

Nazwa opracowania:

# PROJEKT WYKONAWCZY

**Wzmocnienie istniejącej konstrukcji wieżby dachowej  
Szkoły Podstawowej im. Obrońców Kępy Oksywskiej w Dębogórze**



Adres obiektu budowlanego:

**Dębogórze, gm. Kosakowo, powiat: pucki, województwo: pomorskie**

Opracował:

Projektant:	Nr uprawnień i specjalność:	Podpis
mgr inż. Sebastian Nitzki	nr upr.: POM/0002/PWBKb/19 spec.: konstrukcyjno-budowlana	
Opracowujący:		
inż. Justyna Wawrzycka	-	

Data opracowania:

**PAŹDZIERNIK 2023 r.**

# SPIS TREŚCI

1. Podstawa opracowania .....	3
2. Zakres i cel opracowania .....	3
3. Dokumenty i informacje wykorzystane w tworzeniu ekspertyzy.....	3
4. Lokalizacja .....	4
5. Charakterystyka obiektu .....	4
6. Analiza przeprowadzonych obliczeń .....	5
6.1. Wiązary kratownicowe.....	5
6.2. Krokwie .....	5
7. Kolejność przeprowadzania prac wzmacniających wiązary WR.....	6
7.1. Zabezpieczenie terenu budowy .....	6
7.2. Prace przygotowawcze - demontaż pokrycia.....	6
7.3. Prace naprawcze konstrukcji drewnianej.....	6
7.4. Montaż pokrycia.....	7
8. Warunki ochrony przeciwpożarowej.....	7
9. Uwagi .....	7
10. Notki obliczeniowe .....	9
10.1. Wymiarowanie wzmocnienia przeciążonych wiązarów Wr.....	9
10.2. Sprawdzanie krokwi z uwzględnieniem rzeczywistych ugięć .....	37
<b>DOKUMENTY DOŁĄCZONE DO OPRACOWANIA .....</b>	<b>47</b>
<b>1 Decyzje o nadaniu uprawnień budowlanych wraz z zaświadczeniami .....</b>	<b>48</b>
<b>2 INFORMACJA BIOZ .....</b>	<b>51</b>
<b>CZĘŚĆ RYSUNKOWA .....</b>	<b>56</b>
K-01 RZUT KONSTRUKCJI DACHU.....	57
K-02 ETAPY WZMOCNIENIA .....	58
K-03 WIDOK WZMOCNIONEGO DŹWIGARA.....	59

## 1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- podstawą formalno-prawną niniejszego opracowania jest zlecenie przez Zamawiającego wykonania oceny stanu technicznego konstrukcji dachowej budynku szkoły podstawowej, mieszczącego się przy ul. Pomorskiej 30 w Dębogórze;
- wizja lokalna wykonana w dniu 28.06.2023 r.;
- ekspertyza stanu technicznego dachu;
- dokumentacja fotograficzna oraz pomiary inwentaryzacyjne wykonane w trakcie wizji lokalnej;
- dokumentacja przekazana przez Zamawiającego;
- sprawozdanie techniczne odczynań dachu wykonane przez firmę JSGEODECI S.C.;

## 2. Zakres i cel opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje wykonanie projektu wzmocnienia elementów niespełniających warunków normowych nośności oraz użyteczności zawartych w obowiązujących przepisach istniejącej konstrukcji więźby dachowej Szkoły Podstawowej im. Obrońców Kępy Oksywskiej w Dębogórze przy ul. Pomorskiej 30 w Dębogórze.

Projekt swym zakresem obejmuje:

- analizę statyczno-wytrzymałościową konstrukcji,
- wytyczne dotyczące prac naprawczych,
- część rysunkową.

## 3. Dokumenty i informacje wykorzystane w tworzeniu ekspertyzy

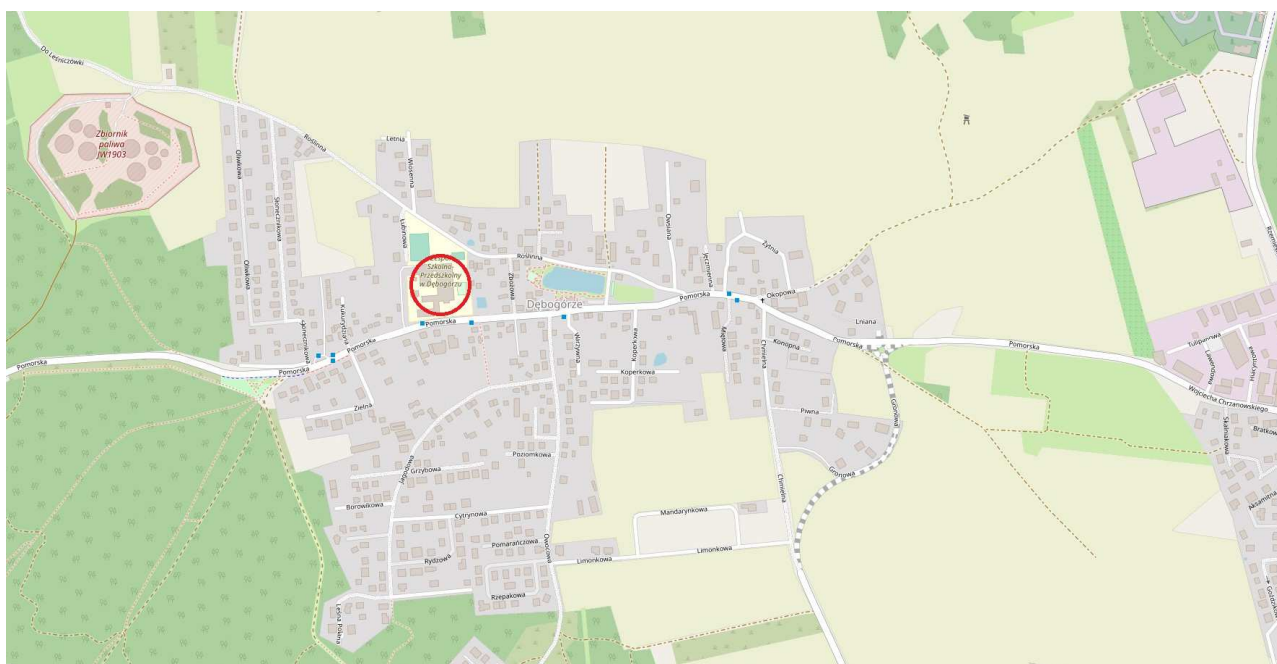
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2023 r. poz. 682 z późn.zm.);
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (t. j. Dz. U. z 2020 r. poz. 215, 471);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające Rozporządzenie w sprawie „Warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 czerwca 2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki, tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia (t. j. Dz. U. z 2018 r. poz. 963)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. z 2003 r. nr 47 poz. 401)
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2003 r. nr 169 poz. 1650)
- Projekt Techniczny „Szkoła Podstawowa w Dębogórze ETAP II”
- Normy budowlane
  - PN-B-02001:1982 Obciążenia budowli - Obciążenia stałe,
  - PN-B-02010:1980 Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie śniegiem,
  - PN-B-02011:1977 Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie wiatrem,
  - PN-EN 1990-1-1:2002 Eurokod: Podstawy Projektowania Konstrukcji,
  - PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcje – część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
  - PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcje – część 1-3: Oddziaływania

ogólne – Obciążenia śniegiem,

- PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcje – część 1-4: Oddziaływania ogólne – Obciążenia wiatru,
- PN-EN 1995-1-1:2010 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych Część 1-1: Postanowienia ogólne. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków,
- PN-D-94021:1982 Tarcica iglasta konstrukcyjna sortowana metodami wytrzymałościowymi
- PN-D-94021:2013 Tarcica konstrukcyjna iglasta sortowana metodami wytrzymałościowymi

## 4. Lokalizacja

Szkoła Podstawowa im. Obrońców Kępy Oksywskiej usytuowana jest na działce nr 141/3, obręb 0008 przy ul. Pomorskiej 30 w Dębogórze (Fot. Nr. 1). Teren działki jest ogrodzony, a wjazd na działkę znajduje się od strony ulicy, przy której jest ona położona. Teren wokół budynku jest całkowicie urządzony, przeznaczony na utwardzone podjazdy, dojścia oraz parkingi, a także zieleń wysoką.



Fot. nr 1 Lokalizacja obiektu. Źródło: Open Street Map

## 5. Charakterystyka obiektu

Budynek szkoły wybudowany na początku lat dwutysięcznych przy ul. Pomorskiej 30 w Dębogórze.

Budynek jednokondygnacyjny, niepodpiwniczony został wykonany w technologii tradycyjnej. Fundamenty w formie ław oraz stóp z betonu klasy B17,5 zbrojonych stalą A0 St0S. Ściany fundamentowe wykonano z bloczków betonowych klasy B15 o grubości 24 cm. Ściany konstrukcyjne wewnętrzne oraz zewnętrzne wymurowane z bloczków gazobetonowych odmiany 06, grubości 24 cm. Monolityczne elementy żelbetowe w postaci słupów, schodów, wieńców, belek i nadproży wykonano również z betonu klasy B17,5. Dach o konstrukcji krokwiowo-płatwiowej oraz wiązarowej w rozstawach od ok. 50 cm do 100 cm, z drewna klasy K27 pokryty dachówką ceramiczną. Stalarka okienna i drzwiowa plastikowa. (Źródło: Projekt Techniczny „Szkoła Podstawowa w Dębogórze ETAP II”)

## 6. Analiza przeprowadzonych obliczeń

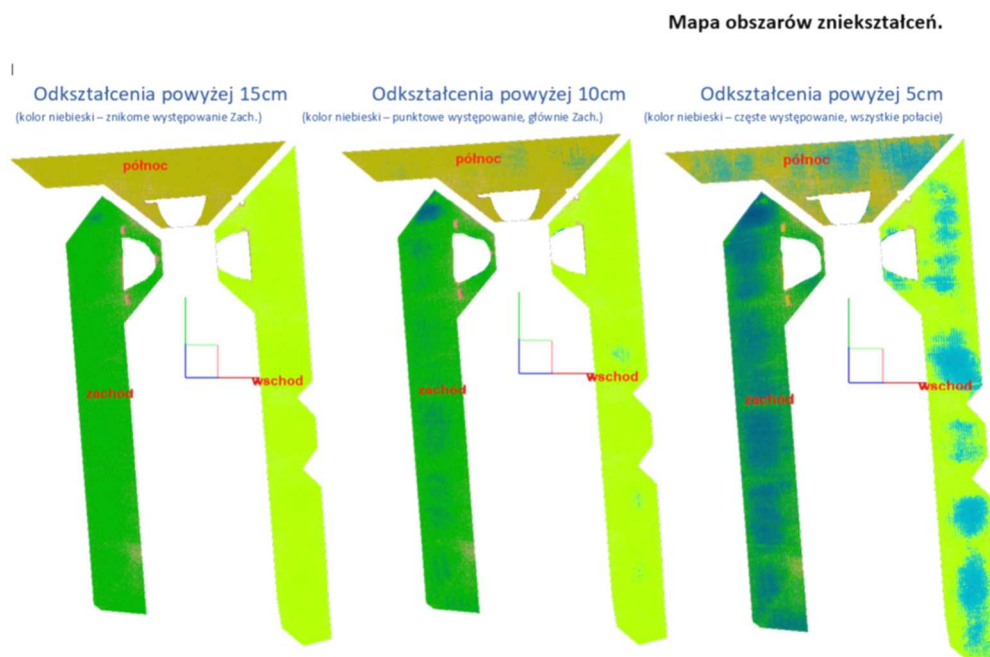
Oceny stanu konstrukcji dokonano metodą bezinwazyjnej diagnostyki przeprowadzonej na podstawie oględzin i pomiarów konstrukcji. W skład wykonanych pomiarów i badań obiektu weszły m.in.: oględziny konstrukcji ścian, konstrukcji i pokrycia dachu oraz pomiary przekrojów elementów konstrukcyjnych. W analizie naprawy konstrukcji dachu skupiono się na połaciach, których ugięcie z zgodnie z pomiarem geodezyjnym przekroczyło dopuszczalne wartości obliczeniowe na poziomie 3,6cm.

### 6.1. Wiązary kratownicowe

W oparciu o przeprowadzoną ekspertyzę, która wskazała przekroczenie warunków nośności pasa górnego kratownic WR, w związku z powyższym wstępuje konieczność ich wzmocnienia. Po przeprowadzeniu obliczeń, proponowane wzmocnienie pasa górnego dźwigarów WR zakłada obustronny montaż nakładek o przekroju 5 x 20cm z drewna klasy C27 na odcinku od murbelki do pierwszego słupka wykratowania. Połączenie nakładek z pasem górnym, które umożliwi niwelację nierówności połaci dachu przewidziano za pomocą obejm składających się z 2 ceowników C50 montowanych od góry i dołu pakietu pasa, skręconych szpilek M10 8.8. Po spięciu obejmami nakładek z pasem górnym, wszystkie przekroje pasa górnego należy wzajemnie połączyć, poprzez skręcenie śrubami zamkowymi M12 i wkrętami ciesielskimi fi6.

### 6.2. Krokwie

W analizie do krokwi tworzących lokalnie konstrukcję dachu, które w fazie ekspertyzy wykazały znacznie przekraczające ugięcia, uwzględniono wyniki pomiarów geodezyjnych rzeczywistych ugięć dachu (fot. nr2). W wymiarowaniu krokwi, poprzez zmianę ich prostoliniowości na elementy zdeformowane stwierdzono, że pomimo znacznych deformacji, wpływających na rozkład sił, krokwie spełniają warunki nośności. Podtrzymując tezę ekspertyzy, przekroczony przez nie warunek SGU jest głównie efektem wizualnym i nie zagraża w użytkowaniu obiektu. Ich naprawa w celu poprawy efektu wizualnego, zależy głównie od decyzji inwestora.



Fot. nr 2 Mapa obszarów zniekształceń. Źródło: JSGEODECI S.C.

## 7. Kolejność przeprowadzania prac wzmacniających więzary WR

### 7.1. Zabezpieczenie terenu budowy

Przed przystąpieniem do robót rozbiórkowych należy teren ogrodzić i oznakować zgodnie z wymogami BHP. Roboty rozbiórkowe prowadzić zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. z 2003 r. nr 47 poz. 401).

### 7.2. Prace przygotowawcze - demontaż pokrycia

Ze względu na dobry stan rur, rynien dachowych i obróbek blacharskich proponuje się jedynie na czas remontu ich demontaż i wykorzystanie do ponownego montażu. Istniejące pokrycie oraz deskowanie rozbiierać sukcesywnie, w sposób zabezpieczający konstrukcję więźby dachowej przed jednostronnym obciążeniem – rozbiórkę prowadzić symetrycznie po obu stronach dachu. Pokrycie dachowe rozbiierać ręcznie. Materiał poza obręb budynku znosić lub spuszczać rynnami w sposób zabezpieczający przed uszkodzeniem.

### 7.3. Prace naprawcze konstrukcji drewnianej

Poniższy opis przedstawia kolejność prac związanych z montażem projektowanego wzmocnienia na pojedynczym dźwigarze WR, montaż na pozostałych dźwigarach należy wykonać analogicznie. Opis rozpatrywać razem ze schematem graficznym na rysunku K-03.

#### Etap I

Prace należy rozpocząć od przymierzenia i ułożenia nakładek wzdłuż wzmacnianego fragmentu pasa górnego. Nakładki powinny dolegać do wzmacnianego elementu, dolnym końcem opierać się na murbelce i sięgać do węzła pierwszego słupka kratownicy. Jeśli boczne powierzchnie pasa górnego posiadają nierówne płaszczyzny wskutek nabitych lokalnie wzmocnień lub elementów węzłów, to należy je wyrównać poprzez nabicie desek równej im grubości, co pozwoli na doleganie nakładek.

#### Etap II

Okolo 30cm od końców nakładek, należy zamontować obejmy. Każda obejma składa się z dwóch ceowników zwyczajnych C50 i dwóch szpilek M10 8.8. Ceowniki układać plecami na od góry nakładek i równolegle od dołu pasa, a następnie wstępnie skrócić szpilkami M10. Po obu stronnym sprawdzeniu poprawności ułożenia elementów łączących, obejmy należy równomiernie skrócić, naprzemiennie dokręcając zamontowane szpilki do momentu, aż wszystkie łączone przekroje będą dolegać do ceowników, lecz nie na tyle mocno, żeby obejmy ograniczały możliwość przesuwu nakładek wzdłuż pasa.

#### Etap III

Na wzmacnianym odcinku między zamontowanymi skrajnie obejmami, należy rozmierzyć i w zbliżonych odstępach ok. 120 cm zamontować 2 kolejne obejmy analogicznie do etapu II. Kiedy już wszystkie obejmy będą zamocowane, należy je równomiernie dokręcić uważając, aby skręcane elementy stalowe nie miażdżyły przekroji drewnianych.

Podczas skręcania obejm, należy kontrolować zachowanie konstrukcji, w przypadku występowania niepokojących zjawisk np. dźwięków pękania, należy skonsultować się z projektantem.



#### Etap IV

Po docelowym zamontowaniu obejm, wszystkie elementy pasa górnego należy spiąć poprzez przewiercenie i skręcenie śrubami zamkowymi M12 8.8 oraz wkrętami ciesielskimi Ø6 zgodnie ze schematem pokazanym na rysunku K-03.

### 7.4. Montaż pokrycia

Po zakończeniu montażu wzmocnień, należy zamontować kontrłaty, membranę o wysokiej paroprzepuszczalności (np.: ROCKTECT INTELLO PLUS) oraz łąty, jeśli zdemontowane będą zniszczone lub zdegradowane, należy je wymienić na nowe. Łaty należy przybijać do krokwi jednym gwoździem, styki łąt powinny znajdować się na krokwiach - rozstaw osiowy łąt ~30cm. Membranę montażowo mocować do krokwi zszywkami podczas przybijania olatowania (kontrłat i łąt). Docelowo membranę przybijać do krokwi za pomocą kontrłat. Membranę układać równolegle do okapu, lekko naciągając, zaczynając od najniższego pasa oraz stosować zakłady min. 15cm. Pokrycie dachu układać zgodnie z informacją producenta dachówki flemig (kolor miedziana o wym. 44/28,5cm) firmy Röben. Do uszczelnienia okapów, koszy i kalenicy stosować akcesoria systemowe. Po wykonaniu pokrycia zamontować powtórnie deski podbitki, rynny i rury spustowe.

### 8. Warunki ochrony przeciwpożarowej

Projektowane prace nie zmieniają warunków ochrony przeciwpożarowej dla całego budynku.

### 9. Uwagi

- Ze względu na brak możliwości dokładnej inwentaryzacji więźby, zwymiarowania wszystkich elementów, oznaczenia stopnia i rodzaju uszkodzeń na etapie projektu, w celu zamówienia elementów drewnianych, należy dokonać dokładnej weryfikacji elementów drewnianych przeznaczonych do naprawy, wymiany lub częściowego uzupełnienia na budowie po rozebraniu pokrycia dachu. W przypadku niepewności czy danych element podlega wymianie, kierownik robót powinien skontaktować się z autorem opracowania.
- Wszelkie roboty należy wykonać zgodnie ze sztuką budowlaną oraz pod nadzorem osób posiadających wymagane uprawnienia budowlane.
- Przed montażem dachówki należy sprawdzić, czy ułożona membrana paroprzepuszczalna nie uległa przypadkowym uszkodzeniom. Usterki należy naprawiać na bieżąco. Kontrolę stanu połączeń dachowej trzeba przeprowadzać w każdej fazie wykonywania prac dekarских.
- Montaż dachówki powinien być przeprowadzany zgodnie z instrukcją producenta. Na jej powierzchni nie powinno się stawiać przedmiotów, które mogą ją uszkodzić. Chodzenie po dachu (tylko w obuwiu z gumową podeszwą i tylko po jej zagłębieniach) należy ograniczać do minimum.
- Wszystkie materiały użyte do realizacji prac muszą posiadać atesty i certyfikat zgodne z obowiązującymi normami i prawem budowlanym.
- Odstępstwa i zmiany w projekcie możliwe są jedynie za zgodą autorów projektu.
- Wszystkie elementy ujęte w opisie technicznym, a nie ujęte na rysunkach lub ujęte na rysunkach, a nie ujęte w opisie technicznym, winne być traktowane tak jakby były ujęte w obu. Podobnie wszystkie elementy ujęte w dokumentacji projektowej, a nie ujęte w kosztorysach lub ujęte w kosztorysach, a nie ujęte w dokumentacji winne być traktowane tak jakby były ujęte w obu.
- Wszystkie podane nazwy własne i marki handlowe elementów budowlanych, systemów, urządzeń i wyposażenia, zostały użyte w niniejszym opracowaniu w celu określenia odpowiedniego standardu wykonania i wyposażenia budynku. Dopuszcza się jednak stosowanie innych równoważnych materiałów, technologii i urządzeń – o ile zachowane zostaną ich parametry w stosunku do przyjętych

w dokumentacji – po uprzednim uzgodnieniu z autorem projektu. Jeżeli zastosowanie rozwiązania zamiennego wiąże się z koniecznością wprowadzenia zmian w dokumentacji, strona wnioskująca ponosi pełną odpowiedzialność za dokonanie tych zmian, związaną z tym koordynację międzybranżową oraz uzyskanie niezbędnych uzgodnień i pozwoleń.

- W razie wątpliwości lub pojawienia się nieprzewidzianych projektem okoliczności, należy kontaktować się z jednostką projektową.

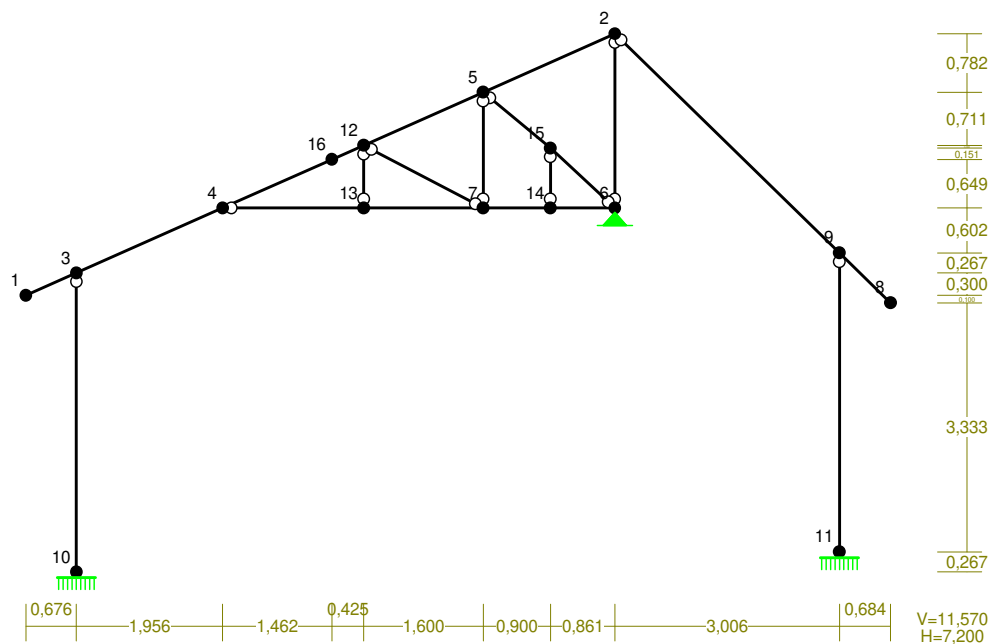


## 10. Notki obliczeniowe

### 10.1. Wymiarowanie wzmocnienia przeciążonych wiązarów Wr

Na podstawie wyników zawartych w przeprowadzonej ekspertyzie stwierdzono konieczność wzmocnienia wiązarów wr. Projektowane wzmocnienie przewidziano na odcinku pasa górnego między węzłami nr3-16, w formie obustronnych nakładek z drewna C27 o przekroju 5x18cm.

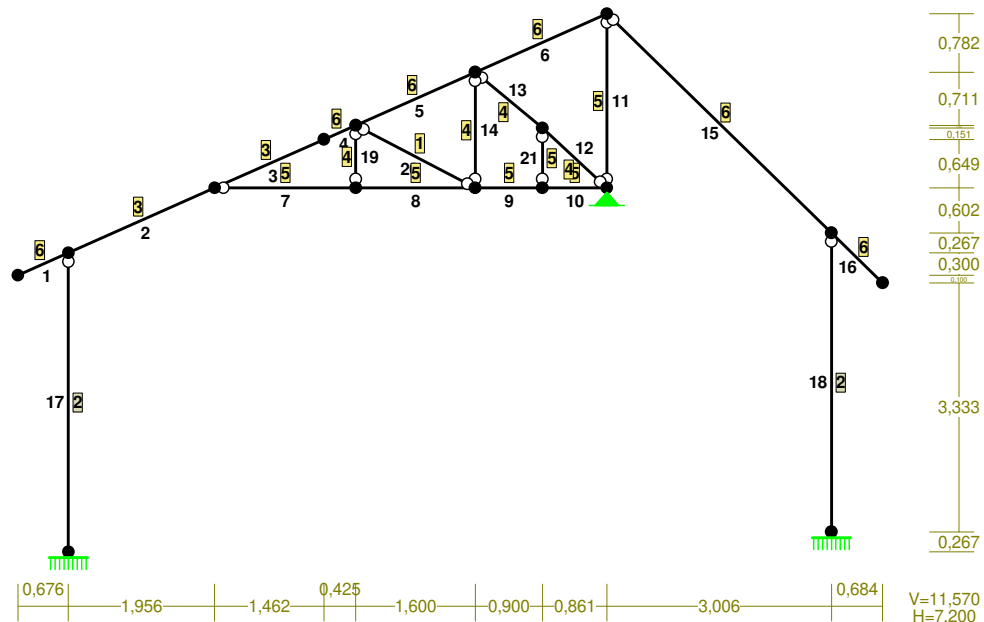
WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	3,700	9	10,886	4,267
2	7,880	7,200	10	0,676	0,000
3	0,676	4,000	11	10,886	0,267
4	2,632	4,869	12	4,519	5,707
5	6,119	6,418	13	4,519	4,869
6	7,880	4,869	14	7,019	4,869
7	6,119	4,869	15	7,019	5,669
8	11,570	3,600	16	4,094	5,518

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-szttyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	2	0,676	0,300	0,740	1,000	6 B 18x7
2	00	2	3	1,956	0,869	2,140	1,000	3 IIIa 17,0x18,0
3	00	3	15	1,462	0,649	1,600	1,000	3 IIIa 17,0x18,0
4	00	15	11	0,425	0,189	0,465	1,000	6 B 18x7
5	00	11	4	1,600	0,711	1,751	1,000	6 B 18x7
6	00	4	1	1,761	0,782	1,927	1,000	6 B 18x7
7	10	3	12	1,887	0,000	1,887	1,000	5 B 10x7
8	00	12	6	1,600	0,000	1,600	1,000	5 B 10x7
9	00	6	13	0,900	0,000	0,900	1,000	5 B 10x7
10	00	13	5	0,861	0,000	0,861	1,000	5 B 10x7
11	11	5	1	0,000	2,331	2,331	1,000	5 B 10x7
12	10	5	14	-0,861	0,800	1,175	1,000	4 IIIa 10x13
13	01	14	4	-0,900	0,749	1,171	1,000	4 IIIa 10x13
14	11	6	4	0,000	1,549	1,549	1,000	4 IIIa 10x13
15	10	1	8	3,006	-2,933	4,200	1,000	6 B 18x7
16	00	8	7	0,684	-0,667	0,955	1,000	6 B 18x7
17	10	2	9	0,000	-4,000	4,000	1,000	2 B 240x380
18	10	8	10	0,000	-4,000	4,000	1,000	2 B 240x380
19	11	12	11	0,000	0,838	0,838	1,000	4 IIIa 10x13
20	11	11	6	1,600	-0,838	1,806	1,000	1 IIIa 15x15
21	11	14	13	0,000	-0,800	0,800	1,000	5 B 10x7

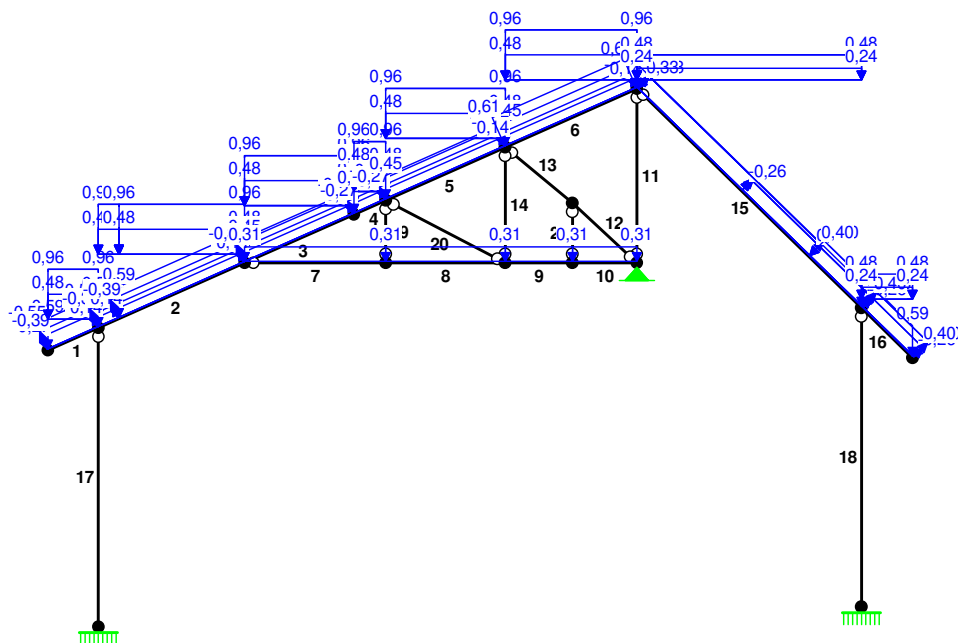
#### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A [cm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>g</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>d</sub> [cm <sup>3</sup> ]	h [cm]	Materiał:
1	120,0	3790	2250	300	300	15,0	1,4E+2 Drewno C24
2	912,0	109744	43776	3648	3648	24,0	1,2E+2 B17,5
3	180,0	6855	4860	540	540	18,0	1,4E+2 Drewno C27
4	64,0	1719	533	107	107	10,0	1,4E+2 Drewno C24
5	70,0	583	286	117	117	10,0	1,4E+2 Drewno C24
6	126,0	3402	515	378	378	18,0	1,4E+2 Drewno C24

#### STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
115 B17,5	25	10,200	1,0E-5
135 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6
136 Drewno C27	12	27,000	5,0E-6

#### OBCIĄŻENIA:



#### OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	γ <sub>G</sub> =	1,35/1,00
Grupa:	S "Stałe"			Stałe	γ <sub>G</sub> =	1,35/1,00

PROJEKT WYKONAWCZY  
WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI WIĘŻBY DACHOWEJ

1	Liniowe	0,0	0,59	0,59	0,00	0,74
2	Liniowe	0,0	0,59	0,59	0,00	0,30
2	Liniowe	0,0	0,59	0,59	0,30	2,14
3	Liniowe	0,0	0,45	0,45	0,00	1,60
4	Liniowe	0,0	0,45	0,45	0,00	0,47
5	Liniowe	0,0	0,45	0,45	0,00	1,75
6	Liniowe	0,0	0,45	0,45	0,00	1,93
7	Liniowe	0,0	0,31	0,31	0,00	1,89
8	Liniowe	0,0	0,31	0,31	0,00	1,60
9	Liniowe	0,0	0,31	0,31	0,00	0,90
10	Liniowe	0,0	0,31	0,31	0,00	0,86
15	Liniowe	0,0	0,45	0,45	0,00	4,20
16	Liniowe	0,0	0,59	0,59	0,00	0,96

Grupa: A "Wiatr 1"			Zmienne		$\gamma_0 = 1,50$	
1	Liniowe	24,0	-0,55	-0,55	0,00	0,74
2	Liniowe	24,0	-0,27	-0,27	0,00	0,30
2	Liniowe	24,0	-0,27	-0,27	0,30	2,14
3	Liniowe	24,0	-0,27	-0,27	0,00	1,60
4	Liniowe	24,0	-0,27	-0,27	0,00	0,47
5	Liniowe	24,0	-0,27	-0,27	0,00	1,75
6	Liniowe	24,0	-0,27	-0,27	0,00	1,93
15	Liniowe	-44,3	-0,33	-0,33	0,00	1,96
15	Liniowe	-44,3	-0,26	-0,26	1,96	4,20
15	Liniowe	-44,3	-0,26	-0,26	1,96	4,20
16	Liniowe	-44,3	-0,26	-0,26	0,00	0,96

Grupa: B "Wiatr 2"			Zmienne		$\gamma_0 = 1,50$	
1	Liniowe	23,9	0,27	0,27	0,00	0,74
2	Liniowe	24,0	0,14	0,14	0,00	0,30
2	Liniowe	24,0	0,14	0,14	0,30	2,14
3	Liniowe	24,0	0,14	0,14	0,00	1,60
4	Liniowe	24,0	0,14	0,14	0,00	0,47
5	Liniowe	24,0	0,14	0,14	0,00	1,75
6	Liniowe	24,0	0,14	0,14	0,00	1,93
15	Liniowe	-44,3	-0,33	-0,33	0,00	1,96
15	Liniowe	-44,3	-0,26	-0,26	1,96	4,20
16	Liniowe	-44,3	-0,26	-0,26	0,00	0,96
16	Skupione	-44,3	0,00		0,48	

Grupa: C "Wiatr 3"			Zmienne		$\gamma_0 = 1,50$	
15	Liniowe	-44,3	-0,40	-0,40	3,21	4,20
15	Liniowe	-44,3	0,33	0,33	0,00	3,21
16	Liniowe	-44,3	-0,40	-0,40	0,00	0,96

Grupa: D "Wiatr 4"			Zmienne		$\gamma_0 = 1,50$	
1	Liniowe	23,9	-0,39	-0,39	0,00	0,74
1	Liniowe-Y	0,0	0,00	0,00	0,00	0,74
2	Liniowe	23,9	-0,39	-0,39	0,00	0,30
2	Liniowe	23,9	-0,39	-0,39	0,30	2,14
3	Liniowe	23,9	-0,39	-0,39	0,00	1,60
4	Liniowe	23,9	-0,39	-0,39	0,00	0,47
5	Liniowe	23,9	-0,39	-0,39	0,00	1,75
6	Liniowe	24,0	0,61	0,61	0,00	1,93
15	Liniowe	-44,3	0,33	0,33	0,00	3,21
15	Liniowe	-44,3	0,40	0,40	3,21	4,20
16	Liniowe	-44,3	0,40	0,40	0,00	0,96

Grupa: E "Śnieg 1"			Zmienne		$\gamma_0 = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	0,74
2	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	0,30
2	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,30	2,14
3	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	1,60
4	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	0,47

PROJEKT WYKONAWCZY  
WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI WIĘŻBY DACHOWEJ

5	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	1,75
6	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	1,93
15	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	4,20
16	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	0,96

Grupa: F "Snieg 2"				Zmienne	$\gamma_0 = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	0,74
2	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	0,30
2	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,30	2,14
3	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	1,60
4	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	0,47
5	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	1,75
6	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	1,93
15	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	4,20
16	Liniowe-Y	0,0	0,48	0,48	0,00	0,96

Grupa: G "Snieg 3"				Zmienne	$\gamma_0 = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	0,74
2	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	0,30
2	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,30	2,14
3	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	1,60
4	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	0,47
5	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	1,75
6	Liniowe-Y	0,0	0,96	0,96	0,00	1,93
15	Liniowe-Y	0,0	0,24	0,24	0,00	4,20
16	Liniowe-Y	0,0	0,24	0,24	0,00	0,96

=====

**W Y N I K I wg PN-EN 1990**

**Teoria I-go rzędu**

**Kombinatoryka obciążeń**

RM\_Win v. 11.121 licencja nr 35762

=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\gamma$ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$ :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
S -"Stałe"	Stałe	1,35/1,00	
A -"Wiatr 1"	Zmienne	1 1,50	0,6/0,2/0
B -"Wiatr 2"	Zmienne	1 1,50	0,6/0,2/0
C -"Wiatr 3"	Zmienne	1 1,50	0,6/0,2/0
D -"Wiatr 4"	Zmienne	1 1,50	0,6/0,2/0
E -"Snieg 1"	Zmienne	1 1,50	0,6/0,2/0
F -"Snieg 2"	Zmienne	1 1,50	0,5/0,2/0
G -"Snieg 3"	Zmienne	1 1,50	0,5/0,2/0

**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
S -"Stałe"	ZAWSZE
A -"Wiatr 1"	EWENTUALNIE Nie występuje z: BCD
B -"Wiatr 2"	EWENTUALNIE Nie występuje z: ACD

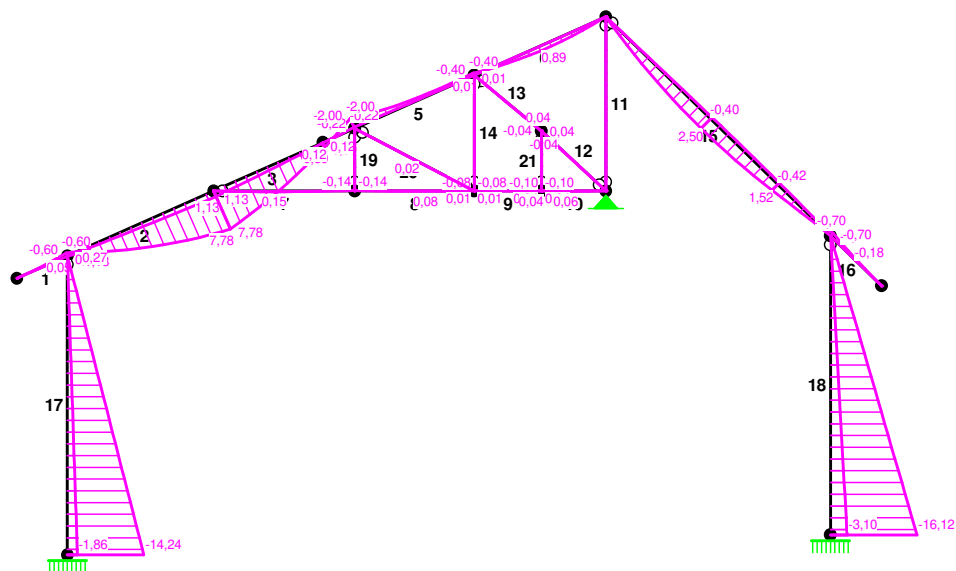
C - "Wiatr 3"	EWENTUALNIE Nie występuje z: ABD
D - "Wiatr 4"	EWENTUALNIE Nie występuje z: ABC
E - "Śnieg 1"	EWENTUALNIE Nie występuje z: FG
F - "Śnieg 2"	EWENTUALNIE Nie występuje z: EG
G - "Śnieg 3"	EWENTUALNIE Nie występuje z: EF

#### KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr: Specyfikacja:

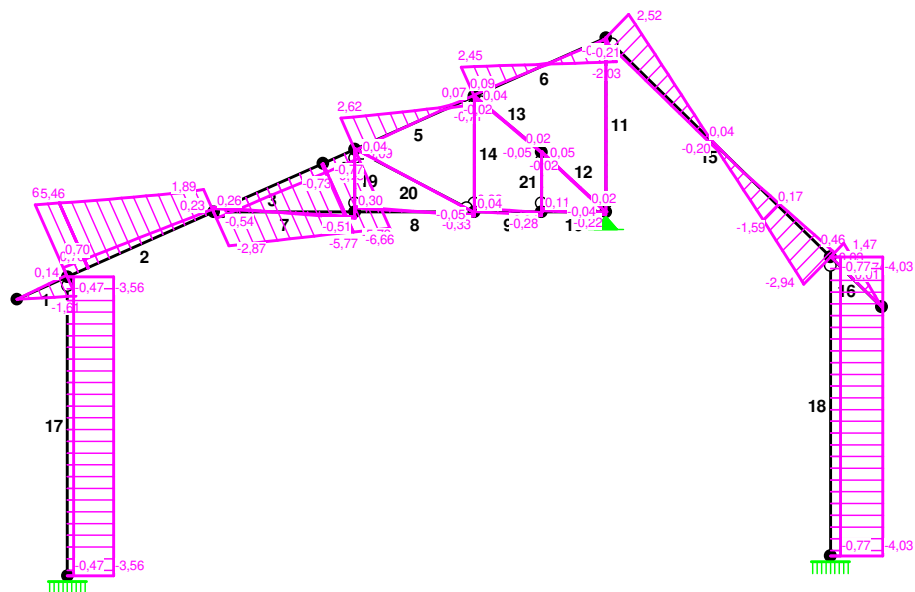
1 ZAWSZE : CW+S  
EWENTUALNIE: A+B+C+D+E+F+G

#### MOMENTY-OBWIEDNIE:

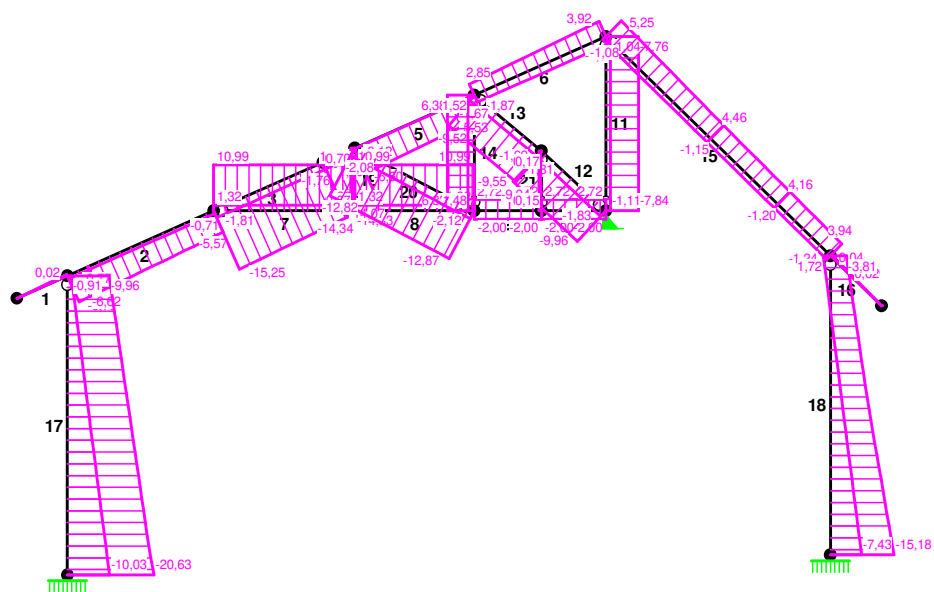


PROJEKT WYKONAWCZY  
WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI WIĘŻBY DACHOWEJ

TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:





**SIŁY PRZEKROJOWE – WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,740	<b>0,05*</b>	0,14	0,02	cw s <b>A</b> (b)
	0,740	<b>-0,60*</b>	-1,61	0,41	CW SBE (b)
	0,740	-0,60	<b>-1,61*</b>	0,41	CW SBG (b)
	0,740	-0,39	-1,07	<b>0,41*</b>	CW SAG (b)
	0,000	0,00	0,00	<b>0,00*</b>	cw SCG (b)
2	2,140	<b>7,78*</b>	1,78	-5,56	CW SCG (b)
	0,000	<b>-0,60*</b>	6,08	-6,79	CW SBG (b)
	0,000	<b>-0,60*</b>	6,08	-6,79	CW SBE (b)
	0,000	-0,60	<b>6,08*</b>	-6,79	CW SBG (b)
	2,140	1,13	0,23	<b>-0,71*</b>	cw s <b>A</b> (b)
	0,000	-0,60	6,08	<b>-6,79*</b>	CW SBG (b)
3	0,000	<b>7,78*</b>	-2,87	-15,25	CW SCG (b)
	1,600	<b>0,12*</b>	-0,73	-1,76	cw s <b>A</b> (b)
	1,600	0,89	<b>-5,77*</b>	-13,58	CW SBG (b)
	1,600	0,12	-0,73	<b>-1,76*</b>	cw s <b>A</b> (b)
	0,000	7,78	-2,87	<b>-15,25*</b>	CW SCG (b)
4	0,000	<b>0,89*</b>	-5,76	-14,33	CW SCG (b)
	0,465	<b>-2,00*</b>	-6,66	-13,31	CW SBG (b)
	0,465	-2,00	<b>-6,66*</b>	-13,31	CW SBG (b)
	0,465	-0,23	-0,77	<b>-1,75*</b>	cw s <b>A</b> (b)
	0,000	0,89	-5,76	<b>-14,33*</b>	CW SCG (b)
5	1,751	<b>0,01*</b>	0,06	-0,09	cw s <b>A</b> (b)
	0,000	<b>-2,00*</b>	2,62	-4,99	CW SBG (b)
	0,000	-2,00	<b>2,62*</b>	-4,99	CW SBG (b)
	1,751	0,00	0,05	<b>-0,08*</b>	CW s <b>A</b> (b)
	0,000	-1,69	1,98	<b>-6,50*</b>	cw SDG (b)
6	1,084	<b>0,89*</b>	-0,07	1,28	CW SDG (b)
	0,000	<b>-0,40*</b>	2,45	0,69	CW SDE (b)
	0,000	-0,40	<b>2,45*</b>	0,69	CW SDE (b)
	1,927	0,00	-1,59	<b>3,92*</b>	CW sBE (b)
	0,000	-0,25	1,56	<b>-1,87*</b>	cw SD (b)
7	0,826	<b>0,15*</b>	-0,01	9,07	CW SCE (a)
	1,887	<b>-0,14*</b>	-0,51	3,69	CW s <b>A</b> (a)
	1,887	-0,14	<b>-0,51*</b>	3,69	CW s <b>A</b> (a)
	1,887	-0,09	-0,42	<b>10,99*</b>	CW SDG (b)
	0,826	0,13	0,00	<b>10,99*</b>	CW SDG (b)
	1,887	-0,11	-0,38	<b>1,32*</b>	cw s <b>A</b> (b)
	0,826	0,10	-0,02	<b>1,32*</b>	cw s <b>A</b> (b)
8	1,000	<b>0,08*</b>	-0,02	9,90	CW SBG (b)
	0,000	<b>-0,14*</b>	0,40	3,69	CW s <b>A</b> (a)
	0,000	-0,12	<b>0,42*</b>	8,22	CW SBE (a)
	0,000	-0,09	0,37	<b>10,99*</b>	CW SDG (b)
	0,900	0,08	0,02	<b>10,99*</b>	CW SDG (b)
	0,000	-0,11	0,30	<b>1,32*</b>	cw s <b>A</b> (b)
	0,900	0,02	-0,01	<b>1,32*</b>	cw s <b>A</b> (b)
9	0,788	<b>0,04*</b>	-0,01	-0,61	CW s <b>A</b> (b)
	0,900	<b>-0,10*</b>	-0,28	-1,47	cw SBE (b)
	0,000	-0,08	<b>0,32*</b>	-0,54	CW s <b>A</b> (a)
	0,000	-0,05	0,22	<b>2,72*</b>	cw sD (b)
	0,619	0,02	0,01	<b>2,72*</b>	cw sD (b)

PROJEKT WYKONAWCZY  
WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI WIĘŻBY DACHOWEJ

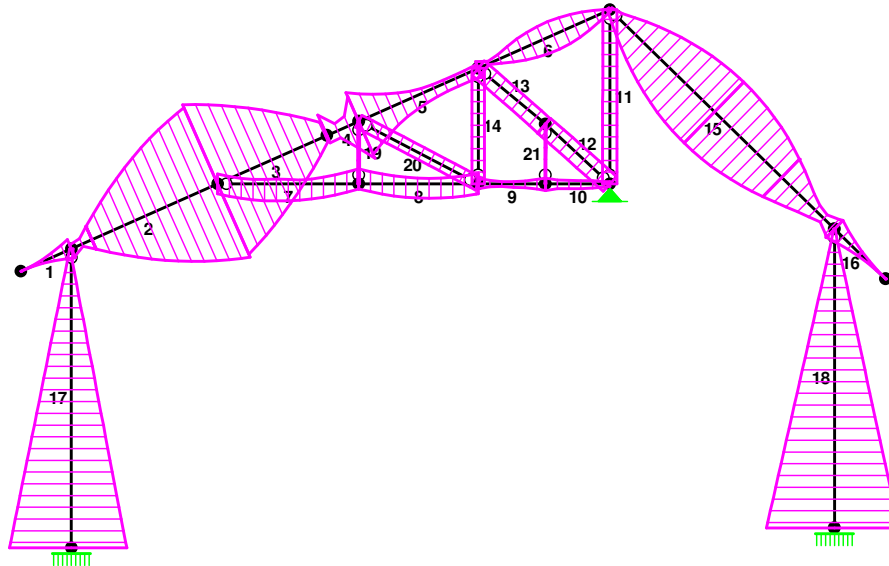
	0,900	-0,07	-0,23	<b>-2,00*</b>	CW <b>SBE</b> (b)
	0,338	0,00	-0,01	<b>-2,00*</b>	CW <b>SBE</b> (b)
10	0,323	<b>0,06*</b>	0,00	-0,61	CW <b>SA</b> (b)
	0,000	<b>-0,10*</b>	0,28	-1,47	cw <b>SBE</b> (b)
	0,000	-0,10	<b>0,28*</b>	-1,49	CW <b>SBE</b> (b)
	0,861	0,00	-0,16	<b>2,72*</b>	cw <b>sD</b> (b)
	0,377	0,04	0,01	<b>2,72*</b>	cw <b>sD</b> (b)
	0,000	-0,07	0,24	<b>-2,00*</b>	CW <b>SBE</b> (b)
	0,646	0,01	-0,01	<b>-2,00*</b>	CW <b>SBE</b> (b)
11	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	-2,48	CW <b>S</b> (a)
	2,331	<b>0,00*</b>	0,00	-1,04	cw <b>sD</b> (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	-7,84	CW <b>SCE</b> (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	-2,48	CW <b>S</b> (a)
	2,331	<b>0,00*</b>	0,00	-1,04	cw <b>sD</b> (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	-7,84	CW <b>SCE</b> (b)
	0,000	0,00	<b>0,00*</b>	-2,48	CW <b>S</b> (a)
	2,331	0,00	<b>0,00*</b>	-1,04	cw <b>sD</b> (b)
	0,000	0,00	<b>0,00*</b>	-7,84	CW <b>SCE</b> (b)
	2,331	0,00	0,00	<b>-1,04*</b>	cw <b>sD</b> (b)
	0,000	0,00	0,00	<b>-7,84*</b>	CW <b>SCE</b> (b)
12	1,175	<b>0,04*</b>	0,04	-9,40	cw <b>sBE</b> (b)
	1,175	<b>-0,04*</b>	-0,02	-2,34	CW <b>SA</b> (b)
	1,175	0,04	<b>0,05*</b>	-9,48	CW <b>sBE</b> (b)
	1,175	-0,03	-0,02	<b>-1,81*</b>	cw <b>sA</b> (b)
	0,000	0,00	0,02	<b>-9,96*</b>	CW <b>SBE</b> (b)
13	0,000	<b>0,04*</b>	-0,05	-9,04	cw <b>sBE</b> (b)
	0,000	<b>-0,04*</b>	0,02	-2,20	CW <b>SA</b> (b)
	0,000	0,04	<b>-0,05*</b>	-9,11	CW <b>sBE</b> (b)
	1,171	0,00	0,04	<b>-1,67*</b>	cw <b>sA</b> (b)
	0,000	0,04	-0,04	<b>-9,55*</b>	CW <b>SBE</b> (b)
14	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	3,60	CW <b>S</b> (a)
	1,549	<b>0,00*</b>	0,00	6,38	CW <b>SBG</b> (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	1,48	cw <b>sD</b> (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	3,60	CW <b>S</b> (a)
	1,549	<b>0,00*</b>	0,00	6,38	CW <b>SBG</b> (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	1,48	cw <b>sD</b> (b)
	0,000	0,00	<b>0,00*</b>	3,60	CW <b>S</b> (a)
	1,549	0,00	<b>0,00*</b>	6,38	CW <b>SBG</b> (b)
	0,000	0,00	<b>0,00*</b>	1,48	cw <b>sD</b> (b)
	1,549	0,00	0,00	<b>6,38*</b>	CW <b>SBG</b> (b)
	0,000	0,00	0,00	<b>1,48*</b>	cw <b>sD</b> (b)
15	2,008	<b>2,50*</b>	-0,04	0,71	CW <b>SDE</b> (b)
	4,200	<b>-0,70*</b>	-2,94	0,15	CW <b>SDE</b> (b)
	4,200	-0,70	<b>-2,94*</b>	0,15	CW <b>SDE</b> (b)
	0,000	0,00	1,27	<b>5,25*</b>	CW <b>SBE</b> (b)
	4,200	-0,56	-2,29	<b>-1,24*</b>	cw <b>sD</b> (b)
16	0,955	<b>0,00*</b>	0,00	0,00	CW <b>SCE</b> (b)
	0,000	<b>-0,70*</b>	1,47	0,25	CW <b>SDE</b> (b)
	0,000	-0,70	<b>1,47*</b>	0,25	CW <b>SDE</b> (b)
	0,000	-0,39	0,82	<b>0,38*</b>	CW <b>SAE</b> (b)
	0,000	-0,35	0,73	<b>0,38*</b>	CW <b>sAE</b> (b)
	0,955	0,00	0,00	<b>0,00*</b>	CW <b>SCE</b> (b)
17	0,000	<b>0,00*</b>	-3,56	-9,69	CW <b>SCG</b> (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	-0,47	-0,91	cw <b>sA</b> (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	-3,46	-9,96	CW <b>SBG</b> (b)
	4,000	<b>-14,24*</b>	-3,56	-20,16	CW <b>SCG</b> (b)

PROJEKT WYKONAWCZY  
WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI WIĘŻBY DACHOWEJ

	0,000	0,00	<b>-3,56*</b>	-9,69	CW SCG (b)
	4,000	-14,24	<b>-3,56*</b>	-20,16	CW SCG (b)
	0,000	0,00	-0,47	<b>-0,91*</b>	cw sA (b)
	4,000	-11,48	-2,87	<b>-20,63*</b>	CW SBE (a)
18	0,000	<b>0,00*</b>	-4,03	0,05	CW SCE (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	-1,88	1,72	CW sAG (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	-2,22	-3,81	cw SDF (b)
	4,000	<b>-16,12*</b>	-4,03	-10,42	CW SCE (b)
	0,000	0,00	<b>-4,03*</b>	0,05	CW SCE (b)
	4,000	-16,12	<b>-4,03*</b>	-10,42	CW SCE (b)
	0,000	0,00	-1,88	<b>1,72*</b>	CW sAG (b)
	4,000	-10,74	-2,68	<b>-15,18*</b>	CW SDF (a)
19	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	0,91	CW S (a)
	0,838	<b>0,00*</b>	0,00	0,95	CW SBE (a)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	0,67	cw sC (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	0,91	CW S (a)
	0,838	<b>0,00*</b>	0,00	0,95	CW SBE (a)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	0,67	cw sC (b)
	0,000	0,00	<b>0,00*</b>	0,91	CW S (a)
	0,838	0,00	<b>0,00*</b>	0,95	CW SBE (a)
	0,000	0,00	<b>0,00*</b>	0,67	cw sC (b)
	0,838	0,00	0,00	<b>0,95*</b>	CW SBE (a)
	0,000	0,00	0,00	<b>0,67*</b>	cw sC (b)
20	0,903	<b>0,02*</b>	0,00	-6,31	CW S (a)
	0,903	<b>0,02*</b>	0,00	-3,32	CW sD (a)
	0,903	<b>0,02*</b>	0,00	-10,91	CW SBE (a)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,05	-6,28	CW S (a)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,04	-2,08	cw sD (b)
	1,806	<b>0,00*</b>	-0,05	-12,87	CW SBG (b)
	1,806	0,00	<b>-0,05*</b>	-6,34	CW S (a)
	0,000	0,00	<b>0,05*</b>	-6,28	CW S (a)
	0,000	0,00	<b>0,05*</b>	-3,29	CW sD (a)
	1,806	0,00	<b>-0,05*</b>	-10,94	CW SBE (a)
	0,000	0,00	0,04	<b>-2,08*</b>	cw sD (b)
	1,806	0,00	-0,05	<b>-12,87*</b>	CW SBG (b)
21	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	0,35	CW S (a)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	0,59	CW SBE (b)
	0,800	<b>0,00*</b>	0,00	0,15	CW sA (b)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	0,35	CW S (a)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,00	0,59	CW SBE (b)
	0,800	<b>0,00*</b>	0,00	0,15	CW sA (b)
	0,000	0,00	<b>0,00*</b>	0,35	CW S (a)
	0,000	0,00	<b>0,00*</b>	0,59	CW SBE (b)
	0,800	0,00	<b>0,00*</b>	0,15	CW sA (b)
	0,000	0,00	0,00	<b>0,59*</b>	CW SBE (b)
	0,800	0,00	0,00	<b>0,15*</b>	CW sA (b)

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA-OBWIEDNIE:



**NAPRĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
		Ro			

1	0,740	<b>0,067*</b>		1,61	CW SBG (b)
	0,740	<b>-0,006*</b>		-0,13	cw sA (b)
	0,000		<b>0,000*</b>	0,00	cw sC (a)
	0,740		<b>-0,057*</b>	-1,36	cw SCG (b)
	0,000	<b>0,027*</b>		0,73	CW SBE (b)
2	2,140	<b>-0,545*</b>		-14,72	CW SCG (b)
	2,140		<b>0,487*</b>	13,16	cw SDG (b)
	0,075		<b>-0,015*</b>	-0,41	cw SDG (b)
	1,600	<b>-0,012*</b>		-0,31	cw sA (b)
	0,000	<b>-0,565*</b>		-15,26	CW SCG (b)
3	1,600		<b>0,004*</b>	0,12	cw sA (b)
	1,600		<b>0,006*</b>	0,17	cw sA (a)
	0,465	<b>0,177*</b>		4,24	CW SBG (b)
	0,000	<b>-0,146*</b>		-3,50	CW SCG (b)
	0,233		<b>-0,021*</b>	-0,50	cw SD (b)
4	0,465		<b>-0,055*</b>	-1,33	cw SD (b)
	0,000	<b>0,204*</b>		4,90	CW SBG (b)
	1,532	<b>-0,006*</b>		-0,13	cw SC (a)
	1,751		<b>0,000*</b>	0,01	cw sA (b)
	1,751		<b>-0,062*</b>	-1,49	cw SDG (b)




















PROJEKT WYKONAWCZY  
WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI WIĘŻBY DACHOWEJ

6	0,000	<b>0,047*</b>		1,12	CW SDE (b)
	1,084	<b>-0,094*</b>		-2,25	CW SDE (b)
	1,927		<b>-0,001*</b>	-0,01	cw SDE (b)
	1,927		<b>-0,001*</b>	-0,01	cw SDE (b)
7	1,887	<b>0,099*</b>		2,37	CW SDE (a)
	0,826	<b>-0,031*</b>		-0,73	CW SA (b)
	1,651		<b>0,063*</b>	1,51	cw SDG (b)
	1,887		<b>0,032*</b>	0,77	cw SDG (b)
8	0,000	<b>0,099*</b>		2,37	CW SDE (a)
	0,900	<b>0,000*</b>		0,00	cw sA (b)
	1,600		<b>0,064*</b>	1,53	cw SDG (b)
	1,600		<b>0,064*</b>	1,53	cw SDG (b)
9	0,900	<b>0,039*</b>		0,93	cw SDG (b)
	0,788	<b>-0,017*</b>		-0,41	CW SA (b)
	0,169		<b>0,013*</b>	0,32	cw SDE (b)
	0,900		<b>-0,024*</b>	-0,57	cw SDG (b)
10	0,000	<b>0,039*</b>		0,93	cw SDG (b)
	0,323	<b>-0,023*</b>		-0,56	CW SA (b)
	0,861		<b>0,008*</b>	0,18	cw SDG (b)
	0,861		<b>-0,003*</b>	-0,08	cw SG (b)
11	2,331	<b>-0,006*</b>		-0,15	cw sD (b)
	0,000	<b>-0,047*</b>		-1,12	CW SCE (b)
	2,331		<b>-0,006*</b>	-0,15	cw sD (b)
	0,000		<b>-0,047*</b>	-1,12	CW SCE (b)
12	1,175	<b>0,001*</b>		0,02	cw sA (b)
	1,175	<b>-0,079*</b>		-1,89	CW SBE (b)
	0,000		<b>-0,012*</b>	-0,29	cw sA (b)
	0,000		<b>-0,065*</b>	-1,56	CW SBE (b)
13	0,000	<b>0,002*</b>		0,04	cw sA (b)
	0,000	<b>-0,076*</b>		-1,83	CW SBE (b)
	0,951		<b>-0,014*</b>	-0,34	cw sA (b)
	0,366		<b>-0,054*</b>	-1,29	CW SBE (b)
14	1,549	<b>0,042*</b>		1,00	CW SBG (b)
	0,000	<b>0,010*</b>		0,23	cw sD (b)
	1,549		<b>0,042*</b>	1,00	CW SBG (b)
	0,000		<b>0,010*</b>	0,23	cw sD (b)
15	4,200	<b>0,079*</b>		1,89	CW SDE (b)
	2,008	<b>-0,273*</b>		-6,55	CW SDE (b)
	3,953		<b>-0,005*</b>	-0,13	cw SDF (b)
	4,200		<b>-0,078*</b>	-1,88	cw SDF (b)
16	0,000	<b>0,078*</b>		1,88	CW SDE (b)
	0,955	<b>0,000*</b>		0,00	cw SBF (a)
	0,896		<b>0,000*</b>	0,00	cw sC (b)
	0,955		<b>0,000*</b>	0,00	cw SE (b)
17	4,000	<b>0,361*</b>		3,68	cw SCG (b)
	0,000	<b>-0,011*</b>		-0,11	CW SBG (b)
	0,000		<b>-0,001*</b>	-0,01	cw sA (b)
	4,000		<b>-0,402*</b>	-4,10	cw SCG (b)
18	4,000	<b>0,422*</b>		4,30	CW SCE (b)
	0,000	<b>-0,004*</b>		-0,04	cw SDF (b)
	0,000		<b>0,002*</b>	0,02	CW sAG (b)

	4,000		-0,252*	-2,58	cw SDF (b)
19	0,838	0,006*		0,15	CW SBE (a)
	0,000	0,004*		0,11	cw sC (b)
	0,838		0,006*	0,15	CW SBE (a)
	0,000		0,004*	0,11	cw sC (b)
20	0,000	-0,007*		-0,17	cw sD (b)
	0,903	-0,047*		-1,14	CW SBG (b)
	1,806		-0,007*	-0,18	cw sD (b)
	1,806		-0,045*	-1,07	CW SBG (b)
21	0,000	0,004*		0,08	CW SBE (b)
	0,800	0,001*		0,02	CW sA (b)
	0,000		0,004*	0,08	CW SBE (b)
	0,800		0,001*	0,02	CW sA (b)

\* = Wartości ekstremalne

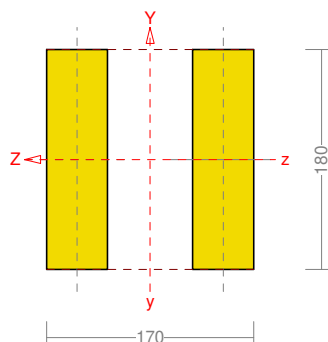
## Wyniki wymiarowania całe wiązara

Nr pręta:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:		Kombinacja obc.
3	3 - IIIa 17,0x18,0	Ściskanie	0,898		1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)
7	5 - B 10x7	SGU	0,856		CW+S+0,6·C+G
2	3 - IIIa 17,0x18,0	SGU	0,845		CW+S+0,6·C+G
8	5 - B 10x7	SGU	0,587		CW+S+0,6·C+G
15	6 - B 18x7	SGU	0,554		CW+S+D+0,6·E
5	6 - B 18x7	SGU	0,489		CW+S+0,6·C+G
1	6 - B 18x7	SGU	0,483		CW+S+0,6·C+G
20	1 - IIIa 15x15	Przewiązki	0,478		1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·B+G) (b)
4	6 - B 18x7	Ścinanie	0,427		1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·B+G) (b)
11	5 - B 10x7	Ściskanie	0,328		1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+E) (b)
9	5 - B 10x7	SGU	0,315		CW+S+0,6·C+G
12	4 - IIIa 10x13	Ściskanie	0,217		1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·B+E) (b)
13	4 - IIIa 10x13	Ściskanie	0,208		1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·B+E) (b)
6	6 - B 18x7	SGU	0,186		CW+S+0,6·C+G
10	5 - B 10x7	SGU	0,152		CW+S+0,6·C+G
16	6 - B 18x7	Zginanie	0,114		1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(D+0,6·E) (b)
14	4 - IIIa 10x13	Rozciąganie	0,099		1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·B+G) (b)
19	4 - IIIa 10x13	Rozciąganie	0,015		1,35·(CW+S)+1,5·0,6·(B+E) (a)
21	5 - B 10x7	Rozciąganie	0,007		1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·B+E) (b)

## Szczegółowe wyniki wzmacnianych prętów

### Pręt nr 2

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995\_3d v. 1.27 licencja nr 35762)



**Przekrój: 3 „IIa 17,0x18,0”**

Wymiary przekroju:

$h=180,0$  mm  $b=170,0$  mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=6855,0$ ;  $J_z=4860,0$  cm<sup>4</sup>;  $A=180,00$  cm<sup>2</sup>;  $i_y=6,2$ ;  $i_z=5,2$  cm;  $W_y=806,5$ ;  $W_z=540,0$  cm<sup>3</sup>.

**Charakterystyka zastępcza przekroju:**

Moment bezwładności względem osi prostopadłej do przewiązek:

$$I_{tot} = b [(2h + a)^3 - a^3] / 12 = 18,0 \times [(2 \times 5,0 + 7,0)^3 - 7,0^3] / 12 = 6855,0 \text{ cm}^4 \text{ (C.7)}$$

**Własności techniczne drewna:**

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Krótkotrwałe** (mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr).

$$K_{mod} = 0,90$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C27.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 27,00 = 27,00$$

$$f_{m,d} = 18,692 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 16,50 = 16,50$$

$$f_{t,0,d} = 11,423 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,277 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 22,00$$

$$f_{c,0,d} = 15,231 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,731 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00$$

$$f_{v,d} = 2,769 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11500 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 380 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7700 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 720 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 360 \text{ kg/m}^3$$

**Sprawdzenie nośności pręta nr 2**

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

**Nośność na ściskanie:**

Wyniki dla  $x_a=2,140$  m;  $x_b=0,000$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Y:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,140 = 2,140 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,200 = 4,200 \text{ m}$$



Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / \sqrt{I_{tot,y} / A_{tot}} = 214,0 / \sqrt{6855,0 / 180,00} = 34,7$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / \sqrt{I_{tot,z} / A_{tot}} = 420,0 / \sqrt{4860,0 / 180,00} = 80,8$$

$$\lambda_1 = \sqrt{12} l_1 / h = 3,464 \times 0,713 / 5,0 = 49,4$$

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \eta \lambda_1^2 n / 2} = \sqrt{34,7^2 + 2,5 \times 49,4^2 \times 2 / 2} = 85,5$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 85,50 / \pi \times \sqrt{22/7700} = 1,455 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 80,83 / \pi \times \sqrt{22/7700} = 1,375 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,455 - 0,3) + (1,455)^2] = 1,674 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,375 - 0,3) + (1,375)^2] = 1,553 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,674 + \sqrt{1,674^2 - 1,455^2}) = 0,400 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,553 + \sqrt{1,553^2 - 1,375^2}) = 0,440 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 180,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 5,56 / 180,00 \times 10 = \mathbf{0,309} < \mathbf{6,089} = 0,400 \times 15,231 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=2,140 \text{ m}$ ;  $x_b=0,000 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,309}{0,400 \times 15,231} + \frac{0,000}{18,692} + 1,0 \times \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,822} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,309}{0,440 \times 15,231} + 1,0 \times \frac{0,000}{18,692} + \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,817} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

**Nośność na zginanie:**

Wyniki dla  $x_a=2,140 \text{ m}$ ;  $x_b=0,000 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”.

Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:

$$\sigma_i = \gamma' i a' i M' / I'_{ef} = 1,000 \times 7,35 \text{E-}16 \times 7,78 / 4860,0 \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{15,231} = f_{c,0,d}$$

Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:

$$\sigma_i = \gamma' i a' i M' / I'_{ef} = 1,000 \times 7,35 \text{E-}16 \times 7,78 / 4860,0 \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{11,423} = f_{c,0,t}$$

Nośność dla  $x_a=2,140 \text{ m}$ ;  $x_b=0,000 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000}{18,692} + 1,0 \times \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,771} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 1,0 \times \frac{0,000}{18,692} + \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,771} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=2,140 \text{ m}$ ;  $x_b=0,000 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,309^2}{15,231^2} + \frac{0,000}{18,692} + 1,0 \times \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,771} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,309^2}{15,231^2} + 1,0 \times \frac{0,000}{18,692} + \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,771} < \mathbf{1}$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=0,000$  m;  $x_b=2,140$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·B+G) (b)”.

Naprężenia tnące:

Naprężenia tnące dla ścinania w płaszczyźnie równoległej do przewiązek:

$$\tau = 1,5 V / (n b h) = 1,5 \times 0 / (2 \times 18,0 \times 5,0) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Naprężenia tnące dla ścinania w płaszczyźnie prostopadłej do przewiązek:

$$\tau' = 1,5 V' / (n b h) = 1,5 \times 6,08 / (2 \times 18,0 \times 5,0) \times 10 = 0,507 \text{ MPa}$$

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,000^2 + 0,507^2} = 0,507 < 2,769 = 1,000 \times 2,769 = k_v f_{v,d}$$

### Nośność przewiązek:

Wyniki dla  $x_a=0,000$  m;  $x_b=2,140$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·B+G) (b)”.

Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci wkrętów długości 122,0 mm o średnicy 6,0 mm. Minimalne odległości łączników:  $a_2 = 30,0$ ;  $a_3 = 90,0$ ;  $a_4 = 30,0$  mm.

Nośność łącznika obciążonego osiowo:

$$f_{ax,k} = 0,52 d^{-0,5} l_{ef}^{-0,1} \rho_k^{0,8} = 0,52 \times 6,0^{-0,5} \times 66,0^{-0,1} \times 360^{0,8} = 15,49 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} k_d = 15,49 \times 6,0 \times 66,0 \times 0,750 = 4600,1 \text{ N}$$

$$n_{ef} = n^{0,9} = 4^{0,9} = 3,48$$

$$F_{ax,Rd} = n_{ef} / n F_{ax,Rk} k_{mod} / \gamma_M = 3,48 / 4 \times 4600,1 \times 0,90 / 1,3 = 2772,5 \text{ N}$$

Przyjęto, że nośność wkręta na przeciągnięcie i oderwanie główki jest nie mniejsza niż nośność na wyciąganie.

Nośność łącznika obciążonego poprzecznie:

$$f_{h,0,k} = 0,082 \times 360 \times 6,0^{-0,3} = 17,25$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 d = 1,35 + 0,015 \times 6,0 = 1,440$$

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 17,25 / (1,440 \times \sin^2 0,00 + \cos^2 0,00) = 17,25$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \times 300 \times 6,0^{2,6} = 9493,71$$

$$F_{v,Rk,1} = f_{h,1,k} t_1 d = 17,25 \times 50,0 \times 6,0 = 5173,6 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,2} = f_{h,2,k} t_2 d = 17,25 \times 62,0 \times 6,0 = 6415,3 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,3} = \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{1 + \beta} \left[ \sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

$$= 17,25 \times 50,0 \times 6,0 / (1 + 1,00) \times \left[ \sqrt{1,00 + 2 \times 1,00^2 \times (1 + 62,0/50,0 + 62,0^2/50,0^2) + 1,00^3 \times 62,0^2/50,0^2} - 1,00 \times (1 + 62,0/50,0) \right] = 2423,6 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,4} = 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

$$= 1,05 \times 17,25 \times 50,0 \times 6,0 / (2 + 1,00) \times \left[ \sqrt{2 \times 1,00 \times (1 + 1,00) + 4 \times 1,00 \times (2 + 1,00) \times 9493,71 / (17,25 \times 6,0 \times 50,0^2)} - 1,00 \right] = 2004,9 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,5} = 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_2 d}{1 + 2\beta} \left[ \sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

$$= 1,05 \times 17,25 \times 62,0 \times 6,0 / (1 + 2 \times 1,00) \times \left[ \sqrt{2 \times 1,00^2 \times (1 + 1,00) + 4 \times 1,00 \times (1 + 2 \times 1,00) \times 9493,71 / (17,25 \times 6,0 \times 62,0^2)} - 1,00 \right] = 2403,3 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,6} = 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 1,15 \times \sqrt{2 \times 9493,71 \times 17,25 \times 6,0 \times 2 \times 1,00 / (1 + 1,00)} = 1611,9 \text{ N}$$

Nośność łącznika na jedno cięcie  $F_{v,Rk} = 1611,9 \text{ N}$ .

$$n_{ef} = 2^{1,00} = 2,00$$

$$F_{v,Rd} = n_{ef} / n \cdot k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_M = 2,00 / 2 \times 0,90 \times 1611,9 / 1,3 = 1115,9 \text{ N}$$

Dla prętów ściskanych należy uwzględnić dodatkową siłę poprzeczną przy wyboczeniu:

$$\text{dla } \lambda_{ef} > 60 \quad V_d = F_{c,d} / (60 \cdot k_c) = 6,79 / (60 \times 0,400) = 0,28 \text{ kN} \quad (C.5)$$

Siły działające na łącznik:

$$V_p = V \cdot l_1 / (n \cdot a_1) = 0,28 \times 71 / (1 \times 12,0) = 1,68 \text{ kN}$$

$$M_p = V_p \cdot (a_1 - h_f) / 2 = 1,68 \times (0,120 - 0,050) / 2 = 0,06 \text{ kNm}$$

$$F_{1,v} = V_p / n = 1,68 / 4 \times 10^3 = 420,8 \text{ N}$$

$$F_{1,ax} = M_p \cdot r / \Sigma r^2 = 0,06 \times 60,0 / 14400,0 \times 10^6 = 245,5 \text{ N}$$

Nośność łączników:

$$(F_{1,v} / F_{v,Rd})^2 + (F_{1,ax} / F_{ax,Rd})^2 = (420,8 / 1115,9)^2 + (245,5 / 2772,5)^2 = \mathbf{0,150} < 1$$

Przyjęto przewiązki szerokości  $l_2 = 200,0 \text{ mm}$ .

Nośność przewiązek:

$$\sigma = M_p / W = 0,06 / 1200,00 \times 10^3 = \mathbf{0,049} < \mathbf{18,692} = f_{m,d}$$

$$\tau = 1,5 \cdot V_p / A = 1,5 \times 1,68 / 360,00 \times 10 = \mathbf{0,070} < \mathbf{2,769} = f_{v,d}$$

### Nośność na skręcanie:

Wyniki dla  $x_a=2,140 \text{ m}$ ;  $x_b=0,000 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „CW+1,35·0,85·S+1,5·(0,6·D+G) (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,276 \times 5,0^2 \times 18,0 + 0,276 \times 5,0^2 \times 18,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{3,268} = 1,180 \times 2,769 = k_{shape} f_{v,d}$$

(6.14)

### Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla  $x_a=1,070 \text{ m}$ ;  $x_b=1,070 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+S+0,6·C+G; Q-S: CW+S+0,6·(C+G)”.

Wartości graniczne ugięć chwilowych:

$$u_{z,inst,gr} = l / 200 = 7250,0 / 200 = 36,3 \text{ mm}$$

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 200 = 7250,0 / 200 = 36,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 200 = 7250,0 / 200 = 36,3 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z = 22,01 = 22,01 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y = 0,00 = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone z uwzględnieniem ugięć od pełzania wyznaczonych dla quasi-stałej kombinacji obciążeń (poprawka A2:2014):

$$u_{z,fin} = (u_{z,inst} + u_{z,creep}) = (22,01 + 8,61) = 30,62 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = (u_{y,inst} + u_{y,creep}) = (0,00 + 0,00) = 0,00 \text{ mm}$$

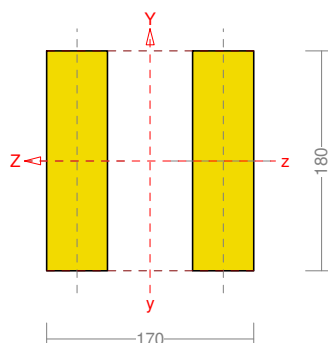
Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = \mathbf{22,0} < \mathbf{36,3} = u_{z,inst,gr}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{30,6} < \mathbf{36,3} = u_{z,fin,gr}$$

## Pręt nr 3

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995\_3d v. 1.27 licencja nr 35762)



### Przekrój: 3 „IIa 17,0x18,0”

Wymiary przekroju:

$h=180,0$  mm  $b=170,0$  mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=6855,0$ ;  $J_z=4860,0$  cm<sup>4</sup>;  $A=180,00$  cm<sup>2</sup>;  $i_y=6,2$ ;  $i_z=5,2$  cm;  $W_y=806,5$ ;  $W_z=540,0$  cm<sup>3</sup>.

### Charakterystyka zastępcza przekroju:

Moment bezwładności względem osi prostopadłej do przewiązek:

$$I_{tot} = b [(2h + a)^3 - a^3] / 12 = 18,0 \times [(2 \times 5,0 + 7,0)^3 - 7,0^3] / 12 = 6855,0 \text{ cm}^4 \quad (C.7)$$

### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Krótkotrwałe** (mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr).

$$K_{mod} = 0,90$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C27**.

$$f_{m,k} = 1,000 \times 27,00 = 27,00$$

$$f_{m,d} = 18,692 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,000 \times 16,50 = 16,50$$

$$f_{t,0,d} = 11,423 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,277 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 22,00$$

$$f_{c,0,d} = 15,231 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,731 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00$$

$$f_{v,d} = 2,769 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11500 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 380 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7700 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 720 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 360 \text{ kg/m}^3$$

### Sprawdzenie nośności pręta nr 3

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,000$  m;  $x_b=1,600$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Y:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,600 = 1,600 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,200 = 4,200 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / \sqrt{I_{tot,y} / A_{tot}} = 160,0 / \sqrt{6855,0 / 180,00} = 25,9$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / \sqrt{I_{tot,z} / A_{tot}} = 420,0 / \sqrt{4860,0 / 180,00} = 80,8$$

$$\lambda_1 = \sqrt{12} l_1 / h = 3,464 \times 0,533 / 5,0 = 36,9$$

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \eta \lambda_1^2 n / 2} = \sqrt{25,9^2 + 2,5 \times 36,9^2 \times 2 / 2} = 63,9$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 63,90 / \pi \times \sqrt{22/7700} = 1,087 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 80,83 / \pi \times \sqrt{22/7700} = 1,375 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,087 - 0,3) + (1,087)^2] = 1,170 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,375 - 0,3) + (1,375)^2] = 1,553 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,170 + \sqrt{1,170^2 - 1,087^2}) = 0,624 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,553 + \sqrt{1,553^2 - 1,375^2}) = 0,440 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 180,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 15,25 / 180,00 \times 10 = \mathbf{0,847} < \mathbf{6,695} = 0,440 \times 15,231 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=0,000 \text{ m}$ ;  $x_b=1,600 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,847}{0,624 \times 15,231} + \frac{0,000}{18,692} + 1,0 \times \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,860} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,847}{0,440 \times 15,231} + 1,0 \times \frac{0,000}{18,692} + \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,898} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

**Nośność na zginanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,000 \text{ m}$ ;  $x_b=1,600 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”.

Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:

$$\sigma_i = \gamma'_{i1} a'_{i1} M' / I'_{ef} = 1,000 \times 7,35 \text{E-}16 \times 7,78 / 4860,0 \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{15,231} = f_{c,0,d}$$

Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:

$$\sigma_i = \gamma'_{i1} a'_{i1} M' / I'_{ef} = 1,000 \times 7,35 \text{E-}16 \times 7,78 / 4860,0 \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{11,423} = f_{c,0,t}$$

Nośność dla  $x_a=0,000 \text{ m}$ ;  $x_b=1,600 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000}{18,692} + 1,0 \times \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,771} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 1,0 \times \frac{0,000}{18,692} + \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,771} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,000 \text{ m}$ ;  $x_b=1,600 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,847^2}{15,231^2} + \frac{0,000}{18,692} + 1,0 \times \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,774} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,847^2}{15,231^2} + 1,0 \times \frac{0,000}{18,692} + \frac{14,411}{18,692} = \mathbf{0,774} < \mathbf{1}$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=1,600 \text{ m}$ ;  $x_b=0,000 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·B+G) (b)”.

Naprężenia tnące:

Naprężenia tnące dla ścinania w płaszczyźnie równoległej do przewiązek:

$$\tau = 1,5 V / (n b h) = 1,5 \times 0 / (2 \times 18,0 \times 5,0) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Napężenia tnące dla ścinania w płaszczyźnie prostopadłej do przewiązek:

$$\tau' = 1,5 V' / (n b h) = 1,5 \times 5,77 / (2 \times 18,0 \times 5,0) \times 10 = 0,481 \text{ MPa}$$

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,000^2 + 0,481^2} = 0,481 < 2,769 = 1,000 \times 2,769 = k_v f_{v,d}$$

### Nośność przewiązek:

Wyniki dla  $x_a=0,000$  m;  $x_b=1,600$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+S)+1,5·(0,6·C+G) (b)”.

Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci wkrętów długości 122,0 mm o średnicy 6,0 mm. Łączniki należy umieścić w uprzednio nawierconych otworach.

Minimalne odległości łączników:  $a_2 = 30,0$ ;  $a_3 = 72,0$ ;  $a_4 = 24,0$  mm.

Nośność łącznika obciążonego osiowo:

$$f_{ax,k} = 0,52 d^{-0,5} l_{ef}^{-0,1} \rho_k^{0,8} = 0,52 \times 6,0^{-0,5} \times 66,0^{-0,1} \times 360^{0,8} = 15,49 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} d l_{ef} k_d = 15,49 \times 6,0 \times 66,0 \times 0,750 = 4600,1 \text{ N}$$

$$n_{ef} = n^{0,9} = 4^{0,9} = 3,48$$

$$F_{ax,Rd} = n_{ef} / n F_{ax,Rk} k_{mod} / \gamma_M = 3,48 / 4 \times 4600,1 \times 0,90 / 1,3 = 2772,5 \text{ N}$$

Przyjęto, że nośność wkręta na przeciągnięcie i oderwanie główki jest nie mniejsza niż nośność na wyciąganie.

Nośność łącznika obciążonego poprzecznie:

$$f_{h,0,k} = 0,082 \times (1 - 0,01 \times 6,0) \times 360 = 27,75$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 d = 1,35 + 0,015 \times 6,0 = 1,440$$

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 27,75 / (1,440 \times \sin^2 0,00 + \cos^2 0,00) = 27,75$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \times 300 \times 6,0^{2,6} = 9493,71$$

$$F_{v,Rk,1} = f_{h,1,k} t_1 d = 27,75 \times 50,0 \times 6,0 = 8324,6 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,2} = f_{h,2,k} t_2 d = 27,75 \times 62,0 \times 6,0 = 10322,6 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,3} = \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{1 + \beta} \left[ \sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

$$= 27,75 \times 50,0 \times 6,0 / (1 + 1,00) \times [\sqrt{1,00 + 2 \times 1,00^2 \times (1 + 62,0/50,0 + 62,0^2/50,0^2)} + 1,00^3 \times 62,0^2/50,0^2 - 1,00 \times (1 + 62,0/50,0)] = 3899,7 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,4} = 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

$$= 1,05 \times 27,75 \times 50,0 \times 6,0 / (2 + 1,00) \times [\sqrt{2 \times 1,00 \times (1 + 1,00) + 4 \times 1,00 \times (2 + 1,00) \times 9493,71 / (27,75 \times 6,0 \times 50,0^2)} - 1,00] = 3109,7 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,5} = 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_2 d}{1 + 2\beta} \left[ \sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} =$$

$$= 1,05 \times 27,75 \times 62,0 \times 6,0 / (1 + 2 \times 1,00) \times [\sqrt{2 \times 1,00^2 \times (1 + 1,00) + 4 \times 1,00 \times (1 + 2 \times 1,00) \times 9493,71 / (27,75 \times 6,0 \times 62,0^2)} - 1,00] = 3771,9 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,6} = 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 1,15 \times \sqrt{2 \times 9493,71 \times 27,75 \times 6,0 \times 2 \times 1,00 / (1 + 1,00)} = 2044,7 \text{ N}$$

Nośność łącznika na jedno cięcie  $F_{v,Rk} = 2044,7 \text{ N}$ .

$$n_{ef} = 2^{1,00} = 2,00$$

$$F_{v,Rd} = n_{ef} / n k_{mod} F_{v,Rk} / \gamma_M = 2,00 / 2 \times 0,90 \times 2044,7 / 1,3 = 1415,6 \text{ N}$$

Dla prętów ściskanych należy uwzględnić dodatkową siłę poprzeczną przy wyboczeniu:

$$\text{dla } \lambda_{ef} > 60 \quad V_d = F_{c,d} / (60 k_c) = 15,25 / (60 \times 0,624) = 0,41 \text{ kN} \quad (C.5)$$

Siły działające na łącznik:

$$V_p = V l_1 / (n a_1) = 0,41 \times 53 / (1 \times 12,0) = 1,81 \text{ kN}$$

$$M_p = V_p (a_1 - h_p) / 2 = 1,81 \times (0,120 - 0,050) / 2 = 0,06 \text{ kNm}$$

Naprężenia docisku przewiązki do gałęzi pręta wyznaczono określając wysokości strefy docisku  $h_c = 183,1 \text{ mm}$ .

$$\sigma_{c,90,d} = M_p / [b h_c^2 / 3 + E / (h_c E_{90,mean}) \pi d^2 / 4 \Sigma r_i^2] = 0,06 /$$

$$[50,0 \times 183,1^2 / 3 + 210000 / (183,1 \times 380) \times 3,142 \times 6,0^2 / 4 \times 1446,6] \times 10^6 = 0,093 \text{ MPa}$$

Warunek nośności dla  $k_{c,90} = 1$ :

$$\sigma_{c,90,d} = \mathbf{0,093} < \mathbf{1,731} = k_{c,90} f_{c,90,d}$$

Przyjmując współczynnik tarcia dla drewna  $\mu = 0,5$ , siłę ścinającą łączniki połączenia zmniejszono o siłę tarcia wynikającą z wypadkowej siły w strefie docisku.

$$F_{1,v} = (V_p - \mu F_c) / n = (1,81 - 0,5 \times 0,42) / 4 \times 10^3 = 399,0 \text{ N}$$

Największa siła rozciągająca łączniki wynosi:

$$F_{1,ax} = M_p / [E_{90,mean} b h_c^3 / (3 E \pi d^2 / 4) + \Sigma r_i^2] = 0,06 \times 26,8 / [380 \times 50,0 \times 183,1^3 / (3 \times 210000 \times 3,142 \times 6,0^2 / 4) + 1446,6] \times 10^6 = 212,3 \text{ N}$$

Nośność łączników:

$$(F_{1,v} / F_{v,Rd})^2 + (F_{1,ax} / F_{ax,Rd})^2 = (399,0 / 1415,6)^2 + (212,3 / 2772,5)^2 = \mathbf{0,085} < \mathbf{1}$$

Przyjęto przewiązki szerokości  $l_2 = 300,0 \text{ mm}$ .

Nośność przewiązek:

$$\sigma = M_p / W = 0,06 / 2700,00 \times 10^3 = \mathbf{0,023} < \mathbf{18,692} = f_{m,d}$$

$$\tau = 1,5 V_p / A = 1,5 \times 1,81 / 540,00 \times 10 = \mathbf{0,050} < \mathbf{2,769} = f_{v,d}$$

**Nośność na skręcanie:**

Wyniki dla  $x_a = 1,600 \text{ m}$ ;  $x_b = 0,000 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „CW+S+1,5·A (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,276 \times 5,0^2 \times 18,0 + 0,276 \times 5,0^2 \times 18,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{3,268} = 1,180 \times 2,769 = k_{shape} f_{v,d}$$

(6.14)

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a = 0,800 \text{ m}$ ;  $x_b = 0,800 \text{ m}$ ; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+S+0,6·C+G; Q-S: CW+S+0·(C+G)”.

Wartości graniczne ugięć chwilowych:

$$u_{z,inst,gr} = l / 200 = 7250,0 / 200 = 36,3 \text{ mm}$$

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 200 = 7250,0 / 200 = 36,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 200 = 7250,0 / 200 = 36,3 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z = 22,50 = 22,50 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y = 0,00 = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone z uwzględnieniem ugięć od pełzania wyznaczonych dla quasi-stałej kombinacji obciążeń (poprawka A2:2014):

$$u_{z,fin} = (u_{z,inst} + u_{z,creep}) = (22,50 + 8,78) = 31,28 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = (u_{y,inst} + u_{y,creep}) = (0,00 + 0,00) = 0,00 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = \mathbf{22,5} < \mathbf{36,3} = u_{z,inst,gr}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{31,3} < \mathbf{36,3} = u_{z,fin,gr}$$

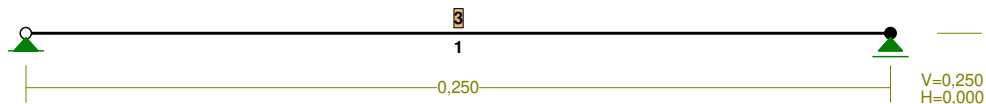


## Sprawdzenie wytrzymałości ceowników tworzących objemy

WĘZŁY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	10	0	1	0,250	0,000	0,250	1,000	3 U 50

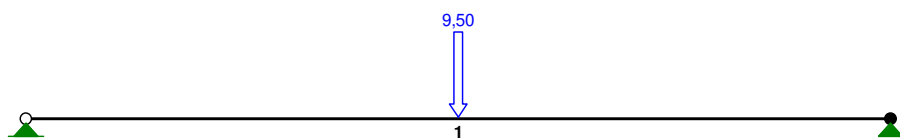
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
3	7,1	26	9	7	4	3,8	1 S 235

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
1 S 235	210	235,000	1,2E-5

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_0 = 1,35/1,00$	
Grupa:	A ""			Zmienne	$\gamma_0 = 1,50$	
1	Skupione	0,0	9,50		0,13	

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

RM\_Win v. 11.121 licencja nr 35762

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	$\gamma$ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$ :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A -" siła w miejscu połączenia "			Zmienne 1
1,50 1/1/1			

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

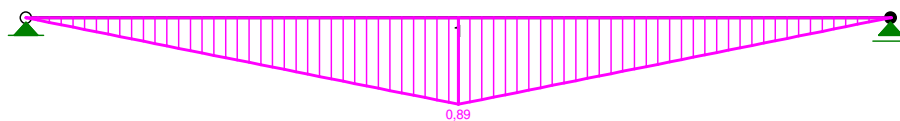
Grupa obc.:	Relacje:
-------------	----------

A -"siła w miejscu połączenia" EWENTUALNIE

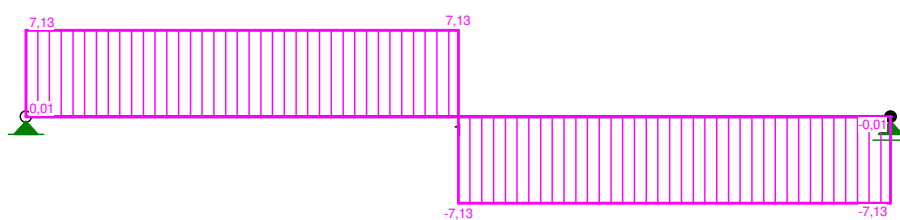
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : CW
	EWENTUALNIE: A

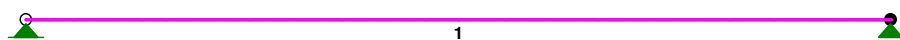
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



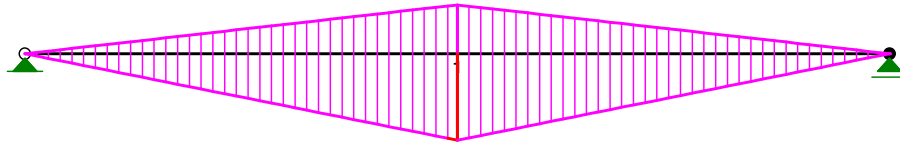
**SIŁY PRZEKROJOWE – WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,125	<b>0,89*</b>	7,13	0,00	CW <b>A</b> (a)
	0,000	<b>0,00*</b>	7,13	0,00	CW <b>A</b> (a)
	0,000	<b>0,00*</b>	0,01	0,00	CW (a)
	0,250	0,00	<b>-7,13*</b>	0,00	CW <b>A</b> (a)
	0,000	0,00	<b>7,13*</b>	0,00	CW <b>A</b> (a)
	0,000	0,00	7,13	<b>0,00*</b>	CW <b>A</b> (a)
	0,125	0,89	7,13	<b>0,00*</b>	CW <b>A</b> (a)
	0,000	0,00	0,01	<b>0,00*</b>	CW (a)
	0,000	0,00	7,13	<b>0,00*</b>	CW <b>A</b> (a)
	0,125	0,89	7,13	<b>0,00*</b>	CW <b>A</b> (a)
	0,000	0,00	0,01	<b>0,00*</b>	CW (a)

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA-OBWIEDNIE:



**NAPRĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
		Ro			
1	0,000	<b>0,000*</b>		0,00	CW (a)
	0,125	<b>-0,571*</b>		-134,17	CW <b>A</b> (a)
	0,250		<b>0,000*</b>	0,00	cw <b>A</b> (b)
	0,000		<b>0,000*</b>	0,00	CW (a)

\* = Wartości ekstremalne

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>0,00*</b>	7,13	7,13		CW <b>A</b> (a)
	<b>0,00*</b>	7,13	7,13		CW <b>A</b> (b)
	<b>0,00*</b>	0,01	0,01		cw (a)
	<b>0,00*</b>	0,01	0,01		CW (a)
	<b>0,00*</b>	0,01	0,01		CW (b)
	0,00	<b>7,13*</b>	7,13		CW <b>A</b> (a)
	0,00	<b>7,13*</b>	7,13		CW <b>A</b> (b)
	0,00	<b>0,01*</b>	0,01		cw (a)
	0,00	7,13	<b>7,13*</b>		CW <b>A</b> (a)
2	<b>0,00*</b>	7,13	7,13		CW <b>A</b> (a)
	<b>0,00*</b>	7,13	7,13		CW <b>A</b> (b)
	<b>0,00*</b>	0,01	0,01		cw (a)
	<b>0,00*</b>	0,01	0,01		CW (a)
	<b>0,00*</b>	0,01	0,01		CW (b)
	0,00	<b>7,13*</b>	7,13		CW <b>A</b> (a)
	0,00	<b>7,13*</b>	7,13		CW <b>A</b> (b)
	0,00	<b>0,01*</b>	0,01		cw (a)
	0,00	7,13	<b>7,13*</b>		CW <b>A</b> (a)

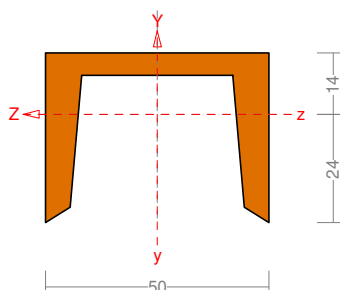
\* = Wartości ekstremalne

## Pręt nr 1

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993\_2d v. 1.56 licencja nr 35762)

Zadanie: Kątownik

Przekrój: 3 - U 50



Wymiary przekroju:

$h=50,0$   $s=38,0$   $g=5,0$   $t=7,0$   $r=7,0$   $e_y=13,7$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=26,4$   $I_{zg}=9,1$   $A=7,10$   $i_y=1,9$   $i_z=1,1$   $I_w=27,9$   $I_t=1,0$

$y_s=2,6$   $z_s=0,0$   $i_s=3,425$   $r_z=-1,6$   $b_y=3,4$ .

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności  $f_y=235$  MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie  $f_u=360$  dla  $g=5,0$ .

### Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone  $q = 0$  kN/m,
- momenty przywęzłowe  $M_a = 0$ ,  $M_b = 0$  kNm,
- moment skręcający  $T = 0$  kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi  $\gamma_f = 1$ .

### Długości wyboczeniowe pręta:

#### Przęsło Yc

Przyjęto:

$\kappa_a = 1,000$   $\kappa_b = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow \mu = 1,000$  dla  $l_o = 0,250$   
 $l_w = 1,000 \times 0,250 = 0,250$  m

#### Przęsło Zc

Przyjęto następujące podatności węzłów:

$\kappa_a = 1,000$   $\kappa_b = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow \mu = 1,000$  dla  $l_o = 0,250$   
 $l_w = 1,000 \times 0,250 = 0,250$  m

#### Przęsło $\omega$

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 0,250$  m. Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 0,250$  m.

### Długości wyboczeniowe dla osi głównych:

Y:  $\kappa_a = 1,000$   $\kappa_b = 1,000$   $\kappa_v = 0,000$   $\Rightarrow \mu = 1,000$  dla  $l_o = 0,250$   
 $l_w = 1,000 \times 0,250 = 0,250$  m

Z:  $\kappa_a = 1,000$   $\kappa_b = 1,000$   $\kappa_v = 0,000$   $\Rightarrow \mu = 1,000$  dla  $l_o = 0,250$   
 $l_w = 1,000 \times 0,250 = 0,250$  m

### Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 26,4}{0,250^2} \times 10^{-2} = 8754,73 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 9,1}{0,250^2} \times 10^{-2} = 3017,73 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_T \right) = \frac{1}{3,425^2} \times \left( \frac{3,1416^2 \times 210 \times 27,9}{0,250^2} \times 10^{-2} + 81 \times 1,03 \times 10^2 \right) = 1500,57 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{N_{cr,y} + N_{cr,T} - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

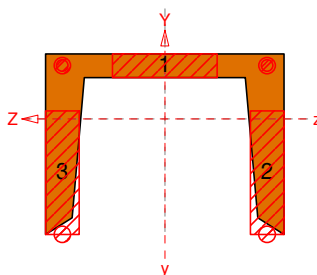
$$\frac{8754,73 + 1500,57 - \sqrt{(8754,73 + 1500,57)^2 - 4 \times 8754,73 \times 1500,57 (1 - 1,000 \times 2,59^2 / 3,425^2)}}{2 \times (1 - 1,000 \times 2,6^2 / 3,425^2)} = 1357,59 \text{ kN}$$

### Stan graniczny nośności.

$x_a = 0,250$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+1,5·A (b)

Przyjęto następujące współczynniki częściowe  $\gamma_M$ :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y} = \sqrt{235 / 235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	$\alpha$	$\psi$	$k_\sigma$	(c/t) <sub>1</sub>	(c/t) <sub>2</sub>	(c/t) <sub>3</sub>	c/t	Klasa
1	22,0	5,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	4,401	
2	26,0	7,0	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,716	
3	26,0	7,0	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,716	

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,250$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+1,5·A (b)

- wzdłuż osi Y

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{5,32 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 72,15 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{7,13}{72,15} = 0,099 < 1$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto  $\eta = 1,2$ .

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 22,0 / 5,0 = 4,401 < 59,870 = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,125$ ;  $x_b = 0,125$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+1,5·A (b)

Klasa przekroju **1**.

Nośność na zginanie względem osi Z:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6,61 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 1,55 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,10 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 166,85 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,00 / 166,85 = 0,000; \text{przyjęto } n = 0,000 \leq 1;$$

Dla dowolnego przekroju przyjęto:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n) = 2,9 \times (1 - 0,000) = 2,9 \text{ kNm} \quad (6.2)$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} (1 - n) = 1,55 \times (1 - 0,000) = 1,55 \text{ kNm} \quad (6.2)$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{0,89}{1,55} = \mathbf{0,573} < \mathbf{1} \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0}{166,85} + \frac{0}{2,9} + \frac{0,89}{1,55} = \mathbf{0,573} < \mathbf{1} \quad (6.2)$$

### Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 0,250$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia:  $1,35 \cdot CW + 1,5 \cdot A$  (a)

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $s_s = 100,0$  mm oraz typ obciążenia środka (a). Dodatkowo przyjęto rozstaw żebier poprzecznych  $a = 0,250$  m. Nośność najbardziej obciążonego środka:

$$k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6 + 2 \times (22,0 / 250,0)^2 = 6,02$$

$$m_1 = f_{yf} b_f / f_{yw} t_w = 235 \times 35,5 / (235 \times 5,0) = 7,100$$

$$m_2 = 0,000$$

$$l_y = s_s + 2t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 100,0 + 2 \times 7,0 \times (1 + \sqrt{7,100 + 0,000}) = 151,3 \quad \text{przyjęto } l_y = 151,3 \leq a$$

$$F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 0,9 \times 6,02 \times 210 \times 5,0^3 / 22,0 = 6458,04 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{151,3 \times 5,0 \times 235 \times 10^3}{6458,04}} = 0,166$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} = \frac{0,5}{0,166} = 3,014 \quad \text{przyjęto } \chi_F = 1,000 \leq 1,0$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1,000 \times 151,3 = 151,3 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235 \times 151,3 \times 5,0 \times 10^3}{1} = 177,76 \text{ kN} \quad (6.1 \text{ EN 1993-1-5})$$

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{7,13}{177,76} = \mathbf{0,040} < \mathbf{1} \quad (6.14 \text{ EN 1993-1-5})$$

### Stan graniczny użyteczności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia:  $CW + A$  Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,2 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = 1 / 250 = 250 / 250 = 1,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1,0} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 0,162 \text{ mm}; \quad L / a = 250,0 / 0,162 = 1543,5$$

### Sprawdzenie łączników obejmy

Do połączenia dolnego i górnego ceownika przyjęto 2 szpilki M10 klasy 8.8. Ze względu na możliwe nierównomierne naciąganie śrub, przyjęto współczynnik korygujący  $k=1,2$ .

Siła przypadająca na 1 szpilkę:

$$F = 7,13 \times 1,2 = 8,56 \text{ kN}$$

Pole przekroju szpilki M10 w miejscu gwintu:

$$A_s = 57,99 \text{ mm}^2$$

Nośność obliczeniowa na rozciąganie szpilki M10 kl. 8.8.:

$$F_{t,Rd} = 33,40 \text{ kN}$$

$$F = 8,56 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 33,40 \text{ kN}$$

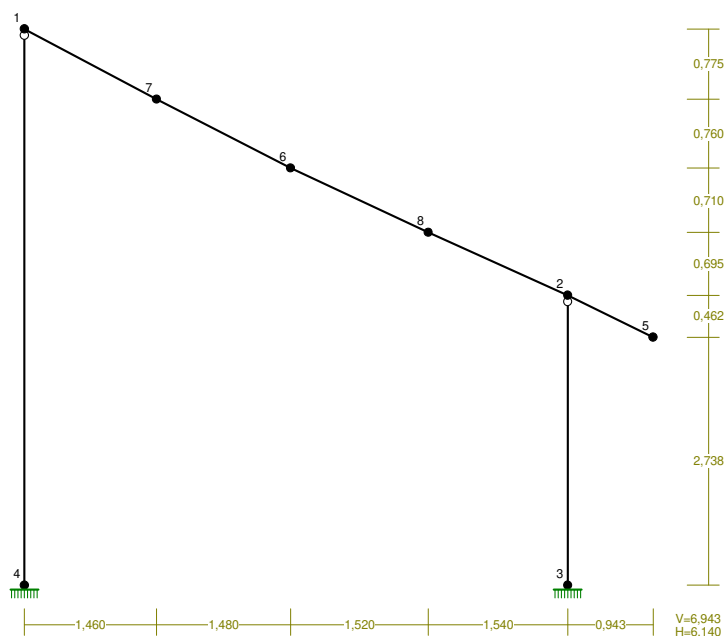
Warunek wytrzymałości dla przyjętych łączników został spełniony



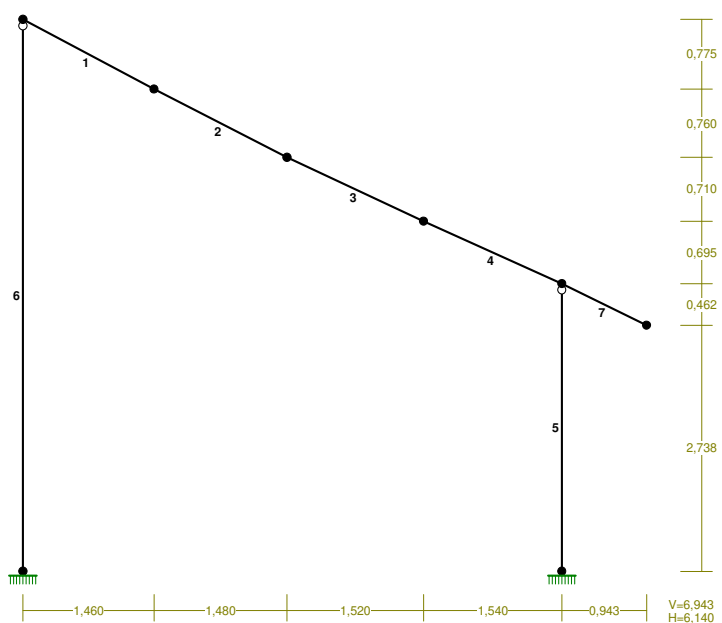
## 10.2. Sprawdzanie krokwi z uwzględnieniem rzeczywistych ugięć

Do obliczeń przyjęto krokiew o największej rozpiętości i ugięciach. Wstępną strzałkę ugięcia przyjęto o wartości 6cm w środku rozpiętości.

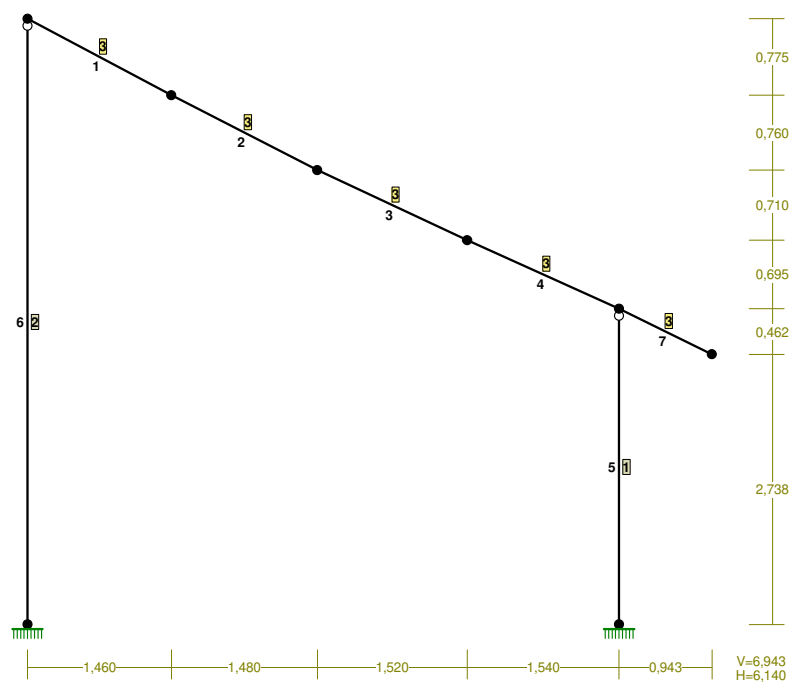
WĘZŁY :



PRĘTY :



PRZEKROJE PRĘTÓW:



WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>g</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>d</sub> [cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	912,0	109744	43776	3648	3648	24,0	1,2E+2 B17,5
2	706,9	39761	39761	2651	2651	30,0	1,2E+2 B17,5
3	216,0	5832	2592	648	648	18,0	1,4E+2 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
115 B17,5	25	10,200	1,0E-5
135 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6



Grupa:	D	"Wiatr 2"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	-26,1	-0,12	-0,12	0,00	1,65
2	Liniowe	-26,1	-0,12	-0,12	0,00	1,66
3	Liniowe	-26,1	-0,12	-0,12	0,00	1,68
4	Liniowe	-26,1	-0,12	-0,12	0,00	1,69
7	Liniowe	-26,1	-0,25	-0,25	0,33	1,05
7	Liniowe	-26,1	-0,12	-0,12	0,00	0,33

=====

**W Y N I K I wg PN 82/B-02000**

**Teoria I-go rzędu**

**Kombinatoryka obciążeń**

RM\_Win v. 11.121    licencja nr 35762

=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\gamma_f$ :	$\psi_d$ :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
S-"Stałe"	Stałe	1,35/1,00	
A-"Śnieg 1"	Zmienne	1 1,50	1,00
B-"Śnieg 2"	Zmienne	1 1,50	1,00
C-"Wiatr 1"	Zmienne	1 1,50	1,00
D-"Wiatr 2"	Zmienne	1 1,50	1,00

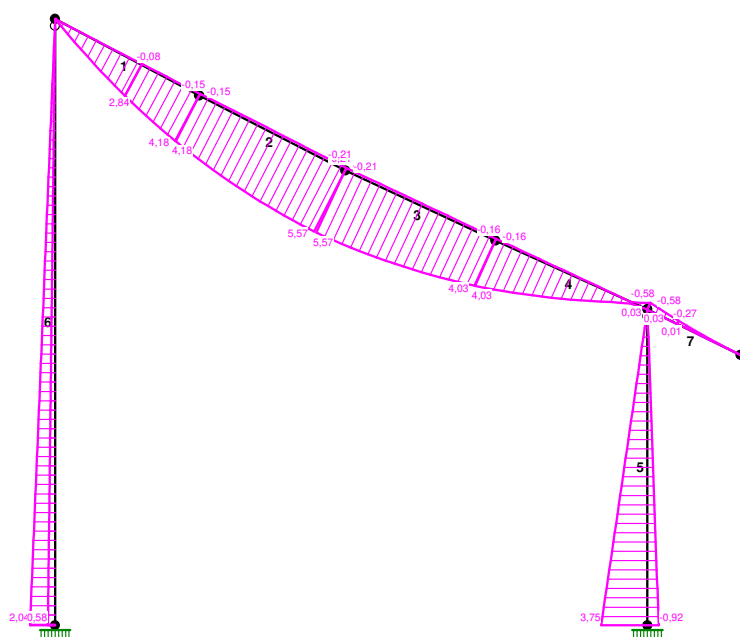
**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
S-"Stałe"	EWENTUALNIE
A-"Śnieg 1"	EWENTUALNIE Nie występuje z: B
B-"Śnieg 2"	EWENTUALNIE Nie występuje z: A
C-"Wiatr 1"	EWENTUALNIE Nie występuje z: D
D-"Wiatr 2"	EWENTUALNIE Nie występuje z: C

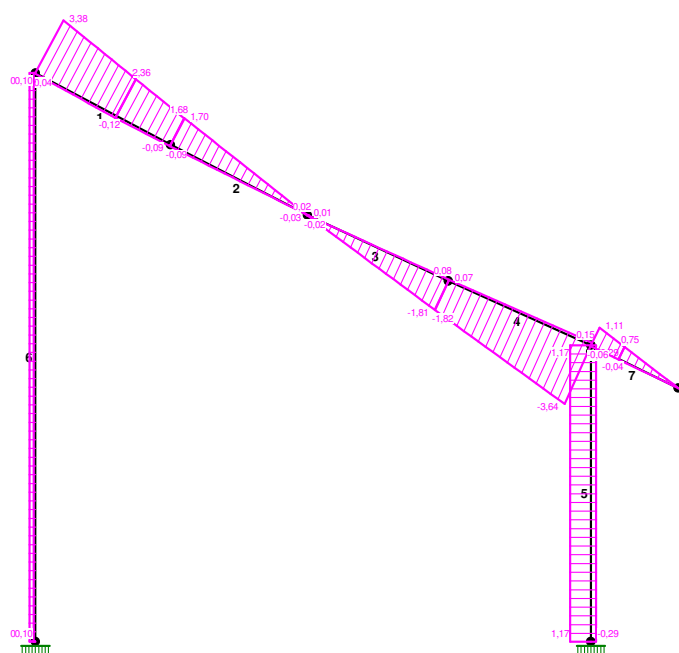
**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : CW+S EWENTUALNIE: A+B+C+D

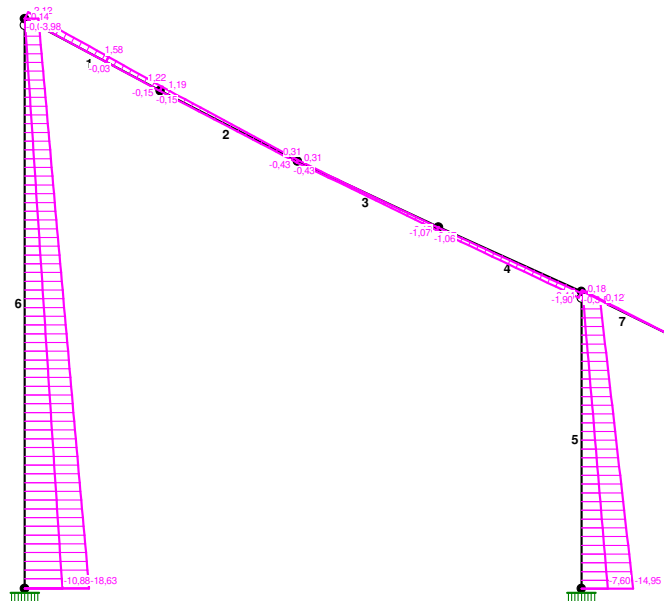
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



**SIŁY PRZEKROJOWE – WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

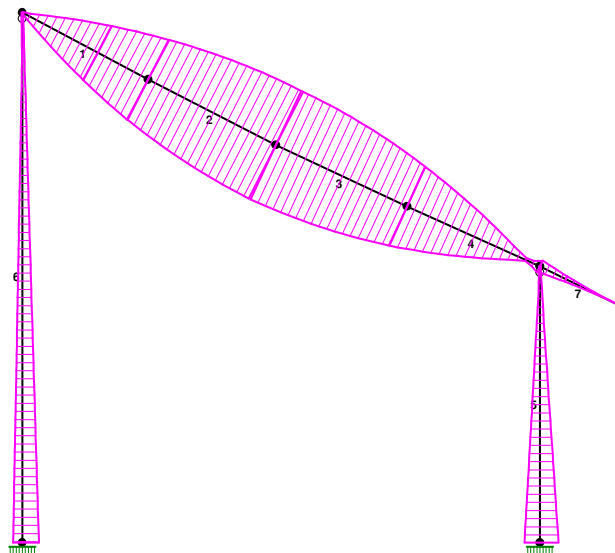
Pręt: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]: Kombinacja obciążeń:

1	1,653	<b>4,18*</b>	1,68	1,22	CW SA
	1,653	<b>-0,15*</b>	-0,09	-0,15	cw sC
	0,000	0,00	<b>3,38*</b>	2,12	CW SA
	0,000	0,00	3,38	<b>2,12*</b>	CW SA
	1,653	-0,15	-0,09	<b>-0,15*</b>	cw sC
2	1,664	<b>5,57*</b>	-0,03	0,31	CW SA
	1,560	<b>-0,21*</b>	0,00	-0,41	cw sC
	0,000	4,18	<b>1,70*</b>	1,19	CW SA
	0,000	4,18	1,70	<b>1,19*</b>	CW SA
	1,664	-0,21	0,01	<b>-0,43*</b>	cw sC
3	0,000	<b>5,57*</b>	-0,02	0,31	CW SA
	0,105	<b>-0,21*</b>	0,00	-0,45	cw sC
	1,678	4,03	<b>-1,81*</b>	-0,53	CW SA
	0,000	5,57	-0,02	<b>0,31*</b>	CW SA
	1,678	2,54	-1,13	<b>-1,07*</b>	CW SAC
4	0,000	<b>4,03*</b>	-1,82	-0,51	CW SA
	1,690	<b>-0,58*</b>	-3,64	-1,33	CW SA
	1,690	-0,58	<b>-3,64*</b>	-1,33	CW SA
	0,000	1,34	-0,61	<b>-0,17*</b>	cw s
	1,690	-0,36	-2,28	<b>-1,90*</b>	CW SAC
5	3,200	<b>3,75*</b>	1,17	-7,60	cw sC
	3,200	<b>-0,92*</b>	-0,29	-14,95	CW SA
	3,200	3,75	<b>1,17*</b>	-7,60	cw sC
	0,000	0,00	<b>1,17*</b>	-0,31	cw sC
	0,000	0,00	1,17	<b>-0,31*</b>	cw sC
	3,200	-0,92	-0,29	<b>-14,95*</b>	CW SA

6	6,140	<b>2,04*</b>	0,33	-17,33	CW SAC
	0,000	<b>0,00*</b>	0,33	-2,68	CW SAC
	0,000	<b>0,00*</b>	0,14	-0,03	cw sC
	0,000	<b>0,00*</b>	0,29	-3,98	CW SA
	6,140	2,04	<b>0,33*</b>	-17,33	CW SAC
	0,000	0,00	<b>0,33*</b>	-2,68	CW SAC
	0,000	0,00	0,14	<b>-0,03*</b>	cw sC
	6,140	1,76	0,29	<b>-18,63*</b>	CW SA
7	0,000	<b>0,03*</b>	-0,06	0,18	cw sC
	0,000	<b>-0,58*</b>	1,11	0,54	CW SA
	0,000	-0,58	<b>1,11*</b>	0,54	CW SA
	0,000	-0,58	1,11	<b>0,54*</b>	CW SA
	0,000	-0,39	0,78	<b>0,54*</b>	CW SAD
	1,050	0,00	0,00	<b>0,00*</b>	CW SA

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA-OBWIEDNIE:



**NAPRĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		----- Ro		[MPa]	
1	1,653	<b>0,009*</b>		0,22	cw sC
	1,653	<b>-0,267*</b>		-6,40	CW SA
	1,653		<b>0,271*</b>	6,51	CW SA
	1,653		<b>-0,010*</b>	-0,24	cw sC
2	1,456	<b>0,013*</b>		0,31	cw sC
	1,664	<b>-0,358*</b>		-8,58	CW SA
	1,664		<b>0,359*</b>	8,61	CW SA
	1,560		<b>-0,015*</b>	-0,35	cw sC

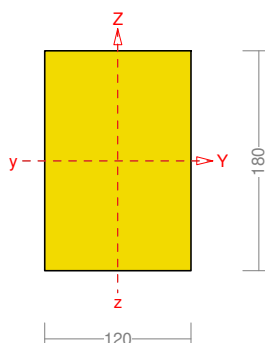
3	0,000	0,013*	0,31	cw sC
	0,000	-0,358*	-8,58	CW SA
	0,000	0,359*	8,61	CW SA
	0,210	-0,015*	-0,35	cw sC
4	1,690	0,035*	0,84	CW SA
	0,000	-0,260*	-6,25	CW SA
	0,000	0,258*	6,20	CW SA
	1,690	-0,040*	-0,96	CW SA
5	3,200	0,011*	0,11	cw SA
	3,200	-0,111*	-1,14	CW sC
	3,200	0,093*	0,95	cw sC
	3,200	-0,041*	-0,42	CW SA
6	0,000	0,000*	0,00	cw sC
	6,140	-0,099*	-1,01	CW SAC
	6,140	0,055*	0,56	cw SAC
	0,000	-0,006*	-0,06	CW SA
7	0,000	0,038*	0,92	CW SA
	0,000	-0,002*	-0,04	cw sC
	0,000	0,002*	0,05	cw sC
	0,000	-0,036*	-0,87	CW SA

\* = Wartości ekstremalne

### Pręt nr 3

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995\_3d v. 1.27 licencja nr 35762)

Zadanie: krokiew-miośród wunikający z ugięcia2



#### Przekrój: 3 „B 180x120”

Wymiary przekroju:

$h=180,0$  mm  $b=120,0$  mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=5832,0$ ;  $J_{zg}=2592,0$  cm<sup>4</sup>;  $A=216,00$  cm<sup>2</sup>;  $i_y=5,2$ ;  $i_z=3,5$  cm;  $W_y=648,0$ ;  $W_z=432,0$  cm<sup>3</sup>.

#### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Krótkotrwałe** (mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr).

$$K_{mod} = 0,90 \quad \gamma_M = 1,3$$

$$k_{h,t} = \min [(150/120)^{0,2}; 1,3] = 1,046$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00$$

$$f_{m,d} = 16,615 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,046 \times 14,50 = 15,16$$

$$f_{t,0,d} = 10,497 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,277 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,538 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,731 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00$$

$$f_{v,d} = 2,769 \text{ MPa}$$



$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

### Sprawdzenie nośności pręta nr 3

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

#### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=0,000 \text{ m}$ ;  $x_b=1,678 \text{ m}$ ; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+S)+1,5·A”.

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 216,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,31 / 216,00 \times 10 = \mathbf{0,014} < \mathbf{10,497} = f_{t,0,d} \quad (6.1)$$

#### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,629 \text{ m}$ ;  $x_b=1,049 \text{ m}$ ; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+S)+1,5·A”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Y:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 6,700 = 6,700 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,678 = 1,678 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 6,700 / 5,1962 \times 10^2 = 128,94$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,678 / 3,4641 \times 10^2 = 48,43$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 128,94 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 2,186 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 48,43 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 0,821 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (2,186 - 0,3) + (2,186)^2] = 3,079 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,821 - 0,3) + (0,821)^2] = 0,889 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (3,079 + \sqrt{3,079^2 - 2,186^2}) = 0,191 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,889 + \sqrt{0,889^2 - 0,821^2}) = 0,813 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 216,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,01 / 216,00 \times 10 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,771} = 0,191 \times 14,538 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=0,629 \text{ m}$ ;  $x_b=1,049 \text{ m}$ ; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+S)+1,5·A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000}{0,191 \times 14,538} + \frac{8,250}{16,615} + 0,7 \times \frac{0,000}{16,615} = \mathbf{0,497} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000}{0,813 \times 14,538} + 0,7 \times \frac{8,250}{16,615} + \frac{0,000}{16,615} = \mathbf{0,348} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

#### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=0,000 \text{ m}$ ;  $x_b=1,678 \text{ m}$ ; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+S)+1,5·A”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 1000,0 + 180 + 180 = 1360,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 120^2}{180 \times 1360,0} \times 7400 = 339,529 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{24,00 / 339,529} = 0,266 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwiczenia:

$$\text{dla } \lambda_{\text{rel},m} \leq 0,75 \quad k_{\text{crit}} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 5,57 / 648,00 \times 10^3 = \mathbf{8,595} < \mathbf{16,615} = 1,000 \times 16,615 = k_{\text{crit}} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla  $x_a=0,000$  m;  $x_b=1,678$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+S)+1,5·A”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,014}{10,497} + \frac{8,595}{16,615} + 0,7 \times \frac{0,000}{16,615} = \mathbf{0,519} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,014}{10,497} + 0,7 \times \frac{8,595}{16,615} + \frac{0,000}{16,615} = \mathbf{0,363} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,000$  m;  $x_b=1,678$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+S)+1,5·A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000^2}{14,538^2} + \frac{8,595}{16,615} + 0,7 \times \frac{0,000}{16,615} = \mathbf{0,517} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000^2}{14,538^2} + 0,7 \times \frac{8,595}{16,615} + \frac{0,000}{16,615} = \mathbf{0,362} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=1,678$  m;  $x_b=0,000$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+S)+1,5·A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 1,81 / (0,67 \times 216,00) \times 10 = 0,188 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 216,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,188^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,188} < \mathbf{2,769} = 1,000 \times 2,769 = k_v f_{v,d}$$

**Nośność na skręcanie:**

Wyniki dla  $x_a=1,678$  m;  $x_b=0,000$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „CW+S+1,5·D”.

$$\tau_{\text{tor},d} = \frac{M_{\text{tor}}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,224 \times 12,0^2 \times 18,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,977} = 1,075 \times 2,769 = k_{\text{shape}} f_{v,d} \quad (6.14)$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a=0,839$  m;  $x_b=0,839$  m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+S+A; Q-S: CW+S+A”.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,\text{inst},\text{gr}} = l / 200 = 6681,6 / 200 = 33,4 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{inst},\text{gr}} = l / 200 = 6681,6 / 200 = 33,4 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,\text{inst}} = u_z = 27,71 = 27,71 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{inst}} = u_y [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 0,00 \times [1 + 19,20 \times (120,0/1677,6)^2] = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone z uwzględnieniem ugięć od pełzania wyznaczonych dla quasi-stałej kombinacji obciążeń (poprawka A2:2014):

$$u_{z,\text{fin}} = (u_{z,\text{inst}} + u_{z,\text{creep}}) = (27,71 + 16,62) = 44,33 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = (u_{y,\text{inst}} + u_{y,\text{creep}}) [1 + \eta_1 (h/L)^2] = (0,00 + 0,00) \times [1 + 19,20 \times (120,0/1677,6)^2] = 0,00 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,\text{inst}} = \mathbf{27,7}$$

$$u_{z,\text{fin}} = \mathbf{44,3} > \mathbf{33,4} = u_{z,\text{fin},\text{gr}}$$

## **DOKUMENTY DOŁĄCZONE DO OPRACOWANIA**

# 1 Decyzje o nadaniu uprawnień budowlanych wraz z zaświadczeniami

POMORSKA OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
80-369 Gdańsk, al. Rzeczypospolitej 4/155  
tel. 58 324-89-77, fax 58 301-44-98

-4-

Gdańsk, 28 czerwca 2019 r.

sygn. akt. 117/POM/OKK/19

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (t. j. Dz. U. z 2016 r. poz. 1725 ze zm.) i art. 12 ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 2, art.15a ust.1 i ust.4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2018 r. poz. 1202 ze zm.) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2018 r., poz. 2096 ze zm.) po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa**  
stwierdza, że:

**Pan Sebastian Jan Nitzki**  
magister inżynier budownictwa  
urodzony dnia 20.10.1991 r. w Człuchowie

otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny: POM/0002/PWBKb/19

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**

## UZASADNIENIE

**Pan Sebastian Jan Nitzki upoważniony jest:**

**I. Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1-5, art. 13 ust. 3 i 4 , art.15a ust. 1 i ust.4 ustawy Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2018 r., poz. 1202 ze zm.), w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, bez ograniczeń do:**

- a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- b) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- c) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- d) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- e) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.
- f) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
- g) projektowania konstrukcji obiektu,
- h) kierowania robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji oraz architektury obiektu.

#### **Pouczenie**

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Gdańsku, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2018 r. poz. 2096 ze zm.):

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-N18-5NS-E64 \*

Pan Sebastian Jan Nitzki o numerze ewidencyjnym POM/BO/0318/19  
adres zamieszkania ul. Polniczka 2/1, 77-300 Czluchów  
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-10-01 do 2024-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-09-27 roku przez:

Krzysztof Wilde, Przewodniczący Rady Pomorskiej 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.



## 2 INFORMACJA BIOZ

*Niniejsza informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia została opracowana zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 roku w sprawie Informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. nr 120 z 2003 r. poz. 1126). Wykonano w oparciu o rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie Bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. nr 47 z 2003 r. poz. 401).*

### 1. Nazwa i zakres opracowania

Projekt wykonawczy pt.: „Wzmocnienie istniejącej konstrukcji więźby dachowej Szkoły Podstawowej im. Obrońców Kępy Oksywskiej w Dębogórze”

Opracowanie obejmuje:

- analizę statyczno-wytrzymałościową konstrukcji,
- wytyczne dotyczące prac naprawczych.

### 2. Elementy zagospodarowania terenu, które mogą stwarzać zagrożenie dla bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

Na terenie przedmiotowej inwestycji, w chwili obecnej, nie są zlokalizowane żadne elementy mogące stwarzać zagrożenie dla bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

### 3. Zakres robót dla zamierzenia inwestycyjnego oraz kolejność realizacji poszczególnych prac

Zakres prac obejmuje:

- Roboty przygotowawcze i zabezpieczenie terenu.
- Etapowa rozbiórka pokrycia dachowego – dachówki oraz instalacji towarzyszących.
- Zabezpieczenie budynku przed zniszczeniem i opadami deszczu
- Wymiana lub naprawa zniszczonych elementów konstrukcji i deskowania dachu
- Pokrycie dachu dachówką.
- Ułożenie rynien, rur spustowych oraz instalacji odgromowej.
- Wywiezienie odpadów na składowisko.
- Uporządkowanie terenu.
- Dojazd do budowy po istniejących drogach gminnych oraz drogach wewnętrznych o nawierzchni utwardzonej.

Charakter planowanych prac nie wpłynie niekorzystnie na środowisko i jego wykorzystywanie, na zdrowie ludzi oraz zlokalizowane w sąsiedztwie inwestycji obiekty. Należy poinformować użytkowników o prowadzonych pracach budowlanych i zastosować niezbędne środki ostrożności w obrębie prowadzonych prac.

### 4. Zagospodarowanie terenu budowy

Teren budowy lub robót powinien być, w miarę potrzeby, ogrodzony. Ogrodzenie powinno być wykonane tak, aby nie stwarzało zagrożenia dla ludzi. Wysokość ogrodzenia powinna wynosić co najmniej 1,50m. Plac budowy oznakować wymaganymi tablicami informacyjnymi i ostrzegawczymi. Składowanie materiałów budowlanych powinno odbywać się tylko w wyznaczonych miejscach, w sposób zabezpieczający przed przewróceniem, zsunięciem lub rozsunięciem się stosów materiałów. Wykonawca powinien zapewnić pracownikom warunki socjalne pracy i higieny zgodne ze szczegółowymi aktualnymi przepisami. Teren budowy wyposażać w odpowiednią ilość sprzętu pożarowego – gaśnice, łopaty, siekiery i inne wg potrzeb.

## 5. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych

Podczas prowadzenia robót budowlanych występować będą typowe zagrożenia, jakie występują przy prowadzeniu takich robót. Roboty należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi przepisami, a w szczególności z ustawą Prawo budowlane, Polskimi Normami, Specyfikacjami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych oraz rozporządzeniem Ministra Budownictwa w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych. Wykonawca jest zobowiązany do określania na bieżąco, w całym okresie prac, kategorii ryzyka zawodowego. Bezpieczne prowadzenie inwestycji jest możliwe w przypadku zapewnienia stopnia ryzyka zawodowego określanego jako:

- stopnia małego (niestwarzającego bezpośrednich zagrożeń)
- stopnia dopuszczalnego (akceptowalnego)
- stopnia wymagającego zapewnienia, że ryzyko pozostanie najwyżej na tym samym poziomie.

Prace stwarzające ewentualne zagrożenia i wymagające zwiększenia stopnia ostrożności przy ich wykonywaniu, to prace związane z:

- użyciem elektromaszyn z napędem;
- użyciem sprzętu ciężkiego np. koparki, dźwigu itp;
- robotami na wysokości (na rusztowaniu);
- z wykopami ziemi;

Niezbędne jest prowadzenie robót pod nadzorem uprawnionego kierownika budowy z koniecznością przestrzegania przepisów BHP.

Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót budowlanych przy użyciu maszyn i urządzeń technicznych:

- pochwycenie kończyny górnej lub kończyny dolnej przez napęd (brak pełnej osłony napędu),
- porażenie prądem elektrycznym (brak zabezpieczenia przewodów zasilających urządzenia mechaniczne przed uszkodzeniami mechanicznymi),
- maszyny i inne urządzenia techniczne oraz narzędzia zmechanizowane nie są montowane, eksploatowane i obsługiwane zgodnie z instrukcją producenta oraz nie spełniają wymagań określonych w przepisach dotyczących systemu oceny zgodności z obowiązującymi przepisami BHP.

## 6. Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Poza obowiązkowymi szkoleniami z zakresu BHP wymaganymi przez Kodeks Pracy, kierownictwo budowy zobowiązane jest do instruktażu, którego celem jest zapoznanie załogi zatrudnionej przy w/w pracach z organizacją prowadzenia prac transportowych oraz zasadami ewakuacji z terenu budowy.

Zakres instruktażu powinien obejmować również:

- zasady postępowania w przypadku wystąpienia zagrożenia,
- zasady bezpośredniego nadzoru nad pracami szczególnie niebezpiecznymi przez wyznaczone w tym celu osoby,
- zasady stosowania przez pracowników środków ochrony indywidualnej oraz odzieży i obuwia roboczego,
- rodzaje warunków atmosferycznych przy których roboty należy przerwać.

**Załogę należy zapoznać z planem BiOZ.**



## **7. Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie**

Dobra organizacja prac polega m.in. na:

- zapewnieniu widocznego i czytelnego oznakowania terenu prowadzenia prac, a przede wszystkim ustalenia i ścisłego egzekwowania zasad ostrzegania o pracach transportowych związanych z przemieszczaniem elementów ciężkich;
- na tablicy budowy należy umieścić numery telefonów do Straży Pożarnej, Policji i Pogotowia Ratunkowego, umożliwić wjazd na działkę pojazdów w/w służb. Na terenie budowy należy umieścić apteczkę z podstawowymi środkami i lekami oraz podstawowe środki higieny;
- dopuszczeniu do wykonywania prac na budowie wyłącznie wykwalifikowanych pracowników posiadających aktualne zaświadczenia odbycia szkolenia BHP i okresowego badania lekarskiego stwierdzającego brak przeciwwskazań do pracy na określonym stanowisku;
- prowadzeniu wykazu sprzętu transportowego, zawierającego jego niezbędne parametry oraz lokalizację;
- umieszczeniu numerów telefonów do Straży Pożarnej, Policji i Pogotowia Ratunkowego na tablicy informacyjnej budowy;
- umożliwieniu wjazdu na działkę pojazdom ww. służb;
- dopuszczeniu do wykonywania prac na budowie wyłącznie wykwalifikowanych pracowników posiadających aktualne zaświadczenia odbycia szkolenia BHP i okresowego badania lekarskiego stwierdzającego brak przeciwwskazań do pracy na określonym stanowisku;
- przestrzeganiu wszystkich instrukcji i zaleceń producenta, dotyczących użytkowania materiałów oraz stosowania, montażu lub instalowania urządzeń.

W celu zapewnienia należytego poziomu bezpieczeństwa w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia i ich sąsiedztwie, Kierownik Budowy powinien:

- wdrożyć plan BiOZ oraz procedury BHP na terenie budowy;
- upewnić się, że prace wykonywane są w sposób zapewniający bezpieczeństwo pracowników na budowie;
- zaplanować pracę tak, aby firmy wykonawcze (brygady robocze) miały czas na wykonanie swoich prac z zachowaniem bezpieczeństwa pracy. Sytuacje, w których prace jednego z wykonawców stwarzają zagrożenie dla pozostałych muszą być eliminowane, np. poprzez opracowanie harmonogramu prac;
- upewnić się, że dla każdego rodzaju pracy opracowane zostały szacunek ryzyka i metody bezpiecznego wykonania pracy, oraz że prowadzony jest stały nadzór tych prac na budowie;
- prowadzić listę osób, które uczestniczyły w szkoleniu BHP wraz z datą szkolenia;
- zadbać o to, aby każdy wchodzący na teren budowy był informowany o zagrożeniach typowych dla tego rodzaju miejsca. Te informacje zostaną przekazane podczas szkolenia BHP, które powinien przejść każdy pracownik przed przystąpieniem do pracy na budowie, jak również, w razie potrzeby, podczas rutynowych codziennych lub cotygodniowych spotkań;
- przeprowadzić kontrolę wszystkich miejsc pracy na terenie budowy pod względem bezpieczeństwa przynajmniej raz dziennie i podejmować akcję tam, gdzie istnieje zagrożenie bezpieczeństwa pracowników, aby zapewnić wszystkim pracownikom bezpieczeństwo pracy oraz bezpieczny dostęp do niej;
- prowadzić zapis wszystkich poważnych sytuacji, w których naruszane zostało bezpieczeństwo oraz zadbać o to, by stały się one przedmiotem dyskusji i ujęte zostały w protokole z roboczego spotkania;
- wdrażać procedury Pozwolenia na Budowę podczas wszystkich prac prowadzonych na budowie;
- zapewnić ogrodzenie i oznaczenie terenu prowadzonych robót budowlanych i drogowych zgodnie z projektem budowlanym i przepisami BHP;

Wszystkie instalacje technologiczne i energetyczne znajdujące się w strefie niebezpiecznej należy wyłączyć i odpowiednio zabezpieczyć. Przejścia i przejazdy powinny być oznakowane znakami ostrzegawczymi. Wszystkie przejścia i przejazdy pozostające w zasięgu prowadzonych robót powinny być zabezpieczone lub zamknięte. Należy wytyczyć i oznaczyć drogi okrężne (obejścia).

#### **a. Czynności organizacyjne**

Prawidłowe, a tym samym bezpieczne, prowadzenie procesu inwestycyjnego wymaga jego udokumentowania zarówno w zakresie założeń, jak i przebiegu. Posiadane dokumenty należy przechowywać w sposób umożliwiający ich udostępnienie organom kontrolującym.

Obowiązkiem kierownika budowy jest przygotowanie, przechowywanie i prowadzenie:

- Dokumentacji Technicznej – w formie wymaganej przez Prawo Budowlane wraz z wymaganymi uzgodnieniami. Kierownik odpowiada za realizację budowy zgodnie z ustaleniami zawartymi w dokumentacji. Zmiany w stosunku do projektu winny być odnotowane w dzienniku budowy oraz naniesione na dokumentacji. W przypadku wprowadzenia zmian wymagane jest wykonanie dokumentacji powykonawczej. Wszelkiego rodzaju zmiany wymagają autoryzacji autora projektu.
- Dokumentacji Instruktażowej – budowa prawidłowo przygotowana powinna być wyposażona w komplet instrukcji stanowiskowych, instrukcji bezpiecznej obsługi poszczególnych urządzeń, instrukcji określających zasady zachowania się, alarmowania i powiadamiania w przypadku wystąpienia zagrożeń życia lub zdrowia oraz zagrożeń pożarowych, Planu Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia. Wykaz osób odpowiedzialnych, numery ich telefonów oraz telefonów alarmowych powinny zostać umieszczone na Tablicy Informacyjnej wykonanej i zlokalizowanej zgodnie z obowiązującymi przepisami
- Przygotowanie załogi poprzez realizację wymaganych przez Kodeks Pracy szkoleń: wstępnego, podstawowego i okresowego. Dokonanie oceny ryzyka zawodowego na poszczególnych stanowiskach pracy i zapoznanie z jej wynikami pracowników, zapoznanie załogi z treścią planu BiOZ. Dokumentacja potwierdzająca powyższe szkolenia powinna być w każdej chwili dostępna na terenie budowy dla organów kontrolnych.

#### **b. Wytyczne stosowania środków ochrony indywidualnej**

Wszystkie osoby zatrudnione przy prowadzeniu prac budowlanych zobowiązane są do stosowania poniższych środków ochrony indywidualnej:

- kask ochronny spełniający polskie normy. Kask powinien być opisany imieniem i nazwiskiem osoby, której został wydany. Kask powinien być zaopatrzony w pasek pod brodą, jeśli jest to konieczne. Spawacze powinni być wyposażeni w specjalnie dostosowany kask z elementem ruchomym, chroniącym twarz – chyba, że zostaną oni zaopatrzeni w inną formę ochrony przed spadającymi przedmiotami.
- gogle ochronne spełniające polskie normy, wyposażone w ochronne elementy boczne.
- obuwie ochronne ze stalowymi noskami i ochronnymi podeszwami, zgodne z polskimi normami.
- rękawice przemysłowe właściwe niebezpieczeństwu jakie może grozić pracownikowi.
- w przypadku prowadzenia specjalistycznych prac budowlanych pracowników należy wyposażyć w: pasy ochronne, kompletny zestaw wyposażony w ściągacz linowy, zgodny z Polskimi Normami. Nie wolno korzystać z innych pasów ochronnych niż te opisane. Tam, gdzie dozwolone jest stosowanie lin ochronnych, powinny one być ze stali, przetestowane pod względem wytrzymałości i zatwierdzone pieczęcią z informacją o dopuszczalnym obciążeniu.
- ochronę słuchu zgodną z Polskimi Normami.
- ochronę systemu oddechowego zgodną z Polskimi Normami i stopniem zagrożenia.
- w trakcie prowadzenia robót dekarских i remontowo budowlanych – na wysokościach bezwzględnie przestrzegać należy przepisów BHP . Wszystkie roboty prowadzić pod ścisłym nadzorem uprawnionego kierownika robót . Działania poprawiające stan bhp :
  - tymczasowe bariery ochronne lub bariery liniowe (bariery liniowe ustawić należy w odległości co

- najmniej 1m od krawędzi dachu ),
- o na stromych połaciach zastosować zastawy dachowe – tzw. półki i zapewnić używanie przez pracowników sprzętu chroniącego przed upadkiem (np. pasoszelki),
- o stosować odpowiednie przesuwne pomosty zabezpieczające,
- o w odległości min. 6m wyznaczyć strefę niebezpieczną i przestrzegać zakazu pracy w tej strefie,
- o zapewnić używanie przez pracowników okularów ochronnych chroniących przed ośnieniem ,
- o wejścia do budynku zabezpieczyć należy daszkami ochronnymi ,
- o materiały z rozbiórki kominów i pokrycia należy natychmiast usuwać za pomocą rynien zsypowych - systemowych .

Szczególną ochroną należy objąć osoby pracujące przy spawaniu, bądź też przy maszynach tnących. Minimalnym zabezpieczeniem dla pracowników powinna być dbałość o to, by odzież i sprzęt ochronny były sprawne i bezpieczne. Pracownikom nie wolno pracować w krótkich spodniach i z odkrytą górą.

## **8. Ustalenia końcowe**

Plan BiOZ poza w/w elementami powinien zawierać imienne przypisanie, potwierdzone własnoręcznym podpisem, ustaleń w nim zawartych do konkretnych pracowników w zależności od ich przygotowania zawodowego (wykształcenie, uprawnienia zawodowe, sprawność psychofizyczna potwierdzona badaniami lekarskimi).

Plan BiOZ nie może zawierać ustaleń niezgodnych z obowiązującymi przepisami, a w szczególności z Prawem Budowlanym i Planem Pracy.

## **CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

**K-01 RZUT KONSTRUKCJI DACHU**

## **K-02 ETAPY WZMOCNIENIA**

## K-03 WIDOK WZMOCNIONEGO DŹWIGARA