

EKSPERTYZA TECHNICZNA
DOTYCZĄCA OCENY STANU TECHNICZNEGO STROPÓW
W KONSTRUKCJI BUDYNKU MIESZKALNEGO
PRZY UL. JAGIELLOŃSKIEJ 61 W BYDGOSZCZY
W ZWIĄZKU Z PLANOWANĄ ZMIANĄ SPOSOBU UŻYTKOWANIA.
DZIAŁKA NR 158/16.

I. Określenie celu ekspertyzy.

Celem niniejszej ekspertyzy jest ocena stanu technicznego konstrukcji stropów w budynku mieszkalnym zlokalizowanym przy ulicy Jagiellońskiej nr 61 w Bydgoszczy, w związku z planowaną zmianą sposobu użytkowania. Budynek będzie przeznaczony na cele biurowe.

II. Określenie podstawy formalnej wykonania ekspertyzy.

Ekspertyza niniejsza została opracowana na podstawie zlecenia Inwestora.

III. Zestawienie materiałów przyjętych za podstawę wywodów.

W ramach niniejszego opracowania wykorzystano następujące materiały źródłowe:

1. Dane z wizji lokalnych w lipcu 2014 roku.
2. Inwentaryzacji budowlanej wykonanej w maju 2014 roku przez Firmę „BAUPOL” Sp. z o.o.
3. Kwerenda materiałów archiwalnych znajdujących się w Archiwum Państwowym w Bydgoszczy.
4. K. S. Brandt – „Konstrukcje budowlane. Naprawa, wzmacnianie, przeróbki”. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1972 r.
5. Eugeniusz Masłowski i Danuta Spizewska – „Wzmacnianie konstrukcji budowlanych”. Wyd. ARKADY, Warszawa 2000 r.
6. „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych” tom I, część 2. Wydawnictwo ARKADY, Warszawa 1990 rok.
7. Polskie Normy:
PN-82/B-02000 – „Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości”
PN-82/B-02001 – „Obciążenia budowli. Obciążenia stałe”
PN-82/B-02003 – „Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe”.

PN-B-03150:2000 – „Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie”

PN-90/B-03200 – „Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie”.

PN-B-03264:2002 – „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie”.

IV. Opis konstrukcji i zjawisk będących przedmiotem ekspertyzy.

Rozpatrywany budynek został zbudowany około osiemdziesiąt lat temu. Ten trzykondygnacyjny budynek jest zbudowany na urozmaiconym rzucie poziomym. Ma efektowne elewacje, frontową jest zwrócony do ulicy jagiellońskiej. Jego konstrukcja jest tradycyjna. Mamy tutaj do czynienia z układem konstrukcyjnym mieszanym. W budynku znajduje się jedna klatka schodowa zapewniająca dojście do pomieszczeń. Budynek jest częściowo podpiwniczony. Przestrzeń poddasza została przeznaczona na pomieszczenia mieszkalne i tworzy drugie piętro.

ŚCIANY murowane z cegły pełnej palonej na słabej zaprawie cementowo – wapiennej i wapiennej mają zróżnicowane grubości na wysokości budynku.

Ściany zewnętrzne na całej wysokości budynku mają grubość 38 cm. Jedynie ściany na strychu mają grubość 25 cm. Część ścian w czasie remontu została docieplona i pokryta tynkiem cienkowlazowym.

Ściany wewnętrzne mają grubości dostosowane do działającego na nie obciążenia. W klatce schodowej grubość wynosi 25 cm. Na parterze ściany obciążone podciągami i nadprożami nad otworami o rozpiętości ponad 100 cm mają grubość 38 cm. Natomiast przy rozpiętościach ponad 300 cm grubość wynosi 51 cm. Dotyczy to również ściany między pokojem, a werandą.

Ściany wewnętrzne piętra mają grubości 1 cegły, tj. 25 cm. Jedynie ściana nad pomieszczeniami przyległymi do werandy w części wschodniej budynku ma grubość 38 cm.

Na poddaszu są tylko dwie ściany konstrukcyjne o grubości: 25 cm i 38 cm. Większość ścian poddasza stanowią ściany podziału wewnętrznego o grubości ½ cegły tj. 12 cm.

STROPY nad kondygnacjami mają zróżnicowane rozwiązania konstrukcyjne.

Stropy parteru wykonano, jako płaskie, z cegieł pełnych palonych na zaprawie cementowo - wapiennej oparte na murowanych ścianach parteru i na dwuteowych belkach stalowych. Zaprawa wiążąca cegły w stropach jest zaprawą

cementowo - wapienną o bardzo małej wytrzymałości – porównywalnej z wytrzymałością zaprawy wapiennej w tynkach. Dotyczy to części wschodniej budynku w stosunku do klatki schodowej..

W części zachodniej i na klatce schodowej zastosowano stropy drewniane listwowe ze ślepym pułapem.

Stropy piętra wykonano, jako drewniane typu listwowego, ze ślepym pułapem na całej powierzchni rzutu poziomego.

Dla oceny nośności stropów wykonano szereg odkrywek, w których możliwe było dokonanie niezbędnych pomiarów elementów konstrukcyjnych i wypełnienia stropów w przestrzeniach między belkami nośnymi. Prócz tego możliwa była ocena stanu konstrukcji.

W poszczególnych odkrywkach oznaczonych na załączonych rysunkach sytuacja była następująca:

Odkrywka nr 1 – wykonana została od spodu stropu w pokoju przy werandzie. Stwierdzono, że jest to strop Kleina typu ciężkiego oparty na dwuteowych belkach stalowych o wysokości 200 mm. Belki stalowe są przewieszane wspornikowo nad werandą. Okna z tworzywa sztucznego dookoła werandy nie stanowią dla tych belek żadnych podpór.

Odkrywka nr 2 – została wykonana od spodu stropu w pokoju narożnikowym południowo – wschodnim. Tutaj również został wykonany strop Kleina typu ciężkiego oparty na belkach stalowych. W trakcie użytkowania budynku ten fragment stropu został wzmocniony poprzez wykonanie pod nim rusztu z dwuteowych belek stalowych o wysokości 200 mm. Rozstaw belek stropu Kleina jest taki sam jak w odkrywce nr 1. Natomiast belki wzmocniające, prostopadłe do belek nośnych stropu Kleina mają rozstaw około 150 cm (utrudniony dostęp).

Kolejne odkrywki stropu nad parterem wykonano od góry, z poziomu piętra. Dla tych odkrywek oznaczonych na rzucie piętra wprowadzono nową numerację podaną na załączonym rysunku rzutu piętra.

Odkrywka nr 1 – została wykonana od góry stropu w pokoju z drzwiami wyjściowymi na balkon nad werandą. W odkrywce przewiercono płytę stropu Kleina typu ciężkiego i potwierdzono jej grubość równą 12 cm. Na płycie znajduje się zasypka z gruzu i luźnej, pokruszonej zaprawy np. z tynkowania pomieszczeń, o grubości około 10 cm. Na tej zasypce ułożono legary o przekroju 5*10 cm. Do legarów przybito podłogę z desek o grubości 32 mm, łączonych na wpust i pióro.

Odkrywka nr 2 – została wykonana od góry stropu w przedpokoju pomieszczenia z wyjściem na balkon nad werandą. Tutaj jest identyczna sytuacja jak w odkrywce nr 1.

Odkrywka nr 3 – została wykonana od góry stropu nad werandą od strony północnej. Tutaj również jest identyczna sytuacja jak w odkrywce nr 1.

Odkrywka nr 4 – została wykonana od góry stropu, w pokoju przy klatce schodowej. Nad pomieszczeniami parteru w tej części budynku wykonano stropy drewniane listwowe ze ślepym pułapem. W odkrywce ustalono wymiary belki nośnej stropu: wysokość 24 cm, szerokość 17 cm. Belka w odkrywce jest w dobrym stanie technicznym, bez ubytków i śladów korozji biologicznej. Od spodu do belki przybito deski podsufitki o grubości 25 mm. Do desek przybita została trzcina i otynkowana. Nad deskami podsufitki z obydwu stron belki zostały przybite łąty o przekroju 40*80 mm. Na tych łątach ułożono luźno deski ślepego pułapu o grubości 25 mm. Między belkami, na ślepym pułapie wykonano zasypkę z gruzu zmieszanego z pokruszoną zaprawą, prawdopodobnie z tynkowania pomieszczeń. Grubość tej zasypki ocenia się na około 12 cm. Od góry do belek zostały przybite deski podłogowe o grubości 32 mm. Rozstaw belek w tej odkrywce wynosi 100 cm.

Odkrywka nr 5 – została wykonana od góry stropu, w pokoju, z którego jest wyjście na balkon od strony ulicy Jagiellońskiej. W odkrywce pomierzono wymiary belki stropowej: wysokość 24 cm i szerokość 17 cm. Pozostałe warstwy – jak w opisie odkrywki nr 4. Rozstaw belek w tym fragmencie stropu wynosi 85 cm.

Odkrywka nr 6 – została wykonana od góry stropu, w pokoju zlokalizowanym w narożu południowo – zachodnim budynku. W odkrywce pomierzono wymiary belki stropowej: wysokość 24 cm i szerokość 17 cm. Pozostałe warstwy – jak w opisie odkrywki nr 4. Rozstaw belek w tym fragmencie stropu wynosi 106 cm.

Odkrywka nr 7 – została wykonana od góry stropu, w pokoju zlokalizowanym w narożu północno – zachodnim budynku, przy ścianie klatki schodowej.. W odkrywce pomierzono wymiary belki stropowej: wysokość 24 cm i szerokość 17 cm. Pozostałe warstwy – jak w opisie odkrywki nr 4. Rozstaw belek w tym fragmencie stropu wynosi 105 cm.

We wszystkich odkrywkach można stwierdzić, że elementy konstrukcyjne i elementy uzupełniające są w dobrym stanie technicznym. Nie ma na tych elementach śladów pleśni, grzybów i niszczącego drewno działania owadów.

W klatce schodowej na piętrze zastosowano schody wyrównawcze, które pozwalają na pokonanie różnicy wysokości między pomieszczeniami na parterze. W części wschodniej budynku wysokość pomieszczeń w świetle wynosi 320 cm. Natomiast

w części zachodniej i środkowej budynku wysokości te wynoszą 285 cm do 290 cm. Są również pomieszczenia niższe, nawet mające 247 cm wysokości w świetle.

V. Analiza techniczna występujących zjawisk, określenie ich przyczyn, środków zaradczych i sposobu postępowania w przyszłości.

Planowana zmiana sposobu użytkowania budynku wiąże się ze zmianą wielkości obciążeń działających na konstrukcje nośne w budynku w stosunku do działających dotychczas. W nowym sposobie użytkowania obciążenia obliczeniowe wyniosą:

- w pomieszczeniach biurowych	2,0*1,4	= 2,80 kN/m ²
- w audytoriach, salach zebrań	3,0*1,3	= 3,90 kN/m ²
- na klatkach schodowych	4,0*1,3	= 5,20 kN/m ²
- na balkonach wspornikowych	5,0*1,3	= 6,50 kN/m ²
- magazyny archiwów, bibliotek	5,0*1,3	= 6,50 kN/m ²

Prócz konieczności przeniesienia przez konstrukcje zwiększonych obciążeń konieczne jest zapewnienie: bezpieczeństwa pożarowego, właściwej izolacyjności akustycznej przegród budowlanych, walorów estetycznych, itd.

W sprawdzeniu nośności istniejących konstrukcji stropów przyjmuje się do obliczeń spodziewane, nowe rozwiązania użytkowe w planowanym remoncie. Uwzględnia się je przy ustalaniu ciężaru własnego stropu.

Stropy Kleina.

Obciążenia stałe:

- płyta ceramiczna Kleina	0,12*19,0*1,3	= 2,96 kN/m ²
- tynk cementowo - wapienny	0,02*19,0*1,3	= 0,49 kN/m ²
- szlichta nad płytą Kleina	0,08*21,0*1,3	= 2,18 kN/m ²
- zasypka z keramzytu	0,12*8,0*1,3	= 1,25 kN/m ²
- szlichta cementowa	0,04*21,0*1,3	= 1,09 kN/m ²
- posadzka ceramiczna	0,44*1,3	= 0,57 kN/m ²
- obciążenie zastępcze od ścianek działowych	1,39*1,3	= 1,81 kN/m ²
Razem ciężar własny:		10,35 kN/m ²

Ciężar ścianek działowych:

- cegła kratówka K-2	0,12*13,0	= 1,56 kN/m ²
- obustronny tynk cementowo - wapienny	2*0,015*19,0	= 0,57 kN/m ²

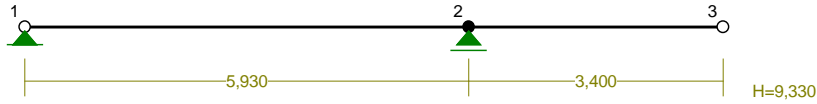
	2,13 kN/m ²
--	------------------------

$$2,13 \text{ kN/m}^2 < 2,50 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie zastępcze dla wysokości ścianek 2,95 m = 1,25 * 2,95/2,65 = 1,39 kN/m²

Rozpiętość teoretyczna $l_t = 1,05 * 3,93 = 4,13 \text{ m} \approx 4,15 \text{ m}$

WĘZŁY: Skala 1:100



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	5,930	0,000
3	9,330	0,000

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	0,000E+00	0,000E+00	
2	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

PRĘTY: Skala 1:100

PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:100



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	10	1	2	5,930	0,000	5,930	1,000	1 I 200
2	01	2	3	3,400	0,000	3,400	1,000	1 I 200

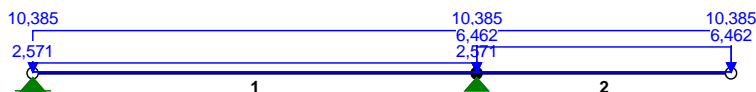
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	33,5	2140	117	214	214	20,0	2 St3S (X,Y,V,W)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E:	Napręż.gr.:	AlfaT:
	[kN/mm ²]	[N/mm ²]	[1/K]
2 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,20E-05

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

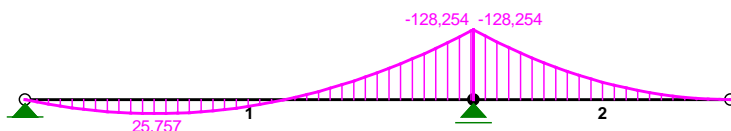
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	10,385	10,385	0,00	5,93
2	Liniowe	0,0	10,385	10,385	0,00	3,40
Grupa: B	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe	0,0	2,571	2,571	0,00	5,93
Grupa: C	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
2	Liniowe	0,0	6,462	6,462	0,00	3,40

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

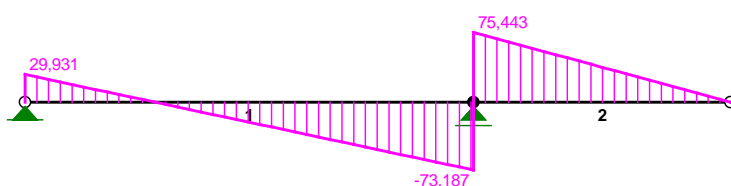
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

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

MOMENTY: Skala 1:100



TNĄCE: Skala 1:100

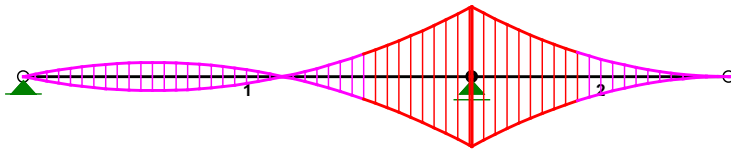


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	29,931	0,000
	0,29	1,714	25,759*	0,124	0,000
	1,00	5,930	-128,254	-73,187	0,000
2	0,00	0,000	-128,254	75,443	0,000
	1,00	3,400	-0,000	-0,000	0,000

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA: Skala 1:100

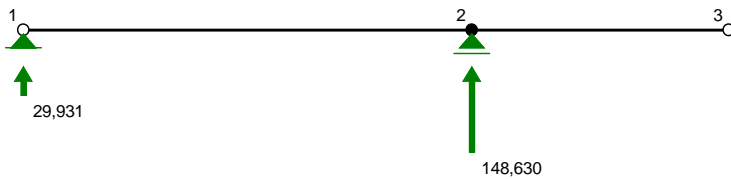


NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG: [MPa]	SigmaD: [MPa]	SigmaMax/Ro:
2 St3S (X,Y,V,W)					
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
	1,00	5,930	599,316	-599,316	2,923*
2	0,00	0,000	599,316	-599,316	2,923*
	1,00	3,400	0,000	-0,000	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:100



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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,000	29,931	29,931	
2	0,000	148,630	148,630	

PRZEMIESZCZENIA: Skala 1:100



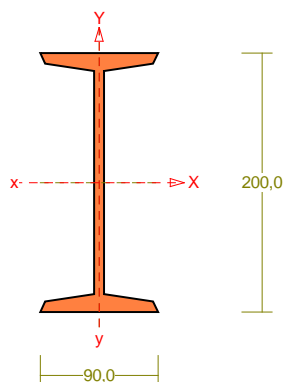
DEFORMACJE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F _{Ia} [deg]:	F _{Ib} [deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	-0,0000	-0,318	-1,338	0,0115	517,5
2	-0,0000	-0,1639	-1,338	-3,236	0,0133	255,6

Pręt nr 1

Zadanie: belka stropu Kleina

Przekrój: I 200



Wymiary przekroju:

I 200 h=200,0 g=7,5 s=90,0 t=11,3 r=7,5.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=2140,0 J_{yg}=117,0 A=33,50 i_x=8,0

i_y=1,9 J_w=10437,8 J_t=12,9 i_s=8,2.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **f_d=215 MPa** dla **g=11,3**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

x_a = 5,930; x_b = -0,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABC**

M_x = 128,254 kNm, V_y = -73,187 kN, N = 0,000 kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: **σ_t = 599,3 MPa σ_c = -599,3 MPa.**

Naprężenia:

x_a = 5,930; x_b = -0,000.

Naprężenia w skrajnych włóknach: **σ_t = 599,3 MPa σ_c = -599,3 MPa.**

Naprężenia:

- normalne: **σ = 0,0 Δσ = 599,3 MPa ψ_{oc} = 1,000**

- ścinanie wzdłuż osi Y: **A_v = 15,00 cm² τ = 48,8 MPa ψ_{ov} = 1,000**

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 599,3 = 599,3 > 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 48,8 / 1,000 = 48,8 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{599,3^2 + 3 \times 0,0^2} = 599,3 > 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

κ_a = 1,000 κ_b = 1,000 węzły nieprzesuwne ⇒ **μ = 1,000** dla **l_o = 5,930**

$$l_w = 1,000 \times 5,930 = 5,930 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 0,100 \\ l_w = 1,000 \times 0,100 = 0,100 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega 0} = 0,100$ m. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 0,100$ m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2140,0}{5,930^2} 10^{-2} = 1231,283 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 117,0}{0,100^2} 10^{-2} = 236722,462 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{8,2^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 10437,8}{0,100^2} 10^{-2} + 80 \times 12,9 \times 10^2 \right) = 314988,907 \text{ kN}$$

Zwicherungie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{\omega 0} = 100$ mm:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 19}{0,550} \times \sqrt{215 / 215} = 1190 > 100 = l_1$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 5,930$; $x_b = -0,000$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 214,0 \times 215 \times 10^{-3} = 46,010 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwicherungia dla $\bar{\lambda}_L = 0,053$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{128,254}{1,000 \times 46,010} = 2,788 > 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 5,930$; $x_b = -0,000$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 15,0 \times 215 \times 10^{-1} = 187,050 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,6 V_R = 112,230 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 73,187 < 187,050 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 5,930$; $x_b = -0,000$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 73,187 < 112,230 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 46,010 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R_x,V}} = \frac{128,254}{46,010} = 2,788 > 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 5,930$; $x_b = -0,000$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 486,6 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 486,6 / 215 = 0,118$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 194,0 \times 7,5 \times 0,118 \times 215 \times 10^{-3} = 37,046 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 148,630 > 37,046 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 9,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 5930 / 250 = 23,7 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 9,2 < 23,7 = a_{\text{gr}}$$

Stropy drewniane.

Obciążenia stałe:

- tynk podsufitki na siatce metalowej	0,02*22,0*1,3	= 0,57 kN/m ²
- deskowanie podsufitki	0,025*6,0*1,3	= 0,20 kN/m ²
- płyty OSB ślepego pułapu	0,025*6,5*1,3	= 0,21 kN/m ²
- zasypka z keramzytu	0,12*8,0*1,3	= 1,25 kN/m ²
- podłoga z desek	0,032*6,0*1,3	= 0,25 kN/m ²
- warstwa wyrównawcza z płyt OSB	0,025*6,5*1,3	= 0,21 kN/m ²
- posadzka z paneli drewnianych	0,20*1,3	= 0,26 kN/m ²
- obciążenie zastępcze od ścianek działowych	1,39*1,3	= 1,81 kN/m ²
Razem ciężar własny		4,76 kN/m ²

Obciążenia obliczeniowe belek stropowych.

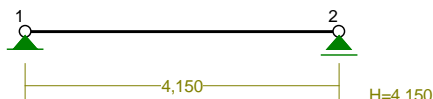
Dla rozstawu belek 85 cm.

- łąty z boku belki	$2 \cdot 0,05 \cdot 0,08 \cdot 6,0 \cdot 1,3$	= 0,06 kN/m
- elementy wypełnienia	$4,76 \cdot (0,85 - 0,17)$	= 3,24 kN/m
- obciążenie użytkowe	$2,80 \cdot 0,85$	= 2,38 kN/m
		5,68 kN/m

Do obliczeń przyjmuje się 5,70 kN/m

Rozpiętość teoretyczna $l_t = 1,05 \cdot 3,93 = 4,13 \text{ m} \approx 4,15 \text{ m}$

WĘZŁY: Skala 1:100



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	4,150	0,000

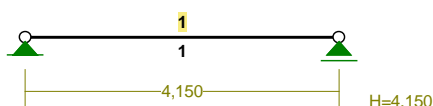
PODPORY:

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	0,000E+00	0,000E+00	
2	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

PRĘTY: Skala 1:100

PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:100



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	11	1	2	4,150	0,000	4,150	1,000	1 B 240x170

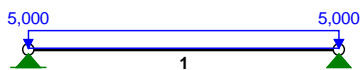
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	408,0	19584	9826	1632	1632	24,0	95 Drewno C27

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
95 Drewno C27	12	27,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	"		Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	5,000	5,000	0,00	4,15

=====

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

=====

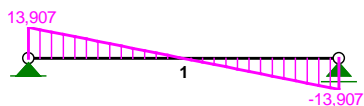
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "	Zmienne	1	1,00
			1,30

MOMENTY: Skala 1:100



TNĄCE: Skala 1:100



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

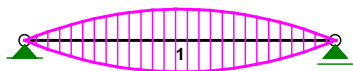
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
-------	------	-------	---------	--------	--------

1	0,00	0,000	0,000	13,907	0,000
	0,50	2,075	14,428*	-0,000	0,000
	1,00	4,150	-0,000	-13,907	0,000

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA: Skala 1:100



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

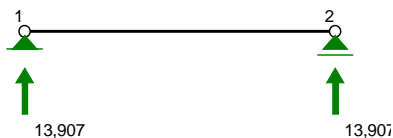
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

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

95 Drewno C27

1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,50	2,075	-8,841	8,841	0,327*
	1,00	4,150	0,000	-0,000	0,000

REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:100

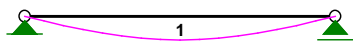


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,000	13,907	13,907	
2	0,000	13,907	13,907	

PRZEMIESZCZENIA: Skala 1:100



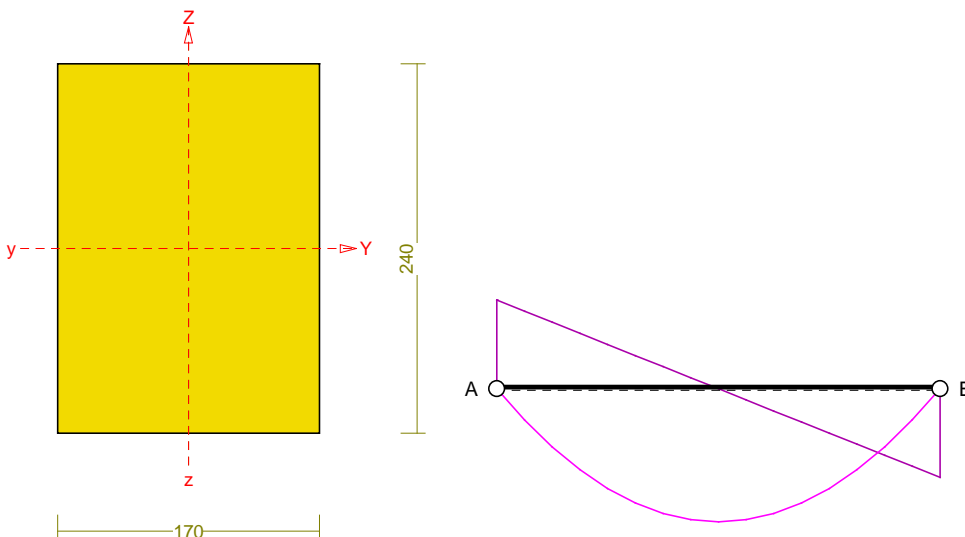
DEFORMACJE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F _{Ia} [deg]:	F _{Ib} [deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	0,0000	-0,508	0,508	0,0115	361,1

Pręt nr 1

Zadanie: belki co 85 cm



Przekrój: 1 „B 240x170”

Wymiary przekroju:

$$h=240,0 \text{ mm} \quad b=170,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=19584,0; \quad J_{zg}=9826,0 \text{ cm}^4; \quad A=408,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,9; \quad i_z=4,9 \text{ cm}; \quad W_y=1632,0; \\ W_z=1156,0 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$K_{mod} = 0,70$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C27.**

$$f_{m,k} = 27,00$$

$$f_{m,d} = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 16,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,32 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 11,85 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,60$$

$$f_{c,90,d} = 1,40 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,80$$

$$f_{v,d} = 1,51 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$\rho_k = 370 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

Nośność na zginanie:

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

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

$$l_d = 1,00 \times 4150 + 240 + 240 = 4630 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,\text{mean}}}{G_{\text{mean}}}} = \sqrt{\frac{4630 \times 240 \times 14,54}{3,142 \times 170^2 \times 7700}} \times \sqrt[4]{\frac{11500}{720}} = 0,304$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 14,428 / 1632,00 \times 10^3 = \mathbf{8,84} < \mathbf{14,54} = 1,000 \times 14,54 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,08$ m; $x_b=2,08$ m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,84}{14,54} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,54} = \mathbf{0,608} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{8,84}{14,54} + \frac{0,00}{14,54} = \mathbf{0,426} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=4,15$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 13,907 / 408,00 \times 10 = 0,51 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 408,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

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

Stan graniczny użytkowania:



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

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 16,6 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 24,9$ mm.

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,3 \times [1 + 19,2 \times (240,0/4150)^2] (1 + 0,60) = -0,5 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = -8,6 \times [1 + 19,2 \times (240,0/4150)^2](1 + 0,50) = -13,7 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

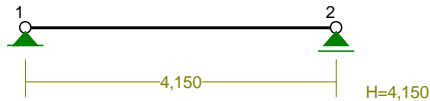
$$u_{z,fin} = -0,5 + -13,7 = \mathbf{14,2} < \mathbf{24,9} = u_{net,fin}$$

Dla rozstawu belek 100 cm.

- łąty z boku belki	$2 \times 0,05 \times 0,08 \times 6,0 \times 1,3$	= 0,06 kN/m
- elementy wypełnienia	$4,76 \times (1,0 - 0,17)$	= 3,95 kN/m
- obciążenie użytkowe	$2,80 \times 1,00$	= 2,80 kN/m
		6,81 kN/m

Rozpiętość teoretyczna $l_t = 1,05 \times 3,93 = 4,13 \text{ m} \approx 4,15 \text{ m}$

WEZŁY: Skala 1:100



WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	4,150	0,000

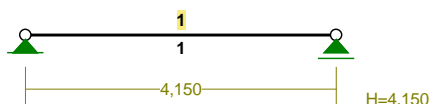
PODPORY:

Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

PRETY: Skala 1:100

PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:100



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1 11 1 2 4,150 0,000 4,150 1,000 1 B 240x170

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

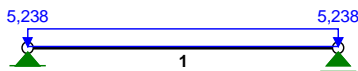
1 408,0 19584 9826 1632 1632 24,0 95 Drewno C27

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:
 [kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

95 Drewno C27 12 27,000 5,00E-06

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

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

Grupa: A "" Zmienne $\gamma_f = 1,30$
 1 Liniowe 0,0 5,238 5,238 0,00 4,15

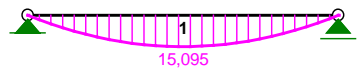
W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

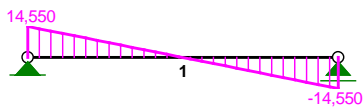
Grupa: Znaczenie: ψ_d : γ_f :

Ciężar wł. A - "" Zmienne 1 1,00 1,30

MOMENTY: Skala 1:100



TNĄCE: Skala 1:100



SILY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

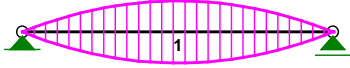
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt: x/L: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]:

1	0,00	0,000	0,000	14,550	0,000
	0,50	2,075	15,095*	-0,000	0,000
	1,00	4,150	-0,000	-14,550	0,000

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA: Skala 1:100



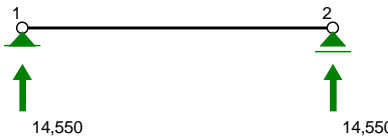
NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

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

95 Drewno C27

1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,50	2,075	-9,250	9,250	0,343*
	1,00	4,150	0,000	-0,000	0,000

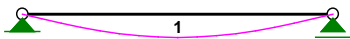
REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:100



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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,000	14,550	14,550	
2	0,000	14,550	14,550	

PRZEMIESZCZENIA: Skala 1:100

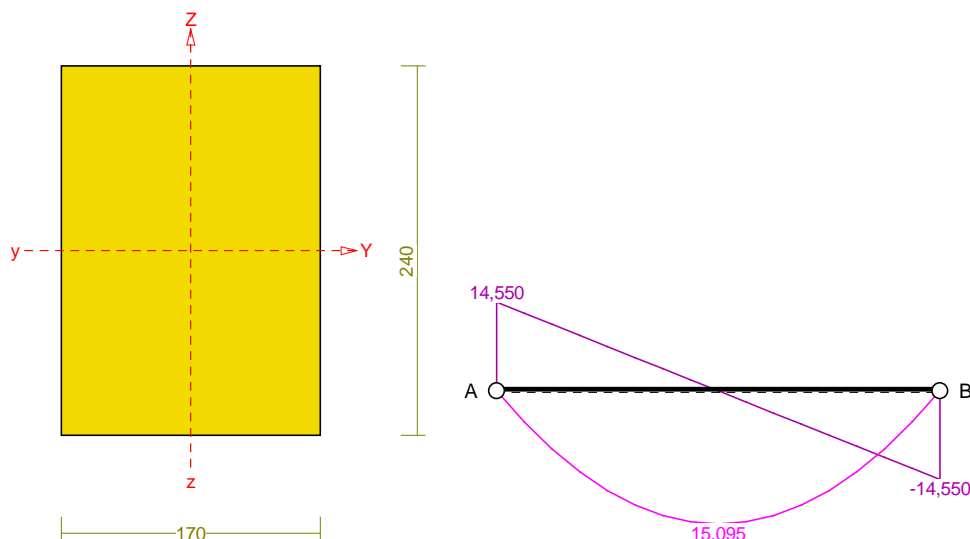


DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	Fia[deg]:	Fib[deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	-0,0000	-0,531	0,531	0,0120	345,1

Pręt nr 1

Zadanie: belki co 100 cm



Przekrój: 1 „B 240x170”

Wymiary przekroju:

$$h=240,0 \text{ mm} \quad b=170,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=19584,0; \quad J_{zg}=9826,0 \text{ cm}^4; \quad A=408,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,9; \quad i_z=4,9 \text{ cm}; \quad W_y=1632,0; \\ W_z=1156,0 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$K_{mod} = 0,70$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C27.**

$$f_{m,k} = 27,00$$

$$f_{m,d} = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 16,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,32 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 11,85 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,60$$

$$f_{c,90,d} = 1,40 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,80$$

$$f_{v,d} = 1,51 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$\rho_k = 370 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

Nośność na zginanie:

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

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

$$l_d = 1,00 \times 4150 + 240 + 240 = 4630 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4630 \times 240 \times 14,54}{3,142 \times 170^2 \times 7700}} \times \sqrt[4]{\frac{11500}{720}} = 0,304$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 15,095 / 1632,00 \times 10^3 = \mathbf{9,25} < \mathbf{14,54} = 1,000 \times 14,54 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,08$ m; $x_b=2,08$ m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{9,25}{14,54} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,54} = \mathbf{0,636} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{9,25}{14,54} + \frac{0,00}{14,54} = \mathbf{0,445} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=4,15$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 14,550 / 408,00 \times 10 = 0,53 \text{ MPa}$$

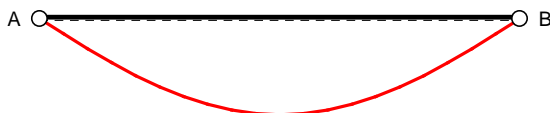
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 408,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,53^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,53} < \mathbf{1,51} = 1,000 \times 1,51 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



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

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 250 = 16,6 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{net,fin} = 24,9$ mm.

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -0,3 \times [1 + 19,2 \times (240,0/4150)^2] (1 + 0,60) = -0,5 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -9,0 \times [1 + 19,2 \times (240,0/4150)^2] (1 + 0,50) = -14,3 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,5 + -14,3 = \mathbf{14,9} < \mathbf{24,9} = u_{net,fin}$$

Dla rozstawu belek 110 cm.

- łąty z boku belki	$2 \cdot 0,05 \cdot 0,08 \cdot 6,0 \cdot 1,3$	= 0,06 kN/m
- elementy wypełnienia	$4,76 \cdot (1,10 - 0,17)$	= 4,43 kN/m
- obciążenie użytkowe	$2,80 \cdot 1,10$	= 2,97 kN/m
		7,46 kN/m

Rozpiętość teoretyczna w odkrywce nr „6” $l_t = 1,05 \cdot 3,93 = 4,13 \text{ m} \approx 4,15 \text{ m}$

Rozpiętość teoretyczna w odkrywce nr „7” $l_t = 1,05 \cdot 6,083 = 6,38 \text{ m} \approx 6,40 \text{ m}$

Sprawdzenie nośności belek w odkrywce nr 6.

WĘZŁY: Skala 1:100



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	4,150	0,000

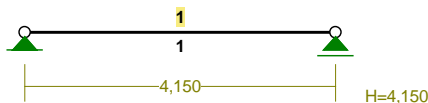
PODPORY:

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	0,000E+00	0,000E+00	
2	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

PRĘTY: Skala 1:100

PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:100



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	11	1	2	4,150	0,000	4,150	1,000	1 B 240x170

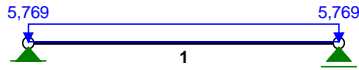
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	408,0	19584	9826	1632	1632	24,0	95 Drewno C27

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
95 Drewno C27	12	27,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: 1	A " " Liniowe	0,0	5,769	Zmienne 5,769	$\gamma_f = 1,30$ 0,00	4,15

=====

W Y N I K I

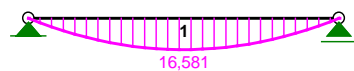
Teoria I-go rzędu

=====

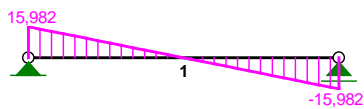
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł. A - " "	Zmienne 1	1,00	1,10 1,30

MOMENTY: Skala 1:100



TNĄCE: Skala 1:100

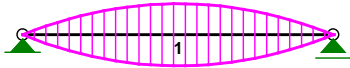
**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	15,982	0,000
	0,50	2,075	16,581*	0,000	0,000
	1,00	4,150	0,000	-15,982	0,000

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA: Skala 1:100



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

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

95 Drewno C27

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,50	2,075	-10,160	10,160	0,376*
	1,00	4,150	-0,000	0,000	0,000

REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:100



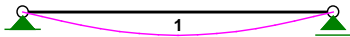
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł: H[kN]: V[kN]: Wypadkowa[kN]: M[kNm]:

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,000	15,982	15,982	
2	0,000	15,982	15,982	

PRZEMIESZCZENIA: Skala 1:100



DEFORMACJE: T.I rzędu

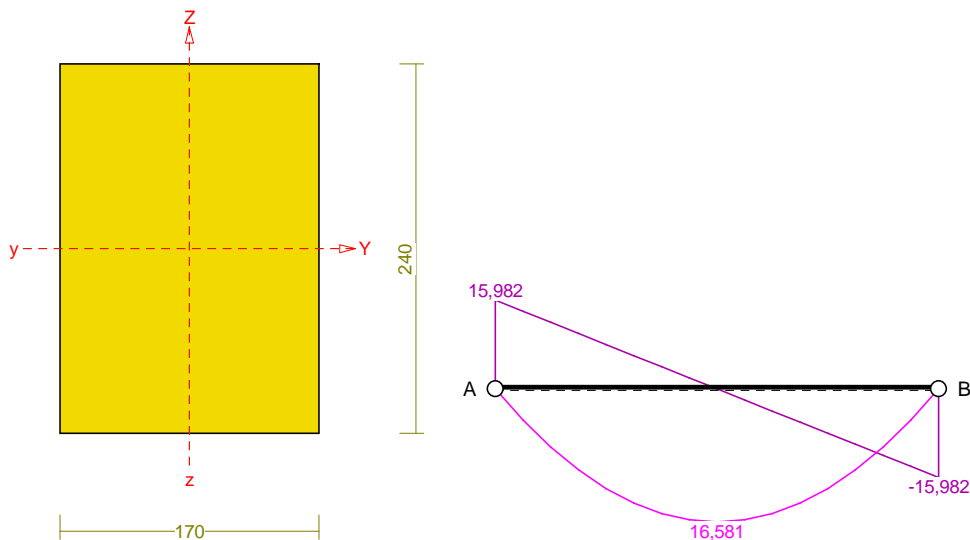
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt: Wa[m]: Wb[m]: FIa[deg]: FIb[deg]: f[m]: L/f:

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	FIa[deg]:	FIb[deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	0,0000	-0,584	0,584	0,0132	314,2

Pręt nr 1

Zadanie: belki co 110 cm



Przekrój: 1 „B 240x170”

Wymiary przekroju:

$$h=240,0 \text{ mm} \quad b=170,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=19584,0; \quad J_{zg}=9826,0 \text{ cm}^4; \quad A=408,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,9; \quad i_z=4,9 \text{ cm}; \quad W_y=1632,0; \\ W_z=1156,0 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Długotrwałe** (6 miesięcy - 10 lat, np. obciążenie magazynu).

$$K_{mod} = 0,70$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C27.**

$$f_{m,k} = 27,00$$

$$f_{m,d} = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 16,00$$

$$f_{t,0,d} = 8,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,32 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 11,85 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,60$$

$$f_{c,90,d} = 1,40 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,80$$

$$f_{v,d} = 1,51 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$\rho_k = 370 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

Nośność na zginanie:

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

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

$$l_d = 1,00 \times 4150 + 240 + 240 = 4630 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4630 \times 240 \times 14,54}{3,142 \times 170^2 \times 7700}} \times \sqrt[4]{\frac{11500}{720}} = 0,304$$

Wartość współczynnika zwiczenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 16,581 / 1632,00 \times 10^3 = \mathbf{10,16} < \mathbf{14,54} = 1,000 \times 14,54 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,08$ m; $x_b=2,08$ m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{10,16}{14,54} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,54} = \mathbf{0,699} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{10,16}{14,54} + \frac{0,00}{14,54} = \mathbf{0,489} < \mathbf{1}$$

Stan graniczny użytkowania:



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

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 250 = 16,6 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{net,fin} = 24,9$ mm.

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -0,3 \times [1 + 19,2 \times (240,0/4150)^2] (1 + 0,60) = -0,5 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -9,9 \times [1 + 19,2 \times (240,0/4150)^2] (1 + 0,50) = -15,8 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,5 + -15,8 = \mathbf{16,3} < \mathbf{24,9} = u_{net,fin}$$

Sprawdzenie nośności belek w odkrywce nr 7.

WEZŁY: Skala 1:100



WEZŁY:

Nr: X [m]: Y [m]:

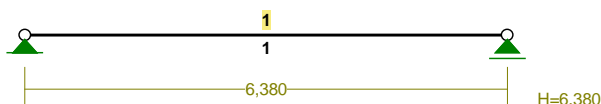
1	0,000	0,000
2	6,380	0,000

PODPORY:

Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

PRĘTY: Skala 1:100
PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:100



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	11	1	2	6,380	0,000	6,380	1,000	1 B 240x170

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	408,0	19584	9826	1632	1632	24,0	95 Drewno C27

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
95 Drewno C27	12	27,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA:

([kN],[kNm],[kN/m])

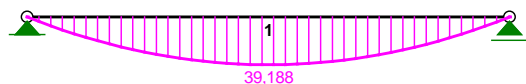
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	5,769	5,769	0,00	6,38

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

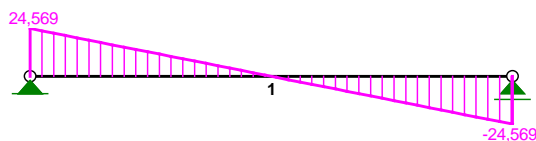
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł. A - " "	Zmienne	1	1,30

MOMENTY: Skala 1:100



TNĄCE: Skala 1:100

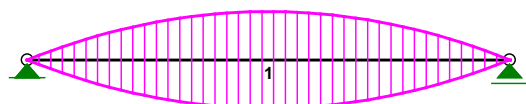


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	24,569	0,000
	0,50	3,190	39,188*	-0,000	0,000
	1,00	6,380	-0,000	-24,569	0,000

* = Wartości ekstremalne

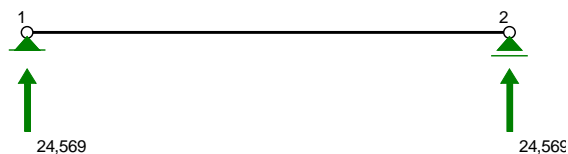
NAPRĘŻENIA: Skala 1:100



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		
95 Drewno C27					
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,50	3,190	-24,012	24,012	0,889*
	1,00	6,380	0,000	-0,000	0,000

REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:100

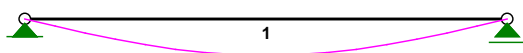


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
--------	--------	--------	----------------	---------

1	0,000	24,569	24,569
2	0,000	24,569	24,569

PRZEMIESZCZENIA: Skala 1:100

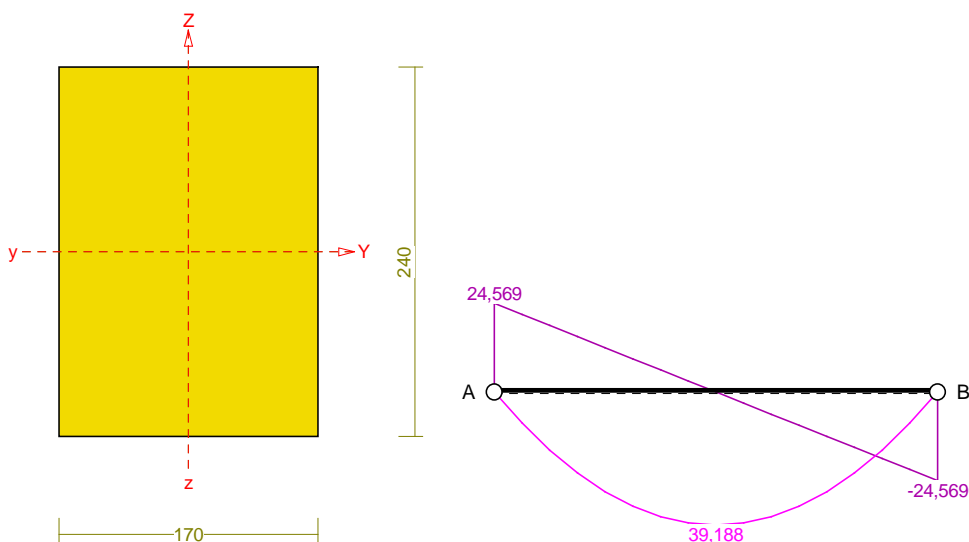


DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F Ia[deg]:	F Ib[deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	-0,0000	-2,120	2,120	0,0738	86,5

Pręt nr 1

Zadanie: belki co 110 cm_2



Przekrój: 1 „B 240x170”

Wymiary przekroju:

$$h=240,0 \text{ mm} \quad b=170,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=19584,0; \quad J_{zg}=9826,0 \text{ cm}^4; \quad A=408,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=6,9; \quad i_z=4,9 \text{ cm}; \quad W_y=1632,0; \quad W_z=1156,0 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C27.**

$$f_{m,k} = 27,00$$

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

$$f_{t,0,k} = 16,00$$

$$f_{t,0,d} = 7,38 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

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

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

$$f_{c,0,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,60$$

$$f_{c,90,d} = 1,20 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,80$$

$$f_{v,d} = 1,29 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$\rho_k = 370 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=3,19 \text{ m}$; $x_b=3,19 \text{ m}$, przy obciążeniach „A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 6380 + 240 + 240 = 6860 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{6860 \times 240 \times 12,46}{3,142 \times 170^2 \times 7700}} \times \sqrt[4]{\frac{11500}{720}} = 0,342$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 39,188 / 1632,00 \times 10^3 = \mathbf{24,01 > 12,46} = 1,000 \times 12,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=3,19 \text{ m}$; $x_b=3,19 \text{ m}$, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{24,01}{12,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{1,927 > 1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{24,01}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \mathbf{1,349 > 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=6,38 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 24,569 / 408,00 \times 10 = 0,90 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 408,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,90^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,90 < 1,29} = 1,000 \times 1,29 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=3,19 \text{ m}$; $x_b=3,19 \text{ m}$, przy obciążeniach „A”.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 42,5 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 63,8$ mm.

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

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

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych („A”):

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = -55,3 \times (1 + 0,50) = -82,9 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -2,8 + -82,9 = \mathbf{85,7} > \mathbf{63,8} = u_{\text{net,fin}}$$

Analizując uzyskane wyniki obliczeń sprawdzających można stwierdzić, że stropy drewniane o rozpiętości około 4,0 m, dla wszystkich pomierzonych rozstawów belek nośnych są przystosowane o przeniesienia zwiększonych obciążeń. Belki stropów o większych rozpiętościach, powyżej 5,0 m i rozstawie belek 110 cm - wymagają wzmocnienia.

Strop Kleina nad pomieszczenie przy werandzie wymaga wzmocnienia, gdyż w znacznym stopniu zostały przekroczone warunki stanu granicznego nośności i stanu granicznego użytkowania. Teoretycznie strop jest za słaby do przeniesienia obciążeń obowiązujących w budownictwie mieszkaniowym. Dotychczasowa eksploatacja budynku nie doprowadziła do wystąpienia na stropie granicznych obciążeń dla budownictwa mieszkalnego i strop nie uległ uszkodzeniom.

Braki w nośności stropu Kleina w odkrywcę nr 2 od spodu stropu zostały ujawnione podczas wcześniejszych remontów i strop został wzmocniony, Jako wzmocnienie zastosowano dodatkowe, dwuteowe belki stalowe wbudowane prostopadle pod belkami nośnymi stropu. Mając na uwadze przyjęte wcześniej rozwiązanie, należy zastosować podobne rozwiązanie pod stropem w pomieszczeniu przy werandzie.

Kolejnym niekorzystnym rozwiązaniem w tym stropie są wsporniki belek nad werandą o wysięgu około 340 cm. Jest to bardzo niekorzystne i wymaga zmiany schematu statycznego belek stropowych. W tym celu należy końce belek wspornikowych podeprzeć stalową ramą od wnętrza przeszklenia werandy, lub w linii okien. Teoretyczne ugięcie końca wspornika przy wystąpieniu obciążeń normowych na balkonie, np. tłumem ludzi, może dochodzić do 5,75 cm. Przy takim ugięciu przeszklenie werandy uległoby zniszczeniu.

W rozpatrywanym budynku mamy do czynienia z mieszanym układem konstrukcyjny. Belki nośne stropów zostały wbudowane równoległe i prostopadle do długości budynku. Prócz tego na powierzchni stropów w pomieszczeniach występują sto-

pnie, np. w pomieszczeniu, z którego jest wyjście na balkon od strony ul. Jagiellońskiej. Można z tego wnioskować o innej kombinacji rozwiązań konstrukcji stropów w tej strefie. Prócz tego wiąże się to z różnymi wysokościami pomieszczeń na parterze. W tej sytuacji należy liczyć się z tym, że w fazie wykonawstwa robót remontowych konieczne będzie rozszerzenie ich zakresu. Roboty te należy prowadzić przy ścisłej współpracy z nadzorem autorskim i Służbami Miejskiego Konserwatora Zabytków w Bydgoszczy.

VI. Wnioski i zalecenia.

Mając na uwadze opis konstrukcji i zjawisk będących przedmiotem ekspertyzy oraz przeprowadzoną analizę techniczną można wyciągnąć następujące wnioski końcowe:

1. Stropy w rozpatrywanym budynku po około osiemdziesięciu latach eksploatacji są w dobrym stanie technicznym.
2. Stropy Kleina dla nowego stanu obciążeń wymagają wzmocnienia podobnego do już zastosowanego pod stropem nad parterem w pomieszczeniu zlokalizowanym w narożu południowo – wschodnim budynku. Prócz tego strop nad werandą musi mieć dodatkowe podparcie.
3. Stropy drewniane o rozpiętości ponad 5,0 m przy rozstawie belek 110 cm wymagają wzmocnienia.
4. Ze stropów drewnianych należy usunąć przypadkowe zasypki na ślepych pułapach i usunąć deski ślepych pułapów. Deski zastąpić płytami OSB, zasypki wykonać z keramzytu.
5. Ze względu na zmianę sposobu użytkowania budynku należy stosować rozwiązania stropów drewnianych gwarantujące wysoką izolacyjność akustyczną, z eliminacją mostków akustycznych i skrzywienia podłóg.
6. W tym celu należy zmienić rozwiązania podłóg na stropie ze stropów listwowych, w których deski podłogowe mocowane są do belek stropowych, na stropy legarowo – listwowe, w których deski mocowane są do legarów leżących na zasypce z keramzytu na ślepych pułapach.
7. Deski ślepych pułapów opierać na listwach przybitych do belek z przekładką amortyzującą. Przekładki stosować również pod legarami.
8. Przed rozpoczęciem robót remontowych należy przewidzieć konieczność wykonywania robót dodatkowych koniecznych do wykonania po odsłonięciu elementów konstrukcyjnych budynku nie rozpoznanych na etapie opracowania projektu remontu.

9. Po wykonaniu opisanych wyżej robót związanych ze wzmocnieniem konstrukcji stropów budynek będzie nadawał się do zmiany sposobu użytkowania na cele biurowe.

W tej sytuacji zaleca się, co następuje:

- W projekcie remontu uwzględnić konieczność wzmocnienia stropów Kleina ze zmianą ich schematu statycznego.
- Stosować wzmocnienia stropów drewnianych o rozpiętości ponad 5,0 m i rozstawie belek 110 cm.
- Przyjęte rozwiązania konsultować ze specjalistą w zakresie akustyki i nagłośnienia pomieszczeń.
- Wszelkie prace związane z remontem i ujawnianymi różnicami stanu istniejącego w stosunku do rozwiązań przyjętych w projekcie i niniejszej ekspertyzie należy ściśle ewidencjonować i dokumentować, w tym również fotografią cyfrową. Pozwoli to na stworzenie projektu inwentaryzacyjnego konstrukcji budynku.
- Zagadnienia wątpliwe pod względem technicznym należy konsultować z Nadzorem Konserwatorskim i nadzorem autorskim.
- Roboty remontowe obiektu zabytkowego powinna wykonywać wyspecjalizowana w tym zakresie firma pod ścisłym Nadzorem Konserwatorskim i nadzorem technicznym.
- Nigdy nie przeciążać istniejących i nowych konstrukcji!!
- Realizować roboty zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych” tom I, części 1 ÷ 4, pod ścisłym Nadzorem Konserwatorskim.
- Ze względu na planowane obecnie i w przyszłości roboty budowlane należy wykonać uaktualnienie architektonicznej dokumentacji inwentaryzacyjnej. Podczas robót należy z odkrywek konstrukcji gromadzić informacje do inwentaryzacji konstrukcyjnej.

Bydgoszcz, 31 lipca 2014 r.