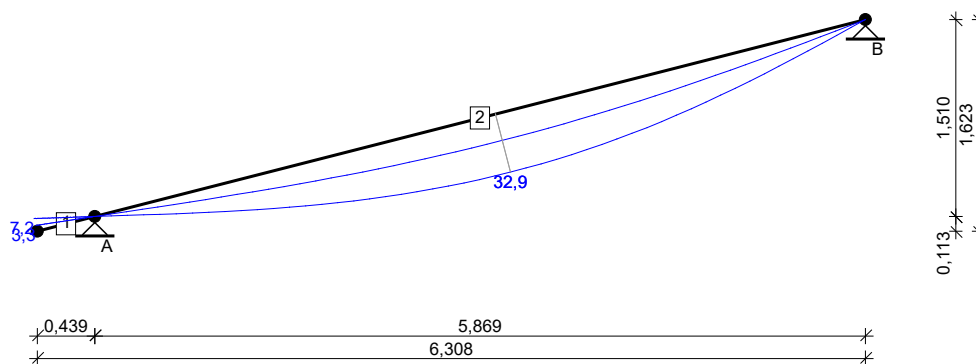
wiatr		
A	0,34	-0,09
B	0,67	-0,17
wiatr (ii)		
A	0,34	-0,09
B	0,67	-0,17

Ekstremalne reakcje podporowe:

podpora	$R_V$ [kN]	$R_H$ [kN]	kombinacja
A	<b>7,93</b>	-0,08	<b>K15:</b> $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr}$
	5,93	<b>-0,13</b>	<b>K18:</b> $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{wiatr} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{śnieg}$
B	<b>14,99</b>	-0,15	<b>K15:</b> $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr}$
	14,39	<b>0,00</b>	<b>K14:</b> $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg}$
	6,00	<b>-0,26</b>	<b>K27:</b> $1,0 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{wiatr (ii)}$

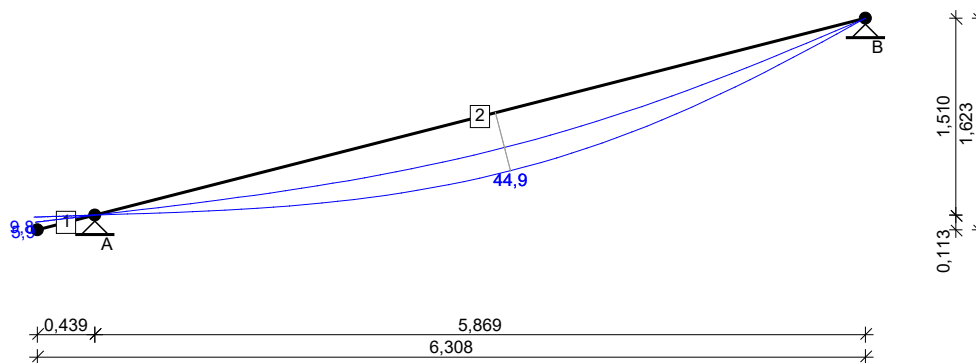
**Obwiednia SGU charakterystyczna:**

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:



**Obwiednia SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1:**

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:



**Krokiew 140x225 mm**

→  $A = 315,0 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 1181,3 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 735,0 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 13289,1 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 5145,0 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 12612,5 \text{ cm}^4$ ,  $m = 13,2 \text{ kg/m}$



Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K14**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg}$  →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 3,51 m** na pręcie **2**:

$$N_{t,d} = 0,01 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 16,22 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 13,73 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 8,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 + 0,930 = 0,930 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K14**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg}$  →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 3,39 m** na pręcie **2**:

$$N_{c,d} = 0,11 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 16,19 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 13,71 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 6,06 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,345; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}; \quad k_m = 0,7$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 + 0,928 = 0,929 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 + 0,650 = 0,650 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K14**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg}$  →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,80$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 6,06 m** na pręcie **2**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = 13,93 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,99 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,46 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,99 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa} \quad (40,2\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

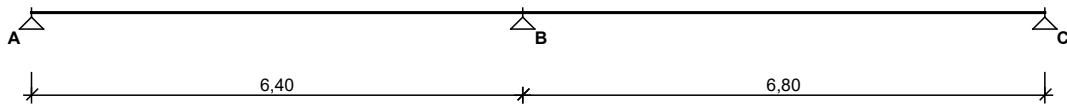
Decyduje kombinacja: **K39**:  $1,8 \cdot \text{stała} + 1,0 \cdot \text{śnieg} + 0,6 \cdot \text{wiatr}$

Wartości dla przekroju **x = 3,15 m** na pręcie **2**:

$$u_{fin} = (-) 44,9 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 1,5 \cdot 6060 / 200 = 45,5 \text{ mm} \quad (98,8\%)$$

## Płatew Stalowa

### SCHEMAT BELKI



Parametry belki:

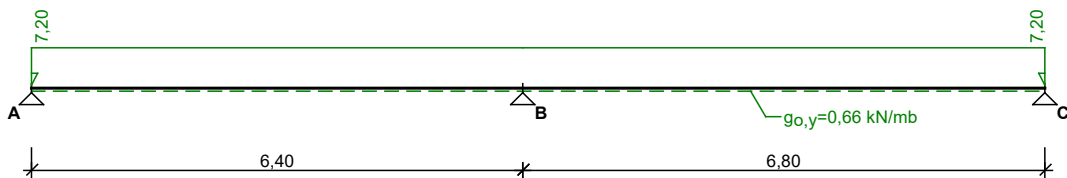
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,10$
- udział ciężaru własnego na kierunkach wg współczynników:
  - składowa pionowa = 100,0%, składowa pozioma = 0,0%

### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

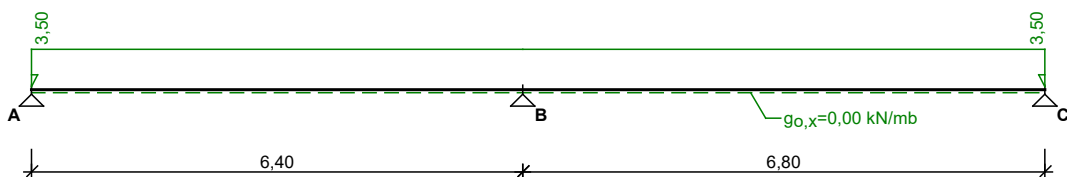
Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_f = 1,15$ )

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

Obciążenie pionowe



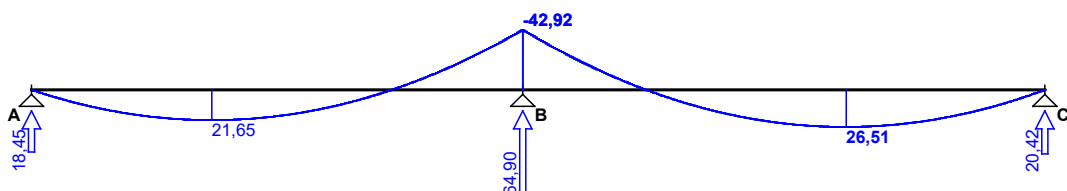
Obciążenie poziome



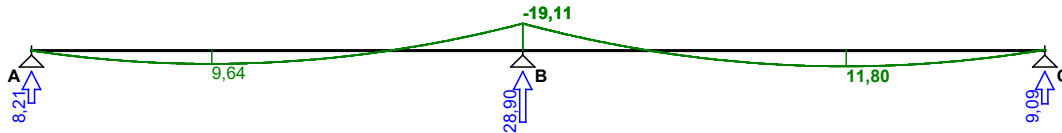
### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające  $M_x$  [kNm]:



Momenty zginające  $M_y$  [kNm]:



### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

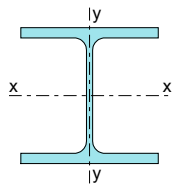
Belka zginana dwukierunkowo

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **HE 200 B**

$$A_{vy} = 18,0 \text{ cm}^2, A_{vx} = 60,0 \text{ cm}^2, m = 61,3 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 5700 \text{ cm}^4, J_y = 2000 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 171100 \text{ cm}^6, J_T = 59,5 \text{ cm}^4, W_x = 570 \text{ cm}^3, W_y = 200 \text{ cm}^3,$$

Stal: **S235** (wg PN-EN 1993-1-1:2006)

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: dla  $M_x \rightarrow$  klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,063$ )  $M_{Rx} = 130,29 \text{ kNm}$   
dla  $M_y \rightarrow$  klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,250$ )  $M_{Ry} = 53,75 \text{ kNm}$
- ścinanie: dla  $V_y \rightarrow$  klasa przekroju 1  $V_{Ry} = 224,46 \text{ kN}$   
dla  $V_x \rightarrow$  klasa przekroju 1  $V_{Rx} = 748,20 \text{ kN}$

### Belka

Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 6,40 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia  $\phi_L = 0,955$

Momenty maksymalne  $M_{x,\max} = -42,92 \text{ kNm}$ ,  $M_{y,\max} = -19,11 \text{ kNm}$

$$(54) \quad M_{x,\max} / (\phi_L \cdot M_{Rx}) + M_{y,\max} / M_{Ry} = 0,345 + 0,356 = 0,701 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 6,40 \text{ m}$

Maksymalne siły poprzeczne  $V_{y,\max} = 33,04 \text{ kN}$ ,  $V_{x,\max} = 14,71 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{y,\max} / V_{Ry} = 0,147 < 1$$

$$(53) \quad V_{x,\max} / V_{Rx} = 0,020 < 1$$

### Nośność na zginanie ze ścinaniem

Przekrój  $z = 6,40$  m

$V_{y,max} = 33,04$  kN <  $V_o = 0,6 \cdot V_{Ry} = 134,68$  kN → warunek niemiernodajny

Przekrój  $z = 6,40$  m

$V_{x,max} = 14,71$  kN <  $V_o = 0,3 \cdot V_{Rx} = 224,46$  kN → warunek niemiernodajny

### Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 10,27$  m

Ugięcia maksymalne  $f_{k,y,max} = 7,31$  mm,  $f_{k,x,max} = 9,23$  mm

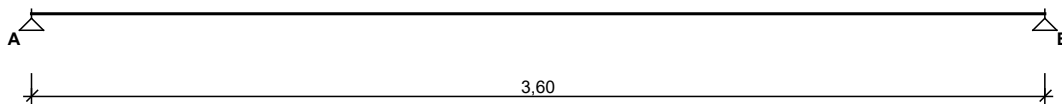
Ugięcie graniczne  $f_{gr} = I_o / 350 = 6800 / 350 = 19,43$  mm

$$f_{k,max} = (f_{k,y,max}^2 + f_{k,x,max}^2)^{0,5} = 11,77 \text{ mm} < f_{gr} = 19,43 \text{ mm} \quad (60,6\%)$$

## 2. Nadproże stalowe

### Nadproże stalowe

#### SCHEMAT BELKI



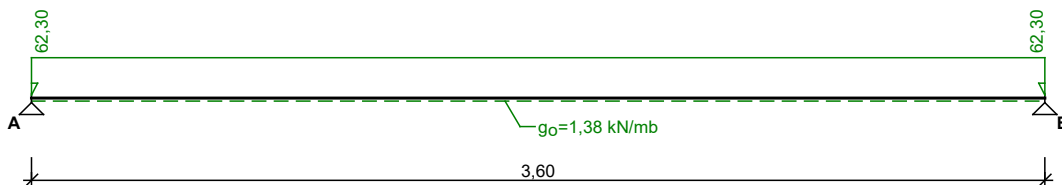
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,10$

#### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_f = 1,15$ )

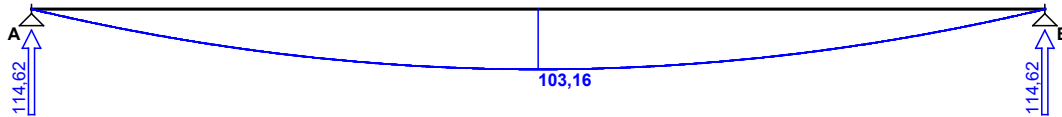
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



#### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **3x HE 160 B**,

$$A_v = 38,4 \text{ cm}^2, \quad m = 128 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 7470 \text{ cm}^4, \quad J_y = 30469 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 47940 \text{ cm}^6, \quad J_T = 31,4 \text{ cm}^4, \quad W_x = 933 \text{ cm}^3$$

Stal: **S235** (wg PN-EN 1993-1-1:2006)

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,069$ )  $M_R = 214,46 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 478,85 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

$$\text{Przekrój } z = 1,80 \text{ m}$$

$$\text{Współczynnik zwichrzenia } \phi_L = 1,000$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 103,16 \text{ kNm}$$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,481 < 1$$

Nośność na ścinanie

$$\text{Przekrój } z = 3,60 \text{ m}$$

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = -114,62 \text{ kN}$$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,239 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)114,62 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 287,31 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

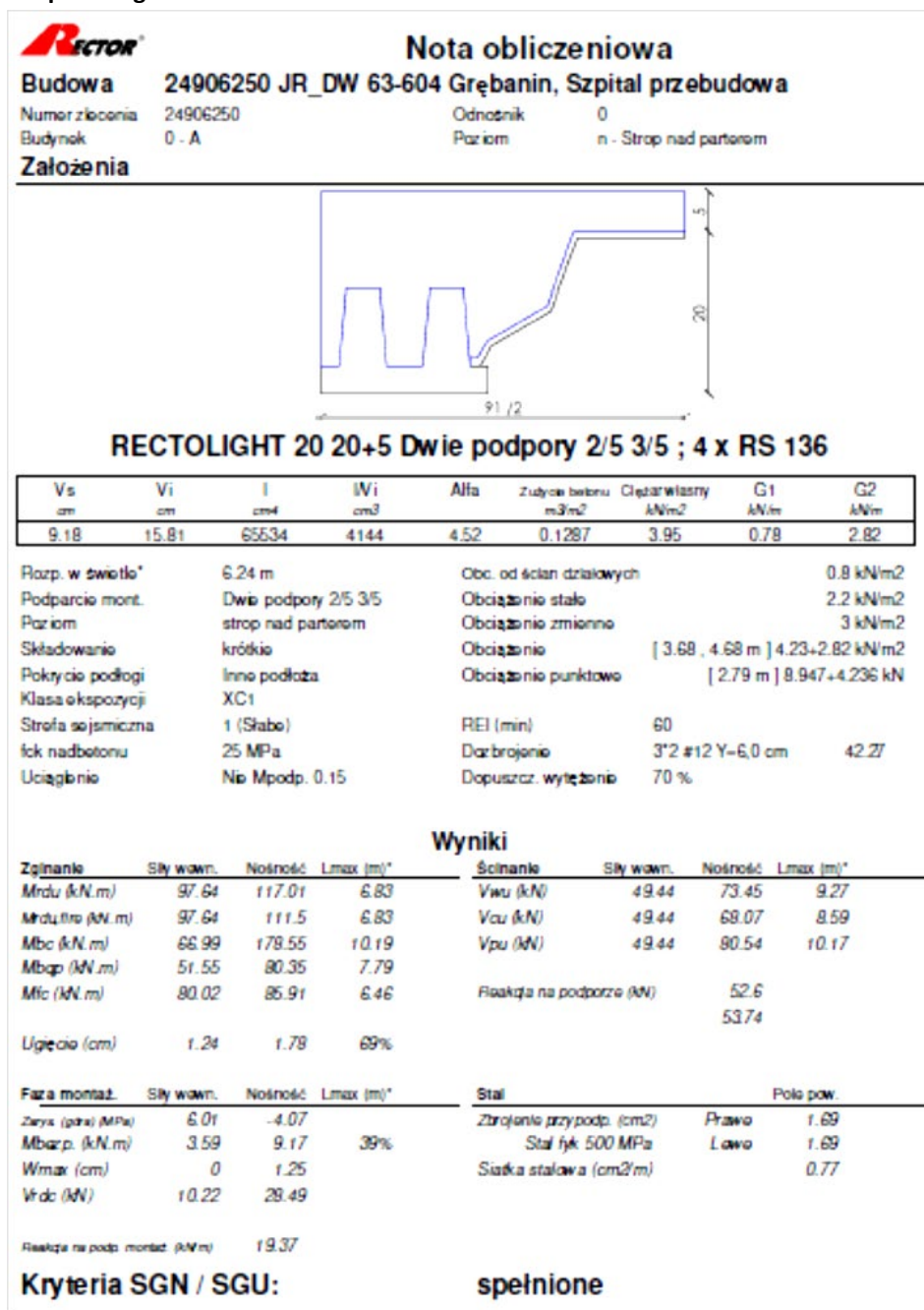
$$\text{Przekrój } z = 1,80 \text{ m}$$

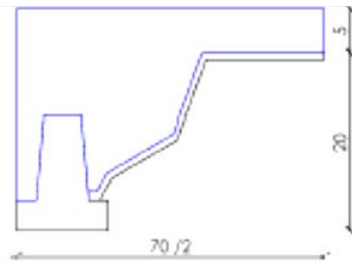
$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{k,\max} = 7,92 \text{ mm}$$

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_o / 350 = 3600 / 350 = 10,29 \text{ mm}$$

$$f_{k,\max} = 7,92 \text{ mm} < f_{gr} = 10,29 \text{ mm} \quad (77,0\%)$$

### 3. Strop Recolight





### RECTOLIGHT 20 20+5 Dwie podpory 2/5 3/5 ; 2 x RS 136

Vs cm	Vi cm	I cm <sup>4</sup>	IVi cm <sup>3</sup>	Alfa	Zużycie betonu m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Ciepota własna kN/m <sup>2</sup>	G1 kN/m	G2 kN/m
7.8	17.19	37554	2185	4.76	0.1169	3.39	0.39	1.99

Rozp. w świetle*	6.24 m	Obc. od ścian działowych	0.8 kN/m <sup>2</sup>
Podparcie mont.	Dwie podpory 2/5 3/5	Obciążenie stałe	2.2 kN/m <sup>2</sup>
Poziom	strop nad parterem	Obciążenie zmienne	3 kN/m <sup>2</sup>
Składowanie	krótkie		
Pokrycie podłogi	Inne podłoża		
Klasa ekspozycji	XC1		
Strefa sejsmiczna	1 (Słabo)	REI (min)	60
ścisk nadbetonu	25 MPa	Darbrojenie	1#12
Uciąganie	Nie Mpodp. 0.15	Dopuszcz. wyężenie	70 %
			7.77

### Wyniki

Zginanie	Sily wawn.	Nośność	Lmax (m)*	Ścinanie	Sily wawn.	Nośność	Lmax (m)*
Mrdn (kN.m)	44.78	60.87	7.27	Vwu (kN)	26.39	37.23	8.8
Mrdn.filo (kN.m)	44.78	48.05	7.27	Vou (kN)	26.39	39.93	9.44
Mbc (kN.m)	30.75	120.29	12.34	Vpu (kN)	26.39	41.82	9.89
Mbcp (kN.m)	23.59	54.13	9.45				
Mfc (kN.m)	36.85	45.3	6.92	Reakcja na podporze (kN)	28.69		
					28.69		
Ugięcia (cm)	0.95	1.78	53%				
Faza montaż.	Sily wawn.	Nośność	Lmax (m)*	Stal	Pole pow.		
Zarys (głw) (MPa)	6.01	-4.07		Zbrojenie przypodp. (cm <sup>2</sup> )	Prawo	0.77	
Mbarp. (kN.m)	3.6	9.17	39%	Stal fjk 500 MPa	Lewa	0.77	
Wmar (cm)	0	1.25		Siatka stalowa (cm <sup>2</sup> /m)		0.54	
Vrde (kN)	7.08	28.49					

Reakcja na podp. montaż. (kN/m) 17.41

**Kryteria SGN / SGU:**

**spełnione**

Projektant  
mgr inż. Marek Hołoga  
**WKP/0393/POOK/21**  
W specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej