

EKSPERTYZA TECHNICZNA O STANIE TECHNICZNYM BUDYNKU MIESZKALNEGO, WIELORODZINNEGO WRAZ Z ANALIZĄ EKONOMICZNĄ OPŁACALNOŚCI WYKONANIA REMONTU PRZY UL. ABRAMOWSKIEGO 20 W ŁODZI

ZAMAWIAJĄCY:	<i>Miasto Łódź ul. Piotrkowska 104 90-926 Łódź</i>
ADRES OBIEKTU:	<i>90-001 Łódź, ul. Abramowskiego 20, dz. nr ew. 104/4, obręb S-8</i>
TEMAT:	<i>EKSPERTYZA TECHNICZNA O STANIE TECHNICZNYM BUDYNKU MIESZKALNEGO, WIELORODZINNEGO WRAZ Z ANALIZĄ EKONOMICZNĄ OPŁACALNOŚCI WYKONANIA REMONTU PRZY UL. ABRAMOWSKIEGO 20 W ŁODZI</i>
OPRACOWAŁ:	<i>mgr inż. Przemysław Zawadzki – upr. nr OPL/0096/POOK/04</i>



Łódź, 3 marca 2023

NR. EGZ.

Zawartość opracowania:

Oświadczenie o kompletności dokumentacji

Uprawnienia

Zaświadczenie z izby

1. Dane ogólne
 - 1.1 Podstawa opracowania
 - 1.2 Przedmiot i cel opracowania
 - 1.3 Materiały wykorzystane
 - 1.4 Dane ewidencyjne
2. Opis obiektu
 - 2.1 Lokalizacja i forma zabudowy
 - 2.2 Funkcja obiektu
 - 2.3 Opis konstrukcji budynku
 - 2.3.1 Fundamenty
 - 2.3.2 Ściany nośne
 - 2.3.3 Ściany działowe
 - 2.3.4 Stropy
 - 2.3.5 Dach
 - 2.3.6 Schody
 - 2.3.7 Kominy
 - 2.3.8 Balkony
 - 2.4 Opis elementów wykończeniowych
 - 2.4.1 Tynki zewnętrzne i elementy wykończenia elewacji
 - 2.4.2 Tynki wewnętrzne
 - 2.4.3 Podłogi i posadzki
 - 2.4.4 Stolarka okienna i drzwiowa
 - 2.4.5 Obróbki blacharskie, rynny i rury spustowe
 - 2.4.6 Instalacje
3. Stan techniczny elementów, opis uszkodzeń
 - 3.1 Kryteria ogólne oceny i klasyfikacji technicznej stanu elementów budynku
 - 3.2 Fundamenty
 - 3.3 Ściany nośne
 - 3.4 Ściany działowe
 - 3.5 Stropy
 - 3.6 Konstrukcja dachu i pokrycie
 - 3.7 Schody
 - 3.8 Kominy
 - 3.9 Balkony
 - 3.10 Tynki zewnętrzne i elementy wykończenia elewacji
 - 3.11 Tynki wewnętrzne
 - 3.12 Podłogi i posadzki
 - 3.13 Stolarka okienna i drzwiowa
 - 3.14 Obróbki blacharskie, rynny i rury spustowe
4. Analiza opłacalności remontu budynku
 - 4.1 Określenie zużycia technicznego
 - 4.2 Określenie zużycia technicznego obiektu z uwagi na jego aktualny stan techniczny
 - 4.3 Analiza opłacalności remontu
5. Wnioski i zalecenia
 - 5.1 Wnioski
 - 5.2 Zalecenia
6. Obliczenia

Oświadczenie o kompletności dokumentacji

Dotyczy: wykonania ekspertyzy technicznej wraz z analizą ekonomiczną opłacalności wykonania remontu dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego położonego przy ul. Abramowskiego 20 w Łodzi, obręb ewidencyjny S-8, dz. nr ew. 104/4.

Oświadczam, że ekspertyza techniczna wraz z analizą ekonomiczną opłacalności wykonania remontu dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego położonego przy ul. Abramowskiego 20 w Łodzi, obręb ewidencyjny S-8, dz. nr ew. 104/4 została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz normami i jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

1. Dane ogólne.

1.1 Podstawa opracowania.

Podstawą opracowania są:

- Umowa z Inwestorem,
- mapa zasadnicza 1:500,
- wytyczne do wykonania ekspertyzy technicznej o stanie technicznym budynku mieszkalnego, wielorodzinnego wraz z analizą ekonomiczną opłacalności wykonania remontu- stanowiącej integralną część umowy,
- istniejące materiały ewidencyjno- własnościowe dla obiektu,
- obowiązujące w Polsce regulacje prawne, standardy, normy, normatywy.

1.2 Przedmiot i cel opracowania.

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza techniczna o stanie technicznym budynku mieszkalnego wielorodzinnego wraz z analizą ekonomiczną opłacalności wykonania remontu, położonego przy ul. Abramowskiego 20 w Łodzi, obręb ewidencyjny S-8, dz. nr ew. 104/4, do celów projektowych.

1.3 Materiały wykorzystane.

Ekspertyzę wykonano na podstawie aktualnej inwentaryzacji obiektu- stanowiącej integralną część opracowania, oględzin i badań stanu technicznego obiektu, a w szczególności jego elementów konstrukcyjnych.

Niniejsza ekspertyza odpowiada na zagadnienia przepisu § 206 ust. 2 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

1.4 Dane ewidencyjne.

1.4.1.Obiekt	Budynek mieszkalny wielorodzinny
1.4.2.Adres:	90-001 Łódź, ul. Abramowskiego 20, dz. nr ew. 104/4, obręb S-8
1.4.3.Właściciel	Miasto Łódź, ul. Piotrkowska 104, 90-926 Łódź
1.4.4.Kubatura	4010,66 m³
1.4.5.Pow. Użytkowa	732,00 m² (brak dostępu do wszystkich pomieszczeń)
1.4.6.Liczba kondygnacji	4

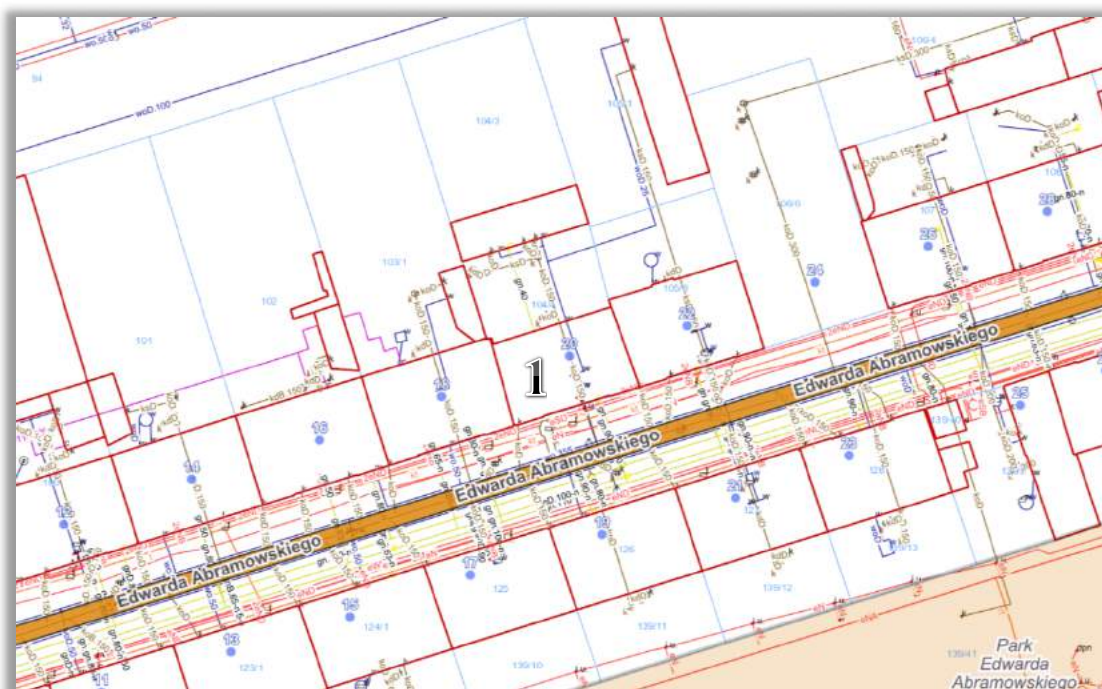
2. Opis obiektu.

2.1 Lokalizacja i forma zabudowy.

Budynek objęty opracowaniem znajduje się na Osiedlu Katedralna, przy ul. Abramowskiego 20 w Łodzi, obręb ewidencyjny S-8, dz. nr ew. 104/4.

Teren, na którym znajduje się budynek jest nieogrodzony. Obiekt obsługiwany komunikacyjnie od strony ul. Abramowskiego. Wejście do budynku znajduje się w ścianie bocznej przejazdu bramowego prowadzącego na podwórze.

Budynek czterokondygnacyjny, niepodpiwniczony o planie zbliżonym do prostokąta, kryty dachem płaskim dwuspadowym o konstrukcji drewnianej płatwiowo-krokwiowej. Fundamenty w postaci łąw ceglanych. Ściany nośne zewnętrzne i wewnętrzne murowane z cegły pełnej. Stropy drewniane, belkowe, ze ślepym pułapem. Komunikacja w budynku zapewniona jedną klatką schodową. Biegi schodowe od poziomu przyziemia do drugiego piętra betonowe ze spocznikami ceglanyymi na belkach stalowych typu Kleina. Pozostałe schody drewniane, policzkowe. Pokrycie dachu z papy termozgrzewalnej.



Rys. 1. Plan sytuacyjny – budynek oznaczony nr „1”

2.2 Funkcja obiektu.

Budynek czterokondygnacyjny, niepodpiwniczony, pełniący funkcję mieszkalną. W obiekcie znajduje się 24 wydzielonych lokali.

W budynku znajdują się następujące pomieszczenia:

Parter

Nr. pom.	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia [m ²]
0.1	Korytarz	4,50
0.2	Klatka schodowa	10,90
0.3	Pom. techniczne	6,00
0.4	Korytarz	7,10
0.5	WC	1,00

0.6	Pom. gosp.	1,00
M1.1	Kuchnia	12,60
M1.2	WC	1,80
M1.3	Pokój	16,30
M2.1	Pokój	29,60
M2.2	WC	3,00
M3.1	Korytarz	6,30
M3.2	Kuchnia	6,90
M3.3	Pokój	11,40
M3.4	Pokój	16,20
M4.1	Pokój z aneksem	12,50
M4.2	Pokój	17,00
łącznie		164,10

I piętro

Nr. pom.	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia [m²]
1.1	WC	1,00
1.2	Pom. gosp.	1,00
1.3	Korytarz	11,30
1.4	Korytarz	8,40
1.5	Korytarz	7,10
1.6	WC	1,00
1.7	Pom. gosp.	1,00
M5.1	Pokój z aneksem	16,30
M6.1	Pokój z aneksem	12,30
M7.1	Pokój z aneksem	13,90
M7.2	Pokój	11,40
M8.1	Pokój	13,40
M8.2	Łazienka	2,90
M8.3	Korytarz	2,70
M8.4	Kuchnia	6,70
M8.5	Pokój	17,40
M9.1	Pokój z aneksem	12,80
M9.2	Pokój	16,20
M10.1	Pokój z aneksem	12,50
M10.2	Pokój	16,50
łącznie		185,80

II piętro

Nr. pom.	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia [m²]
2.1	WC	1,00
2.2	Pom. gosp.	1,00
2.3	Korytarz	11,30
2.4	Korytarz	8,40
2.5	Korytarz	7,10
2.6	WC	1,00
2.7	Pom. gosp.	1,00
M11.1	Pokój z aneksem	16,30
M12.1	Pokój	12,30
M12.2	Pokój z aneksem	13,90
M13.1	Pokój z aneksem	17,40
M13.2	Łazienka	2,90

M13.3	Pokój	9,60
M14.1	Pokój z aneksem	13,40
M15.1	Pokój	11,40
M15.2	Pokój z aneksem	12,80
M15.3	Pokój	16,20
M16.1	Pokój z aneksem	12,50
M16.2	Pokój	16,50
łącznie		186,00

III piętro

Nr. pom.	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia [m ²]
2.3	Korytarz	11,30
3.1	WC	1,00
3.2	Pom.gosp.	1,00
3.4	Korytarz	14,90
3.5	WC	1,00
3.6	Pom. gosp.	1,00
M17.1	Pokój z aneksem	16,30
M18.1	Pokój z aneksem	26,80
M19.1	Pokój z aneksem	17,40
M19.2	Pokój	12,80
M20.1	Pokój z aneksem	13,40
M21.1	Pokój z aneksem	11,40
M22.1	Pokój z aneksem	12,80
M23.1	Pokój z aneksem	16,20
M24.1	Pokój z aneksem	12,50
M24.2	Pokój	16,50
łącznie		186,30

Strych

Nr. pom.	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia [m ²]
4.1	Korytarz	9,80
łącznie		9,80

2.3 Opis konstrukcji budynku.

2.3.1 Fundamenty.

Budynek niepodpiwniczony, posadowiony bezpośrednio poprzez fundamenty murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej.

2.3.2 Ściany nośne.

Ściany nośne zewnętrzne i wewnętrzne o zróżnicowanej grubości, murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej.

Nadproża otworów okiennych i drzwiowych wykonane jako stalowe z kształtowników gorącowalcowanych oraz ceglane, sklepione – płaskie i łukowe typu Kleina.

2.3.3 Ściany działowe.

Ściany działowe murowane z cegły, częściowo wykonane jako drewniane i gipsowo-kartonowe.

2.3.4 Stropy.

Stropy międzykondygnacyjne belkowe, drewniane ze ślepym pułapem. Wypełnienie w postaci polepy. Podsufitki drewniane wykończone tynkiem na trzcinie.

Przejazd bramowy wieńczony stropami odcinkowymi, ceglanymi na belkach stalowych.

2.3.5 Dach.

Dach dwuspadowy, deskowany, o ustroju płatwiowo-krokwiowym z dwiema ramami stolcowymi. Pokrycie dachu w postaci papy termozgrzewalnej.

2.3.6 Schody.

Budynek o jednej klatce schodowej o układzie dwubiegowym ze spocznikami. Schody z poziomu przyziemia do poziomu drugiego piętra wykonane jako betonowe na belkach stalowych, wykończone lastrykiem. Spoczniki odcinkowe, ceglane na belkach stalowych.

Schody od poziomu drugiego piętra wykonane jako policzkowe, drewniane.

2.3.7 Kominy

Trzony kominowe murowane z cegły ceramicznej pełnej.

2.3.8 Balkony

Balkony wspornikowe na belkach stalowych z wypełnieniem w postaci płyty ceglanej – typu Kleina.

2.4 Opis elementów wykończeniowych.

2.4.1 Tynki zewnętrzne.

Tynki zewnętrzne cementowo-wapienne.

2.4.2 Tynki wewnętrzne.

Tynki wewnętrzne cementowo-wapienne i wapienne.

2.4.3 Podłogi i posadzki.

W lokalach mieszkalnych podłogi wykończone indywidualnie przez lokatorów – drewno, panele drewniane, płytki ceramiczne, wykładziny.

W części wspólnej podłogi z desek na legarach drewnianych.

2.4.4 Stolarka okienna i drzwiowa.

Stolarka okienna częściowo wymieniona na PVC, pozostałe okna drewniane.
Stolarka drzwiowa drewniana.

2.4.5 Obróbki blacharskie, rynny i rury spustowe.

Obróbki blacharskie, rynny, rury spustowe z blachy stalowej ocynkowanej.

2.4.6 Instalacje.

Budynek wyposażony w instalacje:

- elektryczną,
- wodociągową,
- kanalizacji sanitarnej,
- kanalizacji deszczowej,
- gazową.

3. Stan techniczny elementów, opis uszkodzeń

3.1 Kryteria ogólne oceny i klasyfikacji technicznej stanu elementów budynku

Klasyfikacja stanu technicznego	Procent zużycia elementu	Kryterium oceny elementu
DOBRY	0%÷15%	Element budynku, lub rodzaj konstrukcji, wykończenia, wyposażenia, jest dobrze utrzymany, konserwowany, nie wykazuje zużycia i uszkodzeń. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymogom norm.
ZADOWALAJĄCY	16%÷30%	Element budynku utrzymywany jest należycie. Celowy jest remont bieżący polegający na drobnych naprawach, uzupełnieniach, konserwacji, impregnacji.
ŚREDNI	31%÷50%	W elementach budynku występują niewielkie uszkodzenia i ubytki nie zagrażające bezpieczeństwu. Celowe jest przeprowadzenie naprawy bieżącej.
ZŁY	51%÷70%	W elementach budynku występują znaczne uszkodzenia, ubytki. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów mają obniżoną klasę. Celowe jest wykonanie naprawy głównej o charakterze odtworzeniowym.
AWARYJNY	ponad 70%	W elementach budynku występują duże uszkodzenia i ubytki, które zagrażają dalszemu użytkowaniu. Zahamowanie zagrożenia wymaga rozbiórki i wykonania nowego elementu. W uzasadnionych wypadkach zahamowanie zagrożenia może nastąpić w drodze remontu kapitalnego w bardzo dużym zakresie.

3.2 Fundamenty

Na podstawie wysokiego zawilgocenia i obecności wykwitów solnych murów w poziomie przyziemia stwierdza się, że fundamenty nie posiadają izolacji przeciwwilgociowych poziomych i pionowych zabezpieczających przed wnikaniem wilgoci do murów poprzez podciąganie kapilarne z gruntu.

Stan techniczny fundamentów ocenia się jako średni.

3.3 Ściany nośne

Podczas oględzin budynku stwierdzono występowanie licznych spękań i zarysowań pionowych oraz ukośnych zlokalizowanych w obrębie pasów międzyokiennych, nadproży i gzymsów. Mury w poziomie przyziemia zawilgocone z wykwitami. Narożniki przy przejeździe bramowym spękań z dużymi ubytkami tynków oraz cegieł.

Strefa cokołowa lokalnie uszkodzona z ubytkami tynków oraz cegieł.

Narożnik od strony północnej, na styku z budynkiem przy ul. Abramowskiego 22, zarysowany pionowo na całej swej wysokości.

Ściany wewnętrzne klatki schodowej spękań i zarysowane ukośnie i podłużnie, ze znacznymi ubytkami tynków, spoin oraz cegieł.

Stan techniczny ścian nośnych ocenia się jako średni.



Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3



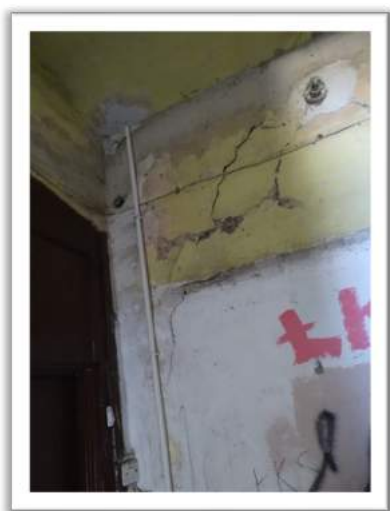
Fot. 4



Fot. 5



Fot. 6



Fot. 7



Fot. 8



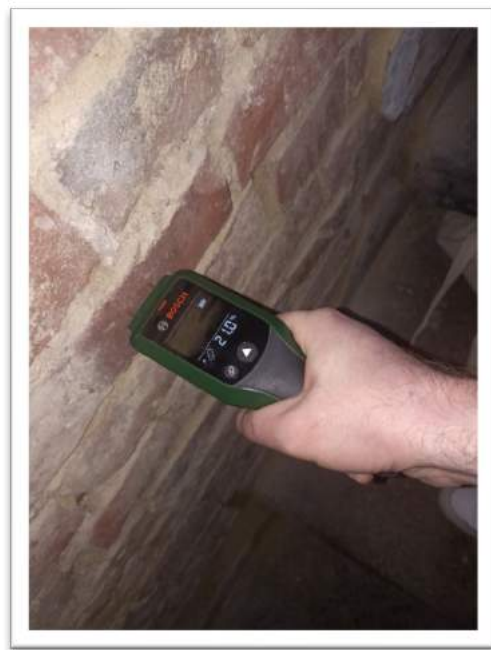
Fot. 9



Fot. 10



Fot. 11



Fot. 12

3.4 Ściany działowe

Nie stwierdzono uszkodzeń ścian działowych w dostępnych pomieszczeniach.

Stan techniczny ścian działowych ocenia się jako zadowalający.

3.5 Stropy

Strop nad przejazdem bramowym odcinkowy na belkach stalowych – płyty ceglane zarysowane, pasy dolne belek skorodowane.

Stropy drewniane poddasza z widocznymi licznymi śladami zawilgocenia na skutek zalewania wodami opadowymi z nieszczelnego pokrycia dachowego. Część belek stropowych wykazuje silne ugięcie.

Brak zabezpieczenia belek drewnianych opartych na murach zewnętrznych powoduje ich butwienie.

Wzrost wilgotności zmniejsza wytrzymałość konstrukcji drewnianej oraz prowadzi do rozwoju grzybów i zagnieżdżenia się owadów.



Fot. 13



Fot. 14

Stan techniczny stropów ocenia się jako średni.

3.6 Konstrukcja dachu i pokrycie

Pokrycie dachowe z papy termozgrzewalnej nieszczelne z widocznymi licznymi miejscami przecieków. W celu zapobiegnięcia przedostawania się wody do niższych kondygnacji zastosowano prowizoryczne zabezpieczenia foliami i naczyniami do gromadzenia deszczówki.

Więźba dachowa zawilgocona z widoczną postępującą korozją biologiczną – wykwyty białe i czarne. Deskowanie zbutwiałe i zdegradowane.

Stan techniczny konstrukcji dachu i pokrycia ocenia się jako zły.



Fot. 15



Fot. 16



Fot. 17



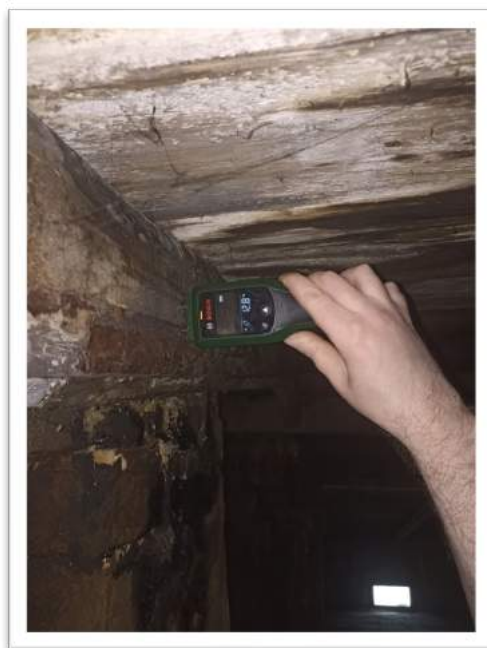
Fot. 18



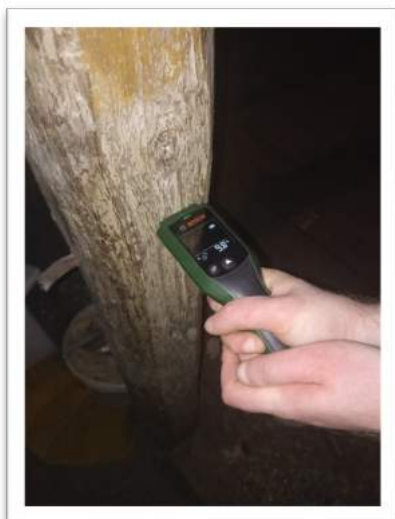
Fot. 19



Fot. 20



Fot. 21



Fot. 22

3.7 Schody

Betonowe stopnie wytarte, spękanе z dużymi ubytkami. Belki stalowe schodów skorodowane. Balustrady stalowe niekompletne. Odcinkowe płyty spocznikowe i podesty silnie zarysowane. Drewniana konstrukcja schodów zawilgocona i porażona biologicznie.

Stan techniczny schodów ocenia się jako zły.



Fot. 23



Fot. 24



Fot. 25



Fot. 26



Fot. 27

3.8 Kominy

Trzony kominowe w poziomie poddasza zawilgocone i zarysowane. Tynk odspajający się. Powodem zawilgocenia są nieszczelności w obrębie obróbek blacharskich.

Stan techniczny kominów ocenia się jako średni.



Fot. 28



Fot. 29

3.9 Balkony

Płyty ceglane balkonów zarysowane, tynki łuszczące się, luźne i odpadające na skutek przecieków oraz korozji mrozowej.

Stan techniczny balkonów ocenia się jako średni.



Fot. 30



Fot. 31

3.10 Tynki zewnętrzne i elementy wykończenia elewacji.

W czasie oględzin na elewacji stwierdzono liczne ślady aktów wandalizmu. Tynki elewacji południowej – frontowej spękane, częściowo obsypujące się. Gzymsy okapowe z ubytkami. Tynki zewnętrzne na elewacji północnej – podwórzowej z zarysowaniami włosowatymi na niemal całej swojej powierzchni. Tynki w przejeździe bramowym znacznie zdegradowane.

Stan techniczny tynków zewnętrznych ocenia się jako zły.



Fot. 32



Fot. 33



Fot. 34



Fot. 35



Fot. 36

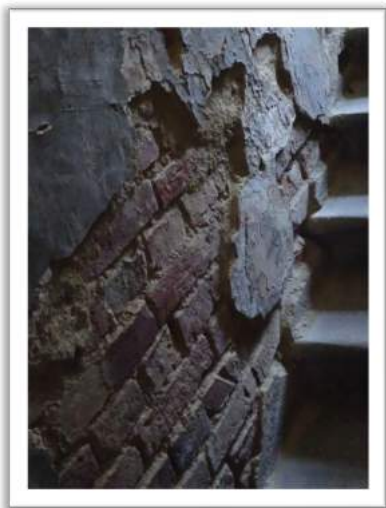


Fot. 37

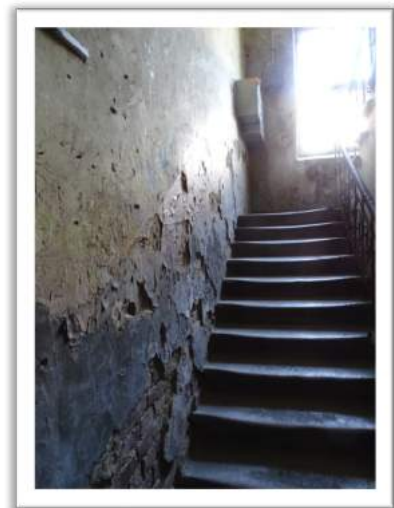
3.11 Tynki wewnętrzne.

Tynki wewnętrzne łuszczące się, silnie zawilgocone i zagrzybione. Tynki klatki schodowej złuszczone i zmurzałe.

Stan techniczny obróbek blacharskich ocenia się jako zły.



Fot. 13



Fot. 14



Fot. 40



Fot. 41

3.12 Podłogi i posadzki.

Drewniane podłogi części wspólnych budynku – korytarze, klatka schodowa – zużyte i wyeksploatowane na skutek wieloletniego użytkowania i braku bieżących napraw.

Stan techniczny podłóg i posadzek ocenia się jako średni.

3.13 Stolarka okienna i drzwiowa.

Stolarka drewniana zdegradowana, kwalifikująca się do wymiany. Okna strychu zniszczone. Część stolarki okiennej nieprawidłowo osadzona, nieszczelna z niewłaściwie wykonanymi parapetami. Drzwi wejściowe do lokali częściowo zdegradowane.

Stan techniczny stolarki okiennej i drzwiowej ocenia się jako średni.



Fot. 42

3.14 Obróbki blacharskie, rynny i rury spustowe.

Stwierdzono nieszczelności obróbek blacharskich przy trzonach kominowych oraz korozję rynien i rur spustowych. Łączenia poszczególnych elementów niegwarantujące szczelności. Obróbki blacharskie gzymsów skorodowane ze znacznymi ubytkami.

Uszkodzenia części parapetów zewnętrznych oraz częściowy ich brak powoduje silne zawilgocenie murów.

Stan techniczny obróbek blacharskich ocenia się jako średni.



Fot. 43



Fot. 44

4. Analiza opłacalności remontu budynku

4.1. Określenie zużycia technicznego

Ustalenie stopnia zużycia dla budynku mieszkalnego jako całości metodą czasową (Rossa)

Procentowe zużycie wiekowe budynku:

$$S_n = \frac{t}{T} * 100$$

gdzie:

S_n – stopień zużycia technicznego budynku wyrażony w procentach,

t – okres eksploatacji budynku w latach,

T – przewidywany całkowity okres trwałości budynku w latach.

Dla przedmiotowego budynku przyjęto:

$$t = 100 \text{ [lat]}$$

$$T = 90 \text{ [lat]}$$

$$S_n = \frac{100}{90} * 100 = 111\%$$

Zużycie obiektu na podstawie metody czasowej (Rossa) wynosi $S_n = 111\%$

4.2. Określenie zużycia technicznego obiektu z uwagi na jego aktualny stan techniczny

Do określenia stopnia zużycia posługujemy się wzorem:

$$S_{zt} = \sum_n^{i-1} \frac{Ue_i * S_{zt_{ei}}}{100}$$

gdzie:

S_{zt} – średnioważny stopień zużycia technicznego obiektu wyrażony w procentach,

U_{ei} – procentowy udział kosztu i – tego elementu obiektu wyrażony w procentach,
 Szt_{ei} – stopień zużycia danego elementu robót określony procentowo,
 n – ilość ocenianych elementów robót w obiekcie,
 i – kolejny element.

Procentowy stopień zużycia poszczególnych elementów obiektu określono na podstawie analizy ich stanu technicznego. Ustalenie średnioważnego stopnia zużycia technicznego obiektu wykonano wg załączonych poniżej tabeli.

Klasyfikacja stanu technicznego	Procent zużycia elementu
DOBRY	0%÷15%
ZADOWALAJĄCY	16%÷30%
ŚREDNI	31%÷50%
ZŁY	51%÷70%
AWARYJNY	ponad 70%

L.p.	Elementy budynku	Udział elementu w koszcie obiektu	Stopień zużycia technicznego elementu	Stopień zużycia technicznego „ważonego”
		U_{ei} [%]	Szt_{ei} [%]	$Szt_{ei} = \frac{U_{ei} * Szt_{ei}}{100}$
1	Fundamenty	5	40	2,00
2	Ściany nośne	25	45	11,25
3	Ściany działowe	2	30	0,60
4	Stropy	15	40	6,00
5	Schody	4	55	2,20
6	Konstrukcja dachu i pokrycie	8	65	5,20
7	Kominy	5	50	2,50
8	Tynki zewnętrzne	3	50	1,50
9	Tynki wewnętrzne	5	45	2,25
10	Podłogi i posadzki	5	50	2,50
11	Stolarka okienna i drzwiowa	8	50	4,00
12	Instalacje	15	50	7,50
	RAZEM	100		47,50
Średnioważny stopień zużycia technicznego [%]				47,50

Zużycie techniczne określone na podstawie oceny stanu technicznego budynku wynosi $Szt = 47,50$ %

4.3. Analiza opłacalności remontu

Do sprawdzenia opłacalności remontu zastosowano wzór:

$$R \leq J - J * Etr$$

gdzie:

R – szacunkowy koszt potrzebnych nakładów na remont w relacji 1 m² p. u.

J – średni koszt budowy nowego budynku mieszkalnego w I kwartale 2023 r.

tr – pozostały okres użytkowania budynku po remoncie

Etr – czynnik dyskontujący

$$J = 7000 \text{ zł/m}^2$$

$$Szt_{ei} = 47,50 \%$$

$$tr = 30 \text{ lat}$$

$$Etr = 0,174$$

Rachunek opłacalności:

$$R \leq J - J * Etr$$

$$7000 * 0,475 \leq 7000 - 7000 * 0,174$$

$$3325 < 5782$$

Zamierzony remont budynku jest opłacalny.

5. Wnioski i zalecenia

5.1. Wnioski

- Budynek mieszkalny zlokalizowany w Łodzi przy ul. Abramowskiego 20 jest wg oceny w średnim stanie technicznym.
- Budynek charakteryzuje się ~48% stopniem zużycia technicznego.
- Budynek ze względu na obecny stan techniczny oraz stopień zużycia technicznego kwalifikuje się do naprawy głównej odtworzeniowej.
- Przyczynami złego stanu technicznego budynku jest wieloletnia eksploatacja obiektu, szereg zaniedbań w zakresie bieżących remontów oraz napraw i naturalne zużycie wbudowanych materiałów na przestrzeni lat. Kolejnym czynnikiem powodującym stopniową degradację elementów konstrukcyjnych jest zawilgocenie murów wynikające z podciągania kapilarnego nieizolowanych przeciwwilgociowo fundamentów oraz z nieprawidłowo odprowadzanej wody deszczowej.
- Lokalne nieszczelności pokrycia dachu oraz obróbek blacharskich gzymsów oraz kominów powodują przenikanie wody kolejno do konstrukcji więźby, a następnie do niższych kondygnacji. Wzrost wilgotności drewna obniża jego wytrzymałość i sprzyja rozwijaniu się grzybów i zagnieżdżeniu owadów drewnojadów.

5.2. Zalecenia

a) Fundamenty

- Wykonanie izolacji przeciwwilgociowej bitumicznej pionowej od strony zewnętrznej muru,
- Wykonanie izolacji przeciwwilgociowej poziomej metodą iniekcji,

b) Ściany nośne

- na fragmentach murów na których pojawiły się zarysowania - rysy ukośne i pionowe, wykonać iniekcję zarysowań mieszanką na zaprawie polimerowo-cementowej, rysy pionowe wzmocnić stalowymi prętami zamontowanymi w spoinach cegieł, rysy ukośne wzmocnić stalowymi prętami - w ceglach wykonać bruzdowanie prostopadle do zarysowań i zamontować w nich pręty,
- uzupełnienie ubytków gzymsów ceglanych wraz z wykonaniem nowych obróbek blacharskich,
- wzmocnienie nadproży ceglanych, w zależności od stopnia uszkodzenia, poprzez zastosowanie belek stalowych dwuteowych odcciążających uszkodzone nadproże lub zszyć pęknięć spiralnymi prętami i kotwami ze stali austenitycznej wraz z wypełnieniem rys i pęknięć tiksotropowymi zaprawami cementowymi,
- uzupełnienie zwietrzałych fug i ubytków cegieł w murach,
- skucie luźnych tynków z wykonaniem nowych tynków renowacyjnych,

c) stropy

- belki stalowe stropów ceglanych oczyścić i zabezpieczyć antykorozyjnie. Uzupełnić ubytki spoin i cegieł; w przypadku znacznych uszkodzeń stropów odcinkowych zaleca się wzmocnienie poprzez zespolenie z płytą żelbetową,
- uszkodzone elementy konstrukcji stropu i deskowania bezwzględnie wymienić na nowe o tych samych wymiarach przekroju poprzecznego, z drewna sosnowego w stanie powietrzno-suchym, klasy wytrzymałości min. C24. Konstrukcję impregnować ręcznie poprzez kilkukrotne malowanie ręczne środkami solnymi zabezpieczającymi przed ogniem, owadami oraz grzybami np. impregnatem do drewna Fobos M-4,

d) balkony

- wykonanie hydroizolacji balkonów wraz z wyprofilowaniem warstwy spadkowej,
- skucie luźnych tynków, uzupełnienie fug i ubytków cegieł w płytach wypełniających, wykonanie tynków renowacyjnych,
- oczyszczenie i zabezpieczenie antykorozyjne belek stalowych,

e) kominy

- trzony kominowe w poziomie poddasza i ponad dachem przemurować, wykonać nowe obróbki blacharskie, oraz tynki, zamontować ławy kominarskie,

f) dach

- Wymiana uszkodzonego pokrycia dachowego z deskowaniem na nowe, remont i wzmocnienie istniejącej konstrukcji dachu. Nieszczelności w pokryciu dachowym powodują zawilgocenie i korozję biologiczną elementów więźby dachowej. Zaleca się wykonanie nowego deskowania dachu. Konstrukcję więźby dachowej należy oczyścić mechanicznie, a jej elementy zakwalifikować na te, które są w stanie dobrym i nadają się do dalszej eksploatacji, częściowo uszkodzone nadające się do wzmocnienia oraz zniszczone, które należy bezwzględnie wymienić na nowe.

Częściowo uszkodzone elementy konstrukcyjne należy wzmocnić np. poprzez zastosowanie z obu stron nakładek drewnianych. Elementy kwalifikujące się do wymiany należy zastąpić nowymi, o tych samych wymiarach przekroju poprzecznego, z drewna sosnowego w stanie powietrzno-suchym, klasy wytrzymałości min. C24. Wszystkie elementy drewniane należy zaimpregnować poprzez kilkukrotne malowanie ręczne środkami solnymi zabezpieczającymi przed ogniem, owadami oraz grzybami np. impregnatem do drewna Fobos M-4,

g) Schody:

- Oczyszczyć skorodowane stalowe belki konstrukcji schodów i zabezpieczyć je antykorozyjnie,
- Wytarte i wyeksploatowane stopnice wymienić na nowe
- Nadmiernie porażone biologicznie elementy schodów drewnianych wymienić na nowe,
- Balustrady oczyścić mechanicznie, uzupełnić brakujące tralki,

h) Podłogi i posadzki

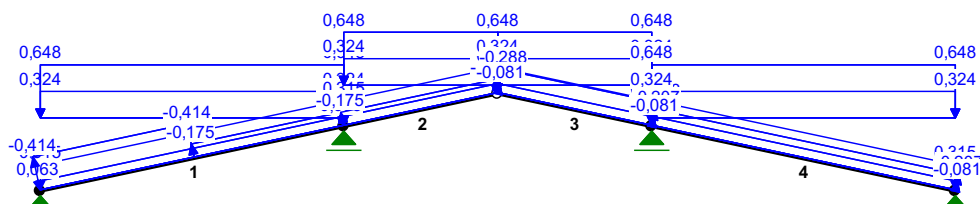
- wymienić uszkodzone i zniszczone elementy posadzek,
- podłogi drewniane zaimpregnować,

i) Stolarka okienna i drzwiowa

- Zdegradowane okna drewniane wymienić na nowe drewniane lub PVC,
- Zamontować nawiewniki w, lub pobliżu okien lokali mieszkalnych, zapewniające dopływ ilości powietrza zapewniającego skuteczną wentylację,

NAZWA: Abramowskiego 20 - wiazar, e= \sim 0,9m

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
<hr/>						
Grupa:	A ""			Stałe	$\gamma_f = 1,15/1,00$	
1	Liniowe	0,0	0,315	0,315	0,00	4,09
2	Liniowe	0,0	0,315	0,315	0,00	2,08
3	Liniowe	0,0	0,315	0,315	0,00	2,08
4	Liniowe	0,0	0,315	0,315	0,00	4,09
Grupa:	B ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	4,09
2	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	2,08
3	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	2,08
4	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	4,09
Grupa:	C ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	4,09
2	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	2,08
3	Liniowe-Y	0,0	0,324	0,324	0,00	2,08
4	Liniowe-Y	0,0	0,324	0,324	0,00	4,09
Grupa:	D ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,324	0,324	0,00	4,09
2	Liniowe-Y	0,0	0,324	0,324	0,00	2,08
3	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	2,08
4	Liniowe-Y	0,0	0,648	0,648	0,00	4,09
Grupa:	E ""			Zmienne	$\gamma_f = 0,90$	
1	Liniowe	12,0	0,063	0,063	0,00	4,09
2	Liniowe	12,0	0,063	0,063	0,00	2,08
3	Liniowe	-12,0	-0,081	-0,081	0,00	2,08
4	Liniowe	-12,0	-0,081	-0,081	0,00	4,09
Grupa:	F ""			Zmienne	$\gamma_f = 0,90$	
1	Liniowe	12,0	0,063	0,063	0,00	4,09
2	Liniowe	12,0	0,063	0,063	0,00	2,08
3	Liniowe	-12,0	-0,288	-0,288	0,00	2,08
4	Liniowe	-12,0	-0,207	-0,207	0,00	4,09
Grupa:	G ""			Zmienne	$\gamma_f = 0,90$	

1	Liniowe	12,0	-0,414	-0,414	0,00	2,08
1	Liniowe	12,0	-0,175	-0,175	2,08	4,09
2	Liniowe	12,0	-0,175	-0,175	0,00	2,08
3	Liniowe	-12,0	-0,288	-0,288	0,00	2,08
4	Liniowe	-12,0	-0,207	-0,207	0,00	4,09

Grupa: H ""			Zmienne		$\gamma_f = 0,90$	
1	Liniowe	12,0	-0,414	-0,414	0,00	2,08
1	Liniowe	12,0	-0,175	-0,175	2,08	4,09
2	Liniowe	12,0	-0,175	-0,175	0,00	2,08
3	Liniowe	-12,0	-0,081	-0,081	0,00	2,08
4	Liniowe	-12,0	-0,081	-0,081	0,00	4,09

=====

W Y N I K I wg PN 82/B-02000
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :

Ciężar wł.			1,15
A -""	Stałe		1,15/1,00
B -""	Zmienne	1 1,00	1,50
C -""	Zmienne	1 1,00	1,50
D -""	Zmienne	1 1,00	1,50
E -""	Zmienne	1 1,00	0,90
F -""	Zmienne	1 1,00	0,90
G -""	Zmienne	1 1,00	0,90
H -""	Zmienne	1 1,00	0,90

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:

Ciężar wł.	ZAWSZE
A -""	ZAWSZE
B -""	EWENTUALNIE Nie występuje z: CD
C -""	EWENTUALNIE Nie występuje z: BD
D -""	EWENTUALNIE Nie występuje z: BC
E -""	EWENTUALNIE Nie występuje z: FGH
F -""	EWENTUALNIE Nie występuje z: EGH

G - ""

EWENTUALNIE
Nie występuje z: EFH

H - ""

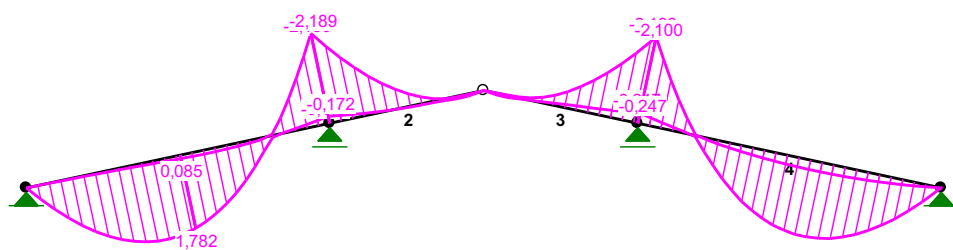
EWENTUALNIE
Nie występuje z: EFG

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

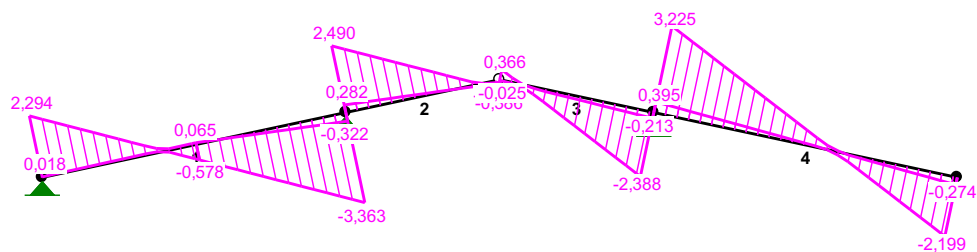
Nr: Specyfikacja:

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

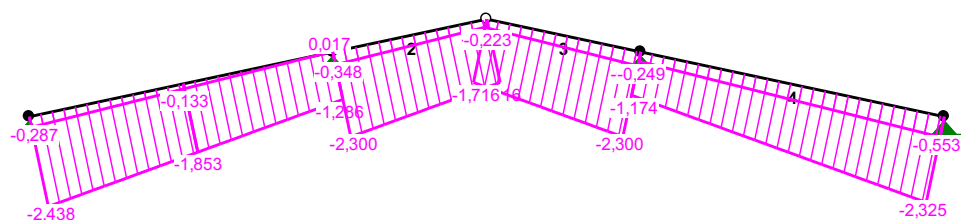
MOMENTY-OBWIEDNIE: Skala 1:100



SIŁY-OBWIEDNIE: Skala 1:100



NORMALNE-OBWIEDNIE: Skala 1:100



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,686	1,902*	-0,038	-1,162 ACF
	4,089	-2,189*	-3,363	-1,043 ABE
	4,089	-2,189	-3,363*	-1,043 ABE
	4,089	-0,641	-0,988	0,017* aF
	0,000	-0,000	1,636	-2,438* ABH
2	1,686	0,062*	0,068	-1,258 ACG
	0,000	-2,189*	2,490	-2,286 ABE
	0,000	-2,189	2,490*	-2,286 ABE
	2,075	-0,000	-0,113	-0,194* aF
	0,000	-2,100	2,388	-2,300* AB
3	0,259	0,050*	0,022	-1,474 AD
	2,075	-2,100*	-2,388	-2,300 AB
	2,075	-2,100	-2,388*	-2,300 AB
	0,000	0,000	-0,025	-0,223* aF
	2,075	-1,987	-2,258	-2,300* ABH
4	2,556	1,813*	-0,165	-1,514 AD
	0,000	-2,100*	3,225	-1,108 AB
	0,000	-2,100	3,225*	-1,108 AB
	0,000	-0,247	0,395	-0,249* aF
	4,089	0,000	-2,077	-2,325* ABH

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

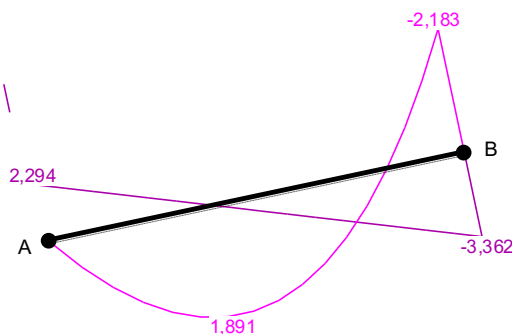
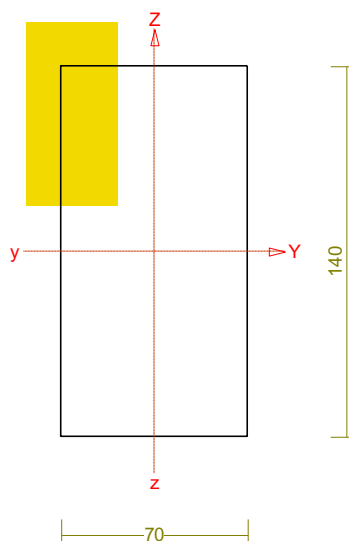
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,045*	2,106	2,936		ABH
	0,141*	0,720	0,733		aF
	1,670	2,698*	3,173		ABE
	0,515	0,128*	0,531		aG
	1,670	2,698	3,173*		ABE
2	0,000*	5,983	5,983		ABE
	-0,000*	0,617	0,617		aG
	-0,000*	1,714	1,714		A
	0,000	5,983*	5,983		ABE
	-0,000	0,617*	0,617		aG
	0,000	5,983	5,983*		ABE

4	0,000*	5,739	5,739	AB
	0,000*	0,622	0,622	aF
	0,000*	1,714	1,714	A
	0,000	5,739*	5,739	AB
	0,000	0,622*	0,622	aF
	0,000	5,739	5,739*	AB
5	-0,463*	0,691	0,832	a
	-1,843*	2,514	3,118	ABH
	-1,754	2,619*	3,152	AB
	-0,484	0,383*	0,617	aF
	-1,754	2,619	3,152*	AB

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 1



Przekrój: 1 „Krokwie”

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=70,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=1600,7; \quad J_z=400,2 \text{ cm}^4; \quad A=98,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,0; \quad i_z=2,0 \text{ cm}; \quad W_y=228,7; \quad W_z=114,3 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

$$f_{m,k} = 18,00$$

$$f_{m,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,92 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 18,00$$

$$f_{c,0,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,20$$

$$f_{c,90,d} = 1,52 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,40$$

$$f_{v,d} = 2,35 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=4,09 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „aF”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 98,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,017 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,00} < \mathbf{6,92} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=4,09 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABH”.

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

$$l_c = \mu l = 0,793 \times 4,089 = 3,243 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,089 = 4,089 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 3,243 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 4,089 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,243 / 0,0404 = 80,24$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 4,089 / 0,0202 = 202,36$$

Zbyt duża smukłość pręta ($\lambda > 150$).

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 6000 / (80,24)^2 = 9,20 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 6000 / (202,36)^2 = 1,45 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{18/9,20} = 1,399$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{18/1,45} = 3,528$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,399 - 0,5) + (1,399)^2] = 1,568$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (3,528 - 0,5) + (3,528)^2] = 7,026$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,568 + \sqrt{1,568^2 - 1,399^2}) = 0,439$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (7,026 + \sqrt{7,026^2 - 3,528^2}) = 0,076$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 98,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,438 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,25 < 0,95} = 0,076 \times 12,46 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=4,09 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABE”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,11}{0,439 \times 12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} + \frac{9,57}{12,46} = \mathbf{0,788 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,11}{0,076 \times 12,46} + \frac{0,00}{12,46} + 0,7 \times \frac{9,57}{12,46} = \mathbf{0,650 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=4,09 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABE”.

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

$$l_d = 1,00 \times 4089 + 140 + 140 = 4369 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4369 \times 140 \times 12,46}{3,142 \times 70^2 \times 6000}} \times \sqrt{\frac{9000}{560}} = 0,575$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,189 / 228,67 \times 10^3 = \mathbf{9,57 < 12,46} = 1,000 \times 12,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=4,09 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „aF”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{6,92} + \frac{2,80}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,225 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{6,92} + 0,7 \times \frac{2,80}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,158 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=4,09 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABE”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,11^2}{12,46^2} + \frac{9,57}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,768 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,11^2}{12,46^2} + 0,7 \times \frac{9,57}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,538 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=4,09$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ABE”.

Napężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 3,363 / 98,00 \times 10 = 0,51 \text{ MPa}$$

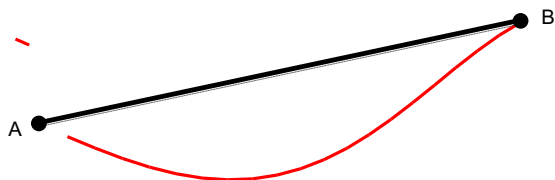
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 98,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,51^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,51 < 2,35} = 1,000 \times 2,35 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,79$ m; $x_b=2,30$ m, przy obciążeniach „ACF”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 20,4 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -4,8 \times (1 + 0,80) = -8,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („CF”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Krótkotrwałe** (mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr).

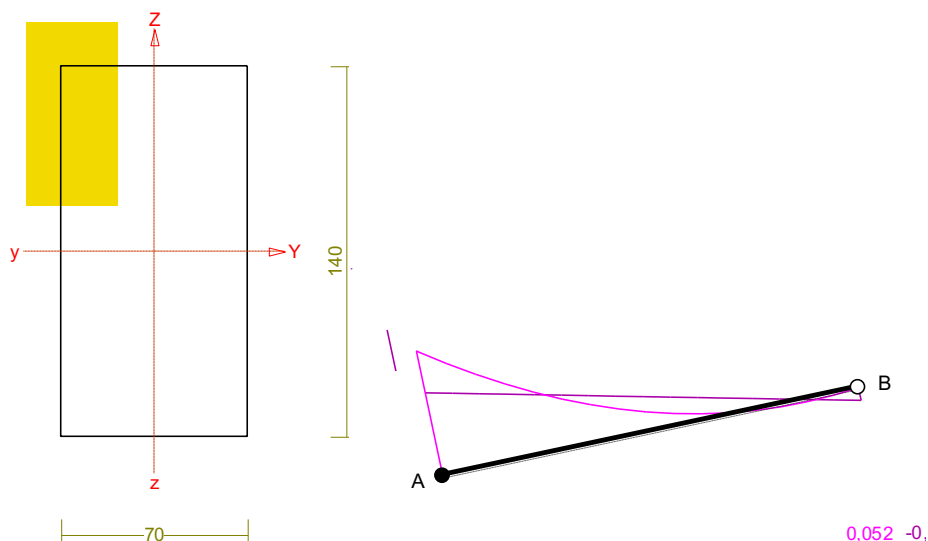
$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -9,6 \times (1 + 0,00) = -9,6 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -8,7 + -9,6 = \mathbf{18,2 < 20,4} = u_{\text{net,fin}}$$

Pręt nr 2



Przekrój: 1 „Krokwie”

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=70,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=1600,7; \quad J_z=400,2 \text{ cm}^4; \quad A=98,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,0; \quad i_z=2,0 \text{ cm}; \quad W_y=228,7; \quad W_z=114,3 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

$$f_{m,k} = 18,00$$

$$f_{m,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,92 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 18,00$$

$$f_{c,0,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,20$$

$$f_{c,90,d} = 1,52 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,40$$

$$f_{v,d} = 2,35 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=2,08 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_c = \mu l = 0,897 \times 2,075 = 1,861 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,075 = 2,075 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 1,861 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 2,075 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,861 / 0,0404 = 46,06$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,075 / 0,0202 = 102,70$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 6000 / (46,06)^2 = 27,91 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 6000 / (102,70)^2 = 5,61 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{18/27,91} = 0,803$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{18/5,61} = 1,790$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,803 - 0,5) + (0,803)^2] = 0,853$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,790 - 0,5) + (1,790)^2] = 2,232$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,853 + \sqrt{0,853^2 - 0,803^2}) = 0,877$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,232 + \sqrt{2,232^2 - 1,790^2}) = 0,281$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 98,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,300 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,23} < \mathbf{3,50} = 0,281 \times 12,46 = k_{c,f_{c,0,d}}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=2,08 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABE”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,23}{0,877 \times 12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} + \frac{9,57}{12,46} = \mathbf{0,789} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,23}{0,281 \times 12,46} + \frac{0,00}{12,46} + 0,7 \times \frac{9,57}{12,46} = \mathbf{0,604} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=2,08 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABE”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2075 + 140 + 140 = 2355 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2355 \times 140 \times 12,46}{3,142 \times 70^2 \times 6000}} \times \sqrt{\frac{4 \times 9000}{560}} = 0,422$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,189 / 228,67 \times 10^3 = \mathbf{9,57} < \mathbf{12,46} = 1,000 \times 12,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=2,08 \text{ m}$, przy obciążeniach „AD”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{5,98}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,480} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{5,98}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,336} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=2,08 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABE”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,23^2}{12,46^2} + \frac{9,57}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,769} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,23^2}{12,46^2} + 0,7 \times \frac{9,57}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,538} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,08$ m, przy obciążeniach „ABE”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 2,490 / 98,00 \times 10 = 0,38 \text{ MPa}$$

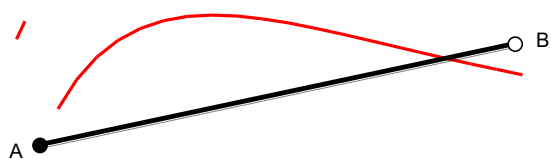
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 98,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,38^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,38} < \mathbf{2,35} = 1,000 \times 2,35 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,65$ m; $x_b=1,43$ m, przy obciążeniach „ACF”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 10,4 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,5 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2075)^2] (1 + 0,80) = 0,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („CF”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Krótkotrwałe** (mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr).

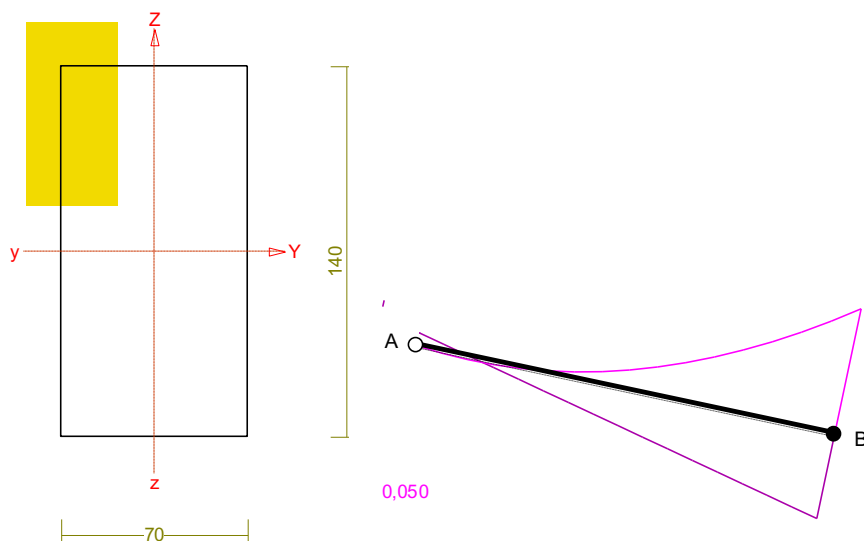
$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,9 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2075)^2] (1 + 0,00) = 1,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 0,9 + 1,0 = \mathbf{1,9} < \mathbf{10,4} = u_{\text{net,fin}}$$

Pręt nr 3



Przekrój: 1 „Krokwie”

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=70,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=1600,7; \quad J_z=400,2 \text{ cm}^4; \quad A=98,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,0; \quad i_z=2,0 \text{ cm}; \quad W_y=228,7; \quad W_z=114,3 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

$$f_{m,k} = 18,00$$

$$f_{m,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,92 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 18,00$$

$$f_{c,0,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,20$$

$$f_{c,90,d} = 1,52 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,40$$

$$f_{v,d} = 2,35 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 3

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=2,08 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABH”.

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

$$l_c = \mu l = 0,897 \times 2,075 = 1,861 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,075 = 2,075 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 1,861 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 2,075 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,861 / 0,0404 = 46,06$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,075 / 0,0202 = 102,70$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 6000 / (46,06)^2 = 27,91 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 6000 / (102,70)^2 = 5,61 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{18/27,91} = 0,803$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{18/5,61} = 1,790$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,803 - 0,5) + (0,803)^2] = 0,853$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,790 - 0,5) + (1,790)^2] = 2,232$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,853 + \sqrt{0,853^2 - 0,803^2}) = 0,877$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,232 + \sqrt{2,232^2 - 1,790^2}) = 0,281$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 98,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,300 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,23} < \mathbf{3,50} = 0,281 \times 12,46 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=2,08 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,23}{0,877 \times 12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} + \frac{9,18}{12,46} = \mathbf{0,758} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,23}{0,281 \times 12,46} + \frac{0,00}{12,46} + 0,7 \times \frac{9,18}{12,46} = \mathbf{0,583} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,08 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2075 + 140 + 140 = 2355 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2355 \times 140 \times 12,46}{3,142 \times 70^2 \times 6000}} \times \sqrt{\frac{9000}{560}} = 0,422$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,100 / 228,67 \times 10^3 = \mathbf{9,18} < \mathbf{12,46} = 1,000 \times 12,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,08 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „AD”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{9,17}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,736} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{9,17}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,515} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=2,08 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,23^2}{12,46^2} + \frac{9,18}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,737} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,23^2}{12,46^2} + 0,7 \times \frac{9,18}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,516} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,08$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „AB”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 2,388 / 98,00 \times 10 = 0,37 \text{ MPa}$$

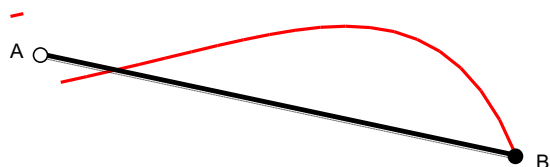
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 98,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,37^2 + 0,00^2} = 0,37 < 2,35 = 1,000 \times 2,35 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,43$ m; $x_b=0,65$ m, przy obciążeniach „AD”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 10,4 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,5 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2075)^2] (1 + 0,80) = 0,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („D”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Krótkotrwale** (mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr).

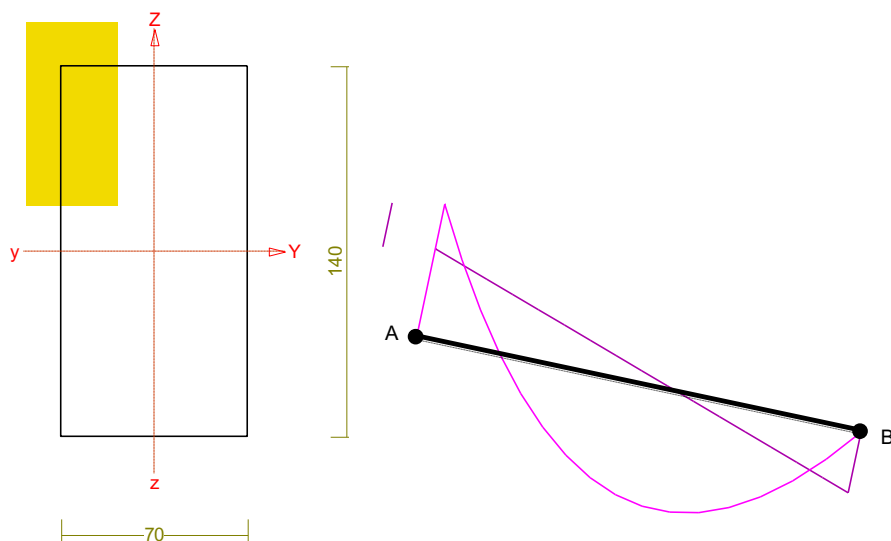
$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,8 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2075)^2] (1 + 0,00) = 0,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 0,9 + 0,9 = 1,8 < 10,4 = u_{\text{net,fin}}$$

Pręt nr 4



Przekrój: 1 „Krokwie”

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=70,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=1600,7; \quad J_z=400,2 \text{ cm}^4; \quad A=98,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,0; \quad i_z=2,0 \text{ cm}; \quad W_y=228,7; \quad W_z=114,3 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

$$f_{m,k} = 18,00$$

$$f_{m,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,92 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 18,00$$

$$f_{c,0,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,20$$

$$f_{c,90,d} = 1,52 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,40$$

$$f_{v,d} = 2,35 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 4

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=4,09 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABH”.

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

$$l_c = \mu l = 0,793 \times 4,089 = 3,243 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,089 = 4,089 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 3,243 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 4,089 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,243 / 0,0404 = 80,24$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 4,089 / 0,0202 = 202,36$$

Zbyt duża smukłość pręta ($\lambda > 150$).

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 6000 / (80,24)^2 = 9,20 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 6000 / (202,36)^2 = 1,45 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{18/9,20} = 1,399$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{18/1,45} = 3,528$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,399 - 0,5) + (1,399)^2] = 1,568$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (3,528 - 0,5) + (3,528)^2] = 7,026$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,568 + \sqrt{1,568^2 - 1,399^2}) = 0,439$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (7,026 + \sqrt{7,026^2 - 3,528^2}) = 0,076$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 98,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,325 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,24} < \mathbf{0,95} = 0,076 \times 12,46 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=4,09 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,11}{0,439 \times 12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} + \frac{9,18}{12,46} = \mathbf{0,758} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,11}{0,076 \times 12,46} + \frac{0,00}{12,46} + 0,7 \times \frac{9,18}{12,46} = \mathbf{0,635} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=4,09 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_d = 1,00 \times 4089 + 140 + 140 = 4369 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4369 \times 140 \times 12,46}{3,142 \times 70^2 \times 6000}} \times \sqrt{\frac{9000}{560}} = 0,575$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,100 / 228,67 \times 10^3 = \mathbf{9,18} < \mathbf{12,46} = 1,000 \times 12,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=4,09 \text{ m}$, przy obciążeniach „AD”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{9,17}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,736} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{9,17}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,515} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=4,09 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,11^2}{12,46^2} + \frac{9,18}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,737} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,11^2}{12,46^2} + 0,7 \times \frac{9,18}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,516 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,09$ m, przy obciążeniach „AB”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 3,225 / 98,00 \times 10 = 0,49 \text{ MPa}$$

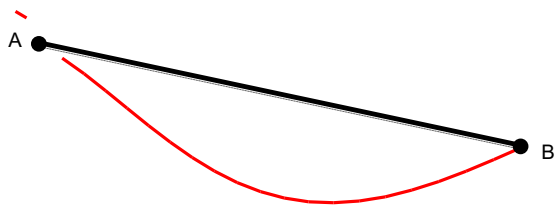
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 98,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,49^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,49 < 2,35} = 1,000 \times 2,35 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=2,30$ m; $x_b=1,79$ m, przy obciążeniach „AD”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 20,4 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -4,8 \times (1 + 0,80) = -8,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („D”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Krótkotrwale** (mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -8,7 \times (1 + 0,00) = -8,7 \text{ mm}$$

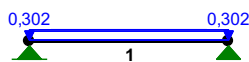
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -8,7 + -8,7 = \mathbf{17,3 < 20,4} = u_{\text{net,fin}}$$

NAZWA: Abramowskiego 20 - płatew

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])						
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""				Stałe	$\gamma_f = 1,15/1,00$	
1	Linowe	0,0	1,657	1,657	0,00	2,61
Grupa: B ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Linowe	0,0	2,981	2,981	0,00	2,61
Grupa: E ""				Zmienne	$\gamma_f = 0,90$	
1	Linowe	0,0	0,302	0,302	0,00	2,61

=====

W Y N I K I wg PN 82/B-02000
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,15
A - ""	Stałe		1,15/1,00
B - ""	Zmienne	1	1,00
E - ""	Zmienne	1	1,00
			0,90

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - ""	EWENTUALNIE
B - ""	EWENTUALNIE
E - ""	EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

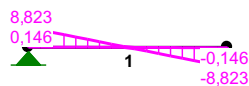
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE :
EWENTUALNIE: A+B+E

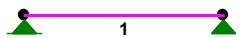
MOMENTY-OBWIEDNIE: Skala 1:100



TNĄCE-OBWIEDNIE: Skala 1:100



NORMALNE-OBWIEDNIE: Skala 1:100

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

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

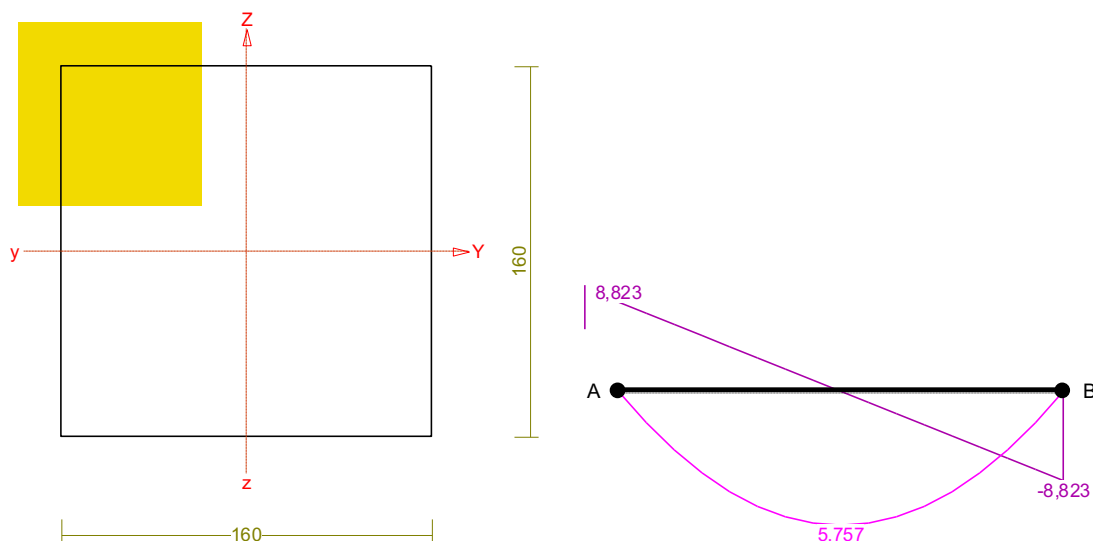
Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,305	5,757*	0,000	0,000	ABE
	0,000	-0,000*	0,146	0,000	
	0,000	-0,000	8,823*	0,000	ABE
	0,000	-0,000	8,498	0,000*	aBE
	1,305	5,757	0,000	0,000*	ABE
	0,000	-0,000	8,498	0,000*	aBE
	1,305	5,757	0,000	0,000*	ABE

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000*	8,823	8,823		ABE
	0,000*	0,146	0,146		
	0,000	8,823*	8,823		ABE
	0,000	0,146*	0,146		
	0,000	8,823	8,823*		ABE
2	0,000*	8,823	8,823		ABE
	0,000*	0,146	0,146		
	0,000	8,823*	8,823		ABE
	0,000	0,146*	0,146		
	0,000	8,823	8,823*		ABE

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 1



Przekrój: 1 „B 16,0x16,0”

Wymiary przekroju:

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

Charakterystyka geometryczna przekroju:

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

Własności techniczne drewna:

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

$$f_{m,k} = 18,00$$

$$f_{m,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,92 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 18,00$$

$$f_{c,0,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,20$$

$$f_{c,90,d} = 1,52 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,40$$

$$f_{v,d} = 2,35 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,30 \text{ m}$; $x_b=1,30 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABE”.

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

$$l_d = 1,00 \times 2610 + 160 + 160 = 2930 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel},m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2930 \times 160 \times 12,46}{3,142 \times 160^2 \times 6000}} \times \sqrt[4]{\frac{9000}{560}} = 0,220$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 5,757 / 682,67 \times 10^3 = \mathbf{8,43} < \mathbf{12,46} = 1,000 \times 12,46 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,30$ m; $x_b=1,30$ m, przy obciążeniach „ABE”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,43}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,677} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{8,43}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{0,474} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,61$ m, przy obciążeniach „ABE”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 8,823 / 256,00 \times 10 = 0,52 \text{ MPa}$$

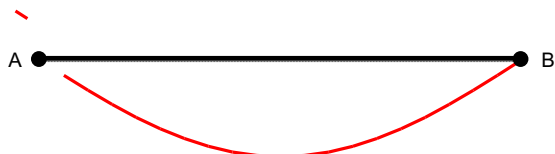
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 256,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,52^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,52} < \mathbf{2,35} = 1,000 \times 2,35 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,30$ m; $x_b=1,30$ m, przy obciążeniach „ABE”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 13,0 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -2,2 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2610)^2] (1 + 0,80) = -4,2 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2610)^2] (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („BE”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Krótkotrwale** (mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -4,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2610)^2] (1 + 0,00) = -4,3 \text{ mm}$$

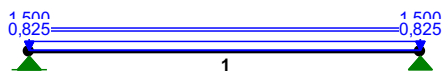
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2610)^2] (1 + 0,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -4,2 + -4,3 = \mathbf{8,5} < \mathbf{13,0} = u_{\text{net,fin}}$$

NAZWA: Abramowskiego 20 - belka stropowa

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	""			Stałe	$\gamma_f = 1,15/1,00$	
1	Liniowe	0,0	1,767	1,767	0,00	5,16
1	Liniowe	0,0	0,825	0,825	0,00	5,16
Grupa: B	""			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,500	1,500	0,00	5,16

W Y N I K I wg PN 82/B-02000
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,15
A -""	Stałe		1,15/1,00
B -""	Zmienne	1	1,00
			1,50

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

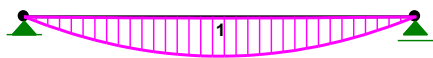
Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -""	EWENTUALNIE
B -""	EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

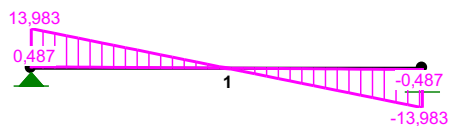
Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE :
EWENTUALNIE: A+B

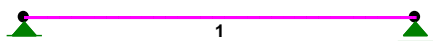
MOMENTY-OBWIEDNIE: Skala 1:100



TNĄCE-OBWIEDNIE: Skala 1:100



NORMALNE-OBWIEDNIE: Skala 1:100

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

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,580	18,037*	0,000	0,000	AB
	0,000	-0,000*	0,487	0,000	
	0,000	-0,000	13,983*	0,000	AB
	0,000	-0,000	13,983	0,000*	AB
	2,580	18,037	0,000	0,000*	AB
	0,000	-0,000	13,983	0,000*	AB
	2,580	18,037	0,000	0,000*	AB

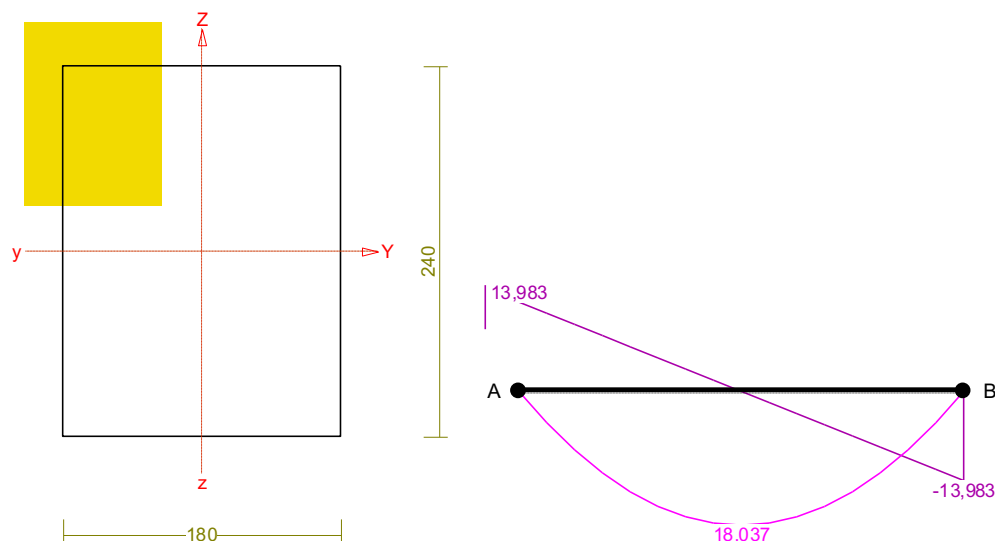
REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000*	13,983	13,983		AB
	0,000*	0,487	0,487		
	0,000	13,983*	13,983		AB
	0,000	0,487*	0,487		
	0,000	13,983	13,983*		AB
2	0,000*	13,983	13,983		AB
	0,000*	0,487	0,487		
	0,000	13,983*	13,983		AB
	0,000	0,487*	0,487		
	0,000	13,983	13,983*		AB

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 1



Przekrój: 1 „B 24,0x18,0”

Wymiary przekroju:

$$h=240,0 \text{ mm} \quad b=180,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=20736,0; \quad J_{zg}=11664,0 \text{ cm}^4; \quad A=432,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,9; \quad i_z=5,2 \text{ cm}; \quad W_y=1728,0; \quad W_z=1296,0 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

$$f_{m,k} = 18,00$$

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

$$f_{t,0,k} = 10,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,15 \text{ MPa}$$

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

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 18,00$$

$$f_{c,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,20$$

$$f_{c,90,d} = 1,35 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,40$$

$$f_{v,d} = 2,09 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 300 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 560 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,58 \text{ m}$; $x_b=2,58 \text{ m}$, przy obciążeniach „AB”.

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

$$l_d = 1,00 \times 5160 + 240 + 240 = 5640 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{5640 \times 240 \times 11,08}{3,142 \times 180^2 \times 6000}} \times \sqrt[4]{\frac{9000}{560}} = 0,314$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 18,037 / 1728,00 \times 10^3 = \mathbf{10,44} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,58$ m; $x_b=2,58$ m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{10,44}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,942} < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{10,44}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,660} < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=5,16$ m, przy obciążeniach „AB”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 13,983 / 432,00 \times 10 = 0,49 \text{ MPa}$$

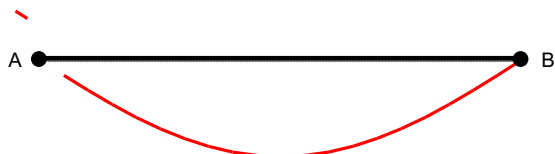
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 432,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,49^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,49} < \mathbf{2,09} = 1,000 \times 2,09 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=2,58$ m; $x_b=2,58$ m, przy obciążeniach „AB”.

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = l / 300 = 17,2 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1 + k_{def}) = -13,6 \times (1 + 0,80) = -24,5 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („B”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1 + k_{def}) = -7,4 \times (1 + 0,25) = -9,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -24,5 + -9,3 = \mathbf{33,8} > \mathbf{17,2} = u_{net,fin}$$