

**USŁUGI PROJEKTOWO – WYKONAWCZE INSTALACJI SANITARNYCH  
ANDRZEJ BARNA**

Poznań 61 – 680 / ul. Jaspisowa 13 / NIP 92 31 23 57 71 / tel. 600–381–099

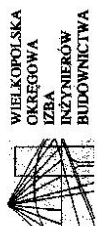
**EKSPERTYZA TECHNICZNA**

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO:	<b>Etap I zamierzenia budowlanego</b> <b>Termomodernizacja Lubuskiego Szpitala Specjalistycznego</b> Pulmonologiczno – Kardiologicznego w Torzymiu Sp. z o.o. modernizacja systemu c.o. i c.w.u. oraz budynków 7, 12, 13, i 14 z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii – budynek nr 12
ADRES OBIEKTU:	66-235 Torzym jednostka ewidencyjna: 080705_4. numer działki/działek: <b>732/28</b> identyfikator działki: 080705_4.0073.732/15 Kategoria obiektu: XI BUDYNKI SŁUŻBY ZDROWIA
NAZWA I ADRES INWESTORA:	<b>Lubuski Szpital Specjalistyczny Pulmonologiczno – Kardiologiczny w Torzymiu</b> 66-235 Torzym, ul. Wojska Polskiego 52
NAZWA ELEMENTU PROJEKTU BUDOWLANEGO:	PROJEKT ARCHITEKTONICZNO BUDOWLANY

Zakres opracowania	Pełniona funkcja projektowa	Imię i nazwisko, specjalność i nr uprawnień budowlanych	Data opracowania	Podpis
KONSTRUKCJA Projektant AUTOR PROJEKTU	PROJEKTAT spec. uprawnień numer uprawnień	mgr inż. Przemysław Kazulek Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjnej Nr Upr.Bud.WKP/0059/POOK/09	2 grudnia 2022	

EGZ. NR 1	EGZ. NR 2	EGZ. NR 3
-----------	-----------	-----------

# DECYZJE O NADANIU UPRAWNIEN BUDOWLANYCH I PRZYNALEŻNOŚĆ DO IZBY INŻYNIERÓW



WIELKOPOLSKA  
OKRĘGOWA  
IZBA  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA  
OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA  
sygn. akt WOIB-OKK-KP-0054-1202/009  
Poznań, dnia 10 czerwca 2009 r.

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42 z późn. zm.) i art. 12 ust. 1 pkt 1, art. 12 ust. 3 i 4, art. 19 ust. 1 pkt 1, oraz ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.) oraz § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.)

decyzją Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB  
otrzymuje

Pan

**Przemysław Edward Kazulek**

magister inżynier  
kierunek: Budownictwo  
urodzony dnia 13 października 1979 r. w Nowym Mieście Lubawskim

## UPRAWNIENIA BUDOWLANE nr ewidencyjny WKP/0059/POOK/09

do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

### UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

#### Pozostało

1. Podstawą do wykonania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Okręgowej Komisji Nadzoru Budowlanego oraz wpis w liście osób, którym udzielono uprawnień budowlanych.  
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Poznaniu w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



Skład orzekający:  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
Przewodniczący – dr inż. Daniel Pawlicki;  
Członkowie Komisji – dr inż. Andrzej Barczyński;  
Członek Komisji – mgr inż. Szymon Mikulenda;

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5 ustawy Prawo budowlane Pan Przemysław, Edward Kazulek jest upoważniony w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:  
- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego,  
- sprawowania kontroli technicznej urzeczywistniania obiektów budowlanych  
bez ograniczeń.

Zgodnie z § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie niniejsze uprawnienia upoważniają do sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.

Na podstawie § 15 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie danej specjalności.

Niniejsze uprawnienia nie obejmują obiektów i robót budowlanych wyszczególnionych w § 18, § 19, § 20, § 21 i § 22 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r.

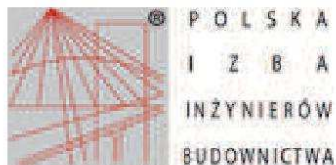
PRZEWODNICZĄCY  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

dr inż. Daniel Pawlicki

Otrzymują:

1. Pan Przemysław, Edward Kazulek  
64-920 Piła, ul. Wieniawskiego 27/4
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego

4 a/a



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-3K8-PCJ-FHW \*

Pan Przemysław Edward Kazulek o numerze ewidencyjnym WKP/BO/0357/09  
adres zamieszkania ul. Wieniawskiego 27/4, 64-920 Piła  
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-11-01 do 2023-10-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-09-29 roku przez:

Andrzej Kulesa, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.)

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go  
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.



## EKSPERTYZA TECHNICZNA BUDYNEK NR 12

### 1. Materiały wyjściowe

#### 1.1. Zlecenie Inwestora

**Lubuski Szpital Specjalistyczny Pulmonologiczno-Kardiologiczny w Torzymiu**  
**Ul. Wojska Polskiego 52, 66-235 Torzym**

#### 1.2. Uzgodnienia z Inwestorem

#### 1.3. Projekt budowlany branży architektonicznej

#### 1.4. Uzgodnienia między branżowe

#### 1.5. Dokumentacja geotechniczna

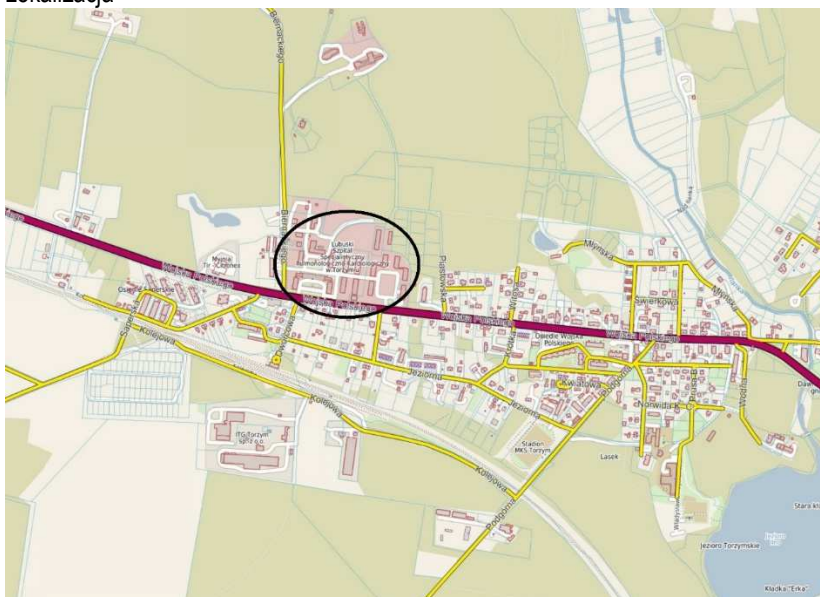
#### 1.6. Polskie Normy

### 2. Dane lokalizacyjne

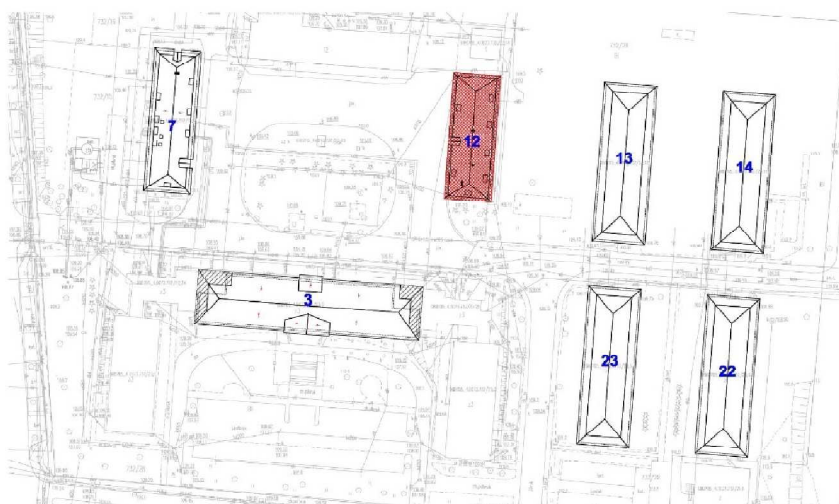
#### 2.1. Usytuowanie

Omawianym budynkiem jest obiekt zlokalizowany w mieście Torzym przy ul. Wojska Polskiego, 66-235 Torzym, działki nr ewidencyjnej 732/28, obręb ewidencyjny 0073 Torzym, jednostka ewidencyjna 080705\_4.

##### 2.1.1. Lokalizacja

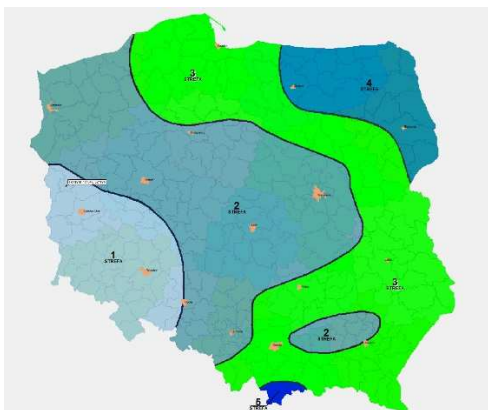


##### 2.1.2. Usytuowanie obiektu na działce



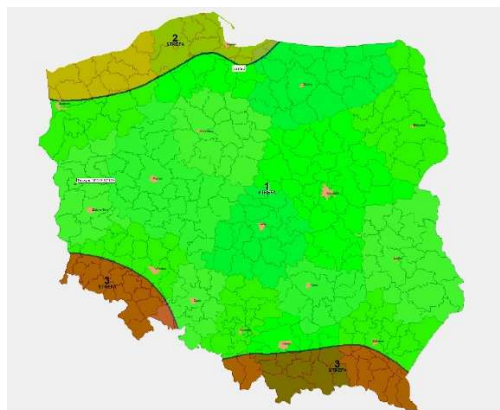
## 2.2. Ograniczenia strefowe

### 2.2.1. Obciążenie śniegiem



Obiekt zlokalizowany jest w 1 strefie obciążenia śniegiem.

### 2.2.2. Obciążenie wiatrem



Obiekt zlokalizowany jest w 1 strefie obciążenia wiatrem.

## 3. Opis ogólny zamierzenia projektowego

Ekspertyza techniczna określa stan techniczny konstrukcji dachu oraz dokonuje analizy dotyczącej możliwości montażu paneli fotowoltaicznych. W ramach ww. zadania planuje się umiejscowienie na dachu budynku instalacji fotowoltaicznej. Do obliczeń statycznych przyjęto szacunkowy ciężar instalacji o wartości  $30\text{kg/m}^2$ .

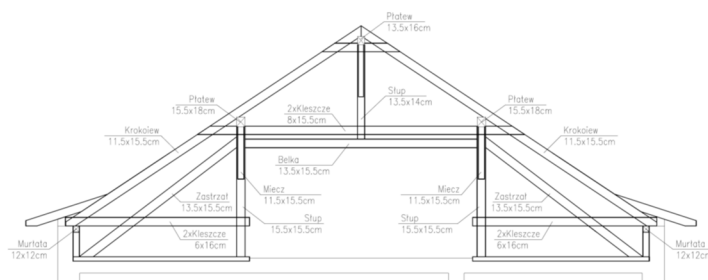
## 4. Elementy konstrukcji

Budynek będący przedmiotem opracowania jest budynkiem 1-kondygnacyjnym z poddaszem, niepodpiwniczony, z dachem czterospadowym. Obiekt ma charakter prostej bryły. Budynek wykonany w technologii tradycyjnej o ścianach murowanych z cegły pełnej i dachu w konstrukcji drewnianej. Posadowienie najprawdopodobniej bezpośrednie w postaci ław betonowych.

### 4.1. Konstrukcja dachu

Główne elementy więźby dachowej stanowią więzary dachowe o konstrukcji płatwiowo-kleszczowej trójstolcowej z więzarami głównymi ustawionymi w rozstawie około  $4,6\text{m}$ . Ramy stolcowe, jak i więzary pełne dachu są głównymi elementami dachu odpowiedzialnymi za przenoszenie obciążeń na strop i ściany. Dach płatwiowo-kleszczowy jest wykonany ze ścianą kolankową.

Krokwie są ułożone ze spadkiem około  $34^\circ$  w rozstawie około  $80\text{cm}$ . Pod względem schematu statycznego krokwie są elementami dwuprzęsłowymi o przekroju poprzecznym  $11,5 \times 15,5\text{cm}$ . Ścianka stolcowa składa się ze słupów, płatwi i mieczy. Płatwie o przekroju  $15,5 \times 18\text{cm}$  stanowią podparcie dla krokwi jako płatwie pośrednie i kalenicowe. Płatwie oparte na słupach o przekroju  $15,5 \times 15,5\text{cm}$ , które przenoszą obciążenie na strop. Całość konstrukcji dachu usztywniono w kierunku podłużnym mieczami o przekroju  $11,5 \times 15,5\text{cm}$ . W kierunku poprzecznym usztywnienie stanowią zastrzały o przekroju  $13,5 \times 15,5\text{cm}$  oraz kleszcze o przekroju  $8 \times 15,5\text{cm}$  i  $6 \times 16\text{cm}$ . Płatwie kalenicowe o przekroju  $13,5 \times 16\text{cm}$  oparte są na krótkich słupach podpartych w miejscu więzarów pełnym za pośrednictwem belki. Łaty ułożone na krokwiach w rozstawie około  $35\text{cm}$  jako elementy min. dwuprzęsłowe o przekroju poprzecznym  $38 \times 58\text{mm}$ .



#### 4.2. Poszycie dachu

Poszycie dachu stanowi dachówka betonowa.

#### 4.3. Strop

Istniejący strop wykonany jako gęstożebrowy typu Akerman.

#### 4.4. Ocen stanu technicznego

W trakcie inwentaryzacji dokonano szczegółowych oględzin i oceny poszycia oraz konstrukcji więźby. Dachówka betonowa wykazuje wysoki stopień technicznej dekapitalizacji wynikający z wieku i braku właściwej konserwacji. W poszyciu zauważono bardzo wiele nieszczelności, szczególnie wokół otworów (lukarn), wiele dachówek jest popękanych i obłuzowanych. W zasadzie całe pokrycie, musi zostać wymienione. W złym stanie technicznym jest również łąty. Na łątach widoczne są liczne ślady wielokrotnych zawilgoceń, zmuszenia i wykwyty pleśni. Bezwzględnej wymianie powinno podlegać około 50% łąt. Jednak przy całkowitej wymianie pokrycia, celowa byłaby również kompletna wymiana łąt. W równie złym stanie technicznym są elementy konstrukcji dachu w okolicach lukarn, dolne oraz górne odcinki krokwi, oraz deski okapowe, co wynika z nieszczelności w strefie przyokapowej i kalenicowej. Elementy więźby dachowej, które nie były narażone na bezpośrednie zawilgocenie, takie jak ściana stolcowa, słupki, kleszcze, zastrzały, środkowe fragmenty krokwi są w dobrym stanie technicznym. Oprócz wymiany i naprawy elementów drewnianych, zostanie wymieniona dachówka na blachodachówkę. Ponadto należy skuć zmuszające tynki kominów na całej wysokości, mury przesuszyć i otyłkować ponownie.

### 5. Analiza dotycząca możliwości montażu paneli na dachu

#### 5.1. Założenia

W ramach w/w zadania planuje się umiejscowienie na dachu budynku instalacji fotowoltaicznej. Do obliczeń statycznych przyjęto szacunkowy ciężar instalacji o wartości  $30 \text{ kg/m}^2$ .

Obliczenia konstrukcji obiektów wykonano w oparciu o Eurokody oraz normy i przepisy polskie.

W szczególności kierowano się przepisami zawartymi w następujących dokumentach:

- PN-EN 1990:2004 Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje  
Część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje  
Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem
- PN-EN 1995-1-1:2010 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych  
Część 1-1: Postanowienia ogólne - Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków
- PN-EN 1995-1-2:2008 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych  
Część 1-2: Postanowienia ogólne - Projektowanie konstrukcji z uwagi na warunki pożarowe

#### 5.2. Obciążenia

##### Zestawienie obciążeń stałych

Lp	Opis obciążenia	Grubość warstwy [m]	Ciężar materiału [kN/m <sup>3</sup> ]	Obciążenie charakt. [kN/m <sup>2</sup> ]
1	blachodachówka	-	-	0,35
2	łąty i kontrłąty	-	-	0,05
3	folia paroizolacyjna	-	-	0,01
5	instalacja fotowoltaiczna	-	-	0,30
RAZEM				0,71

Współczynnik bezpieczeństwa  $\gamma_f = 1,35$



## Zestawienie obciążeń zmiennych

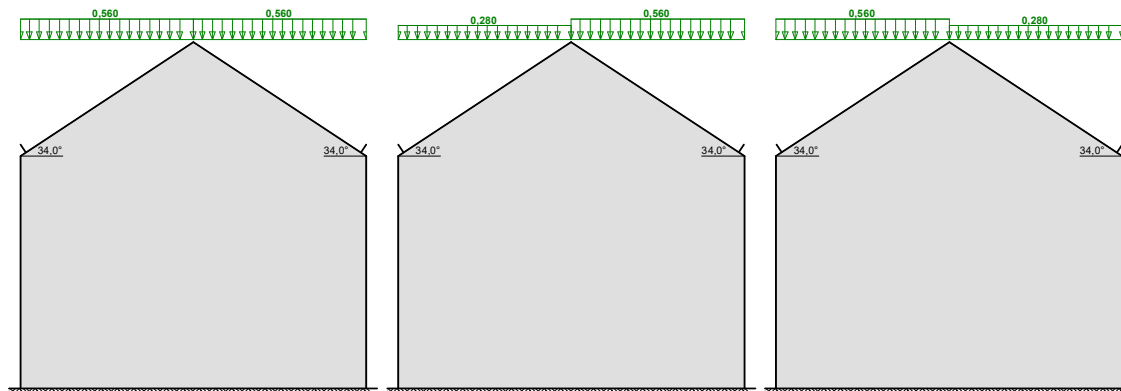
### Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (p.5.3.3)

przypadek (i)

przypadek (ii)

przypadek (iii)

$s$  [kN/m<sup>2</sup>]



- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
  - strefa obciążenia śniegiem 1;  $A = 100$  m n.p.m.  $\rightarrow$   
 $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,700$  kN/m<sup>2</sup>  $< 0,7$  kN/m<sup>2</sup>  $\rightarrow s_k = 0,7$  kN/m<sup>2</sup>
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
  - teren normalny  $\rightarrow C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny  $\rightarrow C_t = 1,0$

#### Połąć dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i):

- Współczynnik kształtu dachu:
  - nachylenie połaci  $\alpha = 34,0^\circ$
  - zabezpieczenie przed zsunięciem się śniegu z dachu  
 $\mu_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 34,0^\circ) / 30^\circ = 0,693 < 0,8 \rightarrow \mu_1 = 0,8$

#### Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = \mathbf{0,560 \text{ kN/m}^2}$$

#### Mniej obciążona połąć dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)/(iii):

- Współczynnik kształtu dachu:
  - nachylenie połaci  $\alpha = 34,0^\circ$
  - zabezpieczenie przed zsunięciem się śniegu z dachu  
 $\mu = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$

#### Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = \mathbf{0,280 \text{ kN/m}^2}$$

#### Bardziej obciążona połąć dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)/(iii):

- Współczynnik kształtu dachu:
  - nachylenie połaci  $\alpha = 34,0^\circ$
  - zabezpieczenie przed zsunięciem się śniegu z dachu  
 $\mu_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 34,0^\circ) / 30^\circ = 0,693 < 0,8 \rightarrow \mu_1 = 0,8$

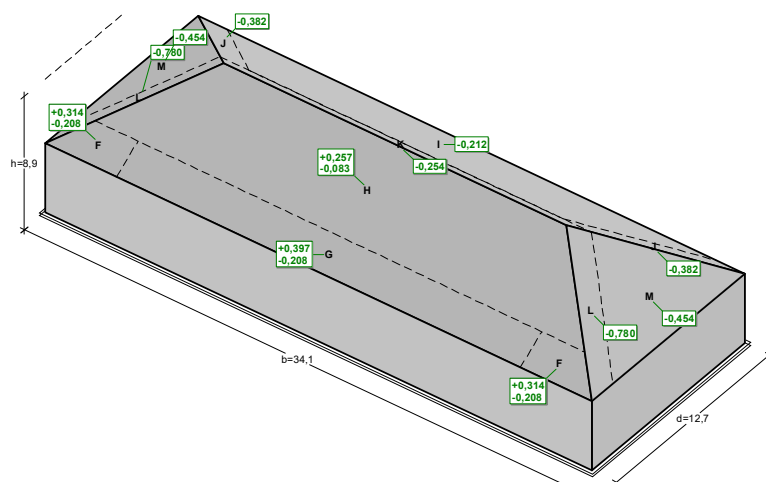
#### Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = \mathbf{0,560 \text{ kN/m}^2}$$

### Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy czterospadowe (p.7.2.6)



$F_{w,e}$  [kN/m<sup>2</sup>]



- Dach czterospadowy o wymiarach:  $b = 34,1$  m,  $d = 12,7$  m,  $h = 8,9$  m, kąty nachylenia połaci  $\alpha_0 = 34,0^\circ$ ,  $\alpha_{90} = 34,0^\circ$
- Budynek o wysokości  $h = 8,9$  m
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 17,8$  m
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
  - strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 100$  m n.p.m.  $\rightarrow v_{b,0} = 22$  m/s
- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$  m/s
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 8,90$  m
- Kategoria terenu III  $\rightarrow$  współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (8,9/10)^{0,19} = 0,78$  (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii):  $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 17,21$  m/s
- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = 0,295$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
  - $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 567,7$  Pa = 0,568 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_s c_d = 1,000$

#### Połąć - pole F - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,553$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot 0,553 = 0,314 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole F - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,367$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,367) = -0,208 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole G - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot 0,7 = 0,397 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole G - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,367$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,367) = -0,208 \text{ kN/m}^2$$

#### Połąć - pole H - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,453$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot 0,453 = 0,257 \text{ kN/m}^2$$



**Połąć - pole H - ssanie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,147$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s \cdot c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,147) = -0,083 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole I:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,373$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s \cdot c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,373) = -0,212 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole J:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,673$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s \cdot c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,673) = -0,382 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole K:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,447$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s \cdot c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,447) = -0,254 \text{ kN/m}^2$$

**Połąć - pole L:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,373$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s \cdot c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-1,373) = -0,780 \text{ kN/m}^2$$

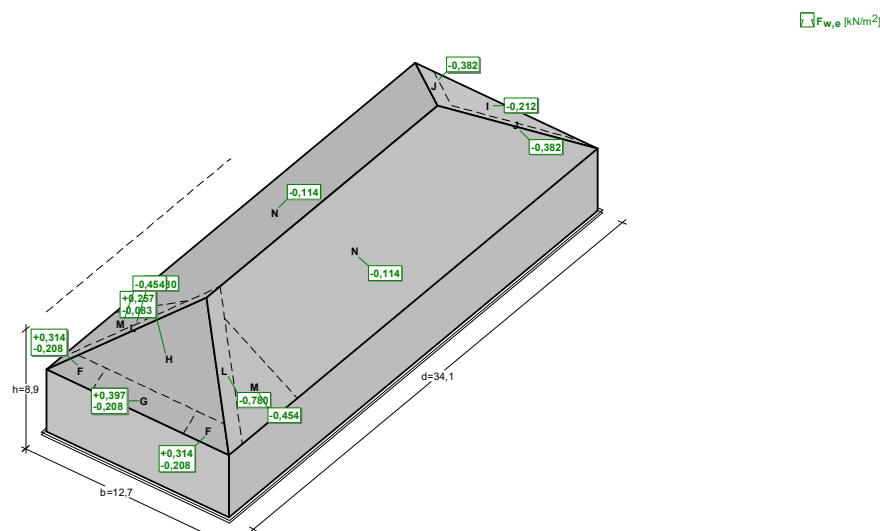
**Połąć - pole M:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s \cdot c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,8) = -0,454 \text{ kN/m}^2$$

kierunek  
wiatru



- Dach czterospadowy o wymiarach:  $b = 12,7$  m,  $d = 34,1$  m,  $h = 8,9$  m, kąty nachylenia połaci  $\alpha_0 = 34,0^\circ$ ,  $\alpha_{90} = 34,0^\circ$
- Budynek o wysokości  $h = 8,9$  m
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 12,7$  m
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
  - strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 100$  m n.p.m.  $\rightarrow v_{b,0} = 22$  m/s
- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$  m/s
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 8,90$  m
- Kategoria terenu III  $\rightarrow$  współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (8,9/10)^{0,19} = 0,78$  (wg Załącznika krajowego NA.6)

- Współczynnik rzeźby terenu (orografii):  $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_f(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 17,21 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = 0,295$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:  
 $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 567,7 \text{ Pa} = 0,568 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_{sCd} = 1,000$

#### **Połąć - pole F - parcie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,553$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot 0,553 = \mathbf{0,314 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole F - ssanie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,367$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,367) = \mathbf{-0,208 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole G - parcie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot 0,7 = \mathbf{0,397 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole G - ssanie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,367$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,367) = \mathbf{-0,208 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole H - parcie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,453$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot 0,453 = \mathbf{0,257 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole H - ssanie:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,147$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,147) = \mathbf{-0,083 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole I:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,373$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,373) = \mathbf{-0,212 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole J:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,673$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,673) = \mathbf{-0,382 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole L:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,373$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-1,373) = \mathbf{-0,780 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole M:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,8) = \mathbf{-0,454 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Połąć - pole N:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,568 \cdot (-0,2) = -0,114 \text{ kN/m}^2$$

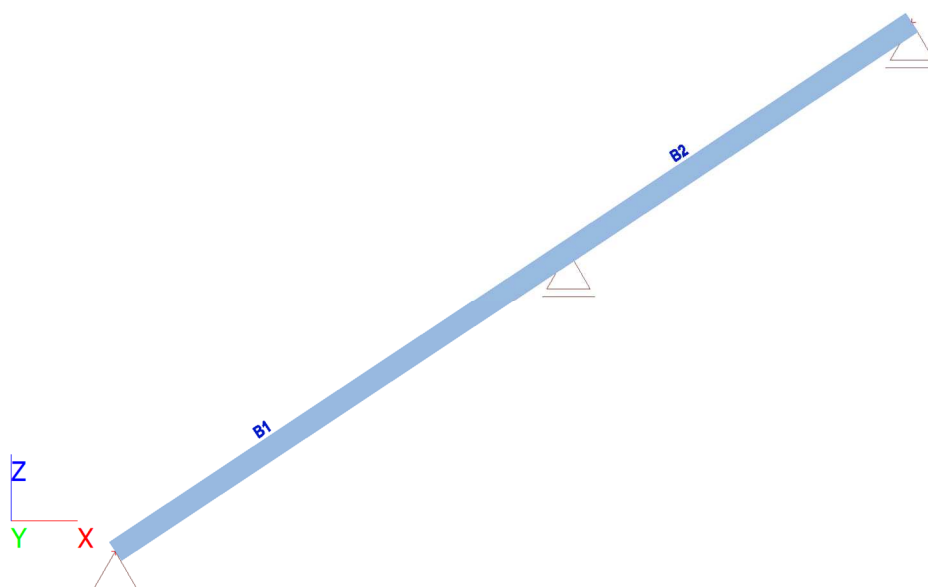
### 5.3. Wymiarowanie krokwi

#### 5.3.1. Przypadki obciążeń

##### 5.3.1.1. Przypadki obciążeń - LC1

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Kierunek
LC1	Ciężar własny	Stały	STA	Ciężar własny	-Z

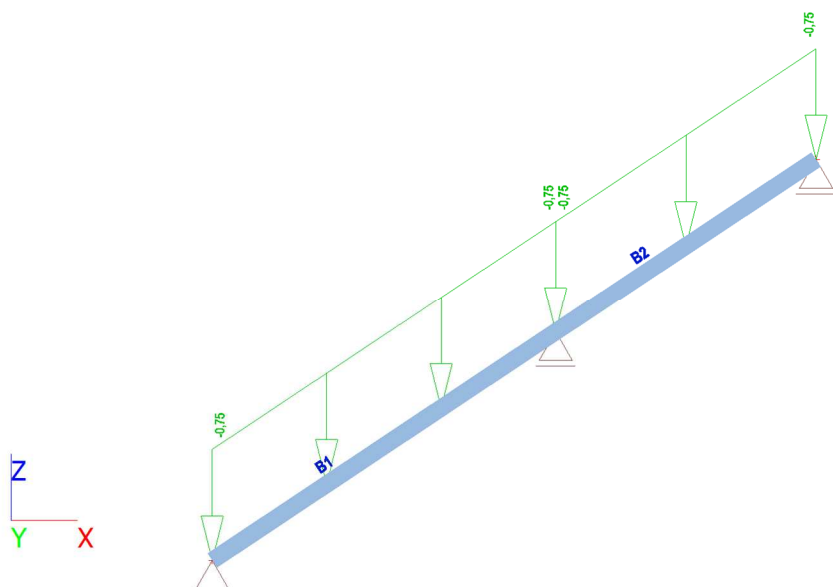
##### 5.3.1.1.



##### 5.3.1.2. Przypadki obciążeń - LC2

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia
LC2	Stałe	Stały	STA	Standard

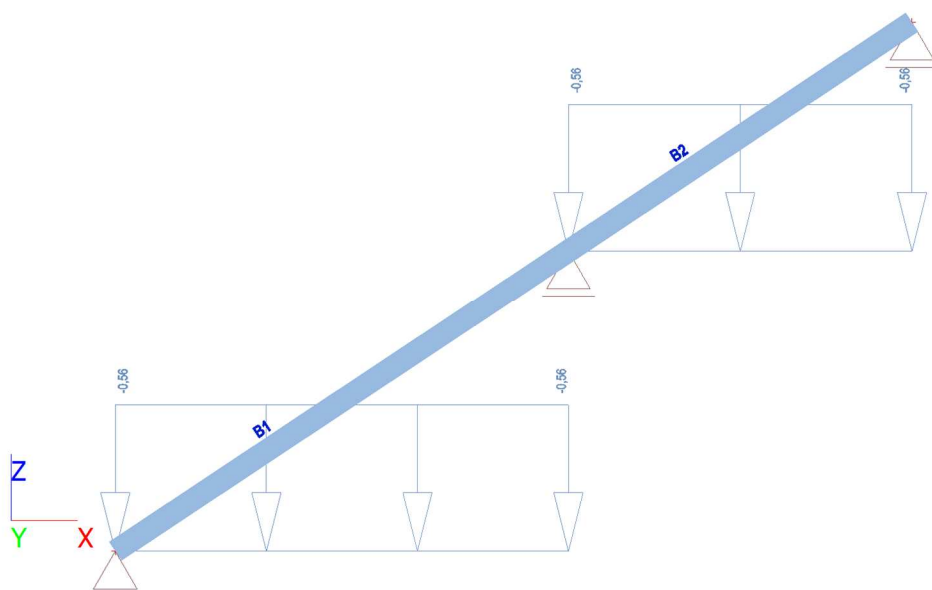
##### 5.3.1.2.



#### 5.3.1.3. Przypadki obciążeń - SN1

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
SN1	Śnieg	Zmienny	SN	Statyczny	Śnieg	Żadny

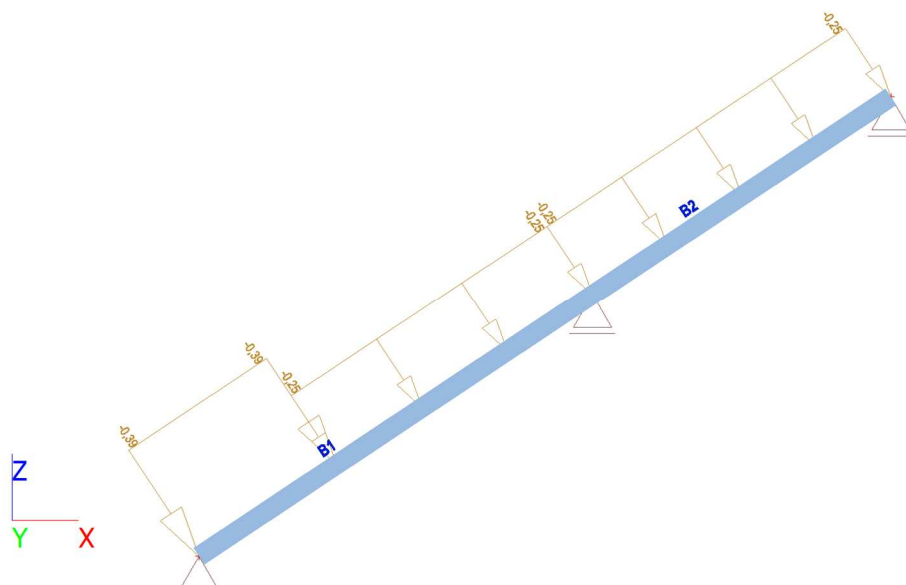
#### 5.3.1.3.



#### 5.3.1.4. Przypadki obciążeń - WTR1

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
WTR1	Wiatr z lewej parcie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	Żadny

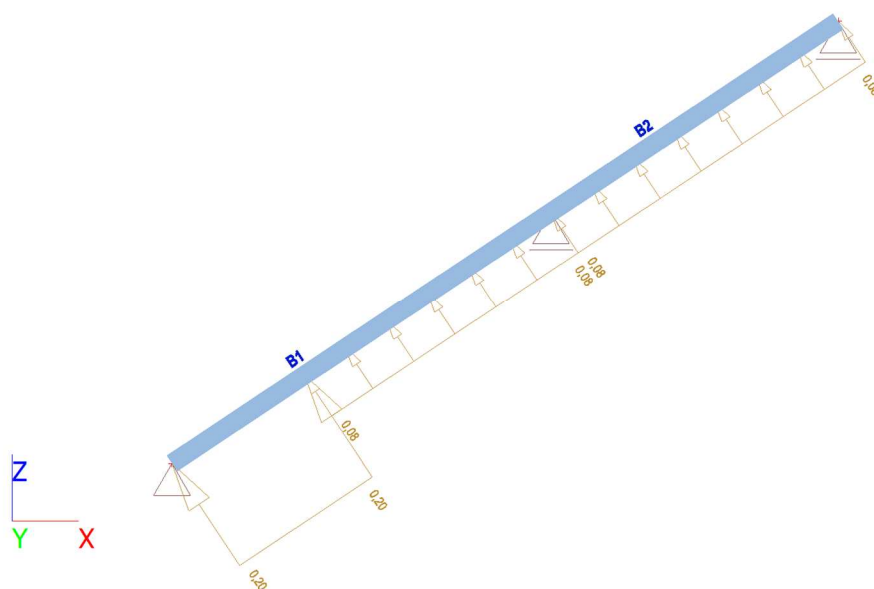
#### 5.3.1.4.



#### 5.3.1.5. Przypadki obciążeń - WTR2

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
WTR2	Wiatr z lewej ssanie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	Żadny

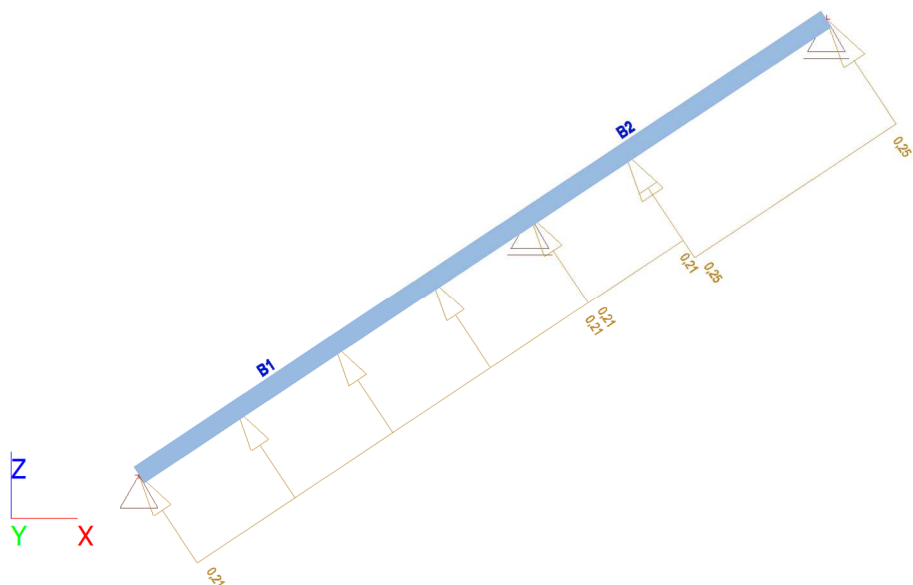
#### 5.3.1.5.



#### 5.3.1.6. Przypadki obciążeń - WTR3

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
WTR3	Wiatr z prawej ssanie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	Żadny

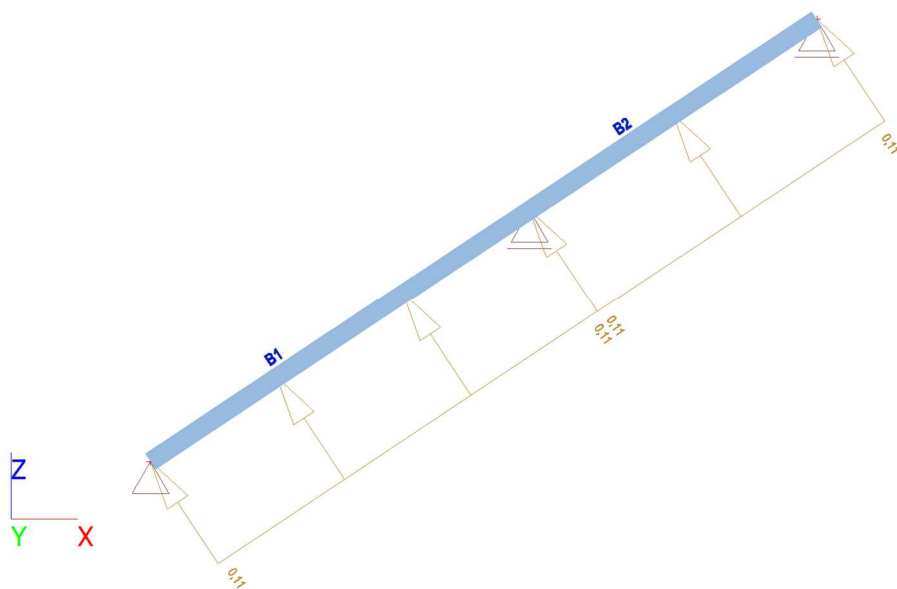
#### 5.3.1.6.



#### 5.3.1.7. Przypadki obciążeń - WTR4

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
WTR4	Wiatr z przodu	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	Żadny

#### 5.3.1.7.

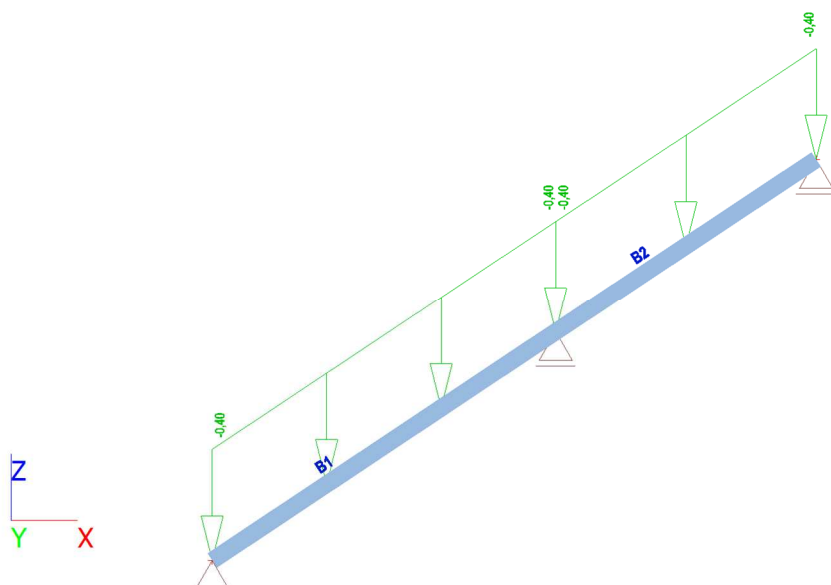


#### 5.3.1.8. Przypadki obciążeń - LK1

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Czas trwania	Główny przypadek obciążenia
LK1	Użytkowe	Zmienny	KAT.H	Statyczny	Standard	Krótki	Żadny

#### 5.3.1.8.





### 5.3.2. Przypadki obciążeń

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Czas trwania
LC1	Ciężar własny	Stały	STA	Ciężar własny		
LC2	Stałe	Stały	STA	Standard		
SN1	Śnieg	Zmienny	SN	Statyczny	Śnieg	
WTR1	Wiatr z lewej parcie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	
WTR2	Wiatr z lewej ssanie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	
WTR3	Wiatr z prawej ssanie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	
WTR4	Wiatr z przodu	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	
LK1	Użytkowe	Zmienny	KAT.H	Statyczny	Standard	Krótki

### 5.3.3. Grupy obciążeń

Nazwa	Obciążenie	Związek	Typ
STA	Stały		
SN	Zmienny	Wyłączna	Śnieg
WTR	Zmienny	Wyłączna	Wiatr
KAT.H	Zmienny	Wyłączna	Kat H : dachy

### 5.3.4. Kombinacje


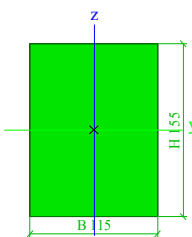
Nazwa	Typ	Przypadki obciążeń	Współ. [-]
SGN-Zestaw B (automatyczne)	EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B	LC1 - Ciężar własny	1,000
		LC2 - Stałe	1,000
		SN1 - Śnieg	1,000
		WTR1 - Wiatr z lewej parcie	1,000
		WTR2 - Wiatr z lewej ssanie	1,000
		WTR3 - Wiatr z prawej ssanie	1,000
		WTR4 - Wiatr z przodu	1,000
		LK1 - Użytkowe	1,000
SGU-Char. (automatyczne)	EN-SGU Char.	LC1 - Ciężar własny	1,000
		LC2 - Stałe	1,000
		SN1 - Śnieg	1,000
		WTR1 - Wiatr z lewej parcie	1,000
		WTR2 - Wiatr z lewej ssanie	1,000

Nazwa	Typ	Przypadki obciążeń	Współ. [-]
		WTR3 - Wiatr z prawej ssanie	1,000
		WTR4 - Wiatr z przodu	1,000
		LK1 - Użytkowe	1,000

### 5.3.5. Klasy z wynikami

Nazwa	Lista
Wszystkie SGN	SGN-Zestaw B (automatyczne) - EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B
Wszystkie SGU	SGU-Char. (automatyczne) - EN-SGU Char.
Wszystkie SGN+SGU	SGN-Zestaw B (automatyczne) - EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B
	SGU-Char. (automatyczne) - EN-SGU Char.

### 5.3.6. Przekroje poprzeczne

CS1		
Typ	PROST	
Szczegółowy	115; 155	
Typ kształtu	Grubościenny	
Pozycja materiału	C24 (EN 338)	
Produkcja	drewno	
Kolor		
A [m²]	1,7825e-02	
A <sub>y</sub> [m²], A <sub>z</sub> [m²]	1,4862e-02	1,4858e-02
A <sub>L</sub> [m²/m], A <sub>D</sub> [m²/m]	5,4000e-01	5,4000e-01
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	58	78
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m⁴], I <sub>z</sub> [m⁴]	3,5687e-05	1,9645e-05
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	45	33
W <sub>el,y</sub> [m³], W <sub>el,z</sub> [m³]	4,6048e-04	3,4165e-04
W <sub>pl,y</sub> [m³], W <sub>pl,z</sub> [m³]	5,6425e-04	4,1864e-04
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	11849,23	11849,23
M <sub>pl,z,+</sub> [Nm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nm]	8791,37	8791,37
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m⁴], I <sub>w</sub> [m⁶]	4,2896e-05	3,9464e-09
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0	0
Obrazek		

Objaśnienie symboli	
A	Powierzchnia
A <sub>y</sub>	Powierzchnia ścinania w głównym kierunku y - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
A <sub>z</sub>	Powierzchnia ścinania w głównym kierunku z - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
A <sub>L</sub>	Obwód na jednostkę długości
A <sub>D</sub>	Powierzchnia suszenia na jednostkę długości

Objaśnienie symboli	
C <sub>y</sub> .UCS	Współrzędne środka ciężkości w kierunku Y układu osi wprowadzania
C <sub>z</sub> .UCS	Współrzędne środka ciężkości w kierunku Z układu osi wprowadzania
I <sub>y</sub> .LCS	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi YLCS
I <sub>z</sub> .LCS	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi ZLCS
I <sub>yz</sub> .LCS	Moment mieszany w obszarze układu LCS
$\alpha$	Kąt obrotu układu osi głównej
I <sub>y</sub>	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi głównej y
I <sub>z</sub>	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi głównej z
i <sub>y</sub>	Promień bezwładności względem głównej osi y
i <sub>z</sub>	Promień bezwładności względem głównej osi z
W <sub>el.y</sub>	Sprężysty wskaźnik przekroju względem głównej osi y
W <sub>el.z</sub>	Sprężysty wskaźnik przekroju względem głównej osi z
W <sub>pl.y</sub>	Plastyczny wskaźnik przekroju względem głównej osi y
W <sub>pl.z</sub>	Plastyczny wskaźnik przekroju względem głównej osi z
M <sub>pl.y.+</sub>	Moment plastyczny względem głównej osi y dla dodatniego momentu M <sub>y</sub>
M <sub>pl.y.-</sub>	Moment plastyczny względem głównej osi y dla ujemnego momentu M <sub>y</sub>
M <sub>pl.z.+</sub>	Moment plastyczny względem głównej osi z dla dodatniego momentu M <sub>z</sub>
M <sub>pl.z.-</sub>	Moment plastyczny względem głównej osi z dla ujemnego momentu M <sub>z</sub>
d <sub>y</sub>	Współrzędne środka ścinania w głównym kierunku y mierzonym od środka ciężkości - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
d <sub>z</sub>	Współrzędne środka ścinania w głównym kierunku z mierzonym od środka ciężkości - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
I <sub>t</sub>	Stała skręcania - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
I <sub>w</sub>	Stała zwichrzenia - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
$\beta_y$	Mono-symetria stała względem głównej osi y
$\beta_z$	Mono-symetria stała względem głównej osi z

### 5.3.7. Klasy z wynikami

#### 5.3.7.1. Klasy z wynikami - Wszystkie SGN

Nazwa	Lista
Wszystkie SGN	SGN-Zestaw B (automatyczne) - EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B

### 5.3.7.1.

#### 5.3.7.1.1. Sprawdzenie SGN drewna

Obliczenie liniowe, Ekstremum : Pręt

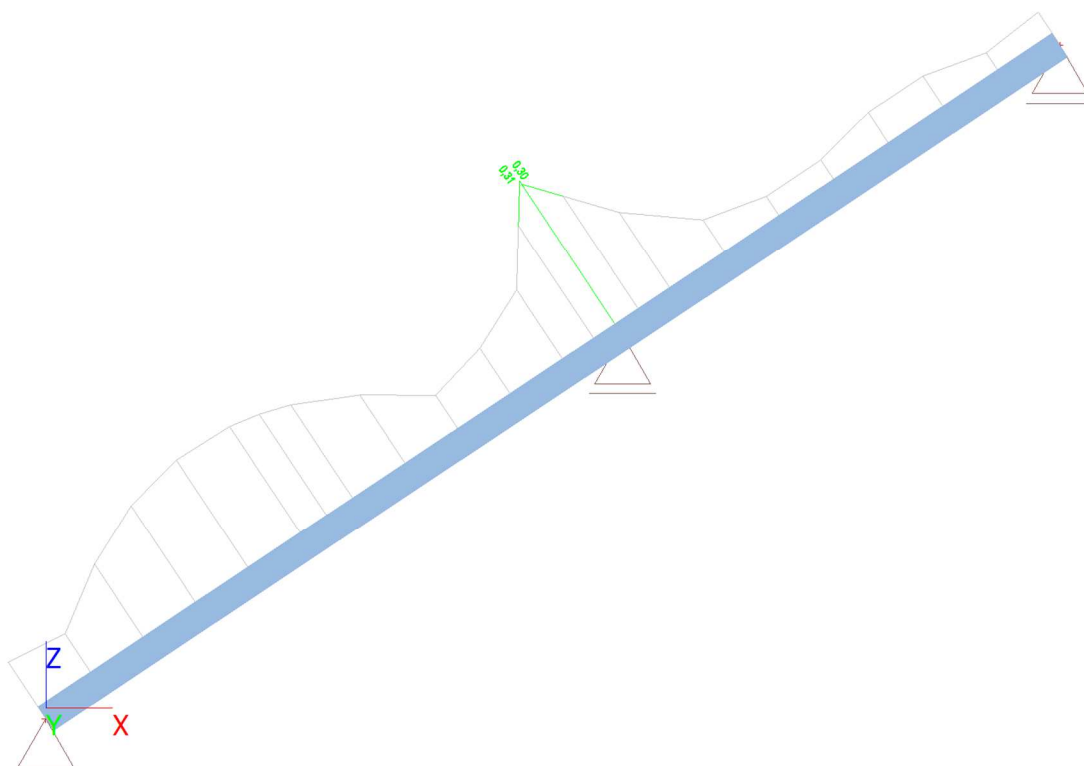
Wybór : Wszystkie

Klasa : Wszystkie SGN

Sprawdzenie SGN drewna

Belka	Przekrój poprzeczny	Materiał	dx [m]	Przypadek obciążeń	Sprawdzenie całkowite [-]	Sprawdzenie przekroju [-]	Sprawdzenie stateczności [-]
B1	CS1 - PROST	C24 (EN 338)	3,722	Wszystkie SGN/1	<b>0,31</b>	0,31	0,30
B2	CS1 - PROST	C24 (EN 338)	0,000	Wszystkie SGN/1	<b>0,30</b>	0,30	0,30

#### 5.3.7.1.2. Timber ULS check; Unity check



#### 5.3.7.1.3. Sprawdzenie SGN drewna

Obliczenie liniowe, Ekstremum : Przekrój poprzeczny

Wybór : Wszystkie

Klasa : Wszystkie SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B1	3,722 m	CS1 - PROST (115; 155)	C24 (EN 338)	Wszystkie SGN	0,31 -
----------	---------	------------------------	--------------	---------------	--------

Klucz do kombinacji
Wszystkie SGN / 1.15*LC1 + 1.15*LC2 + 1.50*SN1 + 0.90*WTR1

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie ( $f_{m,k}$ )	24,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	14,5	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	21,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,5	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **3,722 m**.

Sily wewnętrzne		
$N_{Ed}$	2,82	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	-3,60	kN
$T_{Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	-2,26	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	2
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,90

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...

#### Rozciąganie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.2 i wzorem (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,2	MPa
$k_h$	1,00	
$f_{t,0,d}$	10,0	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,02	-

#### Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	6,66	kN
$l$	100	mm
$l_{ef}$	160	mm
$b$	115	mm
$A_{ef}$	18400	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,4	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	
$h$	155	mm
$k_{c,90}$	1,500	-
$f_{c,90,d}$	1,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,14	-

#### Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	4,9	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,30 + 0,00 = 0,30 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,21 + 0,00 = 0,21 -

### Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$\tau_{z,d}$	0,5	MPa
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,16	-

### Kombinacja zginania i rozciągania osiowego

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.3 i wzorem (6.17),(6.18)

$f_{t,0,d}$	10,0	MPa
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.17) = 0,02 + 0,30 + 0,00 = 0,31 -

Sprawdzenie zgodności (6.18) = 0,02 + 0,21 + 0,00 = 0,22 -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

### ...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...

#### Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwichrzenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	50,36	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	109,4	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,468	-
Współczynnik zmniejszający $k_{crit}$	1,000	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,30 -

Parametry $M_{y,crit}$		
$G_{0,05}$	462,5	MPa
Długość zwichrzenia L	3,722	m
$L_{ef}/L$	0,90	
Długość skuteczna $L_{ef}$	3,350	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

### 5.3.8. Klasy z wynikami

#### 5.3.8.1. Klasy z wynikami - Wszystkie SGU

Nazwa	Lista
Wszystkie SGU	SGU-Char. (automatyczne) - EN-SGU Char.

#### 5.3.8.1.



#### 5.3.8.1.1. Sprawdzenie SGU drewna

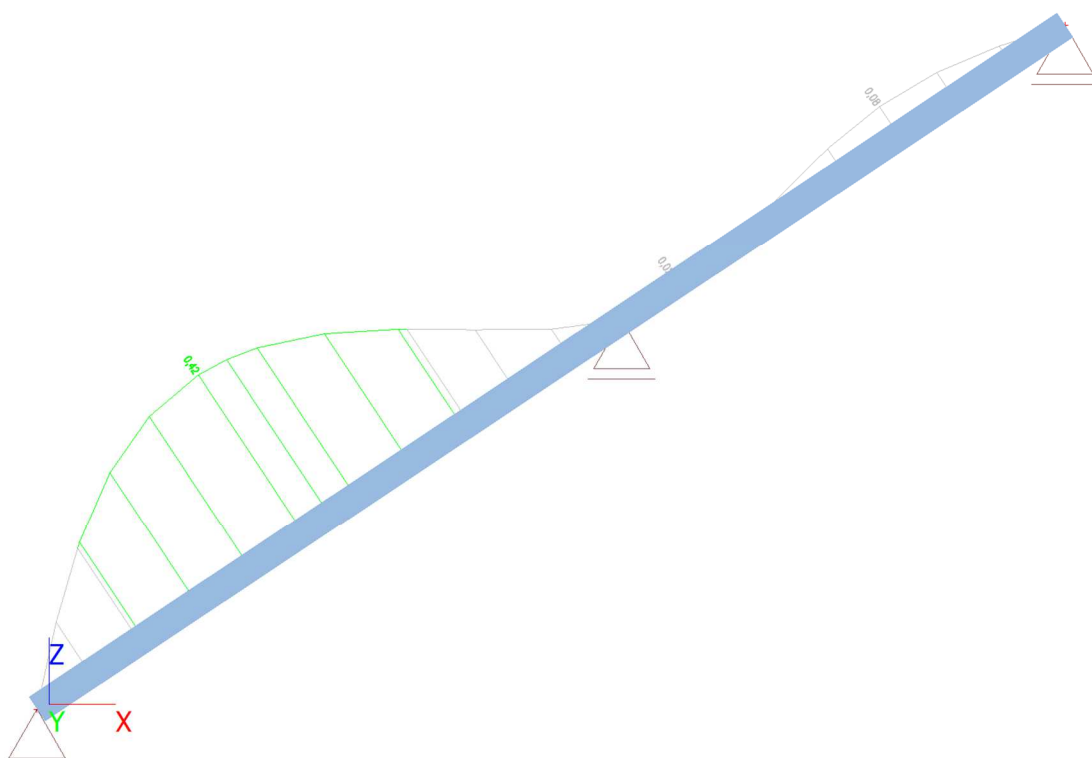
Obliczenie liniowe, Ekstremum : Pręt

Wybór : Wszystkie

Klasa : Wszystkie SGU

Pręt	Przekrój poprzeczny	dx [m]	Przypadek obciążeń	Sprawdzenie całkowite [-]	uy inst [mm]	Rel uy inst [1/xx]	Sprawdzenie uy inst [-]	uy fin [mm]	Rel uy fin [1/xx]	Sprawdzenie uy fin [-]
	Materiał		k <sub>def</sub> [-]		uz inst [mm]	Rel uz inst [1/xx]	Sprawdzenie uz inst [-]	uz fin [mm]	Rel uz fin [1/xx]	Sprawdzenie uz fin [-]
B1	CS1 - PROST	1,692	Wszystkie SGU/1	<b>0,42</b>	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
	C24 (EN 338)		0,80		-4,4	1/846	0,30	-6,3	1/589	0,42
B2	CS1 - PROST	1,763	Wszystkie SGU/1	<b>0,08</b>	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
	C24 (EN 338)		0,80		-0,6	1/4627	0,05	-0,9	1/3164	0,08

#### 5.3.8.1.2. Timber SLS check; Unity check



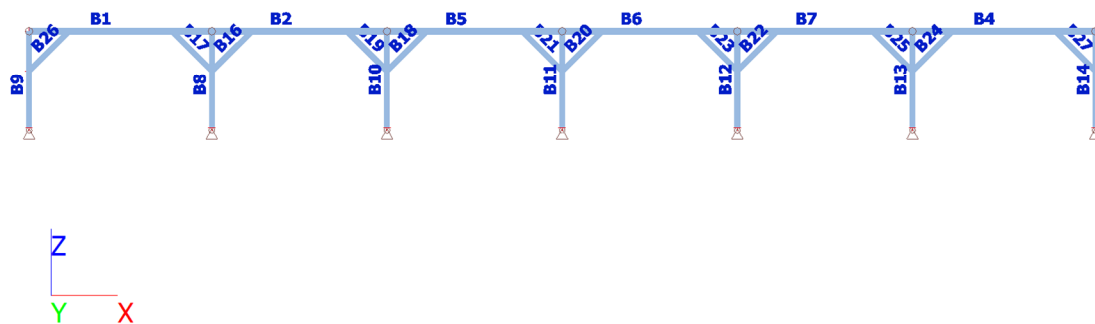
### 5.4. Wymiarowanie płatwi

#### 5.4.1. Przypadki obciążeń

##### 5.4.1.1. Przypadki obciążeń - LC1

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Kierunek
LC1	Ciężar własny	Stały	STA	Ciężar własny	-Z

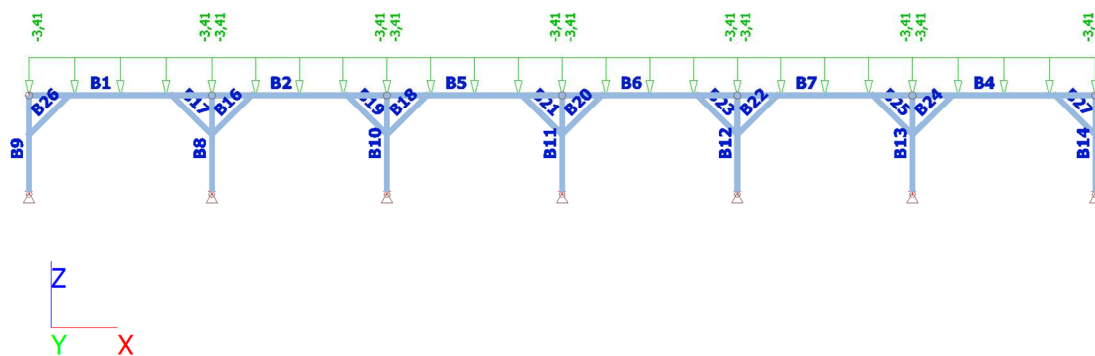
##### 5.4.1.1.



#### 5.4.1.2. Przypadki obciążeń - LC2

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia
LC2	Stałe	Stały	STA	Standard

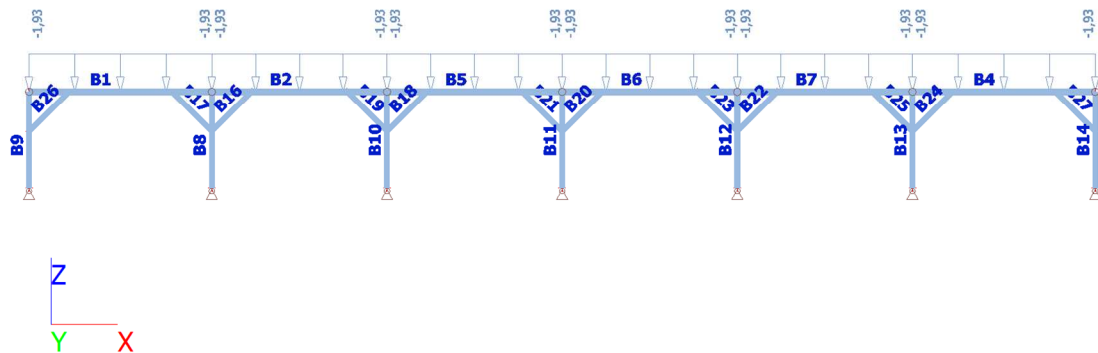
#### 5.4.1.2.



#### 5.4.1.3. Przypadki obciążeń - SN1

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
SN1	Śnieg	Zmienny	SN	Statyczny	Śnieg	Żadny

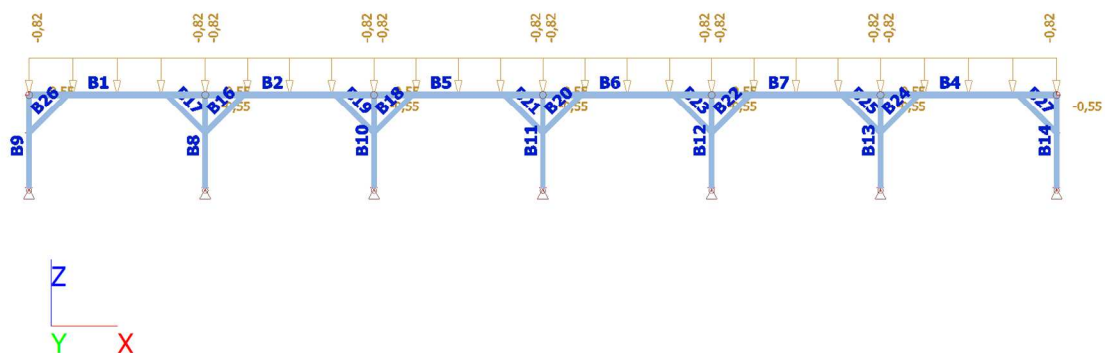
#### 5.4.1.3.



#### 5.4.1.4. Przypadki obciążeń - WTR1

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
WTR1	Wiatr z lewej parcie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	Żadny

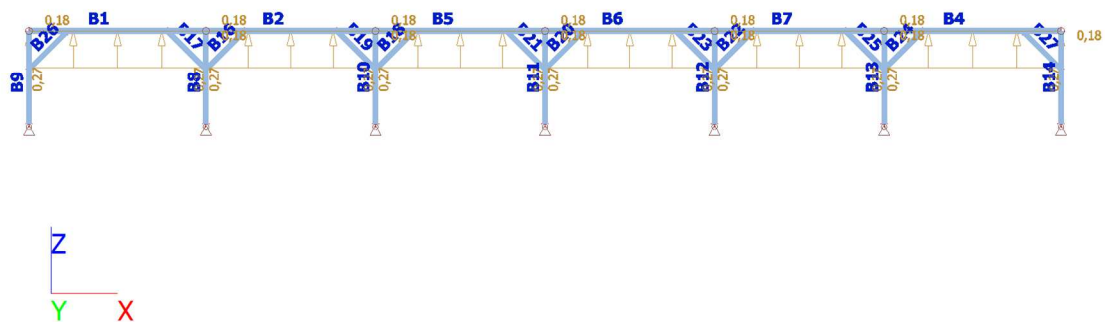
#### 5.4.1.4.



#### 5.4.1.5. Przypadki obciążeń - WTR2

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
WTR2	Wiatr z lewej ssanie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	Żadny

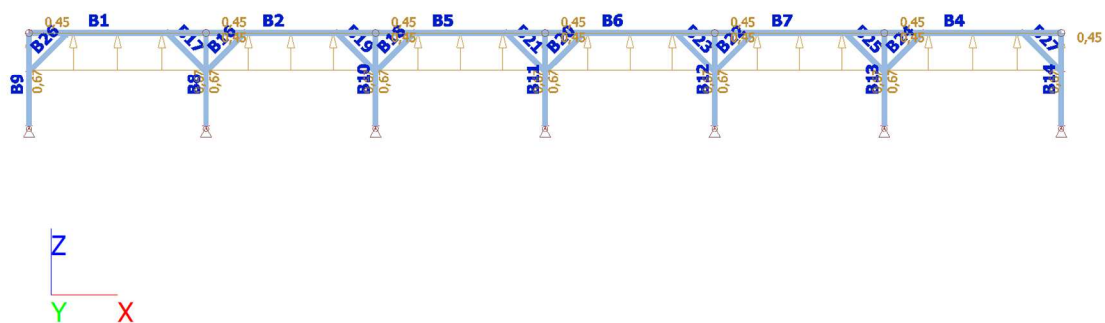
#### 5.4.1.5.



#### 5.4.1.6. Przypadki obciążeń - WTR3

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
WTR3	Wiatr z prawej ssanie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	Żadny

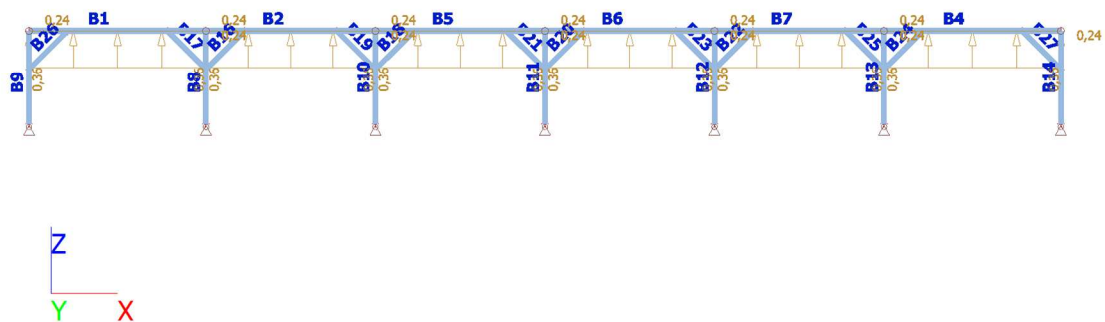
#### 5.4.1.6.



#### 5.4.1.7. Przypadki obciążeń - WTR4

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Główny przypadek obciążenia
WTR4	Wiatr z przodu	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	Żadny

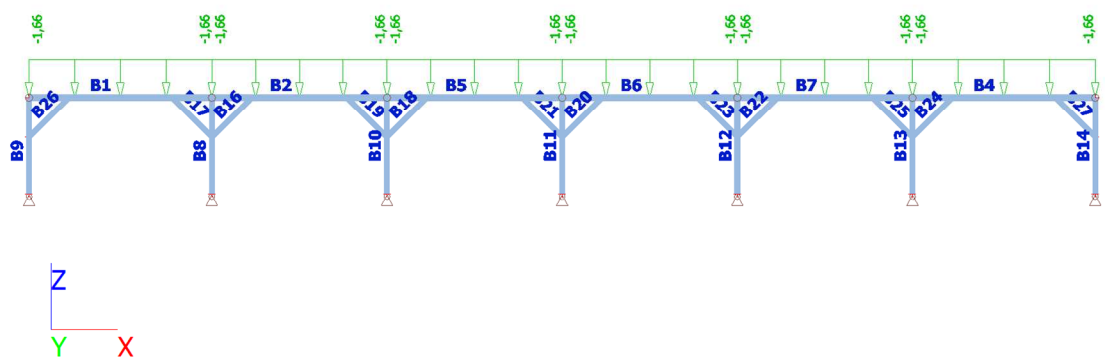
#### 5.4.1.7.



#### 5.4.1.8. Przypadki obciążeń - LK1

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Czas trwania	Główny przypadek ob
LK1	Użytkowe	Zmienny	KAT.H	Statyczny	Standard	Krótki	Żadny

#### 5.4.1.8.



#### 5.4.2. Przypadki obciążeń

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Czas trwania
LC1	Cieężar własny	Stały	STA	Cieężar własny		
LC2	Stałe	Stały	STA	Standard		
SN1	Śnieg	Zmienny	SN	Statyczny	Śnieg	
WTR1	Wiatr z lewej parcie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	
WTR2	Wiatr z lewej ssanie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	
WTR3	Wiatr z prawej ssanie	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Rodzaj obciążenia	Spec	Czas trwania
WTR4	Wiatr z przodu	Zmienny	WTR	Statyczny	Wiatr statyczny	
LK1	Użytkowe	Zmienny	KAT.H	Statyczny	Standard	Krótki

#### 5.4.3. Grupy obciążeń

Nazwa	Obciążenie	Związek	Typ
STA	Stały		
SN	Zmienny	Wyłączna	Śnieg
WTR	Zmienny	Wyłączna	Wiatr
KAT.H	Zmienny	Wyłączna	Kat H : dachy


#### 5.4.4. Kombinacje

Nazwa	Typ	Przypadki obciążeń	Współ. [-]
SGN-Zestaw B (automatyczne)	EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B	LC1 - Ciężar własny	1,000
		LC2 - Stałe	1,000
		SN1 - Śnieg	1,000
		WTR1 - Wiatr z lewej parcie	1,000
		WTR2 - Wiatr z lewej ssanie	1,000
		WTR3 - Wiatr z prawej ssanie	1,000
		WTR4 - Wiatr z przodu	1,000
		LK1 - Użytkowe	1,000
SGU-Char. (automatyczne)	EN-SGU Char.	LC1 - Ciężar własny	1,000
		LC2 - Stałe	1,000
		SN1 - Śnieg	1,000
		WTR1 - Wiatr z lewej parcie	1,000
		WTR2 - Wiatr z lewej ssanie	1,000
		WTR3 - Wiatr z prawej ssanie	1,000
		WTR4 - Wiatr z przodu	1,000
		LK1 - Użytkowe	1,000

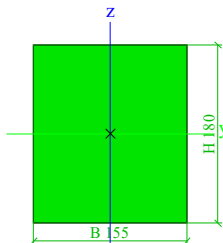
#### 5.4.5. Klasy z wynikami


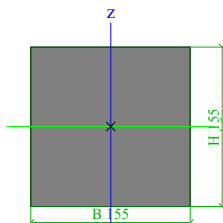
Nazwa	Lista
Wszystkie SGN	SGN-Zestaw B (automatyczne) - EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B
Wszystkie SGU	SGU-Char. (automatyczne) - EN-SGU Char.
Wszystkie SGN+SGU	SGN-Zestaw B (automatyczne) - EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B SGU-Char. (automatyczne) - EN-SGU Char.


#### 5.4.6. Przekroje poprzeczne

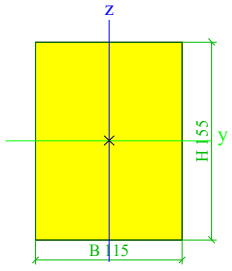
CS1		
Typ	PROST	
Szczegółowy	155; 180	
Typ kształtu	Grubościenny	
Pozycja materiału	C24 (EN 338)	
Produkcja	drewno	
Kolor		
A [m²]	2,7900e-02	
A <sub>y</sub> [m²], A <sub>z</sub> [m²]	2,3259e-02	2,3257e-02
A <sub>L</sub> [m²/m], A <sub>D</sub> [m²/m]	6,7000e-01	6,7000e-01
c <sub>y,ucs</sub> [mm], c <sub>z,ucs</sub> [mm]	78	90
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m⁴], I <sub>z</sub> [m⁴]	7,5330e-05	5,5858e-05



$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	52	45
$W_{el.y}$ [m³], $W_{el.z}$ [m³]	8,3700e-04	7,2075e-04
$W_{pl.y}$ [m³], $W_{pl.z}$ [m³]	1,0256e-03	8,8317e-04
$M_{pl.y,+}$ [Nm], $M_{pl.y,-}$ [Nm]	21538,01	21538,01
$M_{pl.z,+}$ [Nm], $M_{pl.z,-}$ [Nm]	18546,62	18546,62
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m⁴], $I_w$ [m⁶]	1,0834e-04	6,1222e-09
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrazek		

CS2		
Typ	PROST	
Szczegółowy	155; 155	
Typ kształtu	Grubościenny	
Pozycja materiału	C24 (EN 338)	
Produkcja	drewno	
Kolor		
A [m²]	2,4025e-02	
$A_y$ [m²], $A_z$ [m²]	2,0028e-02	2,0028e-02
$A_L$ [m²/m], $A_D$ [m²/m]	6,2000e-01	6,2000e-01
$c_{Y,UCS}$ [mm], $c_{Z,UCS}$ [mm]	78	78
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m⁴], $I_z$ [m⁴]	4,8100e-05	4,8100e-05
$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	45	45
$W_{el.y}$ [m³], $W_{el.z}$ [m³]	6,2065e-04	6,2065e-04
$W_{pl.y}$ [m³], $W_{pl.z}$ [m³]	7,6051e-04	7,6051e-04
$M_{pl.y,+}$ [Nm], $M_{pl.y,-}$ [Nm]	15970,70	15970,70
$M_{pl.z,+}$ [Nm], $M_{pl.z,-}$ [Nm]	15970,70	15970,70
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m⁴], $I_w$ [m⁶]	8,1173e-05	1,8663e-09
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrazek		

CS3		
Typ	PROST	
Szczegółowy	115; 155	
Typ kształtu	Grubościenny	
Pozycja materiału	C24 (EN 338)	
Produkcja	drewno	
Kolor		
A [m²]	1,7825e-02	
$A_y$ [m²], $A_z$ [m²]	1,4862e-02	1,4858e-02
$A_L$ [m²/m], $A_D$ [m²/m]	5,4000e-01	5,4000e-01
$c_{Y,UCS}$ [mm], $c_{Z,UCS}$ [mm]	58	78
$\alpha$ [deg]	0,00	
$I_y$ [m⁴], $I_z$ [m⁴]	3,5687e-05	1,9645e-05

$i_y$ [mm], $i_z$ [mm]	45	33
$W_{el.y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{el.z}$ [m <sup>3</sup> ]	4,6048e-04	3,4165e-04
$W_{pl.y}$ [m <sup>3</sup> ], $W_{pl.z}$ [m <sup>3</sup> ]	5,6425e-04	4,1864e-04
$M_{pl.y,+}$ [Nm], $M_{pl.y,-}$ [Nm]	11849,23	11849,23
$M_{pl.z,+}$ [Nm], $M_{pl.z,-}$ [Nm]	8791,37	8791,37
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	4,2896e-05	3,9464e-09
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrazek		

Objaśnienie symboli	
A	Powierzchnia
$A_y$	Powierzchnia ścinania w głównym kierunku y - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
$A_z$	Powierzchnia ścinania w głównym kierunku z - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
$A_L$	Obwód na jednostkę długości
$A_D$	Powierzchnia suszenia na jednostkę długości
$C_{Y,UCS}$	Współrzędne środka ciężkości w kierunku Y układu osi wprowadzania
$C_{Z,UCS}$	Współrzędne środka ciężkości w kierunku Z układu osi wprowadzania
$I_{Y,LCS}$	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi YLCS
$I_{Z,LCS}$	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi ZLCS
$I_{YZ,LCS}$	Moment mieszany w obszarze układu LCS
$\alpha$	Kąt obrotu układu osi głównej
$I_y$	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi głównej y
$I_z$	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi głównej z
$i_y$	Promień bezwładności względem głównej osi y
$i_z$	Promień bezwładności względem głównej osi z
$W_{el.y}$	Sprężysty wskaźnik przekroju względem głównej osi y
$W_{el.z}$	Sprężysty wskaźnik przekroju względem głównej osi z
$W_{pl.y}$	Plastyczny wskaźnik przekroju względem głównej osi y
$W_{pl.z}$	Plastyczny wskaźnik przekroju względem głównej osi z
$M_{pl.y,+}$	Moment plastyczny względem głównej osi y dla dodatniego momentu $M_y$
$M_{pl.y,-}$	Moment plastyczny względem głównej osi y dla ujemnego momentu $M_y$

Objaśnienie symboli	
	osi y dla ujemnego momentu $M_y$
$M_{pl.z.+}$	Moment plastyczny względem głównej osi z dla dodatniego momentu $M_z$
$M_{pl.z.-}$	Moment plastyczny względem głównej osi z dla ujemnego momentu $M_z$
$d_y$	Współrzędne środka ścinania w głównym kierunku y mierzonym od środka ciężkości - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
$d_z$	Współrzędne środka ścinania w głównym kierunku z mierzonym od środka ciężkości - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
$I_t$	Stała skręcania - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
$I_w$	Stała zwężenia - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
$\beta_y$	Mono-symetria stała względem głównej osi y
$\beta_z$	Mono-symetria stała względem głównej osi z

#### 5.4.7. Klasy z wynikami

##### 5.4.7.1. Klasy z wynikami - Wszystkie SGN

Nazwa	Lista
Wszystkie SGN	SGN-Zestaw B (automatyczne) - EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B

##### 5.4.7.1.

##### 5.4.7.1.1. Sprawdzenie SGN drewna

Obliczenie liniowe, Ekstremum : Pręt

Wybór : Wszystkie

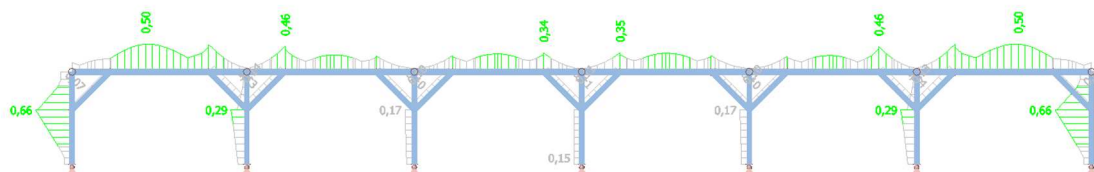
Klasa : Wszystkie SGN

Sprawdzenie SGN drewna

Belka	Przekrój poprzeczny	Materiał	dx [m]	Przypadek obciążeń	Sprawdzenie całkowite [-]	Sprawdzenie przekroju [-]	Sprawdzenie stateczności [-]
B1	CS1 - PROST	C24 (EN 338)	2,014	Wszystkie SGN/1	<b>0,50</b>	0,49	0,50
B2	CS1 - PROST	C24 (EN 338)	1,050	Wszystkie SGN/2	<b>0,46</b>	0,46	0,35
B4	CS1 - PROST	C24 (EN 338)	2,786	Wszystkie SGN/1	<b>0,50</b>	0,49	0,50
B5	CS1 - PROST	C24 (EN 338)	3,550	Wszystkie SGN/2	<b>0,34</b>	0,34	0,24
B6	CS1 - PROST	C24 (EN 338)	1,050	Wszystkie SGN/2	<b>0,35</b>	0,35	0,24
B7	CS1 - PROST	C24 (EN 338)	3,550	Wszystkie SGN/2	<b>0,46</b>	0,46	0,35
B8	CS2 - PROST	C24 (EN 338)	1,500	Wszystkie SGN/2	<b>0,29</b>	0,18	0,29
B9	CS2 - PROST	C24 (EN 338)	1,500	Wszystkie SGN/2	<b>0,66</b>	0,61	0,66
B10	CS2 - PROST	C24 (EN 338)	1,500	Wszystkie SGN/2	<b>0,17</b>	0,10	0,17
B11	CS2 - PROST	C24 (EN 338)	0,000	Wszystkie SGN/2	<b>0,15</b>	0,10	0,15
B12	CS2 - PROST	C24 (EN 338)	1,500	Wszystkie SGN/2	<b>0,17</b>	0,10	0,17
B13	CS2 - PROST	C24 (EN 338)	1,500	Wszystkie SGN/2	<b>0,29</b>	0,18	0,29
B14	CS2 - PROST	C24 (EN 338)	1,500	Wszystkie SGN/2	<b>0,66</b>	0,61	0,66
B16	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,13</b>	0,10	0,13
B17	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,14</b>	0,12	0,14

Belka	Przekrój poprzeczny	Materiał	dx [m]	Przypadek obciążeń	Sprawdzenie całkowite [-]	Sprawdzenie przekroju [-]	Sprawdzenie stateczności [-]
B18	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,10</b>	0,09	0,10
B19	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,10</b>	0,08	0,10
B20	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,11</b>	0,09	0,11
B21	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,11</b>	0,09	0,11
B22	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,10</b>	0,08	0,10
B23	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,10</b>	0,09	0,10
B24	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,14</b>	0,12	0,14
B25	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,13</b>	0,10	0,13
B26	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,07</b>	0,06	0,07
B27	CS3 - PROST	C24 (EN 338)	0,636	Wszystkie SGN/2	<b>0,07</b>	0,06	0,07

#### 5.4.7.1.2. Timber ULS check; Unity check



#### 5.4.7.1.3. Sprawdzenie SGN drewna

Obliczenie liniowe, Ekstremum : Przekrój poprzeczny

Wybór : Wszystkie

Klasa : Wszystkie SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B1	4,800 m	CS1 - PROST (155; 180)	C24 (EN 338)	Wszystkie SGN	0,50 -
----------	---------	------------------------	--------------	---------------	--------

#### Klucz do kombinacji

Wszystkie SGN / 1.15\*LC1 + 1.15\*LC2 + 0.75\*SN1 + 1.50\*WTR1

Dane podstawowe		
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30	

Dane o materiale		
Zginanie ( $f_{m,k}$ )	24,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	14,5	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	21,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,5	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **2,014** m.

Siły wewnętrzne		
$N_{Ed}$	-3,68	kN
$V_{y,Ed}$	0,31	kN
$V_{z,Ed}$	0,32	kN
$T_{Ed}$	-0,03	kNm
$M_{y,Ed}$	4,97	kNm
$M_{z,Ed}$	2,30	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	2
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,90

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...:

#### Ściskanie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,1	MPa
$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,01	-

#### Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	5,9	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	3,2	MPa
$k_{h,z}$	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,36 + 0,13 = 0,49 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,25 + 0,19 = 0,44 -

#### Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$T_{y,d}$	0,0	MPa
$T_{z,d}$	0,0	MPa
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,01	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,01	-

Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,00	-
------------------------------------	------	---

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

### Skręcanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$T_{tor,d}$	0,0	MPa
$k_{shape}$	1,06	
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,01	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,01	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

### Kombinacja siły osiowej i zginania

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.19) =  $0,00 + 0,36 + 0,13 = 0,49$  -

Sprawdzenie zgodności (6.20) =  $0,00 + 0,25 + 0,19 = 0,44$  -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

### ...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...:

### Słupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23),(6.24)

Parametry wyboczenia	yy	zz	
Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	2,700	4,800	m
Współczynnik wyboczenia k	0,57	0,99	
Długość wyboczeniowa $L_{cr}$	1,547	4,739	m
Smukłość $\lambda$	29,770	105,920	-
Smukłość względna $\lambda$	0,505	1,796	-
Smukłość graniczna	0,300	0,300	-
Niedoskonałość $\beta_c$	0,200	0,200	-
Współczynnik zmniejszający $k_c$	0,949	0,275	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) =  $0,01 + 0,36 + 0,13 = 0,50$  -

Sprawdzenie zgodności (6.24) =  $0,03 + 0,25 + 0,19 = 0,48$  -

### Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwichrzenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	117,74	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	140,7	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,413	-
Współczynnik zmniejszający $k_{crit}$	1,000	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) =  $0,36$  -

Sprawdzenie zgodności (6.35) =  $0,13 + 0,03 = 0,16$  -



Parametry $M_{y,crit}$		
$G_{0,05}$	462,5	MPa
Długość zwichrzenia $L$	4,800	m
$L_{ef}/L$	0,80	
Długość skuteczna $L_{ef}$	3,840	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

#### Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B14	2,550 m	CS2 - PROST (155; 155)	C24 (EN 338)	Wszystkie SGN	0,66 -
-----------	---------	------------------------	--------------	---------------	--------

Klucz do kombinacji
Wszystkie SGN / 1.15*LC1 + 1.15*LC2 + 1.50*SN1 + 0.90*WTR1

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie ( $f_{m,k}$ )	24,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	14,5	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	21,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,5	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **1,500 m**.

Siły wewnętrzne		
$N_{Ed}$	-16,09	kN
$V_{y,Ed}$	-0,01	kN
$V_{z,Ed}$	4,21	kN
$T_{Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	6,31	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,01	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	1
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,90

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...

#### Ściskanie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,7	MPa
$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,05	-

#### Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	10,21	kN
--------------	-------	----

l	100	mm
l <sub>ef</sub>	160	mm
b	155	mm
A <sub>ef</sub>	24800	mm <sup>2</sup>
σ <sub>c,90,d</sub>	0,4	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	
h	155	mm
k <sub>c,90</sub>	1,500	-
f <sub>c,90,d</sub>	1,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,16	-

### Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

σ <sub>m,y,d</sub>	10,2	MPa
k <sub>h,y</sub>	1,00	
f <sub>m,y,d</sub>	16,6	MPa
σ <sub>m,z,d</sub>	0,0	MPa
k <sub>h,z</sub>	1,00	
f <sub>m,z,d</sub>	16,6	MPa
k <sub>m</sub>	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,61 + 0,00 = 0,61 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,43 + 0,00 = 0,43 -

### Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

k <sub>cr</sub>	0,67	
T <sub>y,d</sub>	0,0	MPa
T <sub>z,d</sub>	0,4	MPa
f <sub>v,d</sub>	2,8	MPa
Sprawdzenie zgodności τ <sub>y</sub>	0,00	-
Sprawdzenie zgodności τ <sub>z</sub>	0,14	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,02	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

### Kombinacja siły osiowej i zginania

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19),(6.20)

f <sub>c,0,d</sub>	14,5	MPa
f <sub>m,y,d</sub>	16,6	MPa
f <sub>m,z,d</sub>	16,6	MPa
k <sub>m</sub>	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.19) = 0,00 + 0,61 + 0,00 = 0,61 -

Sprawdzenie zgodności (6.20) = 0,00 + 0,43 + 0,00 = 0,43 -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

...: **SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI** ...

### Słupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23),(6.24)

Parametry wyboczenia	yy	zz	
Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	1,500	2,550	m
Współczynnik wyboczenia k	0,87	1,00	

Długość wyboczeniowa $L_{cr}$	1,305	2,550	m
Smukłość $\lambda$	29,160	56,989	-
Smukłość względna $\lambda$	0,494	0,966	-
Smukłość graniczna	0,300	0,300	-
Niedoskonałość $\beta_c$	0,200	0,200	-
Współczynnik zmniejszający $k_c$	0,952	0,714	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) = 0,05 + 0,61 + 0,00 = 0,66 -

Sprawdzenie zgodności (6.24) = 0,06 + 0,43 + 0,00 = 0,49 -

### Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwłóknienia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	178,02	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	286,8	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,289	-
Współczynnik zmniejszający $k_{crit}$	1,000	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,61 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,37 + 0,06 = 0,44 -

Parametry $M_{y,crit}$		
$G_{0,05}$	462,5	MPa
Długość zwłóknienia $L$	2,550	m
$L_{ef}/L$	0,80	
Długość skuteczna $L_{ef}$	2,040	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

### Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B17	1,485 m	CS3 - PROST (115; 155)	C24 (EN 338)	Wszystkie SGN	0,14 -
-----------	---------	------------------------	--------------	---------------	--------

Klucz do kombinacji
Wszystkie SGN / 1.15*LC1 + 1.15*LC2 + 1.50*SN1 + 0.90*WTR1

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie ( $f_{m,k}$ )	24,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	14,5	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	21,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,5	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **0,636 m**.

Siły wewnętrzne		
$N_{Ed}$	-31,20	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN

Siły wewnętrzne		
$V_{z,Ed}$	0,01	kN
$T_{Ed}$	0,02	kNm
$M_{y,Ed}$	0,02	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	1
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,90

### ...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU :...

#### Ściskanie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	1,8	MPa
$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,12	-

#### Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	0,0	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

#### Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$T_{z,d}$	0,0	MPa
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,00	-

#### Skręcanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$T_{tor,d}$	0,0	MPa
$k_{shape}$	1,07	
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,02	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,02	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

#### Kombinacja siły osiowej i zginania

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.19) = 0,01 + 0,00 + 0,00 = 0,02 -

Sprawdzenie zgodności (6.20) = 0,01 + 0,00 + 0,00 = 0,02 -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

### ...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI :...

#### Śłupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23),(6.24)

Parametry wyboczenia	yy	zz	
Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	1,485	1,485	m
Współczynnik wyboczenia k	1,00	1,00	
Długość wyboczeniowa $L_{cr}$	1,485	1,485	m
Smukłość $\lambda$	33,187	44,730	-
Smukłość względna $\lambda$	0,563	0,758	-
Smukłość graniczna	0,300	0,300	-
Niedoskonałość $\beta_c$	0,200	0,200	-
Współczynnik zmniejszający $k_c$	0,931	0,848	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) = 0,13 + 0,00 + 0,00 = 0,13 -

Sprawdzenie zgodności (6.24) = 0,14 + 0,00 + 0,00 = 0,14 -

#### Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwichrzenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	126,24	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	274,2	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,296	-
Współczynnik zmniejszający $k_{crit}$	1,000	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,00 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,00 + 0,14 = 0,14 -

Parametry $M_{y,crit}$		
$G_{0,05}$	462,5	MPa
Długość zwichrzenia L	1,485	m
$L_{ef}/L$	0,90	
Długość skuteczna $L_{ef}$	1,336	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

### 5.4.8. Klasy z wynikami

#### 5.4.8.1. Klasy z wynikami - Wszystkie SGU

Nazwa	Lista
Wszystkie SGU	SGU-Char. (automatyczne) - EN-SGU Char.

#### 5.4.8.1.

##### 5.4.8.1.1. Sprawdzenie SGU drewna

Obliczenie liniowe, Ekstremum : Pręt

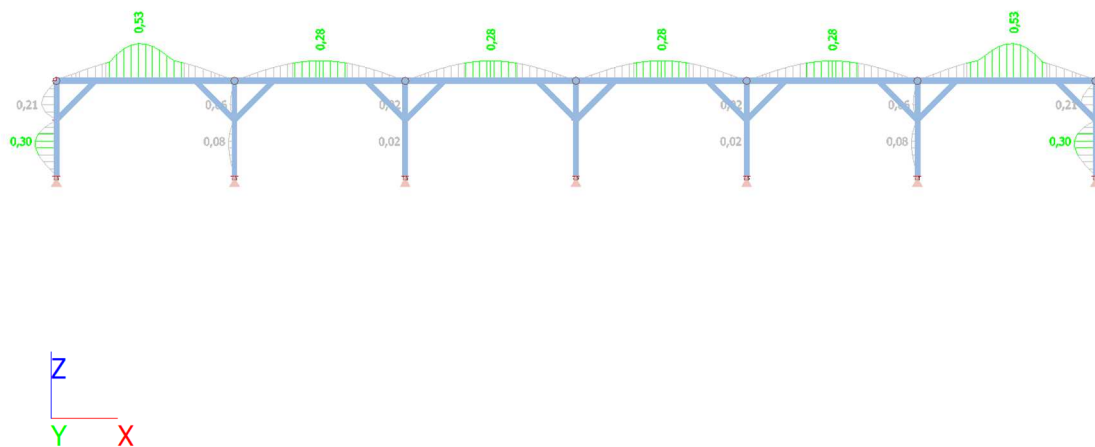
Wybór : Wszystkie

Klasa : Wszystkie SGU

Pręt	Przekrój poprzeczny	dx [m]	Przypadek obciążeń	Sprawdzenie całkowite [-]	uy inst [mm]	Rel uy inst [1/xx]	Sprawdzenie uy inst [-]	uy fin [mm]	Rel uy fin [1/xx]	Sprawdzenie uy fin [-]
	Materiał		k <sub>def</sub> [-]		uz inst [mm]	Rel uz inst [1/xx]	Sprawdzenie uz inst [-]	uz fin [mm]	Rel uz fin [1/xx]	Sprawdzenie uz fin [-]
B1	CS1 - PROST	2,207	Wszystkie SGU/1	<b>0,53</b>	-3,7	1/1297	0,19	-3,7	1/1297	0,19
	C24 (EN 338)		0,80		-3,9	1/701	0,36	-5,7	1/475	0,53
B2	CS1 - PROST	2,300	Wszystkie SGU/2	<b>0,28</b>	-5,2	1/880	0,28	-5,2	1/880	0,28
	C24 (EN 338)		0,80		-0,9	1/2732	0,09	-1,5	1/1657	0,15
B4	CS1 - PROST	2,593	Wszystkie SGU/1	<b>0,53</b>	-3,7	1/1294	0,19	-3,7	1/1294	0,19
	C24 (EN 338)		0,80		-3,9	1/701	0,36	-5,7	1/475	0,53
B5	CS1 - PROST	2,300	Wszystkie SGU/2	<b>0,28</b>	-5,2	1/885	0,28	-5,2	1/885	0,28
	C24 (EN 338)		0,80		-1,3	1/1962	0,13	-2,1	1/1190	0,21
B6	CS1 - PROST	2,300	Wszystkie SGU/2	<b>0,28</b>	-5,2	1/878	0,28	-5,2	1/878	0,28
	C24 (EN 338)		0,80		-1,3	1/1962	0,13	-2,1	1/1190	0,21
B7	CS1 - PROST	2,300	Wszystkie SGU/2	<b>0,28</b>	-5,2	1/888	0,28	-5,2	1/888	0,28
	C24 (EN 338)		0,80		-0,9	1/2732	0,09	-1,5	1/1657	0,15
B8	CS2 - PROST	0,938	Wszystkie SGU/1	<b>0,08</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		-0,4	1/4092	0,06	-0,5	1/3017	0,08
B9	CS2 - PROST	0,938	Wszystkie SGU/1	<b>0,30</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		1,3	1/1137	0,22	1,8	1/838	0,30
B10	CS2 - PROST	0,938	Wszystkie SGU/1	<b>0,02</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,1	1/10000	0,02	0,1	1/10000	0,02
B11	CS2 - PROST	0,938	Wszystkie SGU/2	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B12	CS2 - PROST	0,938	Wszystkie SGU/1	<b>0,02</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		-0,1	1/10000	0,02	-0,1	1/10000	0,02
B13	CS2 - PROST	0,938	Wszystkie SGU/1	<b>0,08</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,4	1/4092	0,06	0,5	1/3017	0,08
B14	CS2 - PROST	0,938	Wszystkie SGU/1	<b>0,30</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		-1,3	1/1137	0,22	-1,8	1/838	0,30
B16	CS3 - PROST	0,849	Wszystkie SGU/3	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B17	CS3 - PROST	0,636	Wszystkie SGU/1	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B18	CS3 - PROST	0,636	Wszystkie SGU/2	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B19	CS3 - PROST	0,849	Wszystkie SGU/3	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B20	CS3 - PROST	0,636	Wszystkie SGU/3	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00

Pręt	Przekrój poprzeczny	dx [m]	Przypadek obciążeń	Sprawdzenie całkowite [-]	uy inst [mm]	Rel uy inst [1/xx]	Sprawdzenie uy inst [-]	uy fin [mm]	Rel uy fin [1/xx]	Sprawdzenie uy fin [-]
	Materiał		k <sub>def</sub> [-]		uz inst [mm]	Rel uz inst [1/xx]	Sprawdzenie uz inst [-]	uz fin [mm]	Rel uz fin [1/xx]	Sprawdzenie uz fin [-]
B21	CS3 - PROST	0,849	Wszystkie SGU/2	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B22	CS3 - PROST	0,636	Wszystkie SGU/2	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B23	CS3 - PROST	0,636	Wszystkie SGU/2	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B24	CS3 - PROST	0,849	Wszystkie SGU/1	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B25	CS3 - PROST	0,849	Wszystkie SGU/2	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B26	CS3 - PROST	0,636	Wszystkie SGU/1	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
B27	CS3 - PROST	0,849	Wszystkie SGU/2	<b>0,00</b>	0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00
	C24 (EN 338)		0,60		0,0	1/10000	0,00	0,0	1/10000	0,00

#### 5.4.8.1.2. Timber SLS check; Unity check



## **6. Wnioski**

Ogólnie stan techniczny omawianych elementów należy uznać za dobry. W trakcie prac budowlanych należy sprawdzić stan techniczny wszystkich elementów konstrukcji dachu. W przypadku uszkodzonych elementów należy je wymienić na nowe. Istniejąca konstrukcja budynku jest w stanie przenieść dodatkowe obciążenie od instalacji fotowoltaicznej o wartości 30kg/m<sup>2</sup>. W analizie pominięto sprawdzanie fundamentów ponieważ dla tych elementów wzrost obciążenia spowodowany montażem instalacji fotowoltaicznej jest niewielki w stosunku do istniejącego obciążenia. Wprowadzona zmiana nie zagraża bezpieczeństwu użytkownikom istniejącego obiektu i nie spowoduje pogorszenia pracy konstrukcji budynku.

### **6.1. Instrukcja dotycząca obsługi i utrzymania czystości, odśnieżania połaci dachowej** **Informacje ogólne.**

Zgodnie z ustawą z 07.07.1994. (Prawo Budowlane, Rozdział 1 Art. 62, pkt. 1) właściciel budynku powinien dokonywać okresowych kontroli stanu technicznego elementów budynku, w tym również pokrycia dachowego i systemu odwodnienia dachu, a zauważone usterki – usuwać.

Najczęstsze błędy eksploatacyjne powodujące problemy z pokryciem dachowym:

- brak utrzymania we właściwym stanie urządzeń do odwodnienia,
- zmiana funkcji pomieszczeń pod przykryciem dachowym,
- akty wandalizmu, dostęp na dach przez osoby postronne,
- brak kontroli pokrycia dachowego,
- ruch pieszcy / wykonywanie jakichkolwiek robót w temperaturze poniżej –20 stopni C.

#### **Dostęp do połaci dachowych.**

Opracowanie dotyczy dachu, po którym ruch pieszcy po połaci nie jest przewidziany. Wyjątkiem są osoby uprawnione do obsługi urządzeń dachowych oraz kontroli szczelności pokrycia jak również osoby usuwające z dachu śnieg. Z uwagi na to, że wszelkie roboty na dachu mogą być wykonywane przez osoby mające odpowiednie przeszkolenie BHP oraz zaświadczenie lekarskie pozwalające na prace na wysokości powyżej 3.00m, dostępność dachów dla osób postronnych powinna być możliwie ograniczona, pomocne jest prowadzenie Książki Wejść na dach. Ruch pieszcy powinien odbywać się z nakazem używania wyłącznie obuwia o miękkich podeszwach. Obuwie o twardych lub ostrych krawędziach, mogących uszkodzić pokrycie dachowe jest zakazane.

#### **Kontrola pokrycia dachowego.**

Zgodnie z ustawą z dn. 07.07.1994. Prawo Budowlane art. 62, pkt. 1.1a, właściciel obiektu lub jego zarządca obowiązany jest przeprowadzić kontroli elementów budynku w tym także pokrycia dachowego przynajmniej jeden raz w roku, a zauważone usterki usunąć.

Kontrola ta powinna polegać na:

- oczyszczeniu wpustów dachowych i filtrów przy wpustach,
- usunięciu kamieni, gałęzi i liści oraz innych zanieczyszczeń,
- sprawdzeniu szczelności pokrycia przy wszystkich elementach przebijających poła dachu,
- usunięciu porostów organicznych,
- sprawdzeniu i oczyszczeniu rynien lub koryt odwadniających,
- sprawdzeniu stanu zabezpieczenia antykorozyjnych obróbek blacharskich.

#### **Utrzymanie i naprawy.**

Połącze dachowe należy utrzymywać w należytej czystości. Do usuwania zabrudzeń należy stosować środki i urządzenia dopuszczone przez producenta pokrycia. Wszelkie naprawy należy przeprowadzać przy użyciu tego samego materiału (prawidłowość użycia zamiennika powinien potwierdzić jego producent). Nie należy wykonywać żadnych robót na dachu w temperaturze poniżej –20 stopni C. Prace z wykorzystaniem materiałów budowlanych wykonywać należy w zakresach temperatur określonych przez producentów tych materiałów.

#### **Zalecenia dotyczące usuwania zalegającego lodu i śniegu z połaci dachowych:**



Śnieg z dachu usuwać należy ręcznie. Odśnieżanie należy przeprowadzać na bieżąco, nie dopuszczając do zlodowacenia śniegu oraz do ponadnormatywnego obciążenia dachu. Prace należy prowadzić tak, aby nie dopuścić do mechanicznego uszkodzenia pokrycia. Zabrania się stosowania soli odładzających w celu przyspieszenia topnienia śniegu /lodu na powierzchni dachu. Prace należy prowadzić przy zachowaniu przepisów bhp (zgodnie z instrukcją o bhp). W przypadku występowania warstwy śniegu grubszej niż 10cm, można zastosować zgarnianie przy użyciu szufl do odśnieżania, plastikowych lub drewnianych. Czynność zgarniania śniegu należy wykonywać z najwyższą ostrożnością, pozostawiając warstwę 5-10cm śniegu na dachu, tak aby nie uszkodził pokrycia. Odśnieżanie dachu powinno być wykonywane w sposób wykluczający przymrowanie śniegu. Używanie sprzętu mechanicznego do wywozu śniegu zrzuconego na ziemię jest dopuszczone wyłącznie na powierzchniach utwardzonych. Użycie takiego sprzętu poza terenami utwardzonymi, na przykład z trawników, spowoduje zniszczenie tych powierzchni. W obszarach terenów nieutwardzonych dalszy transport śniegu musi nadal odbywać się sposobem ręcznym. Strefy przeznaczone do zrzucania śniegu zostaną wskazane przez Administratora obiektu. Obciążenie skupione dachu /np. pracownik z kompletem narzędzi/ nie może przekroczyć 1,5kN.

Ciężar objętościowy śniegu ulega zmianom. Zwykle rośnie wraz z czasem zalegania pokrywy śnieżnej i zależy od miejsca, klimatu i wysokości nad poziomem morza. Ciężar objętościowy śniegu zależy ponadto od nachylenia połaci dachowej i jej ekspozycji na działanie promieni słonecznych i jest zwykle nieco większy niż na gruncie. Można stosować orientacyjne wartości średniego ciężaru objętościowego śniegu na gruncie oraz lodu podane w poniższej tabeli zgodnie z założeniami normy PN-EN 1991-1-3:2005.

**Tablica E.1: Średni ciężar objętościowy śniegu**

Rodzaj śniegu	Ciężar objętościowy [kN/m <sup>3</sup> ]
Świeży	1,0
Osiadły (kilka godzin lub dni po opadach)	2,0
Stary (kilka tygodni lub miesięcy po opadach)	2,5 – 3,5
Mokry	4,0

W przypadku zalegania różnych rodzajów śniegu należy przeprowadzić pomiar wysokości poszczególnych warstw i sprawdzić czy ciężar łączny nie przekracza **0,56 kN/m<sup>2</sup>**. Nie wolno dopuścić do przekroczenia grubości warstwy śniegu lub obciążenia na m<sup>2</sup>. W przypadku osiągnięcia tych wartości śnieg należy niezwłocznie usunąć.

#### **Montaż nowych detali dachowych na dachu istniejącym.**

Nie dopuszcza się montowania dodatkowych elementów (nie ujętych w projekcie) np. dodatkowych attyk, tablic reklamowych itp.) Elementy takie mogą spowodować lokalne zwiększenie zalegającej pokrywy śnieżnej czyli powstanie tzw. worków śnieżnych (dodatkowe obciążenie konstrukcji) lub przecieków połaci dachowej.

Opracował:  
mgr inż. PRZEMYSŁAW KAZULEK  
UPR.BUD. WKP/0059/POOK/09  
projektant branży konstr. w pełnym zakresie