

SPIS TREŚCI PROJEKTU TECHNICZNEGO

<i>1.</i>	<i>Strona tytułowa projektu technicznego</i>	<i>- 1 -</i>
<i>2.</i>	<i>Spis treści projektu technicznego</i>	<i>- 2 -</i>

II. Część opisowa

<i>1.</i>	<i>Dane konstrukcyjno - materiałowe</i>	<i>- 3 -</i>
<i>2.</i>	<i>Opis konstrukcyjny</i>	<i>- 7 -</i>
<i>3.</i>	<i>Wytyczne robót rozbiórkowych</i>	<i>- 9 -</i>
<i>4.</i>	<i>Ekspertyza techniczna</i>	<i>- 10 -</i>
<i>5.</i>	<i>Obliczenia konstrukcyjne</i>	<i>- 11 -</i>
<i>6.</i>	<i>Opis projektowanych instalacji</i>	<i>- 38 -</i>
<i>7.</i>	<i>Projektowana charakterystyka energetyczna budynku</i>	<i>- 39 -</i>
<i>8.</i>	<i>Analiza możliwości racjonalnego wykorzystania alternatywnych źródeł energii</i>	<i>- 39 -</i>

III. Część rysunkowa

<i>I-1</i>	<i>Elewacje – inwentaryzacja</i>	<i>- 41 -</i>
<i>I-2</i>	<i>Przekroje - inwentaryzacja</i>	<i>- 42 -</i>
<i>A-1</i>	<i>Elewacje</i>	<i>- 43 -</i>
<i>A-2</i>	<i>Przekroje</i>	<i>- 44 -</i>
<i>A-3</i>	<i>Rzut dachu</i>	<i>- 45 -</i>
<i>A-4</i>	<i>Rzut więźby dachowej</i>	<i>- 46 -</i>
<i>K1</i>	<i>Schemat rozmieszczenia elementów konstrukcyjnych – wieńce pod murlaty</i>	<i>- 47-</i>
<i>K2</i>	<i>Rzut więźby dachowej</i>	<i>- 48-</i>
	<i>Orientacyjne zestawienie drewna</i>	<i>- 49-</i>

IV. Dokumenty dołączone do projektu

<i>1.</i>	<i>Oświadczenie projektantów i projektantów sprawdzających wszystkich specjalności o sporządzeniu projektu zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej</i>	<i>- 51-</i>
<i>2.</i>	<i>Uprawnienia projektantów i zaświadczenia o przynależności do izb</i>	<i>- 52-</i>

II. CZĘŚĆ OPISOWA PROJEKTU TECHNICZNEGO

Opis techniczny został sporządzony według Rozporządzenia Ministra Rozwoju w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.

1. Dane konstrukcyjno - materiałowe

Kategoria IX – Nadbudowa budynku po byłej Szkole Podstawowej w Świślinie związana ze zmianą konstrukcji dachu – budynek obecnie nieużytkowany.

W projekcie zostały przyjęte następujące ograniczenie strefowe :

III-klimatycznej	wg PN-81/B-02403
III-gruntowej	wg PN-81/B-03020
III-śniegowej	wg PN-80/B-02010:Az1
I-wiatrowej	wg PN-77/B-012011

1.1. Opis budynku

Istniejące obiekty to budynek po byłej Szkole Podstawowej w Świślinie zrealizowany w roku 1950. Budynek nieużytkowany od ok. 15 lat. Budynek w segmentach bocznych o jednej kondygnacji nadziemnej, w części centralnej o dwóch kondygnacjach nadziemnych. Budynek częściowo podpiwniczony.

Budynek objęty opracowaniem to obiekt wykonany w technologii tradycyjnej murowanej. Ściany warstwowe, stropy między kondygnacyjne - stropy żelbetowe na belkach stalowych. Konstrukcja dachu - stropodach płaski pokryty papą.

Charakterystyka obiektu po nadbudowie:

Ze względu na zły stan dachu i liczne przecieki Inwestora zdecydował się na zmianę konstrukcji dachu wraz z wymianą pokrycia.

W ramach planowanych robót zostaną rozebrane obecne warstwy stropodachu, gzymsy do poziomu płyty stropowej oraz istniejące kominy. Zostaną wykonane nowe wieńce do poziomu góry istniejących gzymsów oraz nowa konstrukcja dachu. Ze względu na zapisy MPZP projektuje się dach wielospadowy o kącie nachylenia połaci wynoszącym 30°, co znacznie zwiększy wysokość istniejącego budynku. Nie projektuje się odtworzenia rozebranych kominów.

Nadbudowę budynku związaną ze zmianą konstrukcji dachu zaprojektowany w technologii tradycyjnej murowanej. Forma architektoniczna tradycyjna, prosta.

Dach wielospadowy o kącie nachylenia połaci dachowych $30^\circ=57,70\%$. Pokrycie dachu zaprojektowano z blachy płaskiej na rąbek w kolorach szarości: antracytowym lub grafitowym.

Nie projektuje się robót elewacyjnych. Zostaną zamontowane jedynie rynny i rury spustowe.

Program funkcjonalno-przestrzenny w istniejącym obiekcie: Budynek nie użytkowane po byłej Szkole Podstawowej. Na dzień dzisiejszy nie określa się programu użytkowanego dla budynku.

Zestawienie podstawowych wielkości charakteryzujących obiekt istniejący:

1. Powierzchnia zabudowy:	316,00m ²
2. Powierzchnia użytkowa:	382,36m ²
3. Powierzchnia całkowita:	445,38m ²
4. Kubatura brutto:	1147,08m ³
5. Wysokość maksymalna (przed wejściem do budynku) n. p. t.: 3,64m i 6,87m	
6. Nachylenie połaci dachu:	1°
7. Szerokość frontowa budynku	25,33m
8. Długość budynku:	14,33m
9. Liczba kondygnacji nadziemnych:	1 i 2

Zastosowane rozwiązania materiałowe w istniejącym budynku

Ściany fundamentowe:

- fundamenty betonowe;
- fundamenty z kamienia łamanego na zaprawie cementowo wapiennej;
- fundamenty w postaci łąw wstęgowych wykonanych z kamienia na zaprawie cementowo – wapiennej

Ściany zewnętrzne kondygnacji parteru i piętra:

- tynk cementowo - wapienny
- mury parteru i piętra z cegły pełnej sylikatowej
- tynk cementowo - wapienny

Ściany wewnętrzne nośne:

- tynk cementowo-wapienny
- cegła silikatowa
- tynk cementowo-wapienny

Ściany wewnętrzne działowe:

- tynk cementowo-wapienny
- cegła silikatowa
- tynk cementowo-wapienny

Stropy

- strop żelbetowy

Dach

Stropodach płaski o nachyleniu wynoszącym 2%, kryty papą.

Stolarka, podłoga

Stolarka okienna PCV i drzwiowa PCV.

Drzwi wewnętrzne – płycinowe mdf.

Podłoga – płytki ceramiczne.

Powłoki tynkarskie i malarskie.

Ściany zewnętrzne pokryte tynkiem cementowo - wapiennym.

Ściany wewnętrzne pokryte tynkiem cem.-wap. gr. ok. 1,5 cm. Wyprawy tynkarskie, sufitowe cem.-wap. gr. ok. 1,5 cm - pokryte powłokami malarskimi.

Wyposażenie instalacyjne budynku:

Budynek wyposażony jest w następujące instalacje wewnętrzne:

- elektryczną,
- instalację grzewczą – typu wodnego – grzejnikowa – zasilana z kotła zlokalizowanego w piwnicy.
- wodociągową wody zimnej i wody ciepłej

- kanalizacyjną;
- gazową.

Zestawienie podstawowych wielkości charakteryzujących obiekt istniejący po projektowanej nadbudowie:

1. Powierzchnia zabudowy:	316,00m ²
2. Powierzchnia użytkowa:	382,36m ²
3. Powierzchnia całkowita:	445,38m ²
4. Kubatura brutto:	1560,59m³
5. Wysokość maksymalna (przed wejściem do budynku) n. p. t.:	7,54m 10,35m
6. Nachylenie połaci dachu:	30°
7. Szerokość frontowa budynku	25,33m
8. Długość budynku:	14,33m
9. Liczba kondygnacji nadziemnych:	1 i 2

Zastosowane rozwiązania materiałowe dla projektowanej nadbudowy.

Ściany zewnętrzne nośne – uzupełnienie szczytów.

- tynk cementowo – wapienny.
- bloczek gazobetonowy gr. 25cm

Wieńce

- beton klasy C20/25
- stal o $f_yk = 500\text{MPa}$, klasa ciągliwości min. B – zalecana stal B500SP
- zbrojenie główne – pręty #12
- zbrojenie strzemion – pręty #6,

Dach

- drewno sosnowe lub świerkowe klasy C24

Opinia geotechniczna oraz informacja o sposobie posadowienia obiektu budowlanego.

Ze względu na charakter inwestycji nie sporządza się opinii geotechnicznej.

→ **wieńce żelbetowe**, pod konstrukcję dachu projektuje się wieńce żelbetowe o wymiarach jak na rysunkach konstrukcyjnych, oparte na ścianach nośnych, wykonane z betonu C20/25 zbrojone prętami głównymi 4 # 12 oraz strzemionami #6 ze stali o $f_{yk}=500\text{MPa}$, klasa ciągliwości min.B (zalecana stal B500SP);

Pokrycie dachu – blacha płaska na rąbek stojący

Obróbki blacharskie

- ✓ rury spustowe stalowe w odcieniach szarości, mocowane do ściany hakami co 100cm.
- ✓ Obróbki attyk – stalowe, w odcieniach szarości

UWAGI:

1. Wszystkie stosowane materiały powinny mieć atesty stwierdzające zgodność z obowiązującymi przepisami i wymaganiami higieniczno - sanitarnymi i budowlanymi.
2. Materiały budowlane muszą posiadać świadectwo lub atest dopuszczający do stosowania w budownictwie na terenie RP.
3. Ze względu na konieczność zapewnienia właściwej jakości robót, należy rygorystycznie przestrzegać odpowiednich warunków technicznych wykonania i odbioru robót, z zachowaniem wymagań w zakresie BHP i ochrony przeciwpożarowej.
4. W trakcie przygotowania i realizacji inwestycji należy respektować wskazane do stosowania wymagania zawarte m.in. w:
 - Ustawie z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane.
 - Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
5. Szczegóły nie ujęte w niniejszym opracowaniu, związane z wykonaniem poszczególnych robót i elementów budynku należy realizować zgodnie z odpowiednimi instrukcjami wykonania i stosowania, warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych, obowiązującymi PN oraz wymaganiami producentów materiałów budowlanych.

3. Wytyczne robót rozbiórkowych

W ramach planowanych robót rozbiórce ulegnie: pokrycie dachowe nad częścią istniejącą budynku – warstwy stropodachy, gzymsy oraz kominy.

Teren, na którym prowadzone są prace rozbiórkowe, powinien być ogrodzony i oznakowany w sposób zabezpieczający osoby niezatrudnione na budowie przed wejściem na teren obiektu. Roboty powinny być prowadzone tak, aby nie została naruszona stateczność rozbieranego obiektu oraz tak, aby usuwanie jednego elementu konstrukcyjnego nie wywołało utraty stateczności i przewrócenia się innego fragmentu konstrukcji.

Podczas wiatru jeżeli zachodzi możliwość przewrócenia części konstrukcji obiektu roboty rozbiórkowe nie będą prowadzone. Roboty rozbiórkowe należy wstrzymać w przypadku gdy prędkość wiatru przekracza 10m/s. Niedopuszczalne jest dokonywanie rozbiórki przez podkopywanie lub podcinanie konstrukcji od dołu. Roboty rozbiórkowe należy wykonać z zachowaniem maksimum ostrożności, należy przestrzegać przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy przy robotach rozbiórkowych, a w szczególności:

- stosować odpowiednie narzędzia i sprzęt,
- stosować urządzenia zabezpieczające i ochronne
- stosować środki zabezpieczające pracowników
- zapewnić bezpieczeństwo publiczne.

W czasie prowadzenia prac rozbiórkowych materiały należy segregować i oddzielać te, które mogą być wykorzystane jako surowce wtórne. W budynku nie są wbudowane materiały szkodliwe (np. azbest) wymagające spełnienia szczególnych wymogów podczas rozbiórki i utylizacji.

Roboty związane z rozbiórką będą wykonywane ręcznie i mechanicznie. Wykonawca będzie posługiwać się sprzętem zapewniającym spełnienie wymogów jakościowych, ilościowych i wymogów bezpieczeństwa. Zastosowany przy prowadzeniu robót sprzęt nie będzie powodować uszkodzeń pozostałych, nierozbieranych elementów. Wykonawca będzie używał jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na środowisko i jakość wykonywanych robót.

4. Ekspertyza techniczna

OCENA STANU TECHNICZNEGO GŁÓWNYCH ELEMENTÓW

KONSTRUKCYJNYCH ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU USŁUGOWEGO

KRYTERIA OKREŚLAJĄCE STOPIEŃ ZNISZCZENIA POSZCZEGÓLNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

stan techniczny b. dobry	- zużycie elementu konstrukcyjnego	0 do 10 %
stan techniczny dobry	- zużycie elementu konstrukcyjnego	11 do 25 %
stan techniczny zadowalający	- zużycie elementu konstrukcyjnego	26 do 40 %
stan techniczny zły	- zniszczenie elementu konstrukcyjnego	41 do 50 %
stan techniczny awaryjny	- zniszczenie elementu konstrukcyjnego	ponad 50 %

4.1. Ściany nośne budynku.

Ściany fundamentowe, parteru i piętra wykazują liczne ślady zużycia i dużych uszkodzeń. Ściany nośne bez zarysowań, spękań i uskoków pionowych, odchylenia ścian od poziomu małe.

Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymaganiom normowym - stan techniczny dobry - zużycie procentowe 38%.

ściany należy odciąć od ścian pozostających w sposób bezwzględny.

4.2. Stropodachy.

Stropodachy nad parterem i piętem wykazują liczne spękania i uszkodzenia powstałe w wyniku licznych przecieków. Zauważono odkształcenia stropu – ugięcia. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymaganiom normowym - stan techniczny dobry - zużycie procentowe 41%.

Podsumowanie

Na podstawie oględzin elementów budynku oraz zasad klasyfikacji stanu technicznego poszczególnych elementów konstrukcyjnych stan techniczny całości obiektów określono jako zły. Główne elementy budynków: ściany nośne, są źle utrzymane, wykazują ślady znaczącego zużycia i uszkodzeń powstałych w wyniku przecieków dachu.

Projektowana nadbudowa budynku związana ze zmianą konstrukcji dachu nie naruszy konstrukcji i stabilności istniejących elementów budynku, tym samym dalsze jego użytkowanie nie będzie stanowić zagrożenia bezpieczeństwa użytkowników.

Dokonane oględziny i ocena techniczna poszczególnych elementów konstrukcyjnych budynku pozwalają na stwierdzenie, że obiekt nadaje się w pełni do projektowanej nadbudowy.

Dla przyjętych schematów i założeń projektowych, konstrukcja budynku spełnia warunki zapewniające nie przekroczenie stanów granicznych nośności i użytkowania dla wszystkich elementów konstrukcji.

Projekt budowlany opracowano na podstawie obowiązujących przepisów i wykazu polskich norm zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004r (Dz.U. Nr. 109 .poz. 1156)

5. Obliczenia konstrukcyjne:

Wszystkie obliczenia wykonano w programie RM-win 11.

Klasa konstrukcji: S4

Klasa ekspozycji: XC3 oraz XC2

Sytuacja obliczeniowa: trwała i przejściowa

Kategoria użytkowania: A

Kategoria obiektu budowlanego: IX

Przeznaczenie obiektu: edukacja – budynek nieużytkowany

Lokalizacja: Świślina

Głębokość przemarzania gruntu: 1,2 m

Dane materiałowe:

Beton: C20/25

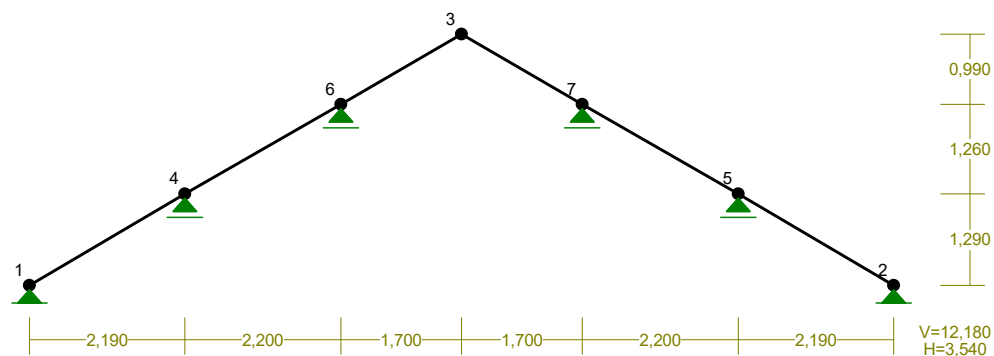
Stal zbrojenia głównego: B500SP klasa A-III, $f_{yk}=500\text{MPa}$

Stal zbrojenia poprzecznego: St3S-b klasa A-I, $f_{yk} = 240\text{MPa}$

RM_Win v. 11.116 licencja nr 40851

NAZWA: ŚWIŚLINA

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	5	9,990	1,290
2	12,180	0,000	6	4,390	2,550
3	6,090	3,540	7	7,790	2,550
4	2,190	1,290			

PODPORY:

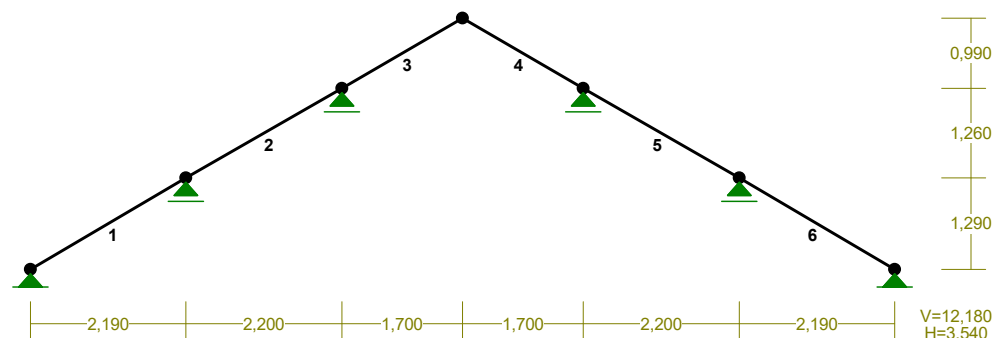
P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) : [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,0	0,0	
2	stała	0,0	0,0	0,0	
4	przesuwna	0,0	0,0*		
5	przesuwna	0,0	0,0*		
6	przesuwna	0,0	0,0*		
7	przesuwna	0,0	0,0*		

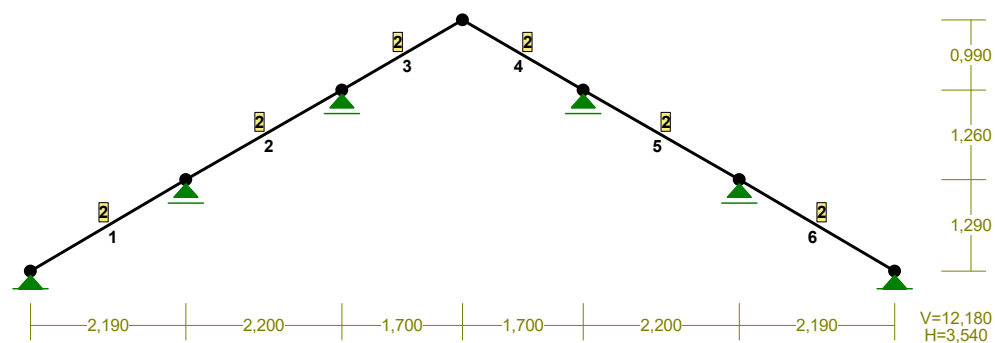
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx (Wo*) [m]:	Wy[m]:	F _{Io} [grad]:
B r a k O s i a d a ń				

PRĘTY:



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	0	3	2,190	1,290	2,542	1,000	2 B 200x80
2	00	3	5	2,200	1,260	2,535	1,000	2 B 200x80
3	00	5	2	1,700	0,990	1,967	1,000	2 B 200x80
4	00	2	6	1,700	-0,990	1,967	1,000	2 B 200x80

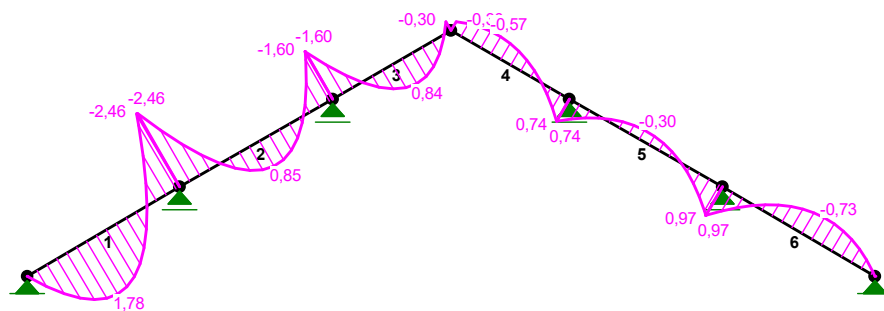
 CW-"Ciężar własny"

Stałe 1,10/1,00

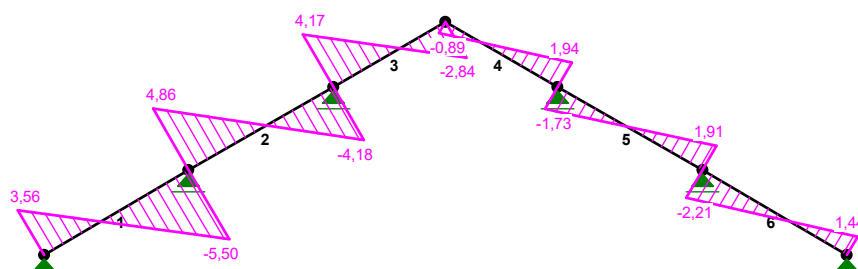
A -""

Zmienne 1 1,00 1,00

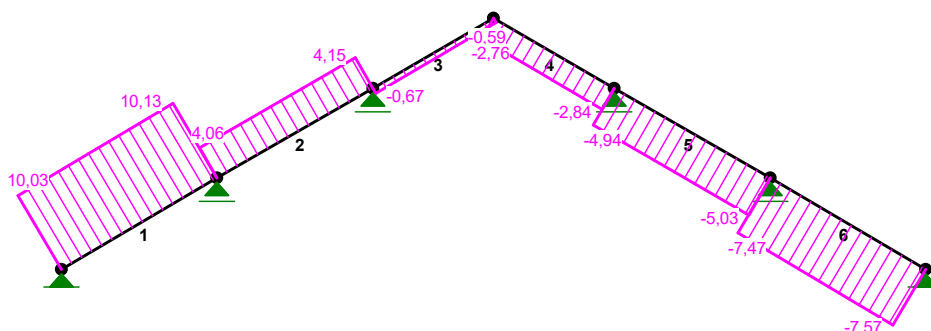
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE :

**SIŁY PRZEKROJOWE:**

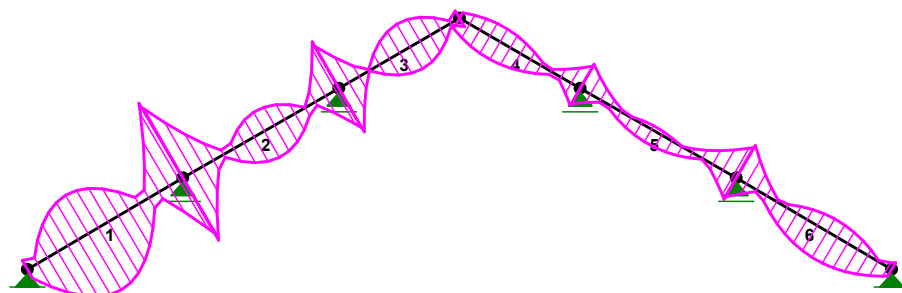
T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW A

Pręt:	x/L:	x [m] :	M [kNm] :	Q [kN] :	N [kN] :
1	0,00	0,000	0,00	3,56	10,03
	0,39	1,003	1,78*	-0,01	10,07
	1,00	2,542	-2,46	-5,50	10,13
2	0,00	0,000	-2,46	4,86	4,06
	0,54	1,367	0,85*	-0,01	4,11
	1,00	2,535	-1,60	-4,18	4,15
3	0,00	0,000	-1,60	4,17	-0,67
	0,59	1,168	0,84*	0,01	-0,62
	1,00	1,967	-0,30	-2,84	-0,59
4	0,00	0,000	-0,30	-0,89	-2,76
	0,31	0,615	-0,57*	0,00	-2,79
	1,00	1,967	0,74	1,94	-2,84
5	0,00	0,000	0,74	-1,73	-4,94
	0,48	1,208	-0,30*	0,01	-4,98
	1,00	2,535	0,97	1,91	-5,03
6	0,00	0,000	0,97	-2,21	-7,47
	0,61	1,539	-0,73*	0,00	-7,53
	1,00	2,542	0,00	1,44	-7,57

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA:

T.I rzędu

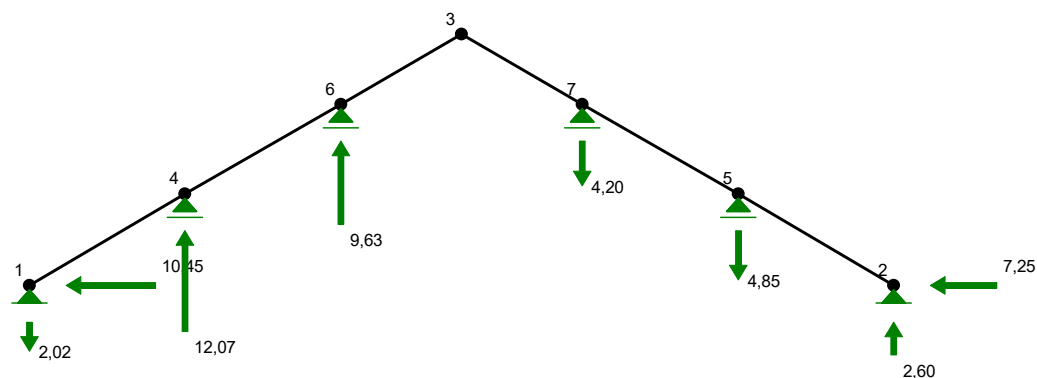
Obciążenia obl.: CW A

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
[MPa]					

133 Drewno C24					
1	0,00	0,000	0,63	0,63	0,026
	1,00	2,542	5,25	-3,99	0,219*
2	0,00	0,000	4,87	-4,36	0,203*
	1,00	2,535	3,27	-2,75	0,136
3	0,00	0,000	2,97	-3,05	0,127*
	1,00	1,967	0,52	-0,59	0,025
4	0,00	0,000	0,38	-0,73	0,030
	1,00	1,967	-1,56	1,21	0,065*
5	0,00	0,000	-1,69	1,08	0,071
	1,00	2,535	-2,13	1,50	0,089*
6	0,00	0,000	-2,28	1,35	0,095*
	1,00	2,542	-0,47	-0,47	0,020

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW A

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-10,45	-2,02	10,64	
2	-7,25	2,60	7,70	
4	0,00	12,07	12,07	
5	0,00	-4,85	4,85	
6	0,00	9,63	9,63	
7	0,00	-4,20	4,20	

REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia char.: CW A

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-10,46	-2,04	10,65	
2	-7,24	2,58	7,69	
4	0,00	12,05	12,05	
5	0,00	-4,87	4,87	
6	0,00	9,61	9,61	
7	0,00	-4,22	4,22	

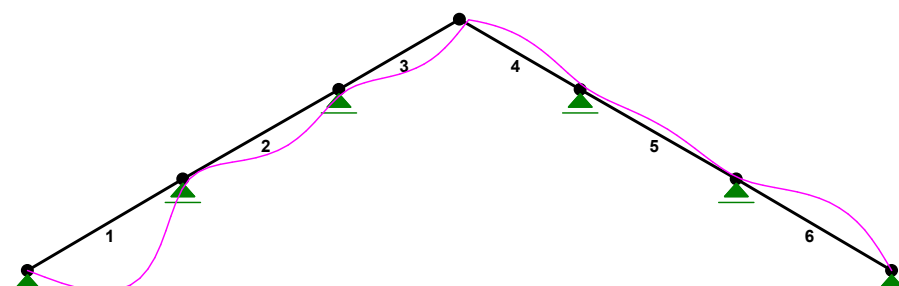
PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:

T.I rzędu

Obciążenia char.: CW A

Węzeł:	Ux [m]:	Uy [m]:	Wypadkowe [m]:	Fi [rad] ([deg]):
1	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00241 (-0,138)
2	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00100 (-0,058)
3	0,00024	-0,00001	0,00024	0,00069 (0,040)
4	0,00017	0,00000	0,00017	0,00056 (0,032)
5	0,00013	0,00000	0,00013	0,00025 (0,014)
6	0,00024	0,00000	0,00024	0,00003 (0,001)
7	0,00021	0,00000	0,00021	-0,00012 (-0,007)

PRZEMIESZCZENIA:



DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia char.: CW A

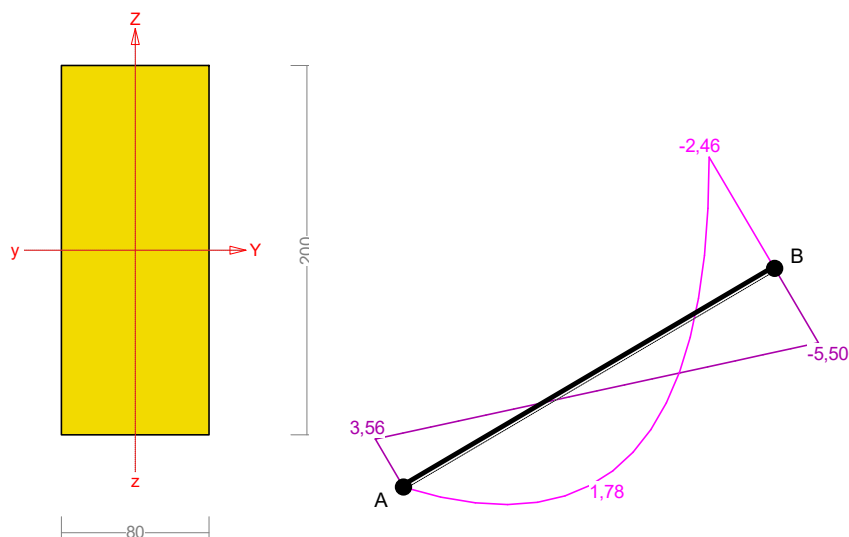
Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	FIIa[deg]:	FIIb[deg]:	f[m]:	L/f:
1	0,0000	-0,0001	-0,138	0,032	0,0016	1552,2
2	-0,0001	-0,0001	0,032	0,001	0,0005	5190,1
3	-0,0001	-0,0001	0,001	0,040	0,0004	4765,3
4	0,0001	0,0001	0,040	-0,007	0,0003	6416,8
5	0,0001	0,0001	-0,007	0,014	0,0001	17155,8
6	0,0001	0,0000	0,014	-0,058	0,0007	3743,3

Wyniki wymiarowania elementu drewnianego wg PN-B-03150:2000

RM_Drew v. 4.24 licencja nr 40851

Pręt nr 1

Zadanie: ŚWIŚLINA



Przekrój: 2 „B 200x80”

Wymiary przekroju:

$h=200,0$ mm $b=80,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=5333,3$; $J_z=853,3$ cm⁴; $A=160,00$ cm²; $i_y=5,8$; $i_z=2,3$ cm; $W_y=533,3$; $W_z=213,3$ cm³.

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).

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

$$k_{h,t} = \min [(150/80)^{0,2}; 1,3] = 1,134$$

Cechy drewna: Drewno C24.

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00 \quad f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,134 \times 14,50 = 16,44 \quad f_{t,0,d} = 7,59 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \quad f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00 \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \quad f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00 \quad f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 160,00$ cm².

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 10,08 / 160,00 \times 10 = 0,63 < 7,59 = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2542 + 200 + 200 = 2942 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2942 \times 200 \times 11,08}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,418$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,65 / 533,33 \times 10^3 = 3,09 < 11,08 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit}$$

$f_{m,d}$

Nośność dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,63}{7,59} + \frac{3,09}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,362 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,63}{7,59} + 0,7 \times \frac{3,09}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,278 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,97 / 160,00 \times 10 = 0,09 \text{ MPa}$$

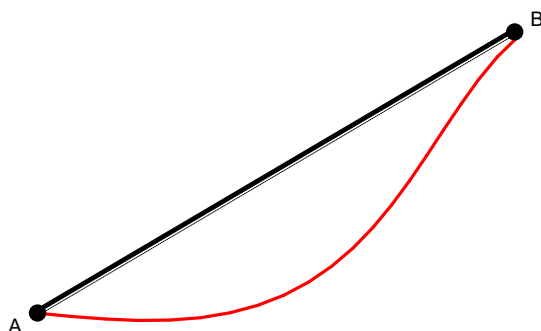
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 160,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,09^2 + 0,00^2} = 0,09 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = 1 / 150 = 16,9 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („CW”) oraz długotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -1,6 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2542)^2] (1 + 0,60) = -2,9 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od krótkotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2542)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

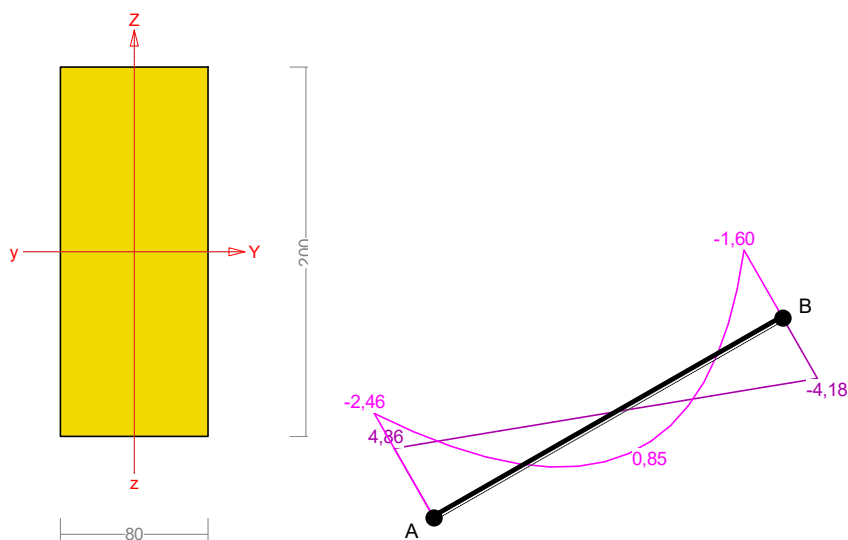
$$u_{z,fin} = -2,9 + 0,0 = 2,9 < 16,9 = u_{net,fin}$$

Wyniki wymiarowania elementu drewnianego wg PN-B-03150:2000

RM_Drew v. 4.24 licencja nr 40851

Pręt nr 2

Zadanie: ŚWIŚLINA



Przekrój: 2 „B 200x80”

Wymiary przekroju:

$h=200,0$ mm $b=80,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=5333,3$; $J_{zg}=853,3$ cm⁴; $A=160,00$ cm²; $i_y=5,8$; $i_z=2,3$ cm; $W_y=533,3$; $W_z=213,3$ cm³.

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).

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

$$k_{h,t} = \min [(150/80)^{0,2}; 1,3] = 1,134$$

Cechy drewna: Drewno C24.

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00 \quad f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,134 \times 14,50 = 16,44 \quad f_{t,0,d} = 7,59 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \quad f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00 \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \quad f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00 \quad f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

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

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=1,27 \text{ m}$; $x_b=1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 160,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 4,10 / 160,00 \times 10 = 0,26 < 7,59 = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,27 \text{ m}$; $x_b=1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2535 + 200 + 200 = 2935 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2935 \times 200 \times 11,08}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,418$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,83 / 533,33 \times 10^3 = 1,56 < 11,08 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit}$$

$f_{m,d}$

Nośność dla $x_a=1,27 \text{ m}$; $x_b=1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,26}{7,59} + \frac{1,56}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,174 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,26}{7,59} + 0,7 \times \frac{1,56}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,132 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,27 \text{ m}$; $x_b=1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,34 / 160,00 \times 10 = 0,03 \text{ MPa}$$

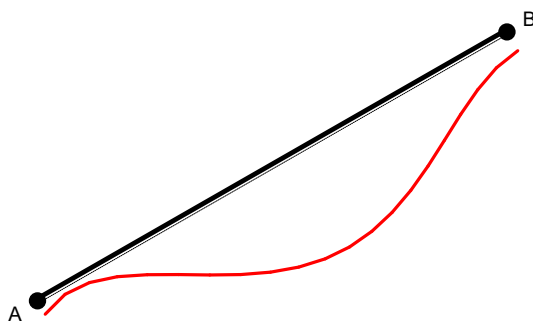
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 160,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,03^2 + 0,00^2} = 0,03 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = 1 / 150 = 16,9 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („CW ”) oraz długotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = -0,6 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2535)^2](1 + 0,60) = -1,0 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od krótkotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2535)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

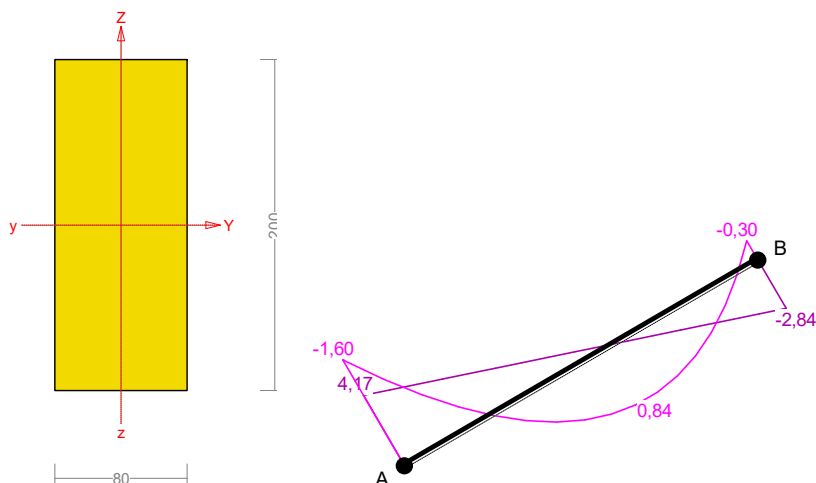
$$u_{z,\text{fin}} = -1,0 + 0,0 = -1,0 < 16,9 = u_{\text{net,fin}}$$

Wyniki wymiarowania elementu drewnianego wg PN-B-03150:2000

RM_Drew v. 4.24 licencja nr 40851

Pręt nr 3

Zadanie: ŚWIŚLINA



Przekrój: 2 „B 200x80”

Wymiary przekroju:

$h=200,0$ mm $b=80,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=5333,3$; $J_z=853,3$ cm⁴; $A=160,00$ cm²; $i_y=5,8$; $i_z=2,3$ cm; $W_y=533,3$; $W_z=213,3$ cm³.

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).

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

$$k_{h,t} = \min [(150/80)^{0,2}; 1,3] = 1,134$$

Cechy drewna: Drewno C24.

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00 \quad f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,134 \times 14,50 = 16,44 \quad f_{t,0,d} = 7,59 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \quad f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00 \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \quad f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00 \quad f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 3

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

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,98$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_c = \mu l = 0,720 \times 1,967 = 1,416 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,967 = 1,967 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 1,416 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 1,967 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,416 / 0,0577 = 24,53$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,967 / 0,0231 = 85,18$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (24,53)^2 = 121,35 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_{rel,z}^2 = 9,87 \times 7400 / (85,18)^2 = 10,06 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/121,35} = 0,416$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/10,06} = 1,444$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,416 - 0,5) + (0,416)^2] = 0,578$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,444 - 0,5) + (1,444)^2] = 1,638$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,578 + \sqrt{0,578^2 - 0,416^2}) = 1,021$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,638 + \sqrt{1,638^2 - 1,444^2}) = 0,415$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 160,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,63 / 160,00 \times 10 = 0,04 < 4,02 = 0,415 \times 9,69 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,98 \text{ m}$; $x_b=0,98 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,04}{1,021 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{1,45}{11,08} = 0,135 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,04}{0,415 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{1,45}{11,08} = 0,101 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,98 \text{ m}$; $x_b=0,98 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 1967 + 200 + 200 = 2367 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2367 \times 200 \times 11,08}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,375$$

Wartość współczynnika zwiecznienia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,77 / 533,33 \times 10^3 = 1,45 < 11,08 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit}$$

$f_{m,d}$

Nośność dla $x_a=0,98 \text{ m}$; $x_b=0,98 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,45}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,131 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{1,45}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,092 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,98$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,04^2}{9,69^2} + \frac{1,45}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,131 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,04^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{1,45}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,092 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,98$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,67 / 160,00 \times 10 = 0,06 \text{ MPa}$$

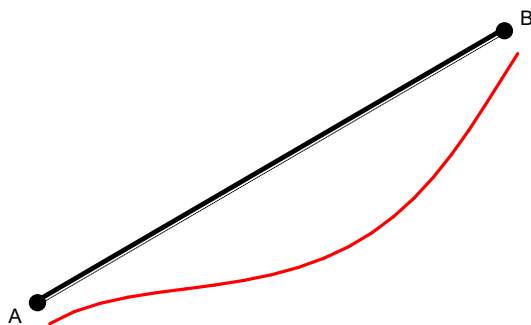
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 160,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,06^2 + 0,00^2} = 0,06 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,98$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 13,1 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („CW”) oraz długotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,5 \times [1 + 19,2 \times (200,0/1967)^2] (1 + 0,60) = -1,0 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od krótkotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (200,0/1967)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

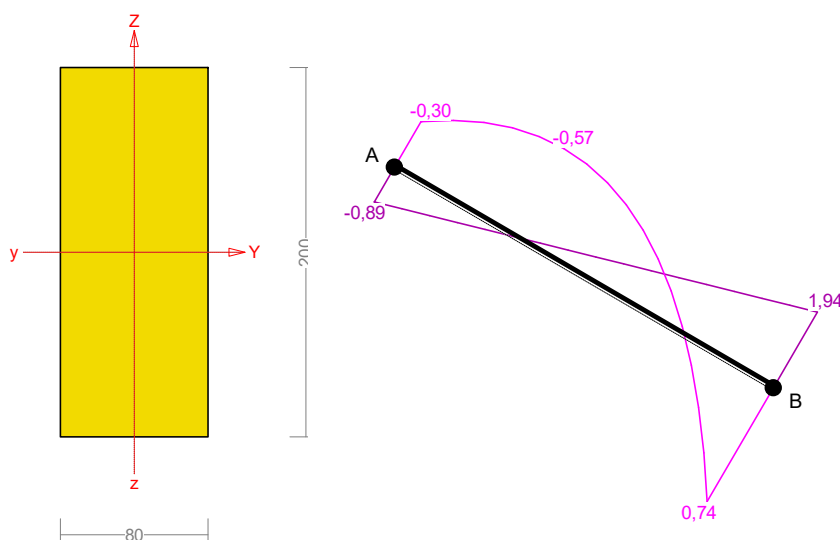
$$u_{z,\text{fin}} = -1,0 + 0,0 = -1,0 < 13,1 = u_{\text{net,fin}}$$

Wyniki wymiarowania elementu drewnianego wg PN-B-03150:2000

RM_Drew v. 4.24 licencja nr 40851

Pręt nr 4

Zadanie: ŚWIŚLINA



Przekrój: 2 „B 200x80”

Wymiary przekroju:

$h=200,0$ mm $b=80,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=5333,3$; $J_{zg}=853,3$ cm⁴; $A=160,00$ cm²; $i_y=5,8$; $i_z=2,3$ cm; $W_y=533,3$; $W_z=213,3$ cm³.

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).

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

$$k_{h,t} = \min [(150/80)^{0,2}; 1,3] = 1,134$$

Cechy drewna: Drewno C24.

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00 \quad f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,134 \times 14,50 = 16,44 \quad f_{t,0,d} = 7,59 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \quad f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00 \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \quad f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00 \quad f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 4

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

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,98 \text{ m}$; $x_b=0,98 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_c = \mu l = 0,721 \times 1,967 = 1,418 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,967 = 1,967 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 1,418 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 1,967 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,418 / 0,0577 = 24,57$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,967 / 0,0231 = 85,18$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (24,57)^2 = 121,01 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (85,18)^2 = 10,06 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/121,01} = 0,417$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/10,06} = 1,444$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,417 - 0,5) + (0,417)^2] = 0,578$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,444 - 0,5) + (1,444)^2] = 1,638$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,578 + \sqrt{0,578^2 - 0,417^2}) = 1,021$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,638 + \sqrt{1,638^2 - 1,444^2}) = 0,415$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 160,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,80 / 160,00 \times 10 = 0,17 < 4,02 = 0,415 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,98 \text{ m}$; $x_b=0,98 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,17}{1,021 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{0,89}{11,08} = 0,098 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,17}{0,415 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,89}{11,08} = 0,100 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,98$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 1967 + 200 + 200 = 2367 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2367 \times 200 \times 11,08}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,375$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,47 / 533,33 \times 10^3 = 0,89 < 11,08 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit}$$

$f_{m,d}$

Nośność dla $x_a=0,98$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,89}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,080 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,89}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,056 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,98$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,17^2}{9,69^2} + \frac{0,89}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,080 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,17^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{0,89}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,056 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,98$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,53 / 160,00 \times 10 = 0,05 \text{ MPa}$$

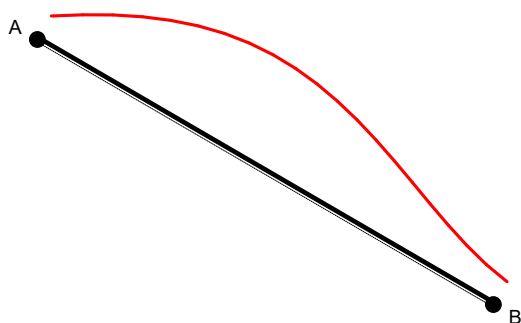
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 160,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,05^2 + 0,00^2} = 0,05 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,98$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 13,1 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („CW ”) oraz długotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = 0,4 \times [1 + 19,2 \times (200,0/1967)^2](1 + 0,60) = 0,8 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od krótkotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (200,0/1967)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

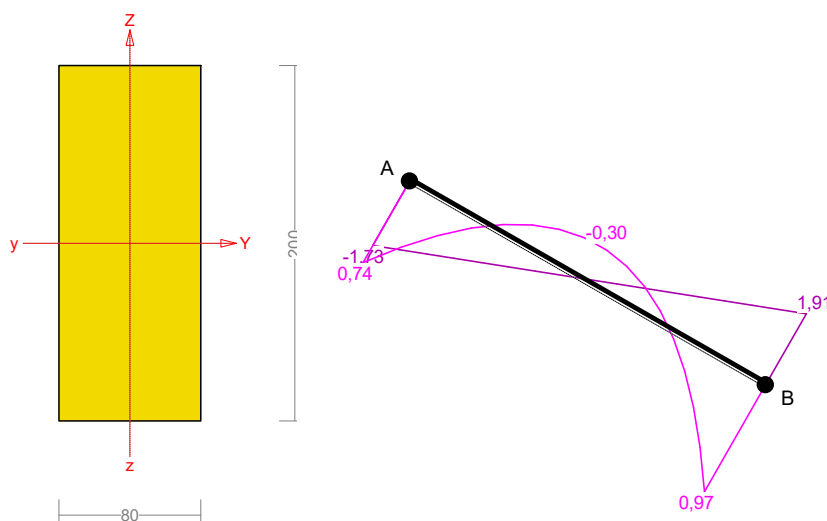
$$u_{z,\text{fin}} = 0,8 + 0,0 = 0,8 < 13,1 = u_{\text{net,fin}}$$

Wyniki wymiarowania elementu drewnianego wg PN-B-03150:2000

RM_Drew v. 4.24 licencja nr 40851

Pręt nr 5

Zadanie: ŚWIŚLINA



Przekrój: 2 „B 200x80”

Wymiary przekroju:

$h=200,0$ mm $b=80,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=5333,3$; $J_{zg}=853,3$ cm⁴; $A=160,00$ cm²; $i_y=5,8$; $i_z=2,3$ cm; $W_y=533,3$; $W_z=213,3$ cm³.

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).

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

$$k_{h,t} = \min [(150/80)^{0,2}; 1,3] = 1,134$$

Cechy drewna: Drewno C24.

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00 \quad f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,134 \times 14,50 = 16,44 \quad f_{t,0,d} = 7,59 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \quad f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00 \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \quad f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00 \quad f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 5

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

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_c = \mu l = 0,698 \times 2,535 = 1,769 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,535 = 2,535 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 1,770 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,535 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,770 / 0,0577 = 30,65$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,535 / 0,0231 = 109,78$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (30,65)^2 = 77,74 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (109,78)^2 = 6,06 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 77,74} = 0,520$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 6,06} = 1,862$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,520 - 0,5) + (0,520)^2] = 0,637$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,862 - 0,5) + (1,862)^2] = 2,369$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,637 + \sqrt{0,637^2 - 0,520^2}) = 0,995$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,369 + \sqrt{2,369^2 - 1,862^2}) = 0,261$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 160,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 4,99 / 160,00 \times 10 = 0,31 < 2,53 = 0,261 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a = 1,27 \text{ m}$; $x_b = 1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,31}{0,995 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{0,56}{11,08} = 0,083 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,31}{0,261 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,56}{11,08} = 0,159 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a = 1,27 \text{ m}$; $x_b = 1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2535 + 200 + 200 = 2935 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2935 \times 200 \times 11,08}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,418$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,30 / 533,33 \times 10^3 = 0,56 < 11,08 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit}$$

$f_{m,d}$

Nośność dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,56}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,051 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,56}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,035 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,31^2}{9,69^2} + \frac{0,56}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,052 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,31^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{0,56}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,037 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,09 / 160,00 \times 10 = 0,01 \text{ MPa}$$

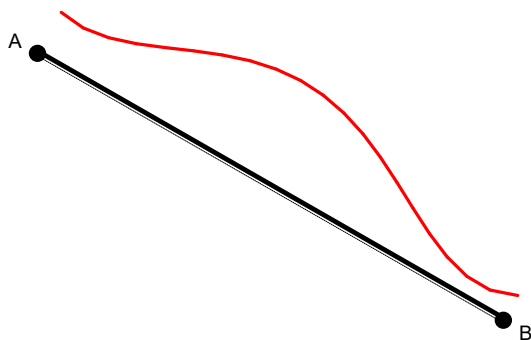
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 160,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,00^2} = 0,01 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = 1 / 150 = 16,9 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („CW”) oraz długotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = 0,2 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2535)^2](1 + 0,60) = 0,4 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od krótkotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2535)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

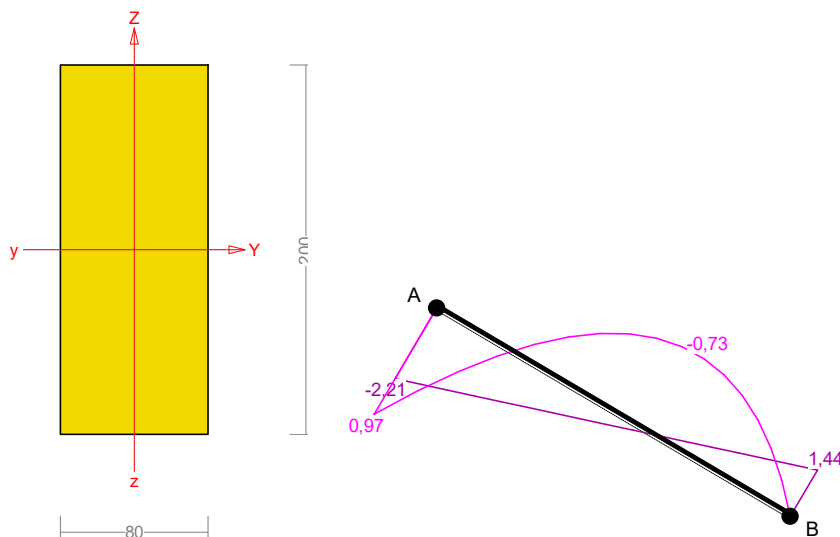
$$u_{z,\text{fin}} = 0,4 + 0,0 = 0,4 < 16,9 = u_{\text{net,fin}}$$

Wyniki wymiarowania elementu drewnianego wg PN-B-03150:2000

RM_Drew v. 4.24 licencja nr 40851

Pręt nr 6

Zadanie: ŚWIŚLINA



Przekrój: 2 „B 200x80”

Wymiary przekroju:

$h=200,0 \text{ mm}$ $b=80,0 \text{ mm}$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=5333,3$; $J_{zg}=853,3 \text{ cm}^4$; $A=160,00 \text{ cm}^2$; $i_y=5,8$; $i_z=2,3 \text{ cm}$; $W_y=533,3$; $W_z=213,3 \text{ cm}^3$.

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).

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

$$k_{h,t} = \min [(150/80)^{0,2}; 1,3] = 1,134$$

Cechy drewna: Drewno C24.

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00 \quad f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,134 \times 14,50 = 16,44 \quad f_{t,0,d} = 7,59 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \quad f_{t,90,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00 \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \quad f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00 \quad f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 6

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

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a = 1,27 \text{ m}$; $x_b = 1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_c = \mu l = 0,830 \times 2,542 = 2,110 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,542 = 2,542 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 2,110 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,542 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,110 / 0,0577 = 36,54$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,542 / 0,0231 = 110,06$$

$$\sigma_{c,\text{crit},y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (36,54)^2 = 54,70 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,\text{crit},z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (110,06)^2 = 6,03 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{\text{rel},y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,\text{crit},y}} = \sqrt{21/54,70} = 0,620$$

$$\lambda_{\text{rel},z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,\text{crit},z}} = \sqrt{21/6,03} = 1,866$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},y} - 0,5) + \lambda_{\text{rel},y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,620 - 0,5) + (0,620)^2] = 0,704$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,866 - 0,5) + (1,866)^2] = 2,378$$

$$k_{c,y} = 1/(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1/(0,704 + \sqrt{0,704^2 - 0,620^2}) = 0,963$$

$$k_{c,z} = 1/(k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1/(2,378 + \sqrt{2,378^2 - 1,866^2}) = 0,260$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 160,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 7,52 / 160,00 \times 10 = 0,47 < 2,52 = 0,260 \times 9,69 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,27 \text{ m}$; $x_b=1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,47}{0,963 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{1,27}{11,08} = 0,165 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,47}{0,260 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{1,27}{11,08} = 0,267 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,27 \text{ m}$; $x_b=1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2542 + 200 + 200 = 2942 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2942 \times 200 \times 11,08}{3,142 \times 80^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{4 \times 11000}{690}} = 0,418$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,68 / 533,33 \times 10^3 = 1,27 < 11,08 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,27 \text{ m}$; $x_b=1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,27}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,114 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{1,27}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,080 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,27 \text{ m}$; $x_b=1,27 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,47^2}{9,69^2} + \frac{1,27}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,117 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,47^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{1,27}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,082 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,38 / 160,00 \times 10 = 0,04 \text{ MPa}$$

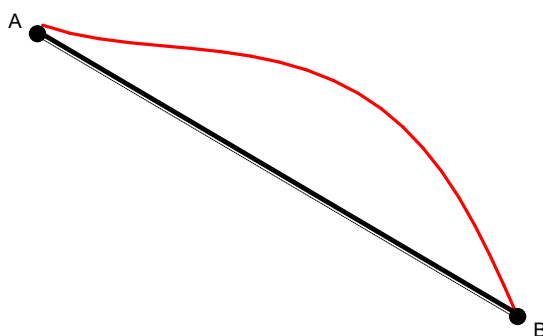
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 160,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,04^2 + 0,00^2} = 0,04 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,27$ m; $x_b=1,27$ m, przy obciążeniach „CW A”.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = 1 / 150 = 16,9 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („CW”) oraz długotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,7 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2542)^2] (1 + 0,60) = 1,2 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od krótkotrwałej części obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (200,0/2542)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 1,2 + 0,0 = 1,2 < 16,9 = u_{net,fin}$$

6. Opis projektowanych instalacji

W projektowanej nadbudowie nie projektuje się żadnych instalacji.

7. Projektowana charakterystyka energetyczna budynku

Ze względu na charakter inwestycji – nadbudowa budynku polegająca na zmianie konstrukcji dachu oraz fakt iż budynek jest nieużytkowany – nie sporządza się charakterystyki energetycznej budynku.

8. Analiza możliwości racjonalnego wykorzystania alternatywnych źródeł energii

Ze względu na charakter inwestycji – nadbudowa budynku polegająca na zmianie konstrukcji dachu oraz fakt iż budynek jest nieużytkowany – nie sporządza się analizy możliwości racjonalnego wykorzystywania alternatywnych źródeł energii.

Projektant:

Branża konstrukcyjna: mgr inż. Monika Perchel

SWK/0005/PWOK/07

Branża konstrukcyjna - mgr inż. Monika Podyma

SWK/0026/PWBKb/25

MARZEC 2026

III. Część rysunkowa

IV. Dokumenty dołączone do projektu