

Załącznik nr 2**Obliczenia konstrukcyjne**

Poz. 1. Uzupełniające nadproże N-5

Projektowane uzupełniające nadproże N-5. Schemat statyczny – belka swobodnie podparta. Rozpiętość nadproża w świetle $L_{\max} = 1,30$ m. Belki nadproża ze stali S235 – $f_y = 235$ MPa.

• **zestawienie obciążeń dla stropów istniejących nad parterem**

Lp.	Obciążenie	g_k, q_k [kN/m ²]	γ_f	g, q [kN/m ²]
	<i>Obciążenia stałe</i>			
1.	Płytki terakotowe na zaprawie klejowej $0,01 \cdot 22,00 =$	0,22	1,35	0,30
2.	Jastrych cementowy $0,035 \cdot 21,00 =$	0,74	1,35	0,99
3.	Styropian EPS 200 $0,03 \cdot 0,45 =$	0,01	1,35	0,02
4.	Ciężar własny stropu żelbetowego $0,24 \cdot 25,00 =$	6,00	1,35	8,10
5.	Tynk cem-wap. gr. 15 mm $0,015 \cdot 19,00 =$	0,29	1,35	0,38
	RAZEM OBCIĄŻENIA STAŁE	7,26	—	9,79
	<i>Obciążenia zmienne</i>			
6.	Obciążenie użytkowe	1,50	1,50	2,25
	OGÓŁEM	8,76	—	12,04

• **zestawienie obciążeń dla stropów istniejących nad piętrem**

Lp.	Obciążenie	g_k, q_k [kN/m ²]	γ_f	g, q [kN/m ²]
	<i>Obciążenia stałe</i>			
1.	Ciężar własny stropu żelbetowego $0,24 \cdot 25,00 =$	6,00	1,35	8,10
2.	Tynk cem-wap. gr. 15 mm $0,015 \cdot 19,00 =$	0,29	1,35	0,38
	RAZEM OBCIĄŻENIA STAŁE	6,29	—	8,48
	<i>Obciążenia zmienne</i>			
3.	Obciążenie użytkowe	0,50	1,50	0,75
	OGÓŁEM	6,79	—	9,23

• **zestawienie obciążeń dla stropodachu istniejącego**

Lp.	Obciążenie	g_k, q_k [kN/m ²]	γ_f	g, q [kN/m ²]
	<i>Obciążenia stałe</i>			
1.	Papa asfaltowa $0,01 \cdot 14,00 =$	0,14	1,35	0,19
2.	Styropian EPS 200 $0,20 \cdot 0,45 =$	0,09	1,35	0,12
3.	Jastrych cementowy $0,05 \cdot 21,00 =$	1,05	1,35	1,42
4.	Ciężar własny płyty korytkowej żelbetowej $0,08 \cdot 25,00 =$	2,00	1,35	2,70
	RAZEM OBCIĄŻENIA STAŁE	3,28	—	4,43

- zestawienie obciążeń przypadających na uzupełniające nadproże

Lp.	Obciążenia	g_k, q_k [kN/m]	γ_f	g, q [kN/m]
1.	Obciążenie ze stropodachu $3,28 \cdot (5,44 + 5,37) \cdot 0,5 =$ $4,43 \cdot (5,44 + 5,37) \cdot 0,5 =$	17,73		23,94
2.	Obciążenie ze stropów nad parterem $8,76 \cdot (5,44 + 5,37) \cdot 0,5 =$ $12,04 \cdot (5,44 + 5,37) \cdot 0,5 =$	47,35		65,08
	Obciążenie ze stropów nad piętrem $6,79 \cdot (5,44 + 5,37) \cdot 0,5 =$ $9,23 \cdot (5,44 + 5,37) \cdot 0,5 =$	36,70		49,89
3.	Obciążenie ze ścian nadległych kondygnacji $(2,52 + 0,31) \cdot 0,24 \cdot 25,00 =$	16,98	1,35	22,92
4.	Obciążenie z wieńców nadległych $[0,24 \cdot 0,24 \cdot 25,00] \cdot 2 =$	2,88	1,35	3,89
	OGÓŁEM	121,64		165,72

Analiza statyczna układu konstrukcyjnego

WĘZŁY:



WĘZŁY:

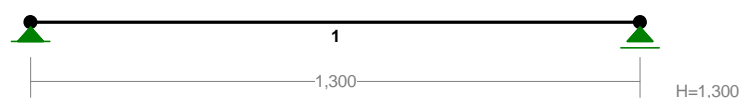
Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	1,300	0,000

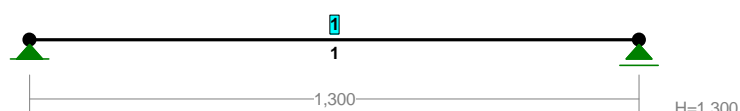
PODPORY:

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	$D_x(D_o^*)$ [m / k N]	D_y [m / k N]	$D F_i$ [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:**PRĘTY UKŁADU:**

Typy prętów: 00 - sztywny-sztywny, 01 - sztywny-przegub,
10 - przegub-sztywny, 11 - przegub-przegub, 22 - ciągnio

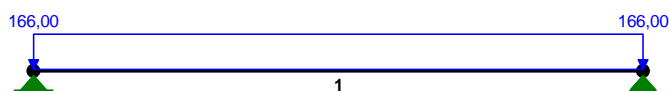
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	1,300	0,000	1,300	1,000	1 2 I 160

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	45,6	1870	734	234	234	16,0	2 Stal St3

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
2 Stal St3	205000	215,000	1,20E-05

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	S	"Obciążenie ze ścian i stropów"	Stałe	$\gamma_f = 1,00$		
1	Liniowe	0,0	166,00	166,00	0,00	1,30

=====

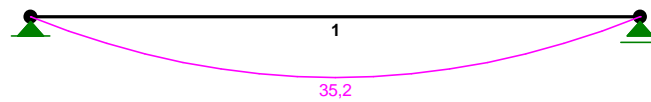
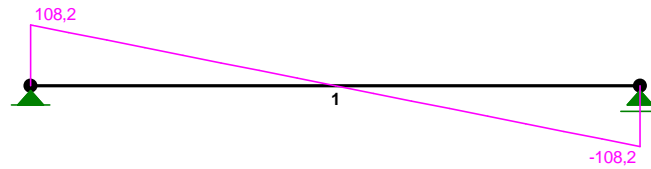
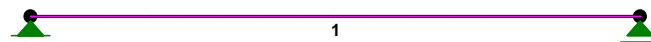
W Y N I K I

Teoria I-go rzędu

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁCZYNNIKI BEZPIECZEŃSTWA:

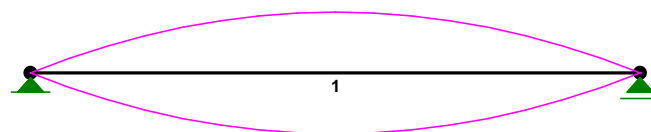
Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar własny			1,10
S - "Obciążenie ze ścian i stropów"	Stałe 1	1,00	1,00

MOMENTY:**TNĄCE:****NORMALNE:****SILY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + S

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	108,2	0,0
	0,50	0,650	35,2*	-0,0	0,0
	1,00	1,300	-0,0	-108,2	0,0

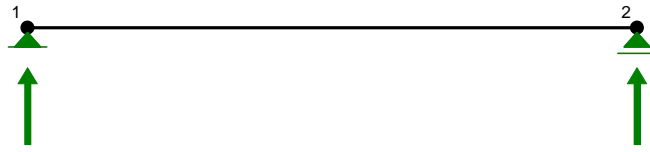
* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu

Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + S

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
[MPa]					
2 Stal St3					
1	0,00	0,000	-0,0	0,0	0,000
	0,50	0,650	-150,4	150,4	0,699*
	1,00	1,300	0,0	-0,0	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu

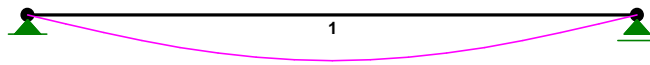
Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + S

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,0	108,2	108,2	
2	0,0	108,2	108,2	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + S

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad]([deg]):
1	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00397 (-0,228)
2	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00397 (0,228)

PRZEMIESZCZENIA:**DEFORMACJE:** T.I rzędu

Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + S

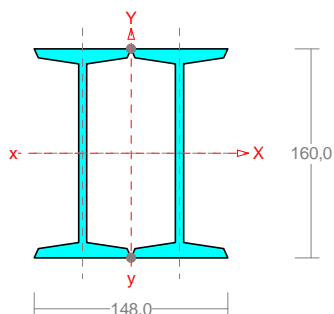
Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F _{Ia} [deg]:	F _{Ib} [deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	0,0000	-0,228	0,228	0,0016	805,4

NOŚNOŚĆ PRĘTÓW: T.I rzędu

Obciążenia obliczeniowe: Ciężar własny + S

Przekrój:	Pręt:	Warunek nośności:	Wykorzystanie:
1	1	Nośność (Stateczność) przy zgi	69,9% <div style="display: inline-block; width: 50px; height: 15px; background: linear-gradient(to right, gray, gray, gray, white); border: 1px solid black;"></div>

Obliczenie nośności nadproża (pręt nr 1)



Wymiary przekroju:

I 160 $h=160,0$ $g=6,3$ $s=74,0$ $t=9,5$ $r=6,3$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=1870,0$ $J_{yg}=733,7$ $A=45,60$ $i_x=6,4$ $i_y=4,0$.

Materiał: **St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W**.

Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=9,5$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,650$; $x_b = 0,650$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **S**

$M_x = -35,2$ kNm, $V_y = -0,0$ kN, $N = 0,0$ kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 150,4$ MPa $\sigma_c = -150,4$ MPa.

Naprężenia:

$x_a = 0,650$; $x_b = 0,650$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 150,4$ MPa $\sigma_c = -150,4$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 0,0$ $\Delta\sigma = 150,4$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 150,4 = 150,4 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$\chi_1 = 1,000$ $\chi_2 = 1,000$ węzły nieprzesuwne $\Rightarrow \mu = 1,000$ dla $l_o = 1,300$

$$l_w = 1,000 \times 1,300 = 1,300 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$\chi_1 = 1,000$ $\chi_2 = 1,000$ węzły nieprzesuwne $\Rightarrow \mu = 1,000$ dla $l_o = 1,300$

$$l_w = 1,000 \times 1,300 = 1,300 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1870,0}{1,300^2} 10^{-2} = 22387,6 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 733,7}{1,300^2} 10^{-2} = 8783,4 \text{ kN}$$

Zwicherung:

Dla przekroju rurowego lub skrzynkowego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_o = 1300$ mm:

$$100 b_o \sqrt{215 / f_d} = 100 \times 74,0 \times \sqrt{215 / 215} = 7400 > 1300 = l_1$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,650$; $x_b = 0,650$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 233,8 \times 215 \times 10^{-3} = 50,3 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{35,2}{1,000 \times 50,3} = 0,699 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 1,300$; $x_b = 0,000$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 20,2 \times 215 \times 10^{-1} = 251,4 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 75,4 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 108,2 < 251,4 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,650$; $x_b = 0,650$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,0 < 75,4 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 50,3 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{35,2}{50,3} = 0,699 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 1,300$.

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

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 0,0 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 178,8 \times 6,3 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 242,2 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,0 < 242,2 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,6 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 1300 / 350 = 3,7 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,6 < 3,7 = a_{\text{gr}}$$

Wykaz norm związanych:

- PN-90/B-03200 *Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.*
- 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-80/B-02010 *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.*
- PN-77/B-02011 *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.*
- PN-EN 1991-1-1:2002 *Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.*
- PN-EN 1991-1-3:2002 *Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.*

Opracował: