

EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO

elementów konstrukcyjnych budynku przedszkola przy Zespole
Szkół im. Jana Pawła II w Laskach w związku z planowaną
przebudową z rozbudową



Adres obiektu: Laski, ul. Lipowa

Obiekt: Przedszkole

Data wykonania: grudzień 2014 r.

Zamawiający: Siergiej Studio Architektury

Autor opracowania:	Branża	Nr uprawnień	Podpis
mgr inż. Jacek Grzelak	Budowlana	3/DOŚ/03	
Asystenci:			
mgr inż. Tomasz Kałucki	Budowlana	4/DOŚ/14	

Wrocław, grudzień 2014 r.

SPIS TREŚCI

1. DANE PODSTAWOWE	3
1.1. Przedmiot opracowania	3
1.2. Cel i zakres opracowania	3
1.3. Podstawa opracowania.....	3
1.4. Wykorzystane materiały pomocnicze.....	3
2. ANALIZA STANU ISTNIEJĄCEGO	4
2.1. Dane o dokumentacji technicznej.....	4
2.2. Ogólny opis konstrukcji budynku.....	4
3. ANALIZA STANU PROJEKTOWANEGO	8
4. WIĘŻBA DACHOWA	9
4.1. Opis ogólny stanu więźby.....	9
4.2. Obliczenia statyczne	12
4.2.1. Zestawienie obciążeń.....	12
4.2.2. Wiązar pośredni	16
4.2.2. Wiązar pełny	24
4.2.2. Ściana stolcowa	33
5. STROPY	44
5.1. Strop nad piwnicą	44
5.2. Strop nad parterem.....	45
5.2.1 Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe stropu	48
5.2.1.1 Zestawienie obciążeń.....	48
5.2.1.2 Obliczenia statyczne belki drewnianej	49
5.2.1.3 Wymiarowanie belki drewnianej $l=4,67m$	52
5.2.1.4 Obliczenia statyczne belki drewnianej l_{eff2}	54
5.2.1.5 Wymiarowanie belki drewnianej $l=4,26m$	57
6. FUNDAMENTY	60
7. POZOSTAŁE ELEMENTY	61
8. WNIOSKI I ZALECENIA	69

I. DANE PODSTAWOWE

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ocena przydatności do przebudowy budynku przedszkola w miejscowości Laski gm. Trzcinica.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest budynek przedszkola w związku z planami przebudowy oraz ocena możliwości rozbudowy o dodatkowy budynek

1.2. Cel i zakres opracowania

Celem niniejszego opracowania jest ocena stanu technicznego elementów konstrukcyjnych budynku w związku z planowaną przebudową budynku na przedszkole z częściową rozbudową budynku

Zakres opracowania obejmuje:

- oględziny obiektu,
- wykonanie prac inwentaryzacyjnych w zakresie niezbędnym do wykonania niniejszego opracowania,
- wykonanie dokumentacji fotograficznej,
- wykonanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych sprawdzających nośność stropów oraz więźby dachowej po obciążeniu planowanymi warstwami wykończeniowymi wraz z ociepleniem oraz obciążeniem użytkowym,
- oceny możliwości wykonania nowych otworów w ścianach,
- opracowanie zakresu prac remontowych i niezbędnych wzmocnień elementów konstrukcyjnych jeśli będzie to konieczne (w postaci wytycznych dla opracowania projektu budowlanego wzmocnienia i naprawy w/w elementów),
- opracowanie wniosków i zaleceń.

Opracowanie nie obejmuje swoim zakresem pozostałych elementów konstrukcyjnych poza wyżej wymienionymi w p. 1.1.

1.3. Podstawa opracowania

Podstawą formalną niniejszego opracowania jest zamówienie na wykonanie ekspertyzy konstrukcji budynku złożone przez Siergiej Studio Architektury z siedzibą w Czarnowasach przy ul. Brzozowej 5, zwanego dalej zamawiającym skierowane do Pracowni Projektowej „Jakon” we Wrocławiu z siedzibą przy ul. św. Antoniego 34, reprezentowanej przez Jacka Grzelaka.

1.4. Wykorzystane materiały pomocnicze

Przy wykonywaniu opracowania wykorzystano przede wszystkim dane uzyskane podczas wizji lokalnych, które wykonano 14 sierpnia 2014 r. Podczas tych wizji wykonano:

- ogólne oględziny konstrukcji budynku
- szczegółowe oględziny przedmiotowych fragmentów konstrukcji budynku
- pomiary wybranych gabarytów budynku
- inwentaryzację przekrojów poprzecznych elementów stropów (belek drewnianych i stalowych) nadproża
- dokumentację fotograficzną
- wywiady z architektami reprezentującymi inwestora obiektu dotyczące jego wykonania oraz planowanej przebudowy
- koncepcję adaptacji budynku
- roboczą inwentaryzację budynku przekazaną przez Siergiej Studio Architektury

Przy wykonywaniu opracowania wykorzystano przede wszystkim inwentaryzacje obiektów, które są przedmiotem opracowania

Ponadto podczas opracowywania projektu korzystano z następującej literatury i norm:

- Prawo Budowlane,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 IV 2002r w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- Normy:
 - PN-82/B-02000 – Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
 - PN-82/B-02001 – Obciążenia stałe.
 - PN-82/B-02003 – Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
 - PN-77/B-02011+Az1 – Obciążenia wiatrem.
 - PN-80/B-02010+Az1 – Obciążenie śniegiem.
 - PN-EN 1991-1-3:2005 – Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3 Oddziaływania ogólne – obciążenie śniegiem
 - PN-90/B-03200 – Konstrukcje stalowe. Obl. stat. i projektowanie
 - PN-EN 12500:2002 – Ochrona materiałów metalowych przed korozją.
 - PN-B-03264: 2002. Konstrukcje żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-B-03002: 1999. Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczenia.
- Literatura:
 1. M. Kamiński *Projektowanie konstrukcji żelbetowych*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2007
 2. K. Rykaluk *Konstrukcje stalowe. Podstawy i elementy*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2001
 3. W. Żenczykowski, *Budownictwo ogólne*, Tomy 1,2,3,4, Arkady, Warszawa 1976, 1980, 1981, 1967
 4. *Poradnik techniczny kierownika budowy*, Arkady, Warszawa 1970
 5. *Poradnik inżyniera i technika budowlanego*, Tomy 5,6, Arkady, Warszawa 1986
 6. J. Hoła, P. Pietraszek, K. Schabowicz, *Obliczanie konstrukcji budynków wznoszonych tradycyjnie*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2006

2. ANALIZA STANU ISTNIEJĄCEGO

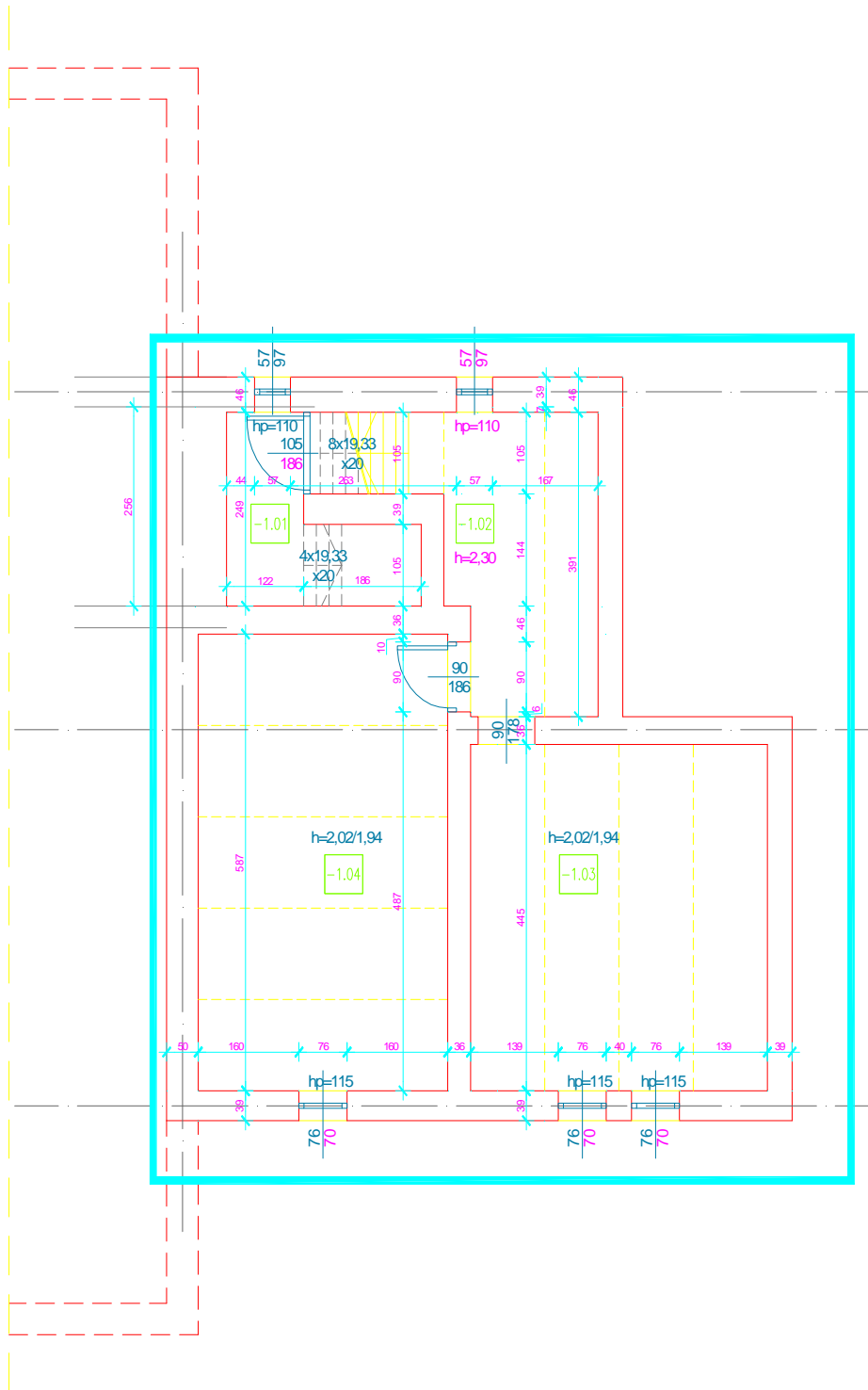
2.1. Dane o dokumentacji technicznej

Od Zamawiającego **otrzymano** rzuty i przekroje zinwentaryzowanego budynku w wersji elektronicznej, które zweryfikowano podczas wizji lokalnych obiektu. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe opierają się ww. dokumentacji technicznej oraz własnej. Brak dokumentacji archiwalnej

2.2. Ogólny opis konstrukcji budynku

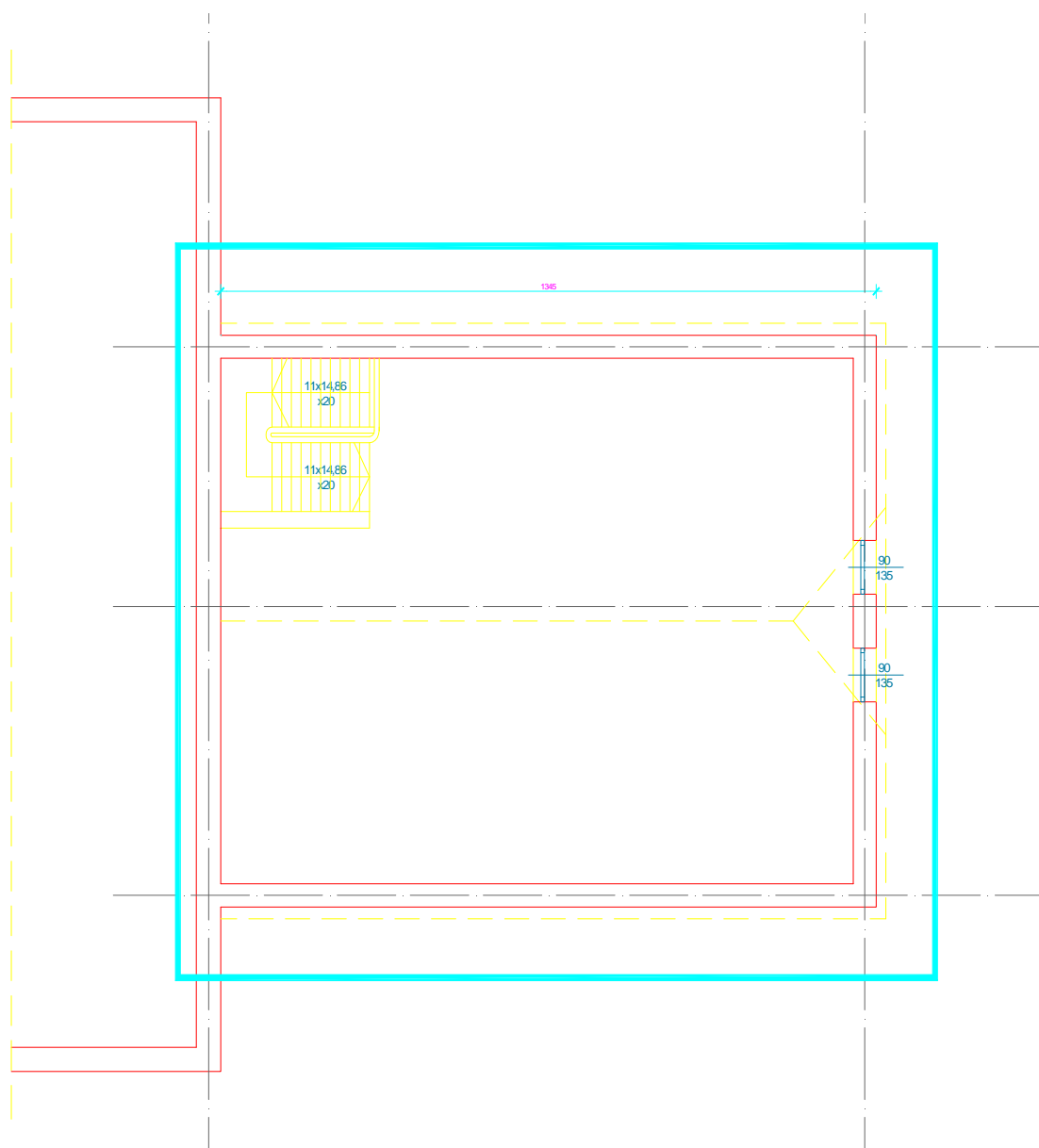
Budynek usytuowany jest we wsi Laski gm. Trzcinica. Przedmiotowy budynek stanowi niższą częściowo uytłowaną dobudówkę istniejącego obok w większym budynku przedszkola. Budynek o wymiarach w rzucie ca 13,5x9,5m, posiada 2 kondygnacje nadziemne (parter i poddasze) oraz jest częściowo podpiwniczona. Konstrukcja budynku tradycyjna (murowana z cegły pełnej), Stropy budynku: nad piwnicą płyta Kleina, strop nad parterem – drewnian ze ślepym pułapem.

- Ściany nośne jednowarstwowe z cegły pełnej o grubości 38cm.
 - Strop nad piwnicą stanowią płyty Kleina na belkach stalowych
 - Strop nad parterem wykonany jako drewniany
 - Schody wewnętrzne: klatka schodowa drewniana z parteru na poddasze
- Na rys. poniżej przedstawiono rzuty obiektu będącego przedmiotem opracowania.



Rys. 1. Rzut piwnicy





Rys. 3. Rzut poddasza

3. ANALIZA STANU PROJEKTOWANEGO

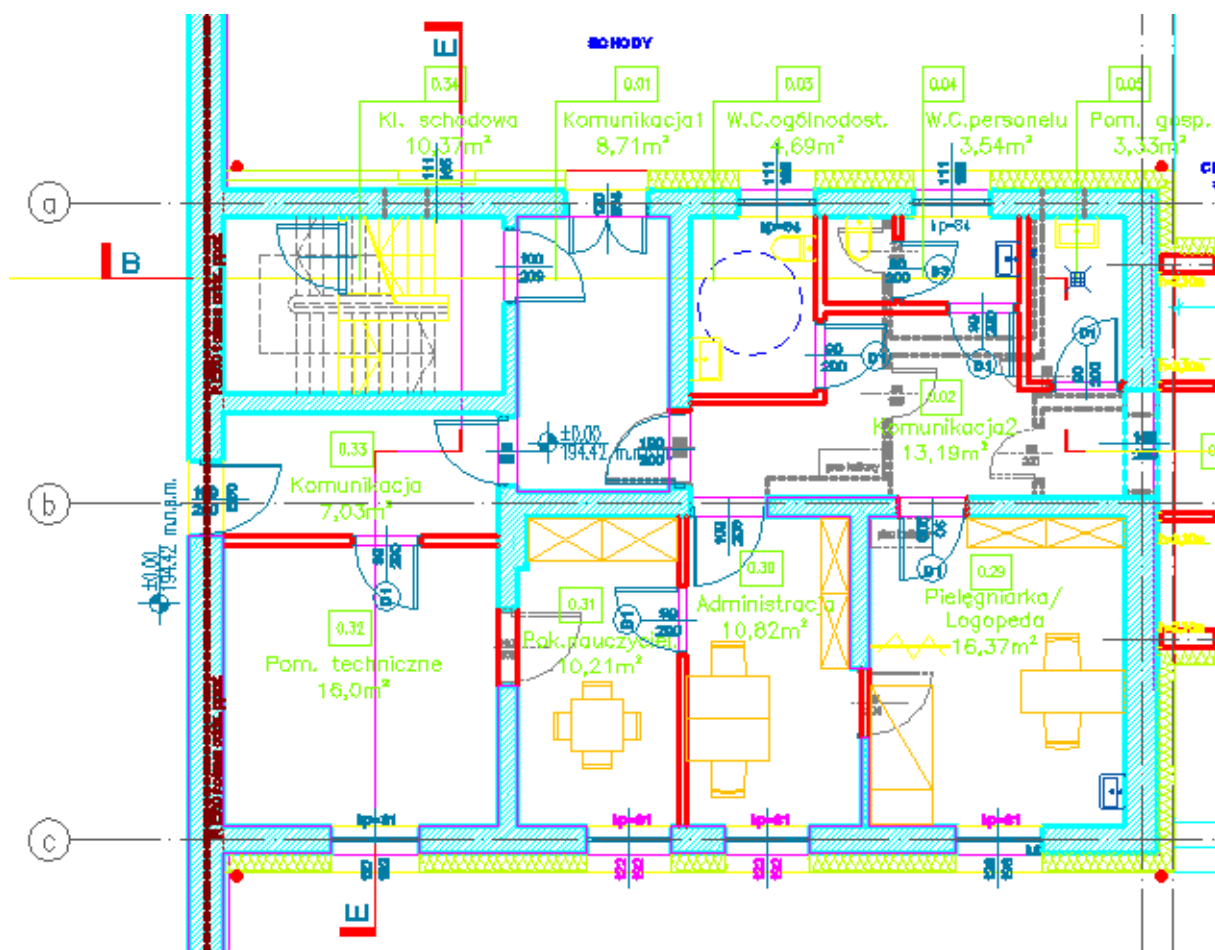
Niniejsza ekspertyza została wykonana w oparciu o koncepcje zmian projektowych dostarczonych przez zamawiającego. Niektóre elementy z uwagi na braki na poziomie koncepcji zostały przyjęte dla potrzeb opracowania ekspertyzy konstrukcyjnej a wszystkie zmiany zostaną w istotny sposób uwzględnione na etapie projektu budowlanego. Przedmiotem zmian jest adaptacja istniejącego częściowo użytkowanego budynku na funkcję przedszkola polegająca na przebudowie i aranżacji części do wymogów stawianym przedszkolom a także połączenie niższego budynku z wyższym istniejącym oraz z nowo projektowanym.

Bryła budynku pozostaje bez zmian, wewnątrz zostaje przearanżowane na potrzeby przedszkola i skorygowane ze względu na obowiązujące przepisy.

- usunięta część ścian działowych parteru,
- dodatkowe ściany działowe
- powiększenie otworu wejściowego
- dodatkowe obciążenie centrala wentylacyjną na poddaszu
- dodatkowe dociążenie więźby dachowej poprzez wykonanie ocieplenia

Budynek istniejący planuje się odrestaurować odtwarzając detal oraz stolarkę.

Z punktu widzenia konstrukcji najważniejsze jest sprawdzenie stropów pod nowym obciążeniem stałym oraz użytkowym, a także ewentualnym obciążeniem ich ściankami działowymi murowanymi lub w zabudowie lekkiej i odpowiedź na pytanie czy można będzie je dalej dopuścić do użytkowania. Poniżej zamieszczono rysunki koncepcyjne adaptacji budynku, na podstawie którego została wykonana niniejsza ekspertyza konstrukcyjna.



Rys. 4. Rzut parteru – stan projektowany

4. WIĘŻBA DACHOWA

4.1. Opis ogólny stanu więźby

Budynek posiada dwuspadową więźbę dachową płatwiowo-kleszczowym układzie konstrukcyjnym o kącie nachylenia równym 44° . Rozpiętość więźby wynosi 9,17m

Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono żadnych ubytków drewna, korozji biologicznej oraz spękań reologicznych, które miałyby wpływ na zmniejszenie nośności istniejących elementów konstrukcyjnych. Stan więźby ocenia się jako dobry, a klasę wytrzymałości drewna szacuje się na C24.

W związku z powyższym nie stwierdzono wstępnych przeciwwskazań, do zmiany sposobu użytkowania poddasza oraz wymiany poszycia dachowego i do obliczeń sprawdzających przydatność więźby do wspomnianych zmian przyjęto 100% nośności istniejących przekrojów.



Fot. 1. Widok węzła – słup-płatew-kleszcze. Na płatwi krokwie



Fot. 2. Widok podwaliny pod słupem oraz zastrzału



Fot. 3. Konstrukcja więźby



Fot. 4. Oparcie płatwie na kleszczach

4.2. Obliczenia statyczne

Głównym układem nośnym są ramy stolcowe, które przez płatew zbierają obciążenia z krokwi w średnim rozstawie 95cm

4.2.1. Zestawienie obciążeń

Obciążenia dla stanu projektowanego

0.1. Dach

Rodzaj: ciężar

Typ: stałe

0.1.1. Więźba

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 1,59 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 1,91 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 1,43 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

Dachówka ceramiczna karpiówka (pojedyncza)

$$Q_k = 0,950 \text{ kN/m}^2 = 0,95 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 1,14 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,85 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Kontrłaty

$$Q_k = 4 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} \cdot 5,5 \text{ kN/m}^3 / 95 \text{ cm} = 0,01 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,01 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,01 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Wiatroizolacja

$$Q_k = 0,01 = 0,01 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,01 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,01 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Wełna mineralna

$$Q_k = 40 \text{ cm} \cdot 1,2 \text{ kN/m}^3 = 0,48 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,58 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,43 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

OSB

$$Q_k = 2,5 \text{ cm} \cdot 5,5 \text{ kN/m}^3 = 0,14 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,17 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,13 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

0.2. Wiatr

Rodzaj: wiatr

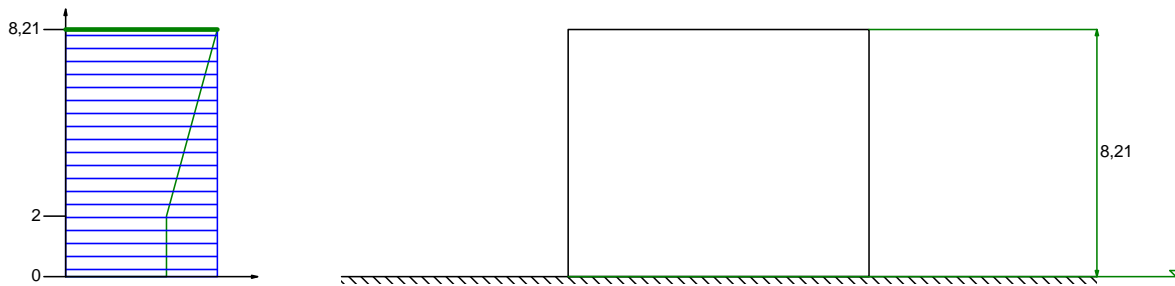
Typ: zmienne

0.2.1. Dach dwuspadowy-parcie

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy \$Strefa\$.

Współczynnik ekspozycji $C_e = 0,91$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 8,21 \text{ m}$.

Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.

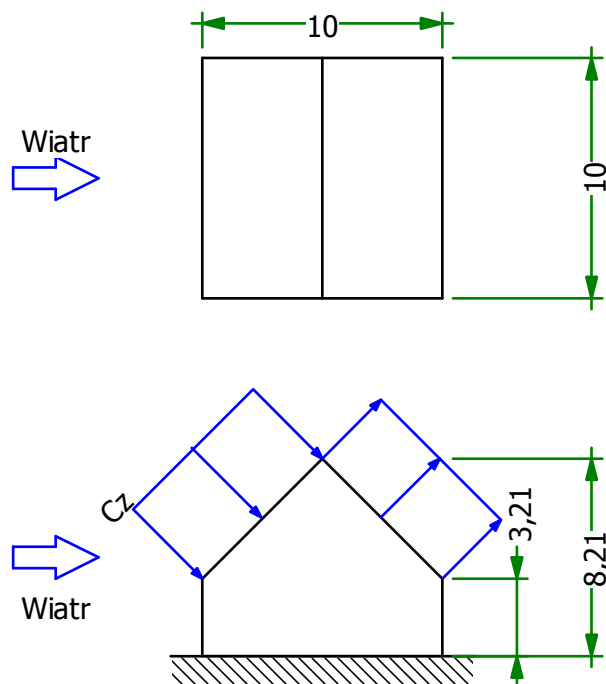


Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20$ s).

Współczynnik aerodynamiczny C połaci nawietrznej dachu dwuspadowego ($\alpha = 45^\circ$) wg wariantu II równy jest $C = C_z - C_w = 0,47$, gdzie:

$C_z = 0,47$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0,00$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,91 \cdot (0,47 - 0,00) \cdot 1,8 = 0,23 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

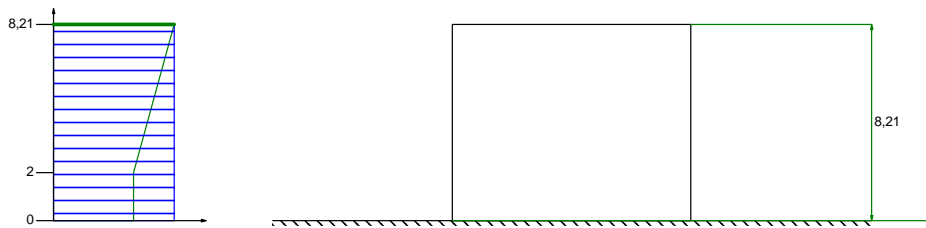
$$Q_o = 0,35 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.2.2. Dach dwuspadowy-ssanie

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy \$Strefa\$.

Współczynnik ekspozycji $C_e = 0,91$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 8,21 \text{ m}$.

Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.



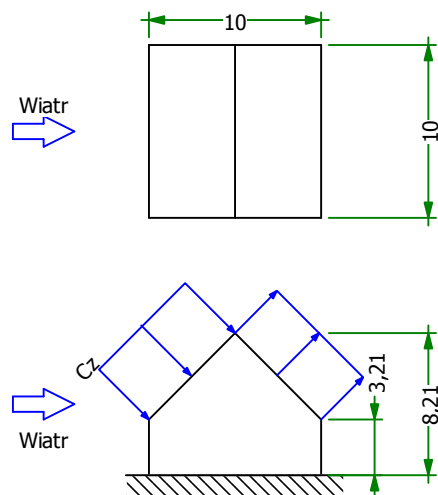
Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,20$; okres drgań własnych $T = 0,20$ s).

Współczynnik aerodynamiczny C połaci zawietrznej dachu dwuspadowego ($\alpha = 45^\circ$) wg wariantu II równy jest

$C = C_z - C_w = -0,40$, gdzie:

$C_z = -0,40$ jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0,00$ jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,91 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,20 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = -0,30 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.3. Śnieg

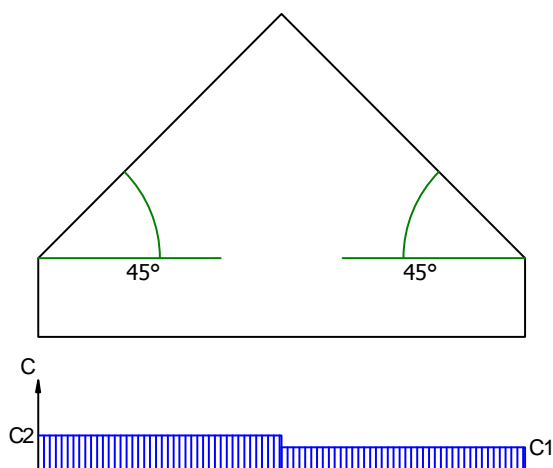
Rodzaj: śnieg

Typ: zmienne

0.3.1. Dachy dwuspadowe-C2

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy II.

Współczynnik kształtu $C = 1,2 \cdot (60-45)/30 = 0,60$ jak dla dachu dwuspadowego.



Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2 \cdot (60 - 45) / 30 = 0,54 \text{ kN/m}^2.$$

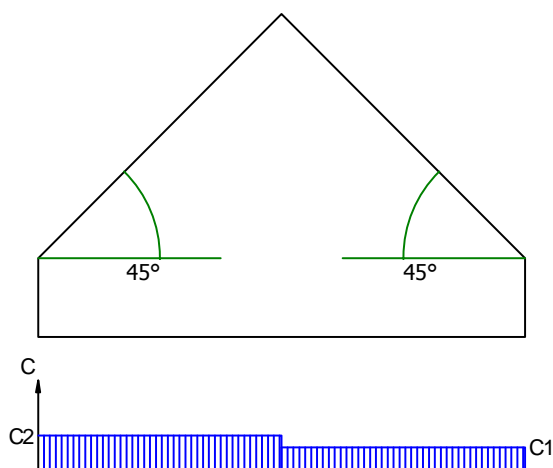
Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 0,81 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

0.3.2. Dachy dwuspadowy-C1

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy II.

Współczynnik kształtu $C = 0,8 \cdot (60 - 45) / 30 = 0,40$ jak dla dachu dwuspadowego.



Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \cdot (60 - 45) / 30 = 0,36 \text{ kN/m}^2.$$

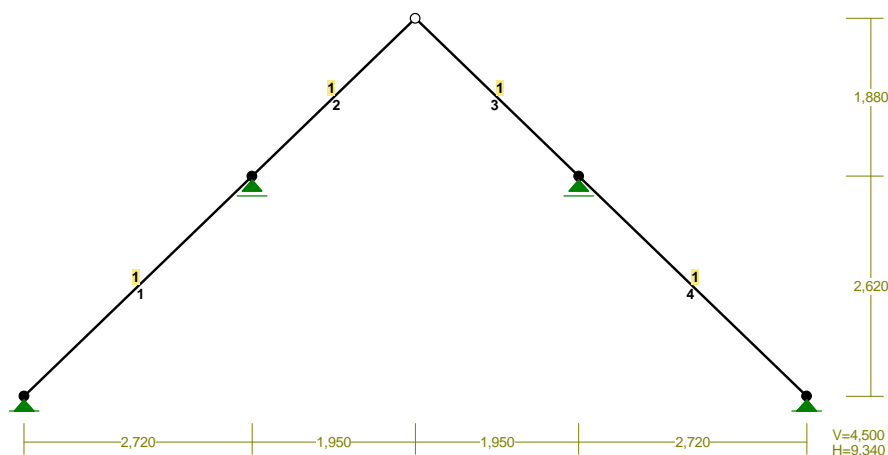
Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 0,54 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

4.2.2. Wiązar pośredni

NAZWA: Wiązar pusty

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

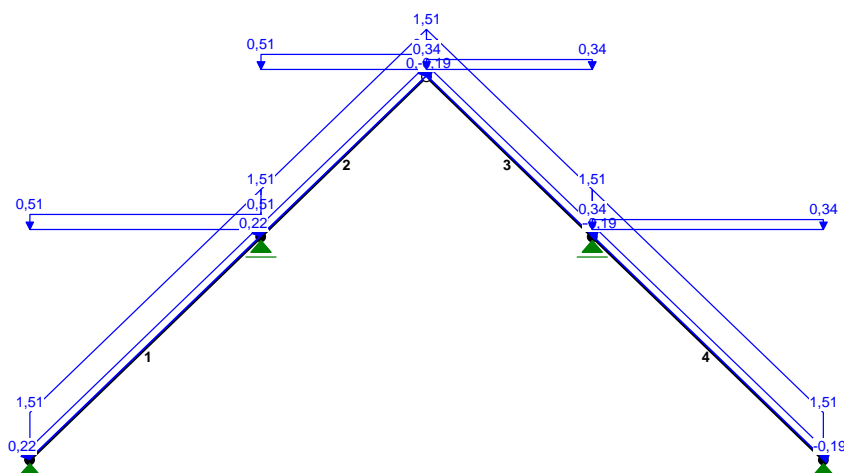
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	2,720	2,620	3,777	1,000	1 B 160x115
2	01	2	3	1,950	1,880	2,709	1,000	1 B 160x115
3	10	3	4	1,950	-1,880	2,709	1,000	1 B 160x115
4	00	4	5	2,720	-2,620	3,777	1,000	1 B 160x115

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	184,0	3925	2028	491	491	16,0	71 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
71 Drewno C24	11	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:

Grupa:	A	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	1,51	1,51	0,00	3,78
	0.1.1. Wieżb p=1,59*0,950					
2	Liniowe	0,0	1,51	1,51	0,00	2,71
	0.1.1. Wieżb p=1,59*0,950					
3	Liniowe	0,0	1,51	1,51	0,00	2,71
	0.1.1. Wieżb p=1,59*0,950					
4	Liniowe	0,0	1,51	1,51	0,00	3,78
	0.1.1. Wieżb p=1,59*0,950					
Grupa:	S	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,51	0,51	0,00	3,78
	0.3.1. Dachy dwuspadowy-C p=0,54*0,950					
2	Liniowe-Y	0,0	0,51	0,51	0,00	2,71
	0.3.1. Dachy dwuspadowy-C p=0,54*0,950					
3	Liniowe-Y	0,0	0,34	0,34	0,00	2,71
	0.3.2. Dachy dwuspadowy-C p=0,36*0,950					
4	Liniowe-Y	0,0	0,34	0,34	0,00	3,78
	0.3.2. Dachy dwuspadowy-C p=0,36*0,950					
Grupa:	W	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	44,0	0,22	0,22	0,00	3,78
	0.2.1. Dach dwuspadowy-parci p=0,23*0,950					
2	Liniowe	44,0	0,22	0,22	0,00	2,71
	0.2.1. Dach dwuspadowy-parci p=0,23*0,950					
3	Liniowe	-44,0	-0,19	-0,19	0,00	2,71
	0.2.2. Dach dwuspadowy-ssani p=-0,20*0,950					
4	Liniowe	-44,0	-0,19	-0,19	0,00	3,78
	0.2.2. Dach dwuspadowy-ssani p=-0,20*0,950					

=====

W Y N I K I

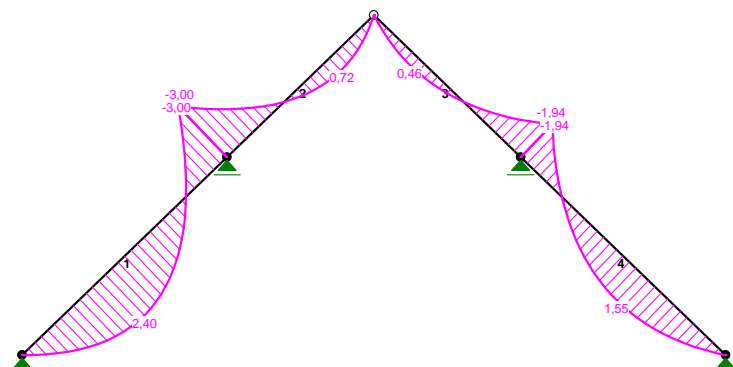
Teoria I-go rzędu

=====

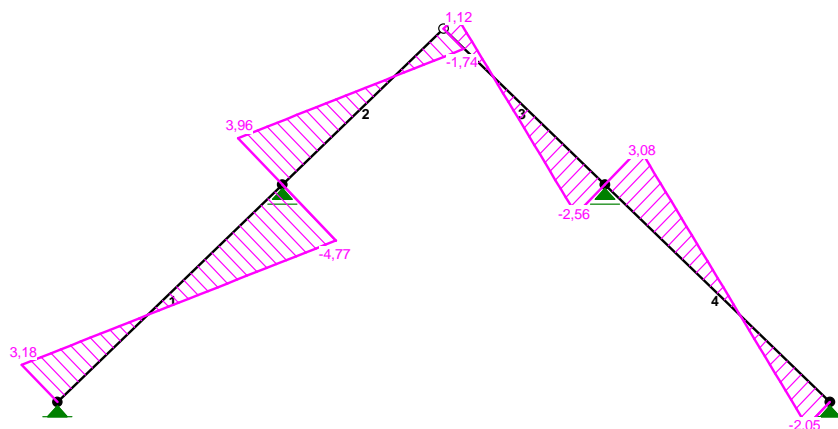
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - " "	Zmienne	1	1,00
S - " "	Zmienne	1	1,00
W - " "	Zmienne	1	1,00

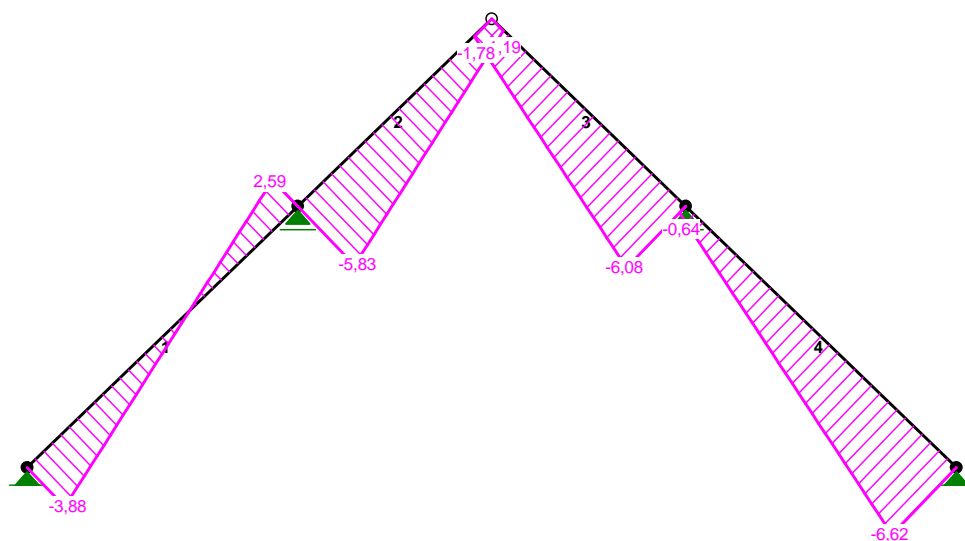
MOMENTY:



TNĄCE :



NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

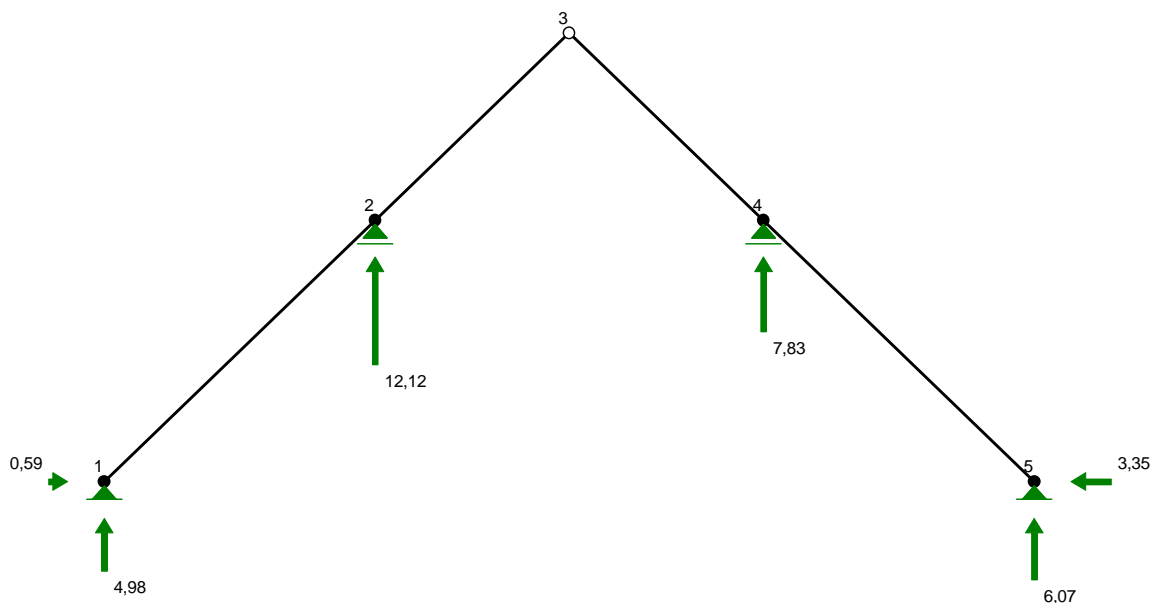
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASW

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	3,18	-3,88
	0,40	1,505	2,40*	0,01	-1,30
	1,00	3,777	-3,00	-4,77	2,59
2	0,00	0,000	-3,00	3,96	-5,83
	0,70	1,883	0,72*	-0,00	-2,60
	1,00	2,709	0,00	-1,74	-1,19
3	0,00	0,000	0,00	1,12	-1,78
	0,30	0,825	0,46*	0,00	-3,09

	1,00	2,709	-1,94	-2,56	-6,08
4	0,00	0,000	-1,94	3,08	-0,64
	0,60	2,272	1,55*	-0,01	-4,24
	1,00	3,777	0,00	-2,05	-6,62

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:

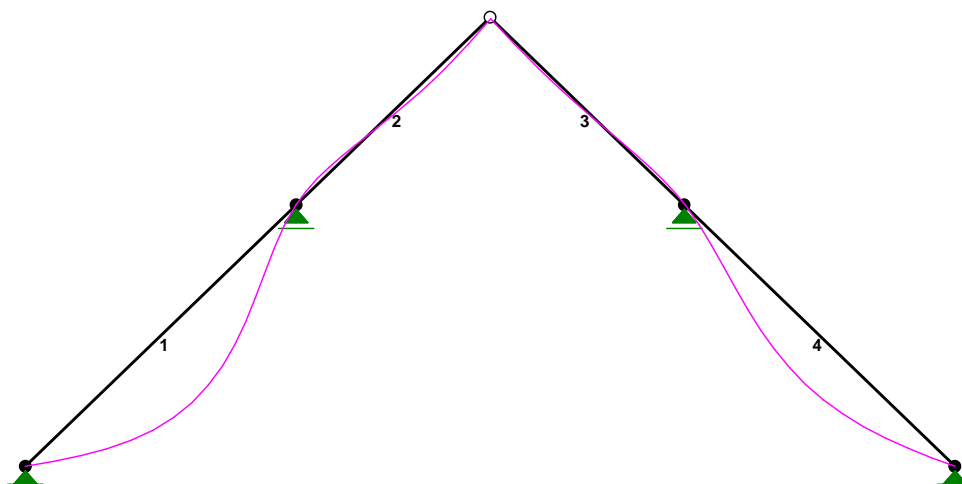


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASW

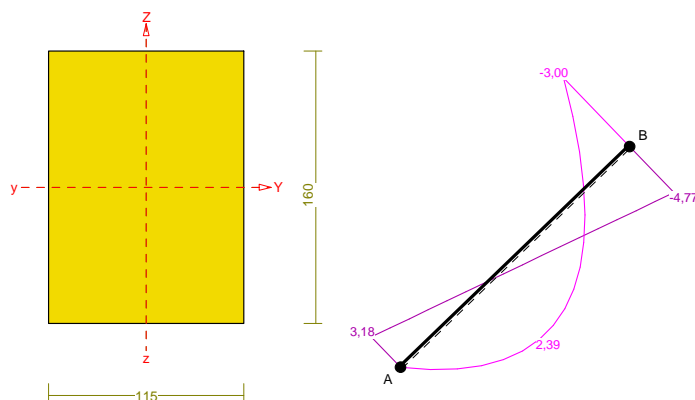
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,59	4,98	5,02	
2	-0,00	12,12	12,12	
4	-0,00	7,83	7,83	
5	-3,35	6,07	6,93	

PRZEMIESZCZENIA:



Pręt nr 1

Zadanie: Wiązar pusty



Przekrój: 1 „B 160x115”

Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \text{ mm} \quad b=115,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=3925,3; \quad J_z=2027,8 \text{ cm}^4; \quad A=184,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,6; \quad i_z=3,3 \text{ cm}; \quad W_y=490,7; \quad W_z=352,7 \text{ cm}^3.$$

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: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 f_{c,90,k} &= 2,50 & f_{c,90,d} &= 1,15 \text{ MPa} \\
 f_{v,k} &= 2,50 & f_{v,d} &= 1,15 \text{ MPa} \\
 E_{0,\text{mean}} &= 11000 \text{ MPa} \\
 E_{90,\text{mean}} &= 370 \text{ MPa} \\
 E_{0,05} &= 7400 \text{ MPa} \\
 G_{\text{mean}} &= 690 \text{ MPa} \\
 \rho_k &= 350 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,89 \text{ m}$; $x_b=1,89 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,817 \times 3,777 = 3,086 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,777 = 3,777 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 3,085 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 3,777 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,085 / 0,0462 = 66,80$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,777 / 0,0332 = 113,76$$

$$\sigma_{c,\text{crit},y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (66,80)^2 = 16,37 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,\text{crit},z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (113,76)^2 = 5,64 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{\text{rel},y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,\text{crit},y}} = \sqrt{21 / 16,37} = 1,133$$

$$\lambda_{\text{rel},z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,\text{crit},z}} = \sqrt{21 / 5,64} = 1,929$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},y} - 0,5) + \lambda_{\text{rel},y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,133 - 0,5) + (1,133)^2] = 1,205$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},z} - 0,5) + \lambda_{\text{rel},z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,929 - 0,5) + (1,929)^2] = 2,503$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2}) = 1 / (1,205 + \sqrt{1,205^2 - 1,133^2}) = 0,619$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2}) = 1 / (2,503 + \sqrt{2,503^2 - 1,929^2}) = 0,244$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 184,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,65 / 184,00 \times 10 = \mathbf{0,04} < \mathbf{2,36} = 0,244 \times 9,69 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,89 \text{ m}$; $x_b=1,89 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,04}{0,619 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{4,59}{11,08} = \mathbf{0,420} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,04}{0,244 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{4,59}{11,08} = \mathbf{0,305} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,89 \text{ m}$; $x_b=1,89 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 3777 + 160 + 160 = 4097 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4097 \times 160 \times 11,08}{3,142 \times 115^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{4 \times 11000}{690}} = 0,307$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,25 / 490,67 \times 10^3 = \mathbf{4,59} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,89$ m; $x_b=1,89$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,59}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,41} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{4,59}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,29} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,89$ m; $x_b=1,89$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,04^2}{9,69^2} + \frac{4,59}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,41} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,04^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{4,59}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,29} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,89$ m; $x_b=1,89$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,79 / 184,00 \times 10 = 0,06 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 184,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,06^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,06} < \mathbf{1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,89$ m; $x_b=1,89$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 25,2 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1 + k_{def}) = -0,2 \times (1 + 0,60) = -0,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ASW”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1 + k_{def}) = -5,0 \times (1 + 0,60) = -8,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

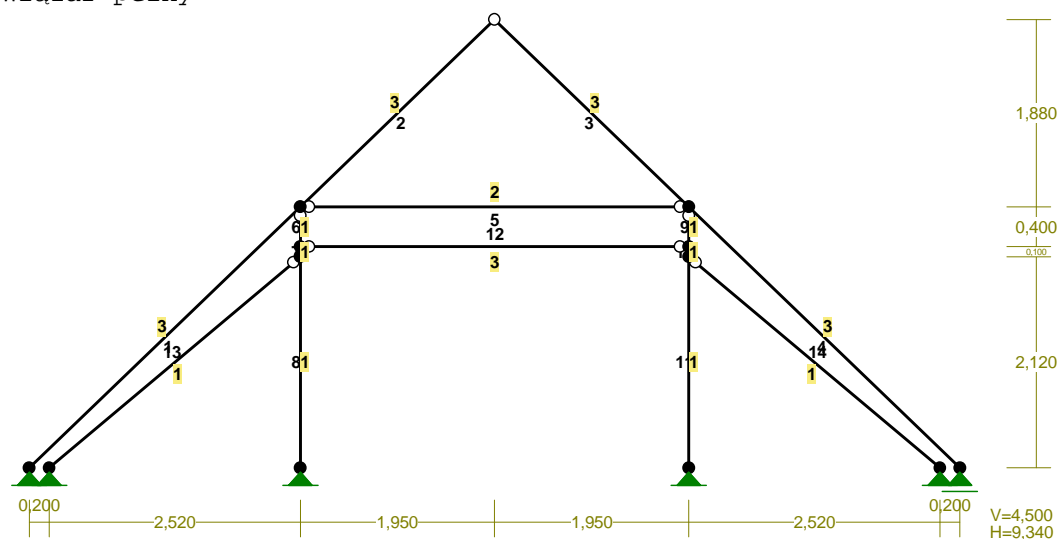
$$u_{z,fin} = -0,3 + -8,0 = \mathbf{8,4} < \mathbf{25,2} = u_{net,fin}$$

Wniosek:

Dla zadanych planowanych obciążeń stanu istniejącego stwierdza się na maksymalne wykorzystanie przekroju krokwi 42%

4.2.2. Wiązar pełny

NAZWA: Wiązar pełny



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	00	1	2	2,720	2,620	3,777	1,000	3 B 160x115
2	01	2	3	1,950	1,880	2,709	1,000	3 B 160x115
3	10	3	4	1,950	-1,880	2,709	1,000	3 B 160x115
4	00	4	5	2,720	-2,620	3,777	1,000	3 B 160x115
5	11	2	4	3,900	0,000	3,900	1,000	2 IIIa 15x32
6	10	2	8	0,000	-0,400	0,400	1,000	1 B 160x160
7	00	8	11	0,000	-0,100	0,100	1,000	1 B 160x160
8	00	11	6	0,000	-2,120	2,120	1,000	1 B 160x160
9	10	4	9	0,000	-0,400	0,400	1,000	1 B 160x160
10	00	9	12	0,000	-0,100	0,100	1,000	1 B 160x160
11	00	12	7	0,000	-2,120	2,120	1,000	1 B 160x160
12	11	9	8	-3,900	0,000	3,900	1,000	3 B 160x115
13	10	11	10	-2,520	-2,120	3,293	1,000	1 B 160x160
14	01	13	12	-2,520	2,120	3,293	1,000	1 B 160x160

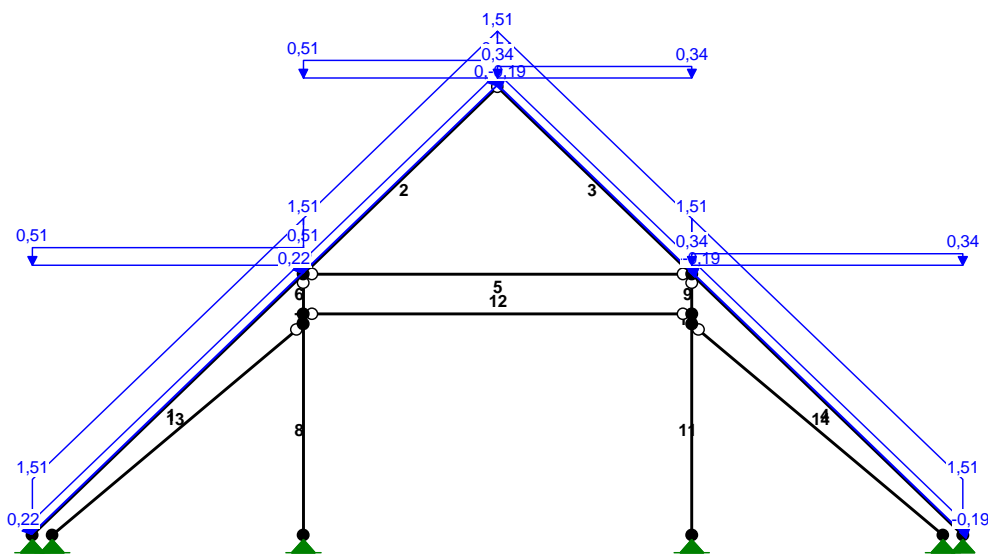
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	256,0	5461	5461	683	683	16,0	71 Drewno C24
2	240,0	35840	4500	600	600	15,0	71 Drewno C24
3	184,0	3925	2028	491	491	16,0	71 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
71 Drewno C24	11	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
<hr/>						
Grupa:	A	"		Zmienne	γf= 1,20	
1	Liniowe	0,0	1,51	1,51	0,00	3,78
	0.1.1. Wieżb p=1,59*0,950					
2	Liniowe	0,0	1,51	1,51	0,00	2,71
	0.1.1. Wieżb p=1,59*0,950					
3	Liniowe	0,0	1,51	1,51	0,00	2,71
	0.1.1. Wieżb p=1,59*0,950					
4	Liniowe	0,0	1,51	1,51	0,00	3,78
	0.1.1. Wieżb p=1,59*0,950					
Grupa:	S	"		Zmienne	γf= 1,50	
1	Liniowe-Y	0,0	0,51	0,51	0,00	3,78
	0.3.1. Dachy dwuspadowy-C p=0,54*0,950					
2	Liniowe-Y	0,0	0,51	0,51	0,00	2,71
	0.3.1. Dachy dwuspadowy-C p=0,54*0,950					
3	Liniowe-Y	0,0	0,34	0,34	0,00	2,71
	0.3.2. Dachy dwuspadowy-C p=0,36*0,950					
4	Liniowe-Y	0,0	0,34	0,34	0,00	3,78
	0.3.2. Dachy dwuspadowy-C p=0,36*0,950					

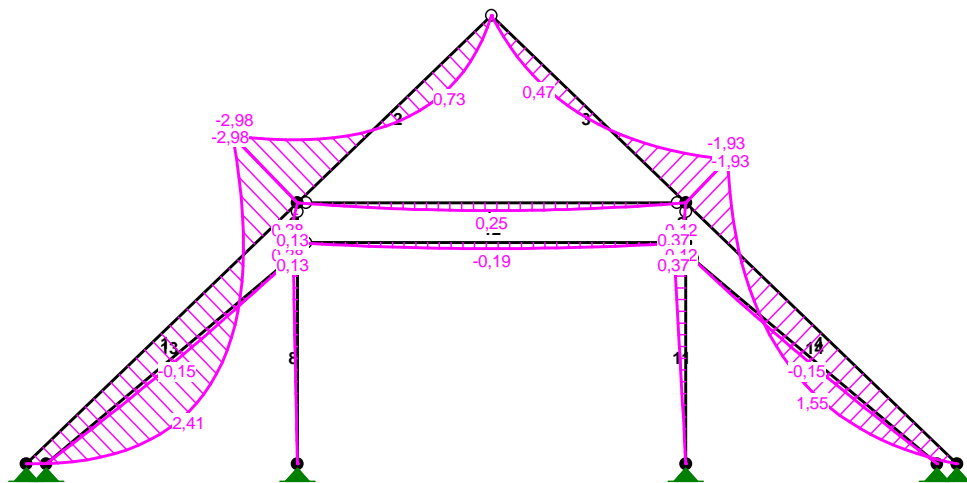
Grupa:	W	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	44,0	0,22	0,22	0,00	3,78
	0.2.1. Dach dwuspadowy-parci	$p = 0,23 \cdot 0,950$				
2	Liniowe	44,0	0,22	0,22	0,00	2,71
	0.2.1. Dach dwuspadowy-parci	$p = 0,23 \cdot 0,950$				
3	Liniowe	-44,0	-0,19	-0,19	0,00	2,71
	0.2.2. Dach dwuspadowy-ssani	$p = -0,20 \cdot 0,950$				
4	Liniowe	-44,0	-0,19	-0,19	0,00	3,78
	0.2.2. Dach dwuspadowy-ssani	$p = -0,20 \cdot 0,950$				

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

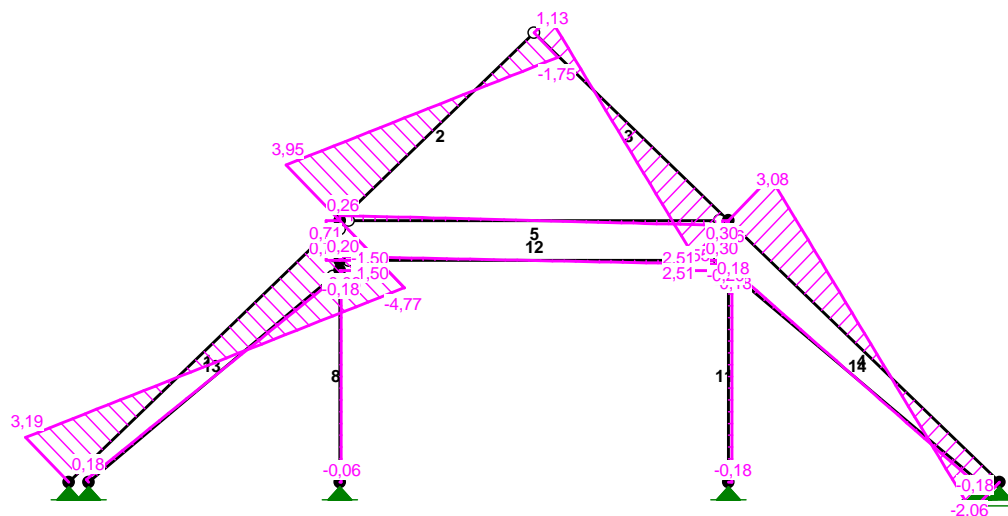
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - " "	Zmienne	1	1,00
S - " "	Zmienne	1	1,00
W - " "	Zmienne	1	1,00

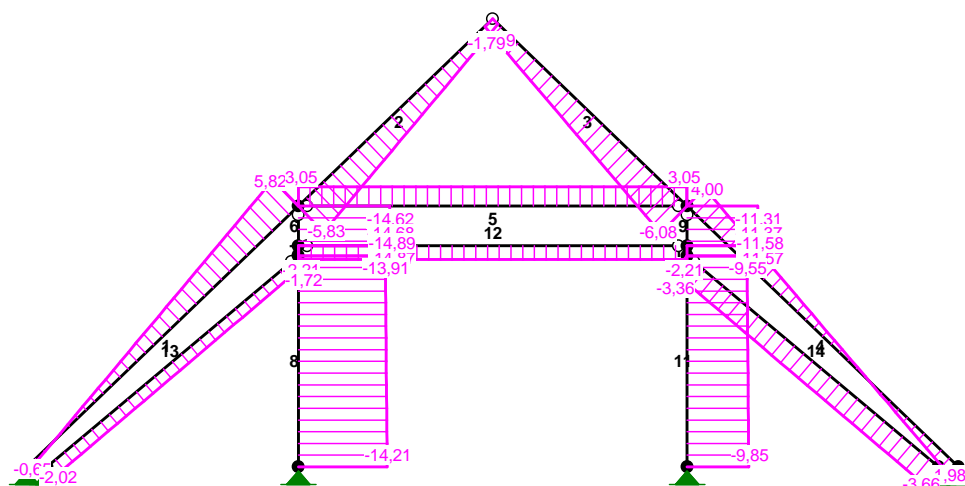
MOMENTY:



TNĄCE :



NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

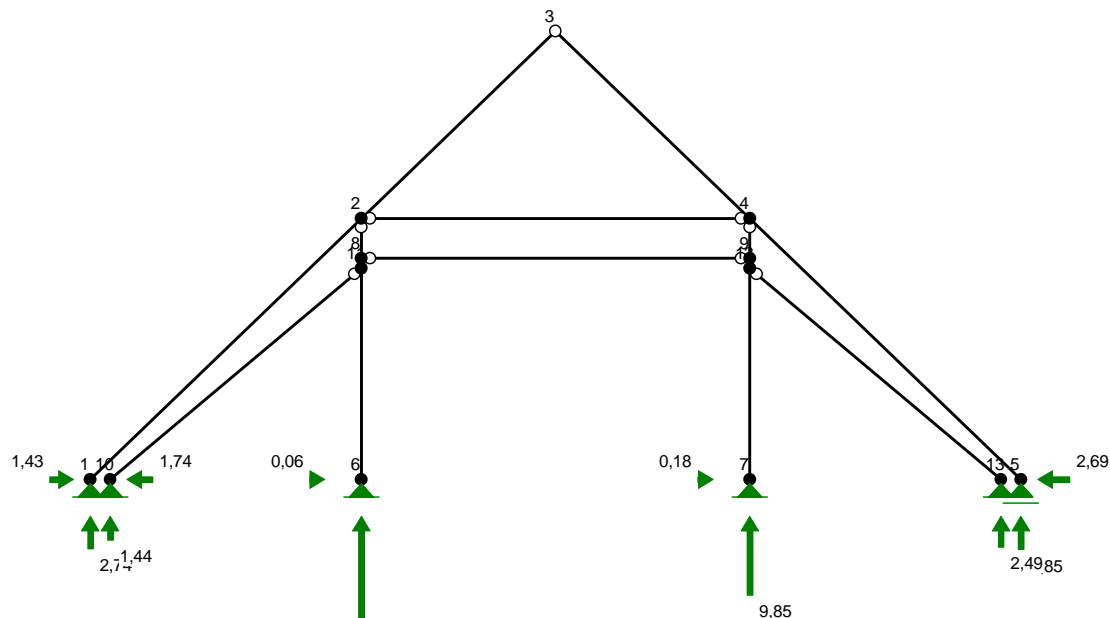
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASW

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	3,19	-0,65
	0,40	1,519	2,41*	-0,01	1,96
	1,00	3,777	-2,98	-4,77	5,82
2	0,00	0,000	-2,98	3,95	-5,83
	0,70	1,883	0,73*	-0,01	-2,61
	0,69	1,873	0,73*	0,01	-2,62
	1,00	2,709	0,00	-1,75	-1,19
3	0,00	0,000	0,00	1,13	-1,79
	0,30	0,825	0,47*	0,01	-3,10
	1,00	2,709	-1,93	-2,55	-6,08

4	0,00	0,000	-1,93	3,08	4,00
	0,60	2,257	1,55*	0,01	0,43
	0,60	2,272	1,55*	-0,01	0,40
	1,00	3,777	0,00	-2,06	-1,98
5	0,00	0,000	0,00	0,26	3,05
	0,50	1,950	0,25*	-0,00	3,05
	1,00	3,900	-0,00	-0,26	3,05
6	0,00	0,000	0,00	0,71	-14,62
	1,00	0,400	0,28	0,71	-14,68
7	0,00	0,000	0,28	-1,50	-14,87
	1,00	0,100	0,13	-1,50	-14,89
8	0,00	0,000	0,13	-0,06	-13,91
	1,00	2,120	0,00	-0,06	-14,21
9	0,00	0,000	0,00	0,30	-11,31
	1,00	0,400	0,12	0,30	-11,37
10	0,00	0,000	0,12	2,51	-11,57
	1,00	0,100	0,37	2,51	-11,58
11	0,00	0,000	0,37	-0,18	-9,55
	1,00	2,120	0,00	-0,18	-9,85
12	0,00	0,000	0,00	-0,20	-2,21
	0,50	1,950	-0,19*	0,00	-2,21
	1,00	3,900	0,00	0,20	-2,21
13	0,00	0,000	0,00	-0,18	-1,72
	0,50	1,634	-0,15*	-0,00	-1,87
	0,50	1,659	-0,15*	0,00	-1,87
	1,00	3,293	-0,00	0,18	-2,02
14	0,00	0,000	-0,00	-0,18	-3,66
	0,50	1,634	-0,15*	-0,00	-3,51
	0,50	1,659	-0,15*	0,00	-3,51
	1,00	3,293	-0,00	0,18	-3,36

* = Wartości ekstremalne

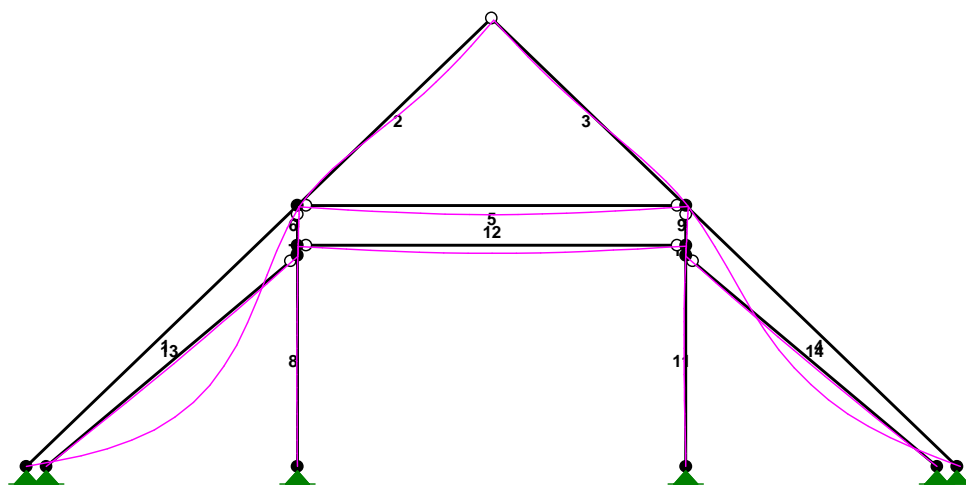
REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASW

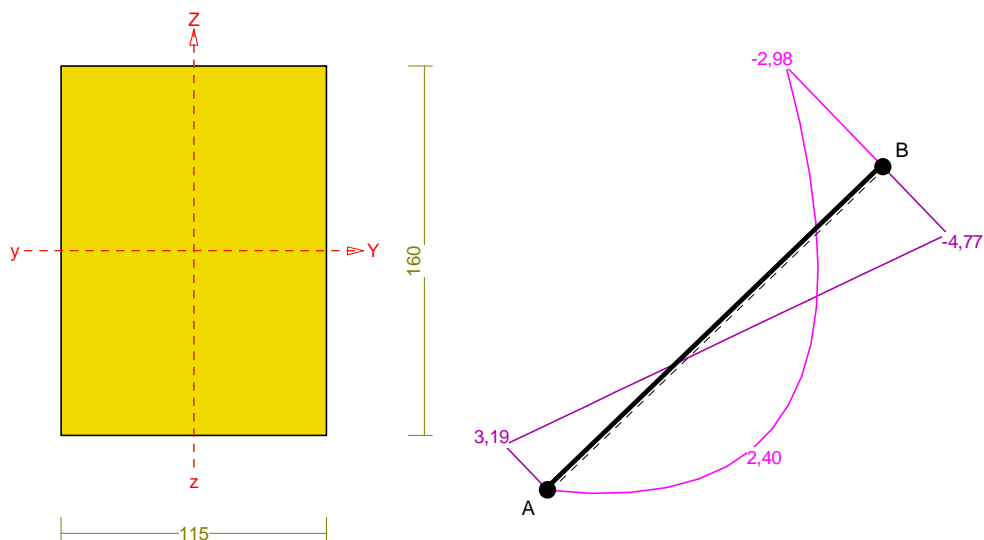
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	-1,74	2,74	3,25	
5	-0,00	2,85	2,85	
6	0,06	14,21	14,21	
7	0,18	9,85	9,85	
10	1,43	1,44	2,03	
13	-2,69	2,49	3,66	

PRZEMIESZCZENIA:



Pręt nr 1

Zadanie: Wiązar pełny



Przekrój: 3 „B 160x115”

Wymiary przekroju:

$h=160,0 \text{ mm}$ $b=115,0 \text{ mm}$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=3925,3$; $J_{zg}=2027,8 \text{ cm}^4$; $A=184,00 \text{ cm}^2$; $i_y=4,6$; $i_z=3,3 \text{ cm}$; $W_y=490,7$; $W_z=352,7 \text{ cm}^3$.

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: **Stale** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60 \quad \gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24,00 & f_{m,d} &= 11,08 \text{ MPa} \\ f_{t,0,k} &= 14,00 & f_{t,0,d} &= 6,46 \text{ MPa} \\ f_{t,90,k} &= 0,50 & f_{t,90,d} &= 0,23 \text{ MPa} \\ f_{c,0,k} &= 21,00 & f_{c,0,d} &= 9,69 \text{ MPa} \\ f_{c,90,k} &= 2,50 & f_{c,90,d} &= 1,15 \text{ MPa} \\ f_{v,k} &= 2,50 & f_{v,d} &= 1,15 \text{ MPa} \\ E_{0,mean} &= 11000 \text{ MPa} \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ MPa} \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ MPa} \\ G_{mean} &= 690 \text{ MPa} \\ \rho_k &= 350 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=3,78 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 184,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 5,82 / 184,00 \times 10 = \mathbf{0,32} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=3,78 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,817 \times 3,777 = 3,086 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,777 = 3,777 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 3,085 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 3,777 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,085 / 0,0462 = 66,80$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,777 / 0,0332 = 113,76$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (66,80)^2 = 16,37 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (113,76)^2 = 5,64 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 16,37} = 1,133$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 5,64} = 1,929$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,133 - 0,5) + (1,133)^2] = 1,205$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,929 - 0,5) + (1,929)^2] = 2,503$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,205 + \sqrt{1,205^2 - 1,133^2}) = 0,619$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,503 + \sqrt{2,503^2 - 1,929^2}) = 0,244$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 184,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,65 / 184,00 \times 10 = \mathbf{0,04} < \mathbf{2,36} = 0,244 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,24$ m; $x_b=3,54$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,01}{0,619 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{1,41}{11,08} = \mathbf{0,130 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,01}{0,244 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{1,41}{11,08} = \mathbf{0,095 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=3,78$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 3777 + 160 + 160 = 4097 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4097 \times 160 \times 11,08}{3,142 \times 115^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,307$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,98 / 490,67 \times 10^3 = \mathbf{6,08 < 11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=3,78$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,32}{6,46} + \frac{6,08}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,60 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,32}{6,46} + 0,7 \times \frac{6,08}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,43 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,24$ m; $x_b=3,54$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01^2}{9,69^2} + \frac{1,41}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,13 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{1,41}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,09 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,78$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 4,77 / 184,00 \times 10 = 0,39 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 184,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,39^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,39 < 1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,65$ m; $x_b=2,12$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 25,2 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń statycznych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1 + k_{def}) = -0,2 \times (1 + 0,60) = -0,4 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ASW”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1 + k_{def}) = -5,2 \times (1 + 0,60) = -8,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,4 + -8,3 = 8,7 < 25,2 = u_{net,fin}$$

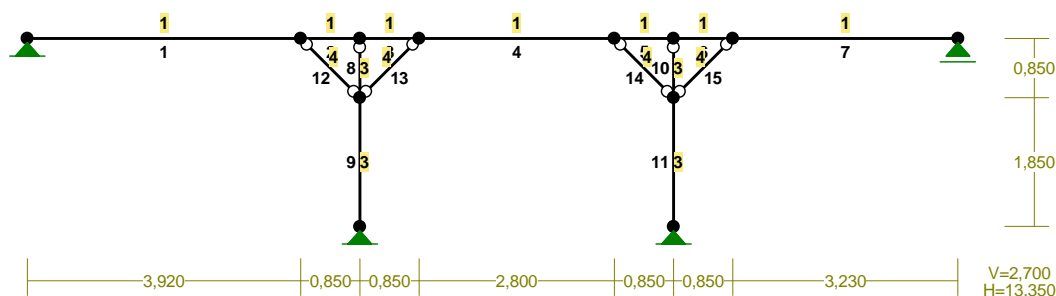
Wniosek:

Dla zadanych planowanych obciążeń stanu istniejącego stwierdza się na maksymalne wykorzystanie przekroju krokwi 60%

4.2.2. Ściana stolcowa

NAZWA: Sciana stolcowa

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

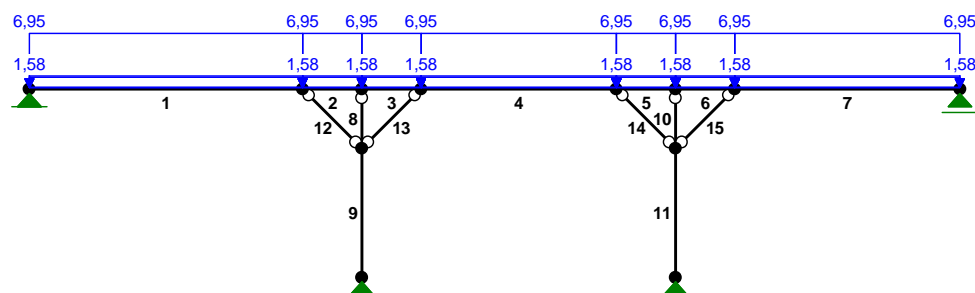
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	11	3,920	0,000	3,920	1,000	1 B 180x160
2	00	11	2	0,850	0,000	0,850	1,000	1 B 180x160
3	00	2	9	0,850	0,000	0,850	1,000	1 B 180x160
4	00	9	12	2,800	0,000	2,800	1,000	1 B 180x160
5	00	12	3	0,850	0,000	0,850	1,000	1 B 180x160
6	00	3	10	0,850	0,000	0,850	1,000	1 B 180x160
7	00	10	4	3,230	0,000	3,230	1,000	1 B 180x160
8	10	2	7	0,000	-0,850	0,850	1,000	3 B 160x160
9	00	7	5	0,000	-1,850	1,850	1,000	3 B 160x160
10	10	3	8	0,000	-0,850	0,850	1,000	3 B 160x160
11	00	8	6	0,000	-1,850	1,850	1,000	3 B 160x160
12	11	11	7	0,850	-0,850	1,202	1,000	4 B 120x120
13	11	7	9	0,850	0,850	1,202	1,000	4 B 120x120
14	11	12	8	0,850	-0,850	1,202	1,000	4 B 120x120
15	11	8	10	0,850	0,850	1,202	1,000	4 B 120x120

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	288,0	7776	6144	864	864	18,0	71 Drewno C24
3	256,0	5461	5461	683	683	16,0	71 Drewno C24
4	144,0	1728	1728	288	288	12,0	71 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
71 Drewno C24	11	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	6,95	6,95	0,00	3,92
2	Liniowe	0,0	6,95	6,95	0,00	0,85
3	Liniowe	0,0	6,95	6,95	0,00	0,85
4	Liniowe	0,0	6,95	6,95	0,00	2,80
5	Liniowe	0,0	6,95	6,95	0,00	0,85
6	Liniowe	0,0	6,95	6,95	0,00	0,85
7	Liniowe	0,0	6,95	6,95	0,00	3,23
Grupa: S ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,37	1,37	0,00	3,92
2	Liniowe	0,0	1,37	1,37	0,00	0,85
3	Liniowe	0,0	1,37	1,37	0,00	0,85
4	Liniowe	0,0	1,37	1,37	0,00	2,80
5	Liniowe	0,0	1,37	1,37	0,00	0,85
6	Liniowe	0,0	1,37	1,37	0,00	0,85
7	Liniowe	0,0	1,37	1,37	0,00	3,23
Grupa: W ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,58	1,58	0,00	3,92
2	Liniowe	0,0	1,58	1,58	0,00	0,85

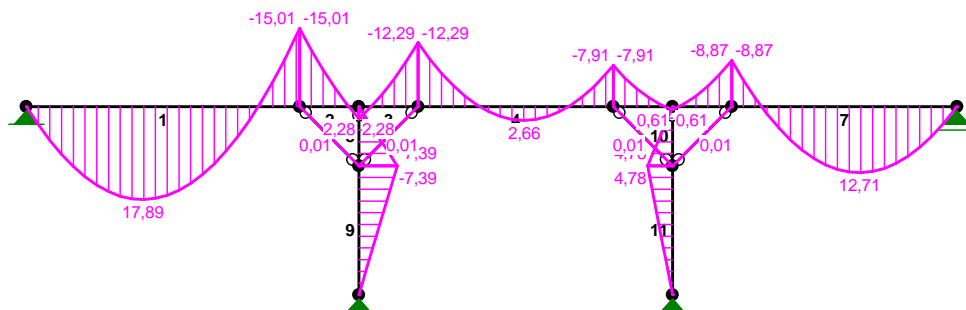
3	Liniowe	0,0	1,58	1,58	0,00	0,85
4	Liniowe	0,0	1,58	1,58	0,00	2,80
5	Liniowe	0,0	1,58	1,58	0,00	0,85
6	Liniowe	0,0	1,58	1,58	0,00	0,85
7	Liniowe	0,0	1,58	1,58	0,00	3,23

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

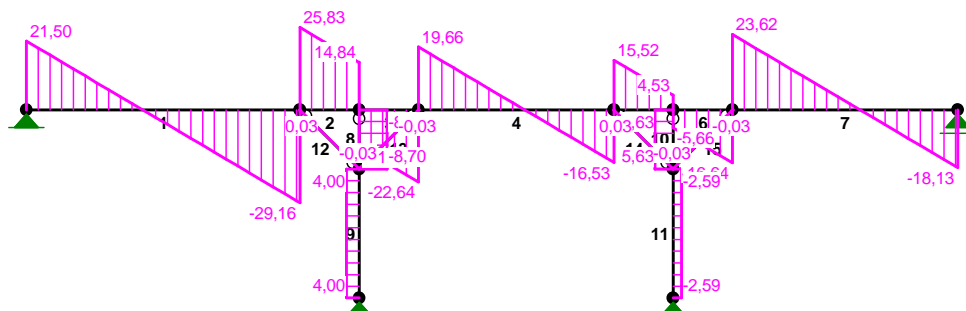
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

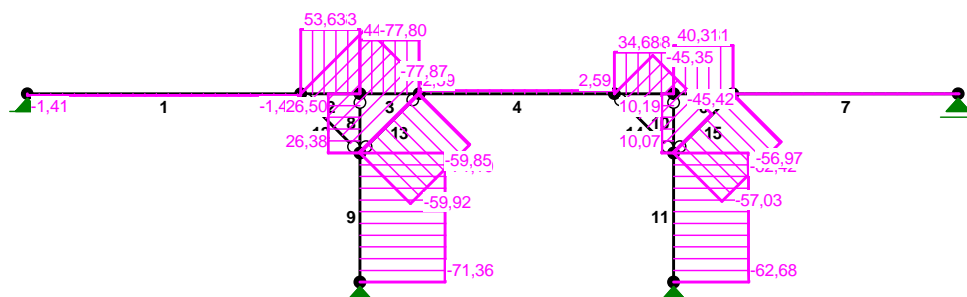
Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - " "	Zmienne	1 1,00	1,20
S - " "	Zmienne	1 1,00	1,50
W - " "	Zmienne	1 1,00	1,50

MOMENTY:



SIŁY PRZESKÓCZNE:



NORMALNE :

SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

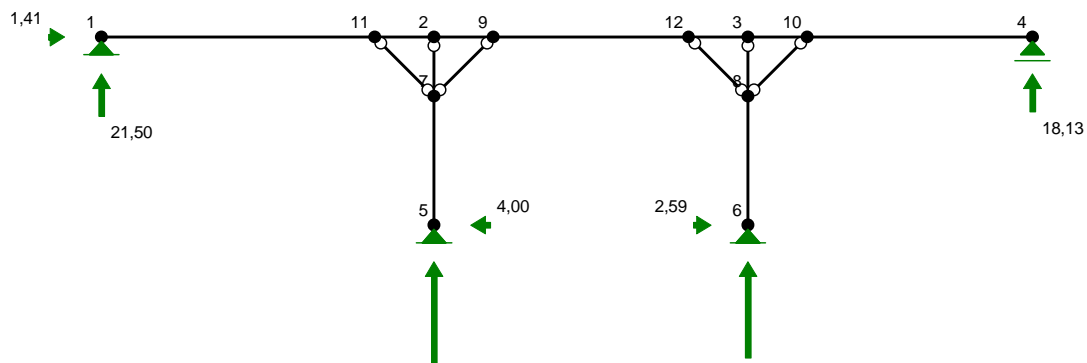
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASW

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	21,50	-1,41
	0,43	1,669	17,89*	-0,07	-1,41
	1,00	3,920	-15,01	-29,16	-1,41
2	0,00	0,000	-15,01	25,83	53,63
	1,00	0,850	2,28	14,84	53,63
3	0,00	0,000	2,28	-11,65	44,93
	1,00	0,850	-12,29	-22,64	44,93
4	0,00	0,000	-12,29	19,66	2,59
	0,54	1,520	2,66*	0,01	2,59
	1,00	2,800	-7,91	-16,53	2,59
5	0,00	0,000	-7,91	15,52	34,68
	1,00	0,850	0,61	4,53	34,68
6	0,00	0,000	0,61	-5,66	40,31
	1,00	0,850	-8,87	-16,64	40,31
7	0,00	0,000	-8,87	23,62	0,00
	0,57	1,829	12,71*	-0,03	0,00
	1,00	3,230	0,00	-18,13	0,00
8	0,00	0,000	0,00	-8,70	26,50
	1,00	0,850	-7,39	-8,70	26,38
9	0,00	0,000	-7,39	4,00	-71,10
	1,00	1,850	-0,00	4,00	-71,36
10	0,00	0,000	0,00	5,63	10,19
	1,00	0,850	4,78	5,63	10,07
11	0,00	0,000	4,78	-2,59	-62,42
	1,00	1,850	0,00	-2,59	-62,68
12	0,00	0,000	0,00	0,03	-77,80
	0,52	0,625	0,01*	-0,00	-77,83
	0,48	0,582	0,01*	0,00	-77,83
	1,00	1,202	-0,00	-0,03	-77,87

13	0,00	0,000	0,00	0,03	-59,92
	0,52	0,625	0,01*	-0,00	-59,88
	0,48	0,582	0,01*	0,00	-59,89
	1,00	1,202	0,00	-0,03	-59,85
14	0,00	0,000	0,00	0,03	-45,35
	0,52	0,625	0,01*	-0,00	-45,39
	0,48	0,582	0,01*	0,00	-45,38
	1,00	1,202	-0,00	-0,03	-45,42
15	0,00	0,000	0,00	0,03	-57,03
	0,52	0,625	0,01*	-0,00	-57,00
	0,48	0,582	0,01*	0,00	-57,00
	1,00	1,202	-0,00	-0,03	-56,97

* = Wartości ekstremalne

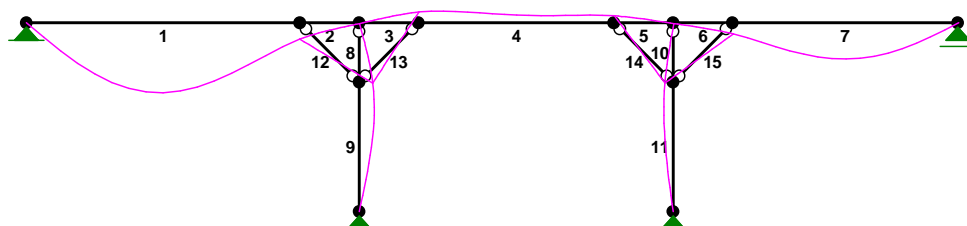
REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASW

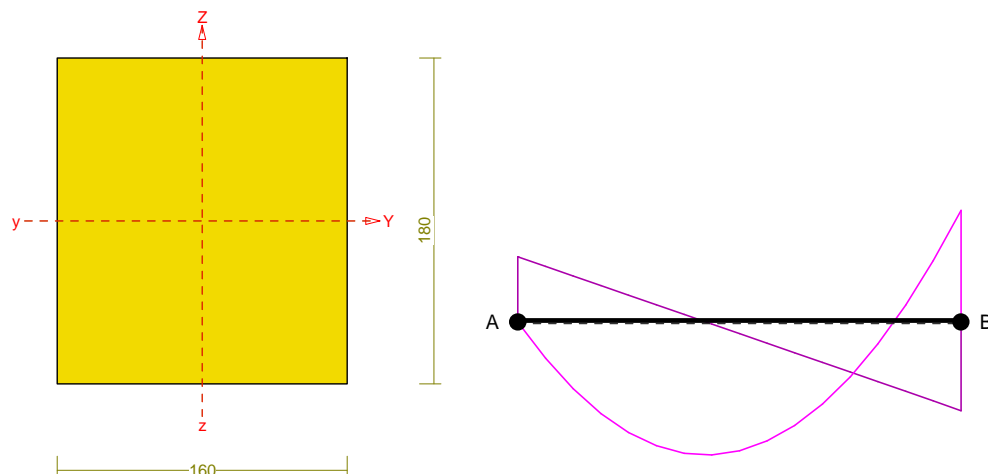
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	1,41	21,50	21,55	
4	0,00	18,13	18,13	
5	-4,00	71,36	71,47	
6	2,59	62,68	62,74	

PRZEMIESZCZENIA:



Pręt nr 1 - Płatew

Zadanie: Sciana stolcowa



Przekrój: 1 „B 180x160”

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=160,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=7776,0; J_{zg}=6144,0 \text{ cm}^4; A=288,00 \text{ cm}^2; i_y=5,2; i_z=4,6 \text{ cm}; W_y=864,0; W_z=768,0 \text{ cm}^3.$$

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: **Stałe** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=3,92 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,742 \times 3,920 = 2,909 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,920 = 3,920 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 2,909 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 3,920 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,909 / 0,0520 = 55,98$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,920 / 0,0462 = 84,87$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (55,98)^2 = 23,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (84,87)^2 = 10,14 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 23,31} = 0,949$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 10,14} = 1,439$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,949 - 0,5) + (0,949)^2] = 0,995$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,439 - 0,5) + (1,439)^2] = 1,629$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,995 + \sqrt{0,995^2 - 0,949^2}) = 0,772$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,629 + \sqrt{1,629^2 - 1,439^2}) = 0,418$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 288,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,41 / 288,00 \times 10 = \mathbf{0,05} < \mathbf{4,05} = 0,418 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,71 \text{ m}$; $x_b=2,21 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,05}{0,772 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{20,68}{11,08} = \mathbf{1,874} > \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,05}{0,418 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{20,68}{11,08} = \mathbf{1,319} > \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,71 \text{ m}$; $x_b=2,21 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 3920 + 180 + 180 = 4280 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4280 \times 180 \times 11,08}{3,142 \times 160^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,239$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 17,87 / 864,00 \times 10^3 = \mathbf{20,68} > \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,71 \text{ m}$; $x_b=2,21 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{20,68}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{1,87} > \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{20,68}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{1,31} > \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,71 \text{ m}$; $x_b=2,21 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,05^2}{9,69^2} + \frac{20,68}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{1,87 > 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,05^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{20,68}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{1,31 > 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,92$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 29,16 / 288,00 \times 10 = 1,52 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 288,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,52^2 + 0,00^2} = \mathbf{1,52 > 1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,96$ m; $x_b=1,96$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 31,8 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 47,7 \text{ mm}$.

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -0,4 \times (1 + 0,60) = -0,6 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ASW”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -25,7 \times (1 + 0,50) = -38,5 \text{ mm}$$

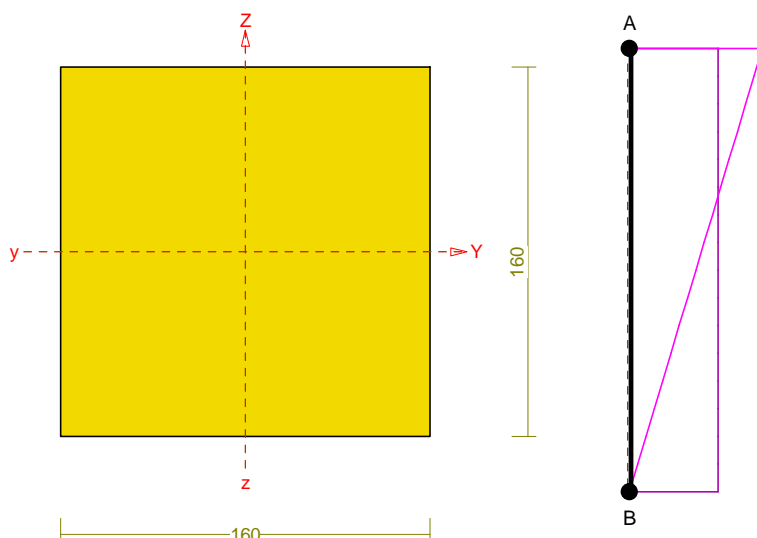
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,50) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,6 + -38,5 = \mathbf{39,1 < 47,7} = u_{\text{net,fin}}$$

Pręt nr 9 - Słup

Zadanie: Sciana stolcowa



Przekrój: 3 „B 160x160”

Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \text{ mm} \quad b=160,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=5461,3; \quad J_z=5461,3 \text{ cm}^4; \quad A=256,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,6; \quad i_z=4,6 \text{ cm}; \quad W_y=682,7; \quad W_z=682,7 \text{ cm}^3.$$

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: **Stałe** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 9

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,85 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”.

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,797 \times 1,850 = 1,474 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,850 = 1,850 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,474 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 1,850 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,474 / 0,0462 = 31,92$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,850 / 0,0462 = 40,05$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (31,92)^2 = 71,67 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (40,05)^2 = 45,52 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/71,67} = 0,541$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/45,52} = 0,679$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,541 - 0,5) + (0,541)^2] = 0,651$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,679 - 0,5) + (0,679)^2] = 0,749$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,651 + \sqrt{0,651^2 - 0,541^2}) = 0,989$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,749 + \sqrt{0,749^2 - 0,679^2}) = 0,940$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 256,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 71,36 / 256,00 \times 10 = \mathbf{2,79} < \mathbf{9,12} = 0,940 \times 9,69 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,85 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,78}{0,989 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{10,83}{11,08} = \mathbf{1,267} > \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,78}{0,940 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{10,83}{11,08} = \mathbf{0,989} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,85 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 1850 + 160 + 160 = 2170 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2170 \times 160 \times 11,08}{3,142 \times 160^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,161$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 7,39 / 682,67 \times 10^3 = \mathbf{10,83} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,85 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{10,83}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,98} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{10,83}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,68} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=1,85 \text{ m}$, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,78^2}{9,69^2} + \frac{10,83}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{1,06} > \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,78^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{10,83}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,77 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=1,85$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 4,00 / 256,00 \times 10 = 0,23 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 256,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,23^2 + 0,00^2} = 0,23 < 1,15 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,35$ m; $x_b=1,50$ m, przy obciążeniach „ASW”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 18,0 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 27,0 \text{ mm}$.

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,1 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2700)^2] (1 + 0,60) = 0,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2700)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ASW”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 5,6 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2700)^2] (1 + 0,50) = 8,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2700)^2] (1 + 0,50) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 0,1 + 8,9 = 9,0 < 27,0 = u_{\text{net,fin}}$$

Wnioski:

Dla zadanych planowanych obciążeń stanu istniejącego stwierdza się maksymalne wykorzystanie przekroju dla:

- płatowni wynosi 182%

- słupa wynosi 127%

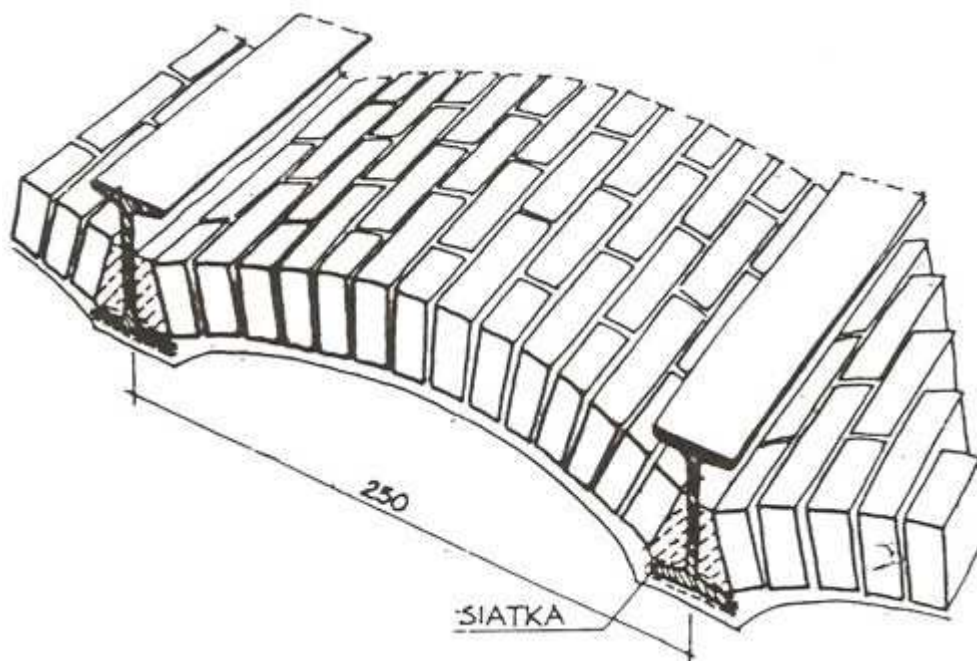
Wniosek: Obecny poprzeczny układ nośny dachu nie pozwala na wprowadzenie planowanych zmian, w celu umożliwienia wymiany poszycia, należy wzmocnić płatów i słup lub zmienić schemat statyczny układu poprzecznego.

5. STROPY

W związku z planowaną przebudową budynku zachodzi potrzeba oceny stanu technicznego wszystkich stropów znajdujących się w obiekcie. Stropy podczas wizji lokalnej nie wykazują silnego zużycia technicznego. Nie widać zacieków, ubytków czy korozji materiału. Jedyne miejsca, w których widać zużycie jest polepa stropów drewnianych. Poza tym jedynym miejscem stan techniczny stropów nie pozostawia wiele do życzenia. Tynk nie odpada, brak śladów biologicznych czy fizycznych, które mogłyby świadczyć o ich nie wystarczającej nośności czy znacznym zużyciu technicznym elementów. Stropy nadają się do dalszego użytkowania po sprawdzeniu ich nośności po obciążeniu planowanymi warstwami i obciążeniem użytkowym.

5.1. Strop nad piwnicą

Po przeprowadzeniu wizji lokalnej stwierdzono występowanie płyty Kleina na belkach stalowych jako stropu nad piwnicą. Dostęp do terenu piwnicy jest bardzo ograniczony z uwagi brak dostatecznego oświetlenia.

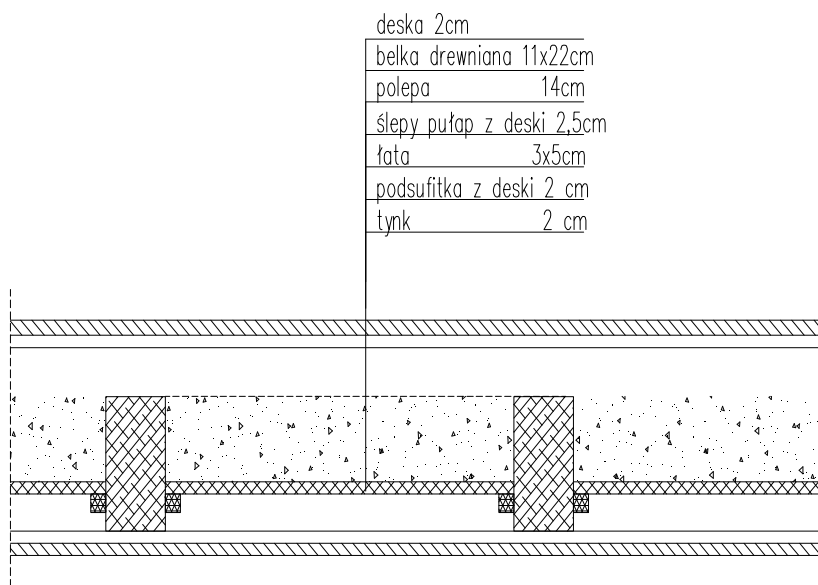


Rys. 5. Przekrój przez sklepienie Kleina

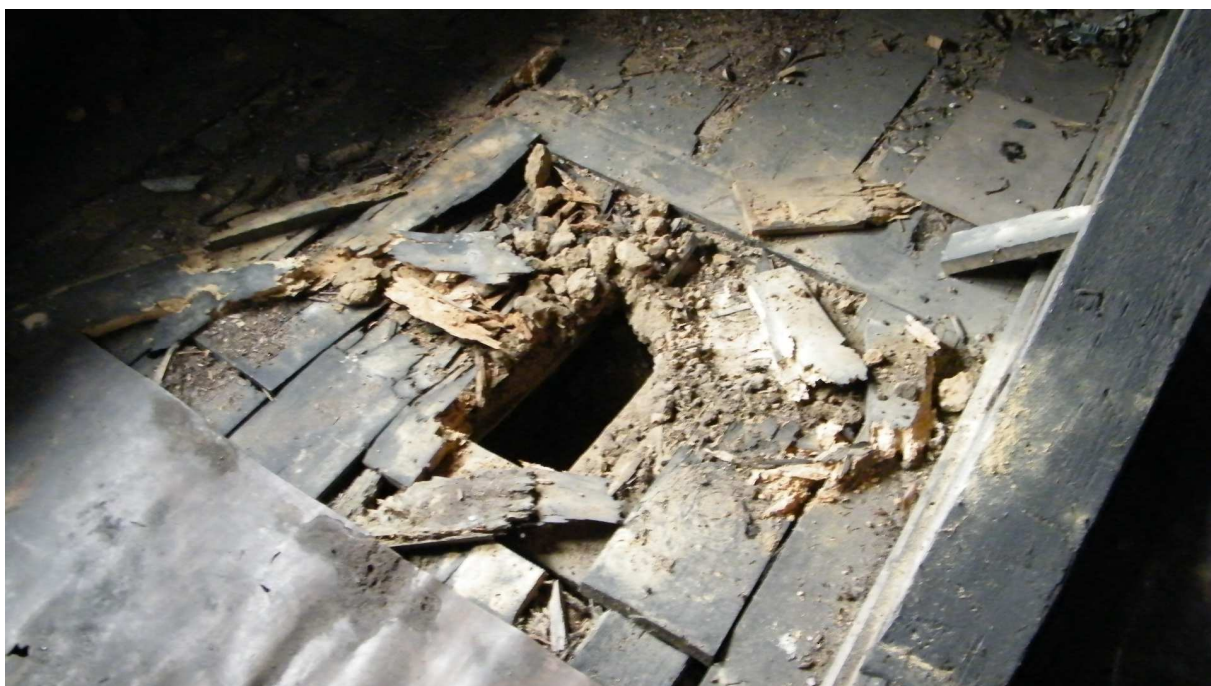
Z przeprowadzonej wizji lokalnej strop ten wykonany jest z płyty średniej o średniej nośności. Elementy stalowe stropu w piwnicy pod wpływem środowiska zażniedziały w lekkim stopniu. W momencie prac budowlanych na obiekcie należy elementy stalowe oczyścić oraz zabezpieczyć przeciwkorozyjnie farbą epoksydową. Z uwagi na wykonanie stropu o znacznej nośności, który był użytkowany przez wiele lat w budynku odstąpiono od przeprowadzania szczegółowych obliczeń dotyczących sprawdzenia nośności. Wizualnie strop nie budzi żadnych zastrzeżeń, nie widać w nim żadnych spękań czy ubytków. Nie ulegał awarii przez okres użytkowania. Stwierdza się przydatność stropu do dalszej eksploatacji i wykorzystania w miejscu publicznym jakim jest przedszkole. Na potrzeby przebudowy wyraża się zgodę na położenie innych warstw niż aktualne pod warunkiem, że ciężar warstw nowych nie będzie większy od tej części, która zostanie zdjęta. Na tym etapie brak informacji na temat otworowania stropu. W razie takiej potrzeby należy skonsultować się z głównym projektantem konstrukcji czy w danym miejscu jest to możliwe.

5.2. Strop nad parterem

Po przeprowadzeniu wizji lokalnej i dokonaniu odkrywki natrafiono na typowy strop drewniany ze ślepym pułapem na belkach drewnianych. Belki drewniane w tej części mają wymiary przekroju poprzecznego $b \times h = 11 \times 22 \text{ cm}$ w rozstawie osiowym 75 cm . Ponieważ dokonano tylko jednej odkrywki w stropie nad parterem domniemywa się, że pozostała niezbadana część jest skonstruowana w taki sam sposób. Belki drewniane są o rozpiętości od $4,5 \text{ m}$ w osi podpór. Przekrój przez strop został naszkicowany na rys. 7



Rys. 6. Przekrój przez strop nad parterem starszej części



Fot. 5. Widok pomieszczenia na poddaszu – wykonano odkrywkę



Fot. 6. Odkrywka stropu drewnianego – widoczna korozja desek i polepy



Fot. 7. Widok wnętrza odkrywki stropu



Fot. 8. Odkrywka stropu nad parterem – widoczna belka stropowa z krawędziakiem



Fot. 9. Widok pomieszczenia na parterze – widoczny strop

5.2.1 Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe stropu

Układem nośnym są belki drewniane stropu drewnianego o przekroju $b \times h = 11 \times 22 \text{ cm}$ w rozstawie osiowym 75 cm o schemacie statycznym belki jednoprzęsłowej swobodnie podpartej o rozpiętości maksymalnej w świetle podpór $l = 4,50 \text{ m}$. Przyjęto drewno C24. Belka drewniane opierają się na ścianach murowanych

5.2.1.1 Zestawienie obciążeń

Obciążenia stałe dla stanu projektowanego - przyjęto

Lp.	Nazwa materiału	Obciążenie charakterystyczne	γ_1	Obciążenie obliczeniowe
		[kN/m]		[kN/m]
1	Deski podłogowe	$0,02 \times 5,50 \times 0,75 = 0,08$	1,1	0,09
2	Wełna mineralna	$0,22 \times 1,2 \times 0,75 = 0,20$	1,2	0,24
3	Ruszt podwieszany - GK	$0,25 \times 0,75 = 0,19$	1,2	0,23
	SUMA	0,47	1,19	0,56

Nie uwzględniono ciężaru własnego belki. Program generuje automatycznie

Obciążenia użytkowe dla stanu projektowanego - przyjęto

Lp.	Nazwa materiału	Obciążenie charakterystyczne	γ_1	Obciążenie obliczeniowe
		[kN/m]		[kN/m]
1	Poddasze	$1,2 \text{ kN/m}^2 \times 0,75 \text{ m} = 0,9$	1,4	1,26
	SUMA	0,9	1,4	1,26

Dodatkowo rozłożono reakcje ze słupka drewnianego na 5 belek stropowych za pośrednictwem podwaliny. Należy sprawdzić w trakcie prac budowlanych na ile belek rzeczywiście rozkłada się obciążenie ze słupka

$$R_{\text{char.}} = 55,5 \text{ kN} / 5 = 11,1 \text{ kN}$$

$$R_{\text{obl.}} = 71,4 \text{ kN} / 5 = 14,3 \text{ kN}$$

W pomieszczeniu na poddaszu będzie zlokalizowana centrala wentylacyjna o masie $350 \text{ kg} = 3,5 \text{ kN}$, której ciężar zostanie rozłożony na 2 belki stropowe w postaci 4 sił skupionych

$$3,5 \text{ kN} / 4 = 0,88 \text{ kN} (\gamma_F = 1,15)$$

Długości obliczeniowe belek to:

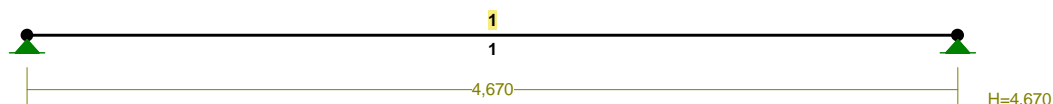
$$l_{\text{eff1}} = 4,67 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff2}} = 4,26 \text{ m}$$

5.2.1.2 Obliczenia statyczne belki drewnianej

NAZWA: Belka stropowa $l_{\text{eff1}} = 4,67 \text{ m}$

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

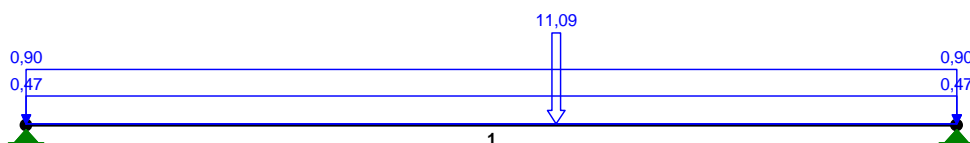
Pręt	Typ	A	B	Lx[m]	Ly[m]	L[m]	Red.EJ	Przekrój
1	00	1	2	4,670	0,000	4,670	1,000	1 B 220x110

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał
1	242,0	9761	2440	887	887	22,0	71 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
71 Drewno C24	11	24,000	5,00E-06

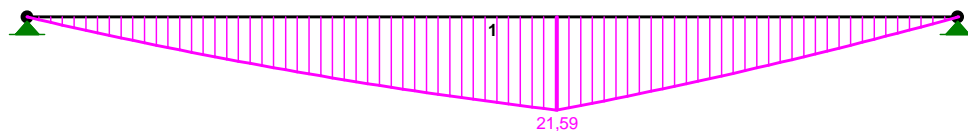
OBCIĄŻENIA:

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A "	Liniowe	0,0	0,47	Zmienne	γf= 1,19	
1				0,47	0,00	4,67
Grupa: R "	Skupione	0,0	11,09	Zmienne	γf= 1,29	
1					2,66	
Grupa: U "	Liniowe	0,0	0,90	Zmienne	γf= 1,40	
1				0,90	0,00	4,67

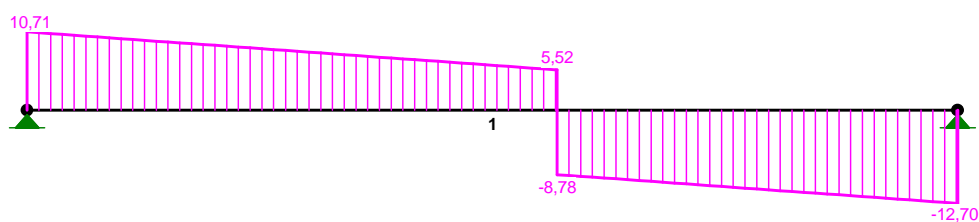
W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψd:	γf:
Ciężar wł.			1,10
A - "	Zmienne	1	1,00
R - "	Zmienne	1	1,00
U - "	Zmienne	1	1,00

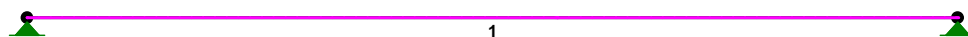
MOMENTY :



TNĄCE :



NORMALNE :

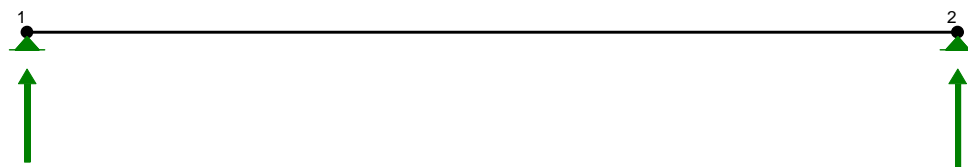


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ARU

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	10,71	0,00
	0,57	2,660	21,59*	-8,78	0,00
	0,57	2,660	21,59*	5,52	0,00
	1,00	4,670	-0,00	-12,70	0,00

* = Wartości ekstremalne

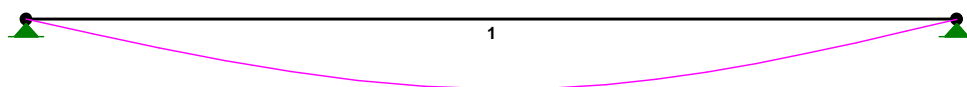
REAKCJE PODPOROWE :



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ARU

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,00	10,71	10,71	
2	0,00	12,70	12,70	

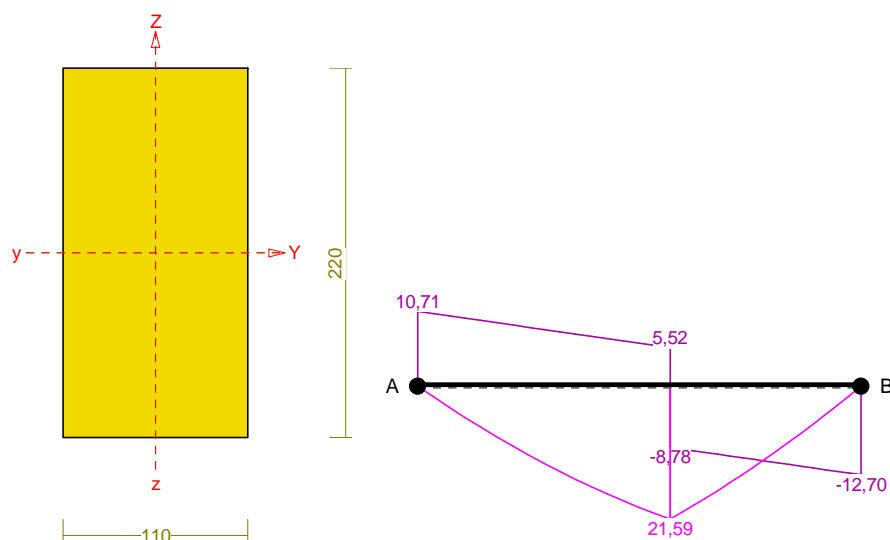
PRZEMIESZCZENIA:



5.2.1.3 Wymiarowanie belki drewnianej l=4,67m

Pręt nr 1

Zadanie: Belka stropowa



Przekrój: 1 „B 220x110”

Wymiary przekroju:

$$h=220,0 \text{ mm} \quad b=110,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=9760,7; J_z=2440,2 \text{ cm}^4; A=242,00 \text{ cm}^2; i_y=6,4; i_z=3,2 \text{ cm}; W_y=887,3; W_z=443,7 \text{ cm}^3.$$

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: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$\begin{aligned}
 f_{m,k} &= 24,00 & f_{m,d} &= 11,08 \text{ MPa} \\
 f_{t,0,k} &= 14,00 & f_{t,0,d} &= 6,46 \text{ MPa} \\
 f_{t,90,k} &= 0,50 & f_{t,90,d} &= 0,23 \text{ MPa} \\
 f_{c,0,k} &= 21,00 & f_{c,0,d} &= 9,69 \text{ MPa} \\
 f_{c,90,k} &= 2,50 & f_{c,90,d} &= 1,15 \text{ MPa} \\
 f_{v,k} &= 2,50 & f_{v,d} &= 1,15 \text{ MPa} \\
 E_{0,mean} &= 11000 \text{ MPa} \\
 E_{90,mean} &= 370 \text{ MPa} \\
 E_{0,05} &= 7400 \text{ MPa} \\
 G_{mean} &= 690 \text{ MPa} \\
 \rho_k &= 350 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,66$ m; $x_b=2,01$ m, przy obciążeniach „ARU”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni *górnej*, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 4670 + 220 + 220 = 5110 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{5110 \times 220 \times 11,08}{3,142 \times 110^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,420$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 21,59 / 887,33 \times 10^3 = \mathbf{24,33 > 11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,66$ m; $x_b=2,01$ m, przy obciążeniach „ARU”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{24,33}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{2,20 > 1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{24,33}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{1,54 > 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=4,67$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ARU”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 12,70 / 242,00 \times 10 = 0,79 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 242,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,79^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,79 < 1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=2,33$ m; $x_b=2,34$ m, przy obciążeniach „ARU”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 300 = 15,6 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 23,4 \text{ mm}$.

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = -0,7 \times (1 + 0,60) = -1,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ARU”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = -29,2 \times (1 + 0,50) = -43,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,50) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -1,1 + -43,8 = \mathbf{44,9} > \mathbf{23,4} = u_{\text{net,fin}}$$

Wnioski:

Dla zadanych planowanych obciążeń stanu istniejącego stwierdza się maksymalne wykorzystanie przekroju dla:

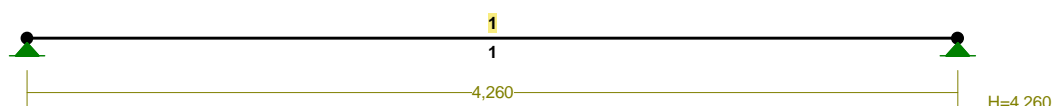
- belki stropowej wynosi 220%

Wniosek: Obecny układ nośny stropu nad parterem nie pozwala na wprowadzenie planowanych zmian - należy wzmocnić belki stropowe lub zastosować belkę stalową która przeniesie obciążenie ze słupka

5.2.1.4 Obliczenia statyczne belki drewnianej $l_{\text{eff}2}$

NAZWA: Belka stropowa-krótsza

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;

10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

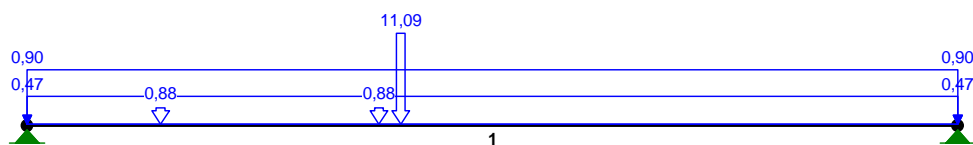
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	4,260	0,000	4,260	1,000	1 B 220x110

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	242,0	9761	2440	887	887	22,0	71 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
71 Drewno C24	11	24,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""						
1	Liniowe	0,0	0,47	Zmienne	γf= 1,19	0,00 4,26
Grupa: C ""						
1	Skupione	0,0	0,88	Zmienne	γf= 1,15	0,61
1	Skupione	0,0	0,88			1,61
Grupa: R ""						
1	Skupione	0,0	11,09	Zmienne	γf= 1,29	1,71
Grupa: U ""						
1	Liniowe	0,0	0,90	Zmienne	γf= 1,40	0,00 4,26

=====

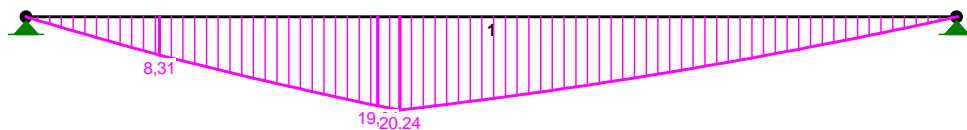
W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

=====

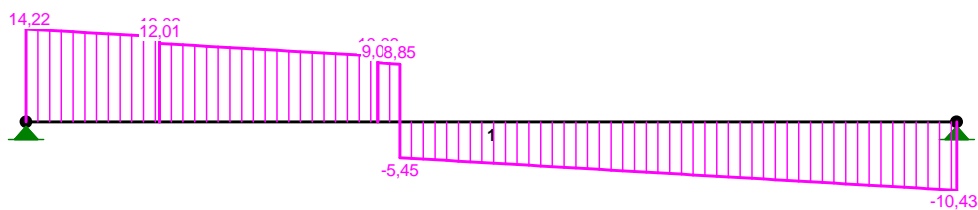
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - " "	Zmienne	1	1,00
C - " "	Zmienne	1	1,00
R - " "	Zmienne	1	1,00
U - " "	Zmienne	1	1,00

MOMENTY:



SIŁY PRZESZKÓNY:



NORMALNE:

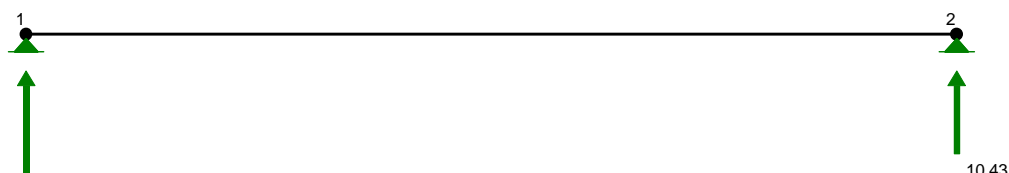


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ACRU

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	14,22	0,00
	0,40	1,710	20,24*	8,85	0,00
	1,00	4,260	0,00	-10,43	0,00

* = Wartości ekstremalne

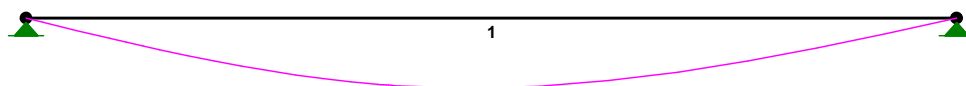
REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ACRU

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,00	14,22	14,22	
2	0,00	10,43	10,43	

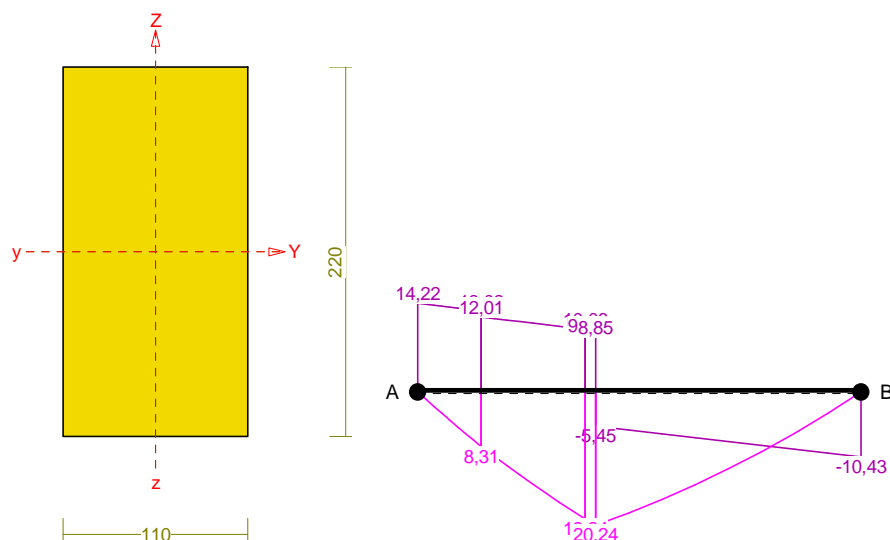
PRZEMIESZCZENIA:



5.2.1.5 Wymiarowanie belki drewnianej l=4,26m

Pręt nr 1

Zadanie: Belka stropowa-krótsza



Przekrój: 1 „B 220x110”

Wymiary przekroju:

$$h=220,0 \text{ mm} \quad b=110,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=9760,7; \quad J_{zg}=2440,2 \text{ cm}^4; \quad A=242,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,4; \quad i_z=3,2 \text{ cm}; \quad W_y=887,3; \quad W_z=443,7 \text{ cm}^3.$$

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: **Stałe** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,71 \text{ m}$; $x_b=2,55 \text{ m}$, przy obciążeniach „ACRU”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 4260 + 220 + 220 = 4700 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4700 \times 220 \times 11,08}{3,142 \times 110^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{4 \times 11000}{690}} = 0,403$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 20,24 / 887,33 \times 10^3 = \mathbf{22,81 > 11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,71$ m; $x_b=2,55$ m, przy obciążeniach „ACRU”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{22,81}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{2,06 > 1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{22,81}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{1,44 > 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,26$ m, przy obciążeniach „ACRU”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 14,22 / 242,00 \times 10 = 0,88 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 242,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,88^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,88 < 1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=2,03$ m; $x_b=2,23$ m, przy obciążeniach „ACRU”.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 300 = 14,2 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{net,fin} = 21,3 \text{ mm}$.

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -0,5 \times [1 + 19,2 \times (220,0/4260)^2] (1 + 0,60) = -0,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ACRU”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -23,0 \times [1 + 19,2 \times (220,0/4260)^2] (1 + 0,50) = -36,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,50) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,8 + -36,3 = \mathbf{37,1 > 21,3} = u_{net,fin}$$

Wniosek: Obecny układ nośny stropu nad parterem nie pozwala na wprowadzenie planowanych zmian - należy wzmocnić belki stropowe lub zastosować belkę stalową która przeniesie obciążenie ze słupka

6. FUNDAMENTY

Z uwagi na podobny charakter użytkowania obiektu oraz nie zwiększaniu obciążeń budynku odstąpiono od wykonywania odkrywek fundamentów i badania jego nośności. Dodatkowa opaska betonowa przy ścianie powoduje brak odparowania wody dostającej się do gruntu. Efektem tego jest silne zawilgocenie ścian fundamentowych co widać na załączonych fotografiach. Zachodzi podejrzenie, że na ławach fundamentowych również nie ma izolacji poziomej jak i pionowej na ścianach fundamentowej. Należy uwzględnić ten fakt i doprowadzić fundamenty do stanu takiego, aby ściany nie ulegały zawilgoceniu (zaizolowanie).



Fot. 10. Widok ściany pod tynkiem



Fot. 11. Zawilgocona ściana pod tynkiem

7. POZOSTAŁE ELEMENTY

W czasie wizji lokalnej oprócz oględzin i odkrywek podstawowych elementów konstrukcyjnych natrafiono również na szereg elementów, które powinny być uwzględniono w pracach budowlanych, a będą też pośrednio wyszczególnione w projekcie budowlanym niniejszego opracowania. Przede wszystkim na samym początku oględzin z zewnątrz budynku można natrafić na szereg rys i spękań, które widać w narożniku na elewacji i które zostały zaznaczone na poniższych fotografiach. Przyczyny tego zjawiska nie są dokładnie określone, ale mogą to być dwójakiego rodzaju. Prawdopodobnym czynnikiem wpływającym może być nadmierne nawodnienie gruntu z rury spustowej, która znajduje się w narożniku budynku. Woda opadowa mogła wsiąknąć w grunt i podmyć lokalnie narożnik. Dodatkowo opaska betonowa znajdująca się wokół budynku sprawia że woda ta nie ma możliwości aby odparować. Efektem tego może być silne zawilgocenie ścian fundamentowych, które widoczne są także nad gruntem na fotografiach zamieszczonych w pkt.6. Nadmiar tej wody w długim okresie czasu, jak też wód opadowych mógł spowodować zniszczenie izolacji fundamentów i ścian fundamentowych – o ile została wykonana – i podmycie fundamentów oraz rozluźnienie gruntu bądź jego uplastycznienie w przypadku gruntu spoistego. Fakt ten należy uwzględnić na etapie projektu budowlanego. W projekcie budowlanym należy uwzględnić odpowiednie środki, aby przywrócić stan pierwotny części podziemnej, porządne zaizolowanie ścian i zaprojektowanie odpowiedniej izolacji dla tego typu budynku. Należy po skuciu tynku do warstwy konstrukcyjnej nałożyć nowy tynk, a ubytki ścian uzupełnić odpowiednią zaprawą. W miejscu występowania rys i spękań tynk wzmocnić dodatkowo siatką stalową Rabitza. Na etapie prac budowlanych należy wykonać wykop i sprawdzić stan gruntu. Dodatkowo narożnik ten należy wzmocnić poprzez wykonanie ściągę przytrzymującego narożnik ze „zdrową” ścianą budynku. Stopnice klatki są na tyle skorodowane, że nadają się do wymiany. Pożądane jest aby klatkę schodową wymienić na całkowicie nową z uwagi na brak spełnienia przepisów aktualnie obowiązujących. Planuje się powiększenie otworów drzwiowych w części istniejącej. Stwierdza się możliwość wykonania takiego zabiegu pod warunkiem wykonania dodatkowego nadproża stalowego, który zostanie przewidziany na etapie projektu budowlanego i wykonawczego.



Fot. 12. Widok ściany szczytowej z wejściem- zaznaczono miejsca spękań



Fot. 13. Widok otworu drzwiowego w ścianie szczytowej



Fot. 14. Widok ściany szczytowej – zaznaczono spękanie ścian zatynkowane



Fot. 15. Widok narożnika ściany szczytowej – zaznaczono spękanie



Fot. 16. Narożnik budynku – widoczna rysa w ścianie bocznej



Fot. 17. Spękanie nadproże nad otworem okiennym



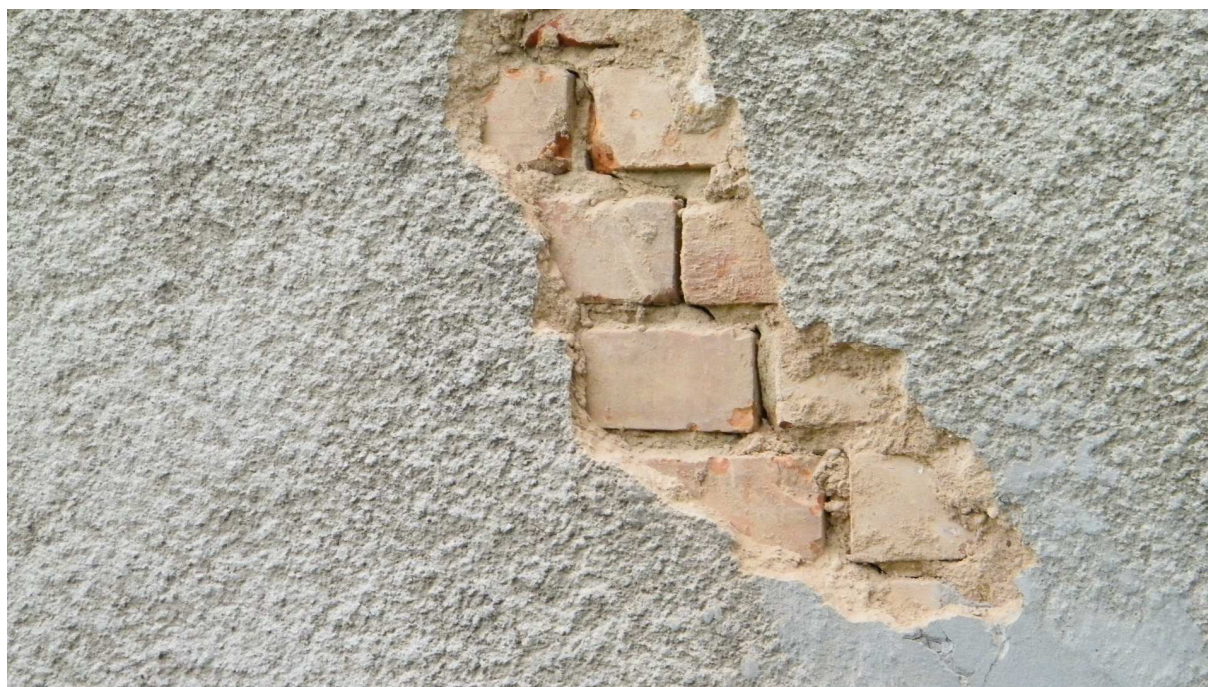
Fot. 18. Widok przedmiotowego budynku-w tle widoczne przedszkole



Fot. 19. Widok spękanych ścian wewnątrz budynku



Fot. 20. Widok spękanych ścian wewnętrznych



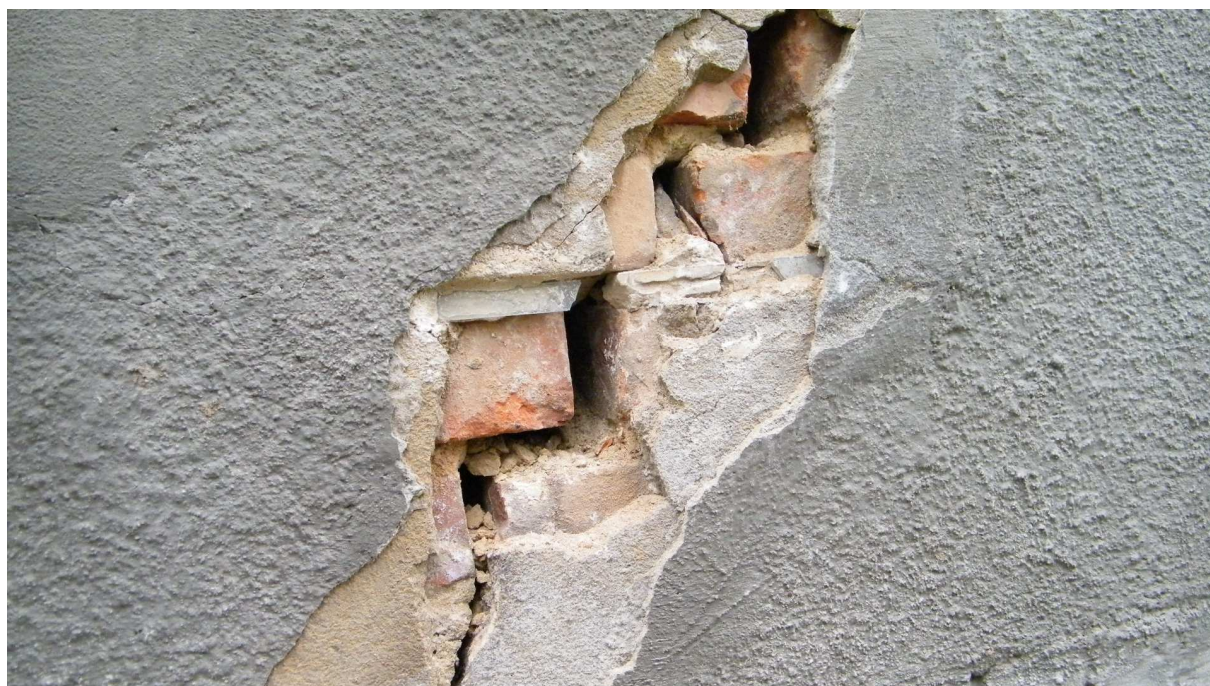
Fot. 21. Widok odsłoniętego spękania ściany



Fot. 22. Widok spękania ściany pod otworem okiennym



Fot. 23. Widok spękania ściany obok otworu ikiennego



Fot. 24. Pęknięcie ściany przez osiadanie narożnika - powiększenie



Fot. 25. Schody wewnętrzne do demontażu

8. WNIOSKI I ZALECENIA

Szczegółowa analiza stanu technicznego poszczególnych elementów konstrukcyjnych budynku, wykonana analiza statyczno-wytrzymałościowa oraz informacje uzyskane podczas wizji lokalnych pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- a) stan techniczny stropu Kleina nad piwnicą nie budzi zastrzeżeń – jego stan określa się jako dobry i przydatny do użytkowania
- b) stan techniczny stropów drewnianych w dużej mierze jest dobry
- c) obliczenia statyczno-wytrzymałościowe po obciążeniu planowanymi warstwami wykończeniowymi i wraz z obciążeniem użytkowym oraz centralami wentylacyjnymi wykazały przekroczenie nośności stropów drewnianych
- d) stan elementów konstrukcji więźby dachowej określa się jako bardzo dobry
- e) obliczenia statyczno-wytrzymałościowe po obciążeniu planowanymi warstwami wykończeniowymi wykazały przekroczenie nośności płatwi oraz słupków drewnianych
- f) należy w stropie nad parterem zdjąć wszystkie warstwy wykończeniowe, usunąć polepę zostawiając belki (p. także pkt. c))
- g) istnieje możliwość rozbiórki istniejących ścian działowych murowanych i zastąpienie bądź ustawienie innych w konstrukcji lekkiej z płyt GK
- h) istniejące schody należy zdemontować i zainstalować nowe
- i) istnieje możliwość wykonania nowych nadproży w ścianach istniejących oraz powiększenia otworów istniejących przy zachowaniu zaleceń
- j) niektóre nadproża wymagają wzmocnienia
- k) brak możliwości sprawdzenia nośności fundamentów

W związku z powyższym konieczne jest spełnienie następujących zaleceń:

- A) wzmocnienie elementów drewnianych dla których przekroczona została nośność
- B) wymiana pokrycia dachowego na nowe
- C) z uwagi na walory użytkowe wzmocnianie miejsc zarysowań i spękań siatką Rabbita
- D) wykonanie odkrywki narożnika celem znalezienia przyczyna spękań
- E) usunięcie betonowej opaski wokół budynku
- F) oczyszczenie i zabezpieczenie wszystkich elementów stalowych (strop Kleina)
- G) wykonanie ścian poddasza (jeśli będą) wyłącznie w zabudowie lekkiej
- H) skucie tynku przed naniesieniem nowej warstwy
- I) osuszenie murów oraz zabezpieczenie przeciwwodne i przeciwwilgociowe ścian i fundamentów

Podsumowując stwierdza się, że w istniejącym stanie technicznym konstrukcja dachu, stropów nie ma wystarczającej nośności do przeniesienia działających na nią obciążeń na poziomie bezpieczeństwa przewidzianego polskimi normami zatem konieczne jest wykonanie dodatkowych wzmocnień, których zakres przedstawiono powyżej. Wzmocnienia te należy wykonać w oparciu o nowy projekt wzmocnienia, który powinien być przedmiotem odrębnego opracowania.

Uwagi końcowe

Opracowanie służy do celów opiniodawczych i uzgodnień.