



MIEJSKIE WODOCIĄGI I KANALIZACJA

Spółka z o.o.

75-711 Koszalin, ul. Wojska Polskiego 14

ISO 9001/n° 113014
ISO 14001/n° 133337
PN-N-18001/n° 154539

Certyfikat



Telefony:

centrala:

(094) 342 29 38

342 62 60

342 62 68

342 62 69

342 37 56

fax:

(094) 342 29 38

Prezes – Dyrektor:

(094) 342 66 70

Z-ca dyrektora
ds. eksploatacji

(094) 342 37 39

Biurow Handlowe

(094) 347 19 37

Pogotowie wod-kan:

994

NIP: 669-050-14-95

REGON: 330032800

Koszalin, 15.09.2004 r.

RT-67-221 / 5229 / 2004/KP

PU-H „AGRO-HATECH”

mr inż. Zbigniew Kocur

75-630 Koszalin

ul. Bzów 14

WARUNKI TECHNICZNE I OGÓLNE PRZYŁĄCZENIA DO KOMUNALNEJ SIECI DESZCZOWEJ.

dla obiektu : *kaplica św. Gertrudy na działce nr 187/1 przy ulicy H. Modrzejewskiej
w Koszalinie.*

1. MIEJSCE PODŁĄCZENIA DO SIECI KANALIZACYJNEJ.

Kanalizacja deszczowa : DN 250; teren przylegający do działki 187/1;

2. INNE WYMOGI

Przyłącze kanalizacji deszczowej projektować z rur PVC lub WIPRO.

Włączenie do kanału komunalnego wykonać poprzez tuleję przejściową do istniejących studni na kanale komunalnym.

W pasie drogowym należy zastosować studnie z kręgów żelbetonowych Ø 1200 z włączkami żeliwnymi z wypełnieniem betonowym.

W obrębie działki dopuszcza się stosowanie studni z PVC o średnicach mniejszych niż 1000 mm.

Projekt budowlany podlega uzgodnieniu w Zarządzie Dróg Miejskich przed złożeniem w Zespole Uzgadniania Dokumentacji.

Przyłącze przed zasypaniem zainwentaryzować geodezyjnie i zgłosić do odbioru w ZDM, ul. Połczyńska 24.

Do odbioru przedłożyć geodezyjną mapę powykonawczą wykonanego przyłącza.

Warunki tracą moc po upływie 2 lat od daty wystawienia.

Z up. DYREKTORA
Główny Specjalista ds. Rozwoju

Wiesław Pióślak

1.0 Zebranie obciążeń.**1.1 Obciążenie wiatrem.**

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k C_e C_\beta$$

gdzie:

$$q_k = 0.35 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 1.0$$

$$C_e = 0.8 + 0.02 z = 0.8 + 0.02 \times 22 = 1.24$$

$$C = 0.7$$

$$C = -0.4$$

$$B = 1.8$$

$$\gamma_f = 1.3$$

- strefa II, $\alpha = 60^\circ$

- dla połaci dolnej

- dla sygnaturki

- dla połaci nawietrznej

- dla połaci zawietrznej

- współczynnik działania porywów wiatru

- współczynnik obciążenia

1.1.1 Obciążenie krokwi w dolnej połaci dachowej.rozstaw krokwi $l = 0.90 \text{ m}$

- obciążenie połaci nawietrznej:

$$p_k = 0.35 \times 1.0 \times 0.7 \times 1.8 = 0.44 \text{ kN/m}^2$$

obciążenia przypadające na krokiew $p_k^n = 0.44 \times 0.90 = \mathbf{0.40 \text{ kN/mb}}$

- obciążenie połaci zawietrznej:

$$p_k^z = 0.35 \times 1.0 \times (-0.40) \times 1.8 = -0.25 \text{ kN/m}^2$$

obciążenia przypadające na krokiew $p_k = 0.25 \times 0.90 = \mathbf{0.23 \text{ kN/mb}}$ **1.1.2 Obciążenie wiatrem helmu sygnaturki.**

- obciążenie połaci nawietrznej:

$$p_k^n = 0.35 \times 1.24 \times 1.0 \times 1.8 = 0.78 \text{ kN/m}^2$$

wypadkowa działania wiatru $P = 0.78 \times 2.0 \times 6.1 \times \frac{1}{2} = \mathbf{4.76 \text{ kN}}$

- obciążenie połaci zawietrznej:

$$p_k^z = 0.35 \times 1.0 \times (-0.4) \times 1.8 = -0.25 \text{ kN/m}^2$$

wypadkowa działania wiatru $P = 0.25 \times 2.0 \times 6.1 \times \frac{1}{2} = \mathbf{1.52 \text{ kN}}$ **1.1.3 Obciążenie wiatrem latarni**

- obciążenie połaci nawietrznej:

wypadkowa działania wiatru $P^n = 0.78 \times 2.0 \times 2.0 \times \frac{1}{2} = \mathbf{1.56 \text{ kN}}$

- obciążenie połaci zawietrznej:

wypadkowa działania wiatru $P^z = 0.25 \times 2.0 \times 2.0 \times \frac{1}{2} = \mathbf{0.50 \text{ kN}}$ **1.2 Obciążenie śniegiem.**

Obciążenie charakterystyczne:

$$S_k = Q_k C$$

gdzie:

$$Q_k = 0.70 \text{ kN/m}^2$$

-strefa I, $\alpha = 60^\circ$

C = 0

- obciążenie śniegiem pomija się.

1.3 Obciążenia stałe.

- dachówka ceramiczna klasztorna	0.90 kN/m ²
- folia paroszczelna i deskowanie 25 mm	
$\frac{0.025 \times 5.5}{}$	0.14 kN/m ²
Razem	1.14 kN/m²

$\gamma_f = 1.3$

- współczynnik obciążenia

Obciążenie stałe przypadające na krokiew:

$$g_k^I = g \cos \alpha = 1.14 \times \cos 60^\circ \times 0.9 = \mathbf{0.52 \text{ kN/m}}$$

$$g_k^{II} = g \sin \alpha = 1.14 \times \sin 60^\circ \times 0.9 = \mathbf{0.89 \text{ kN/m}}$$

2.0 Obciążenie konstrukcji.

2.1 Obciążenia stałe od hełmu i latarni.

- gont na deskowaniu hełmu $8 \times 2.0 \times 6.0 \times 0.40(\text{kN/m}^2) \times \frac{1}{2} = 19.2 \text{ kN}$
 - krokwie $8 \times 0.12 \times 0.15 \times 6.0 \times 5.50(\text{kN/m}^3) = 4.83 \text{ kN}$
 - wieniec obwodowy $8 \times 0.18 \times 0.22 \times 1.0 \times 5.50(\text{kN/m}^3) = 5.23 \text{ kN}$
 - gont na deskowaniu latarni $8 \times 1.0 \times 0.04 \times 2.0 \times 5.50(\text{kN/m}^3) = 3.52 \text{ kN}$
 - słupy $8 \times 0.19 \times 0.20 \times 2.0 \times 5.50 (\text{kN/m}^3)$
- razem ciężar sygnaturki 36.12 kN (na jeden słup przypada 4.52 kN)

2.2 Obciążenie od wiatru.

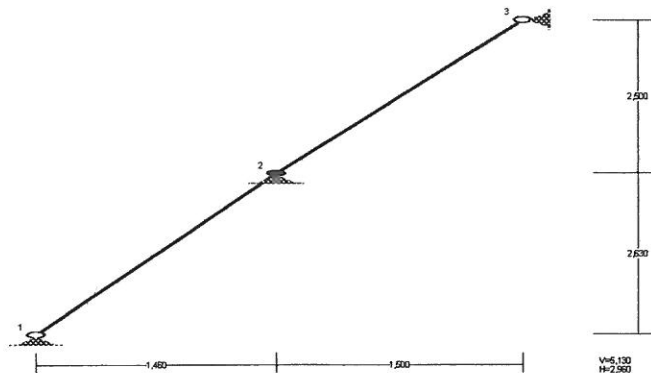
2.2.1 Moment obrotowy od wiatru

- strona nawietrzna: $4.76 \times 4.0 \times 4.76 + 1.56 \times 1.0 = 20.6 \text{ kNm}$
na jeden słup przypada $20.6 : 4 = 5.14 \text{ kNm}$
- strona zawietrzna: $1.56 \times 4.0 + 0.5 \times 1.0 = 6.74 \text{ kNm}$
na jeden słup przypada $6.74 : 4 = 1.68 \text{ kNm}$

mgr inż. Zbigniew Kocur
Upr. bud. do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w spec. konstrukcyjno-budowlanej
Nr UAN/7210/459/87 i 114/90
Członek ZOIB nr ZAP/BO/1300/01

KROKIEW

WEZŁY:



WEZŁY:

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

1	0,000	0,000
2	1,460	2,630
3	2,960	5,130

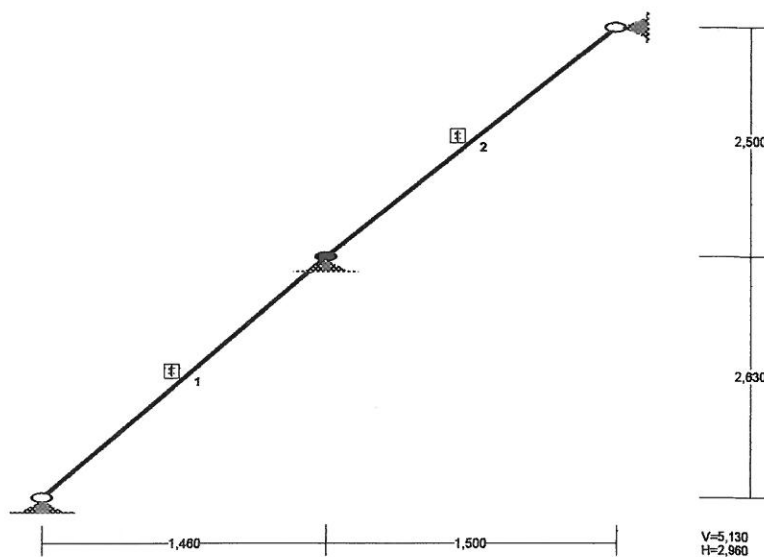
 PODPORY: Podatności

 Węzeł: Rodzaj: Kąt: Dx(Do*): Dy: DFi:

[m / k N] [rad/kNm]

1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00
3	stała	90,0	0,000E+00	0,000E+00

PRĘTY I PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

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

1 10 1 2 1,460 2,630 3,008 1,000 1 B 180x130
2 01 2 3 1,500 2,500 2,915 1,000 1 B 180x130

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

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

1 234,0 6318 3296 702 702 18,0 44 Drewno C18

STAŁE MATERIAŁOWE:

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

44 Drewno C18 9000 18,000 5,00E-06

OBCIĄŻENIA:

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: A "pokrycie dachu" Stałe $\gamma_f = 1,30$

1 Liniowe 59,0 0,52 0,52 0,00 3,01
1 Liniowe -30,0 0,89 0,89 0,00 3,01
2 Liniowe 59,0 0,52 0,52 0,00 2,92
2 Liniowe -30,0 0,89 0,89 0,00 2,92

Grupa: B "Wiatr strona nawietrzna" Zmienne $\gamma_f = 1,30$

1 Liniowe 59,0 0,40 0,40 0,00 3,01
2 Liniowe 59,0 0,40 0,40 0,00 2,92

Grupa: C "Wiatr strona zawietrzna" Zmienne $\gamma_f = 1,30$

1 Liniowe 59,0 -0,23 -0,23 0,00 3,01
2 Liniowe 59,0 -0,23 -0,23 0,00 2,92

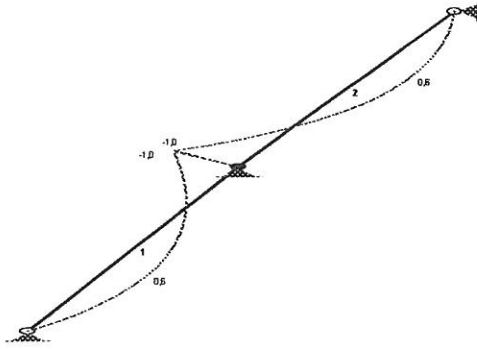
W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

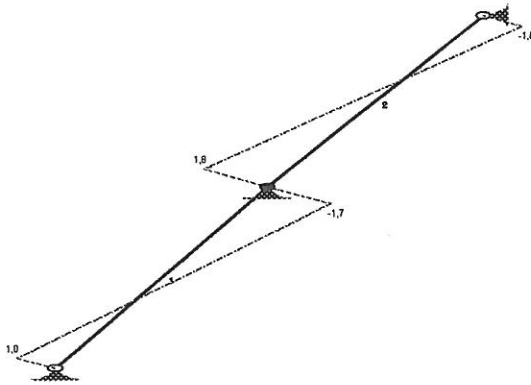
Grupa: Znaczenie: ψ_d : γ_f :

CieŜar wł. 1,10
A -"pokrycie dachu" Stałe 1,30
B -"Wiatr strona nawietrzna" Zmienne 1 1,00 1,30
C -"Wiatr strona zawietrzna" Zmienne 1 1,00 1,30

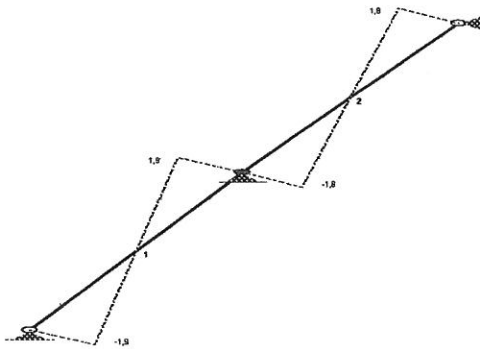
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:

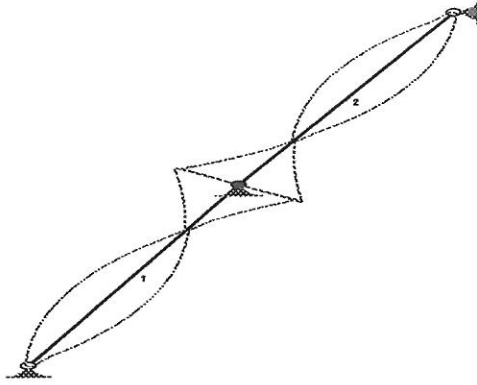


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC **Relacja obc.!**

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	1,0	-1,9
	0,38	1,128	0,6*	0,0	-0,5
	1,00	3,008	-1,0	-1,7	1,9
2	0,00	0,000	-1,0	1,8	-1,8
	0,63	1,822	0,6*	0,0	0,4
	1,00	2,915	-0,0	-1,0	1,8

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC **Relacja obc.!**

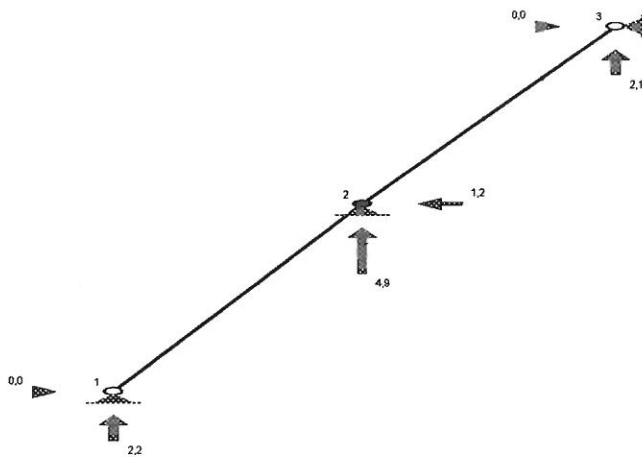
Pręt: x/L: x[m]: SigmaG: SigmaD: SigmaMax/Ro:
 [MPa]

44 Drewno C18

1	0,00	0,000	-0,1	-0,1	0,004
	1,00	3,008	1,5	-1,4	0,086*
2	0,00	0,000	1,4	-1,5	0,086*
	1,00	2,915	0,1	0,1	0,004

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC **Relacja obc.!**

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

1	0,0	2,2	2,2	
2	-1,2	4,9	5,1	
3	0,0	2,1	2,1	

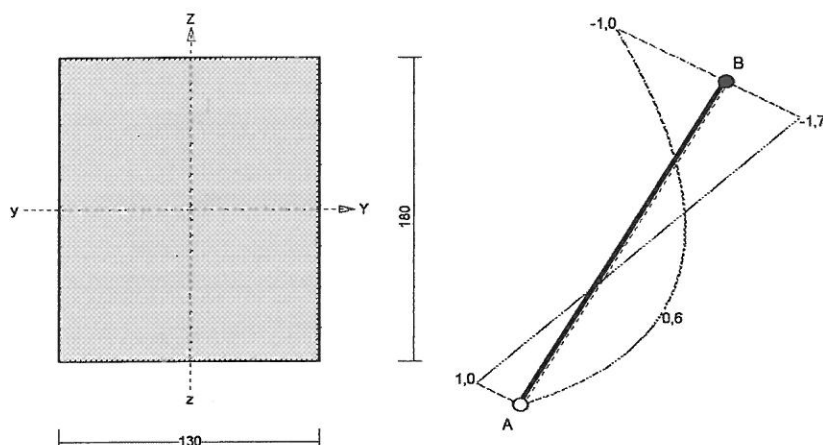
PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC **Relacja obc.!**

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1	-0,00000	-0,00000	0,00000	
2	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00002 (0,001)
3	-0,00000	-0,00000	0,00000	

mgr inż. Zdzisław
Upr. bud. do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w spec. konstrukcyjno-budowlanej
Nr UAN/7210/459/87 i 112/88
Członek ZOIB nr ZAP 075

Zadanie: krokiew

**Przekrój: 1** "B 180x130"

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=130,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_xg=6318,0; \quad J_yg=3295,5 \text{ cm}^4; \quad A=234,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=5,2; \quad i_y=3,8 \text{ cm}; \quad W_x=702,0; \quad W_y=507,0 \text{ cm}^3.$$

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

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

$$f_{m,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 11,00$$

$$f_{t,0,d} = 5,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,30$$

$$f_{t,90,d} = 0,14 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 4,80$$

$$f_{c,90,d} = 2,22 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,00$$

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

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=3,01 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABC".

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 234,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 1,9 / 234,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{5,08} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=3,01 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABC".

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

$$l_e = \mu l = 0,840 \times 3,008 = 2,527 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,008 = 3,008 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 2,527 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 3,008 \text{ m}$$

Współczynniki wybozeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,527 / 0,0520 = 48,63$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 3,008 / 0,0375 = 80,16$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 6000 / (48,63)^2 = 25,04 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 6000 / (80,16)^2 = 9,22 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{18 / 25,04} = 0,848$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{18 / 9,22} = 1,397$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,848 - 0,5) + (0,848)^2] = 0,894$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,397 - 0,5) + (1,397)^2] = 1,566$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,894 + \sqrt{0,894^2 - 0,848^2}) = 0,849$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,566 + \sqrt{1,566^2 - 1,397^2}) = 0,440$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 234,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,9 / 234,00 \times 10 = 0,1 < 3,65 = 0,440 \times 8,31 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a = 1,13 \text{ m}$; $x_b = 1,88 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,849 \times 8,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{8,31} + \frac{0,8}{8,31} = 0,103 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,440 \times 8,31} + \frac{0,0}{8,31} + 0,7 \times \frac{0,8}{8,31} = 0,076 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a = 3,01 \text{ m}$; $x_b = 0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABC".

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

$$l_d = 1,00 \times 3008 + 180 + 180 = 3368 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3368 \times 180 \times 8,31}{3,142 \times 130^2 \times 6000}} \times \sqrt{\frac{4 \times 9000}{560}} = 0,252$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,0 / 702,00 \times 10^3 = 1,5 < 8,3 = 1,000 \times 8,31 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a = 3,01 \text{ m}$; $x_b = 0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{5,08} + \frac{1,5}{8,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{8,31} = 0,2 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{5,08} + 0,7 \times \frac{1,5}{8,31} + \frac{0,0}{8,31} = 0,1 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a = 1,13 \text{ m}$; $x_b = 1,88 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{8,31^2} + \frac{0,8}{8,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{8,31} = 0,1 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{8,31^2} + 0,7 \times \frac{0,8}{8,31} + \frac{0,0}{8,31} = 0,1 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,63$ m; $x_b=0,38$ m, przy obciążeniach "ABC".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 1,4 / 234,0 \times 10 = 0,1 \text{ MPa}$$

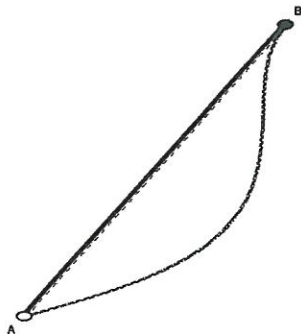
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 234,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,0^2} = 0,1 < 0,9 = 1,000 \times 0,92 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,32$ m; $x_b=1,69$ m, przy obciążeniach "ABC".

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 20,1 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "A"):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,4 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3008)^2] (1 + 0,60) = -0,7 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("BC"):

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

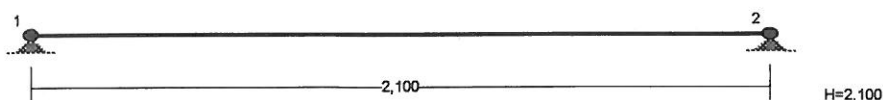
$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,1 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3008)^2] (1 + 0,60) = -0,2 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,7 + -0,2 = 1,0 < 20,1 = u_{\text{net,fin}}$$

mgr inż. Zbigniew Kocui
 Upr. bud. do projektowania i kierowania
 robotami budowlanymi/ bez ograniczeń
 w spec. konstrukcyjno-budowlanej
 Nr UAN/7210/459/87 i 114/99
 Członek ZOIIIB nr ZAP/BO/1300/01

PŁATEW
WĘZŁY:**WĘZŁY:**

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

1 0,000 0,000
2 2,100 0,000

PODPORY: Podatności

Węzeł: Rodzaj: Kąt: Dx(Do*): Dy: DFi:
[m / k N] [rad/kNm]

1 stała 0,0 0,000E+00 0,000E+00
2 stała 0,0 0,000E+00 0,000E+00

PRĘTY UKŁADU:

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

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

1 00 1 2 2,100 0,000 2,100 1,000 1 B 210x180

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

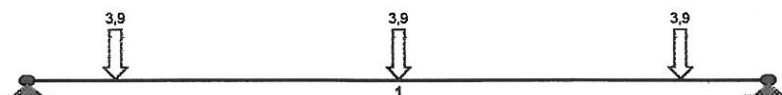
Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1 378,0 13891 10206 1323 1323 21,0 44 Drewno C18

STAŁE MATERIAŁOWE:

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

44 Drewno C18 9000 18,000 5,00E-06

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

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

Grupa: B ""		Zmienne	$\square f = 1,30$
1 Skupione	0,0	3,90	1,05
1 Skupione	0,0	3,90	0,25
1 Skupione	0,0	3,90	1,85

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

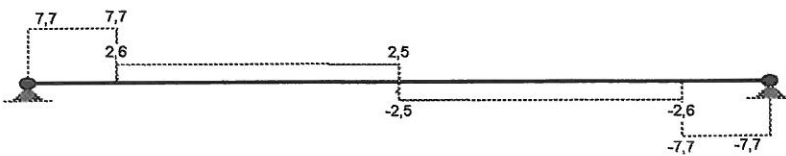
Grupa: Znaczenie: $\square d$: $\square f$:

Ciężar wł. 1,10
B - "" Zmienne 1 1,00 1,30

MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



SILY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+B

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	7,7	0,0
	0,50	1,050	4,0*	2,5	0,0
	1,00	2,100	0,0	-7,7	0,0

* = Wartości ekstremalne

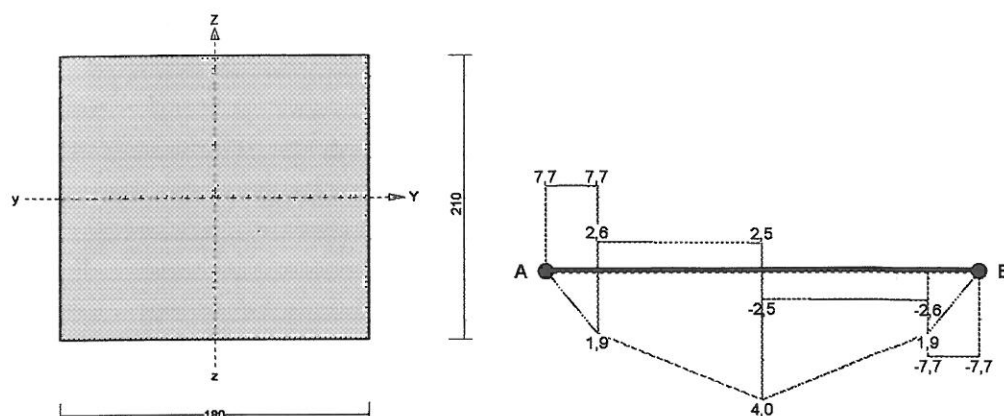
NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+B

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

Zadanie: platew**Przekrój: 1 "B 210x180"**

Wymiary przekroju:

$$h=210,0 \text{ mm} \quad b=180,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=13891,5; \quad J_{yg}=10206,0 \text{ cm}^4; \quad A=378,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=6,1; \quad i_y=5,2 \text{ cm}; \quad W_x=1323,0; \quad W_y=1134,0 \text{ cm}^3.$$

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 C18.**

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

$$f_{m,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 11,00$$

$$f_{t,0,d} = 5,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,30$$

$$f_{t,90,d} = 0,14 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 4,80$$

$$f_{c,90,d} = 2,22 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,00$$

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

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

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

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

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

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

Obciążenie prostopadle do płaszczyzny układu:

Przyjęto charakterystyczne wartości momentów przywęzłowych $M_a = 0,0$ i $M_b = 0,0$ kNm oraz obciążenia rozłożonego na całej długości pręta $q = 3,0$ kN/m. Przyjęto stały moment skręcający $M_{tor} = 0,0$ kNm. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1,30$.

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

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

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,05$ m; $x_b=1,05$ m, przy obciążeniach "B".

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

$$l_d = 1,00 \times 2100 + 210 + 210 = 2520 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2520 \times 210 \times 8,31}{3,142 \times 180^2 \times 6000}} \times \sqrt[4]{\frac{9000}{560}} = 0,170$$

Wartość współczynnika zwężenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M/W = 4,0 / 1323,00 \times 10^3 = 3,0 < 8,3 = 1,000 \times 8,31 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,05$ m; $x_b=1,05$ m, przy obciążeniach "B":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,0}{8,31} + 0,7 \times \frac{1,9}{8,31} = 0,5 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{3,0}{8,31} + \frac{1,9}{8,31} = 0,5 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,25$ m; $x_b=1,85$ m, przy obciążeniach "B".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 4,6 / 378,0 \times 10 = 0,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 2,2 / 378,0 \times 10 = 0,1 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,2^2 + 0,1^2} = 0,2 < 0,9 = 1,000 \times 0,92 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,05$ m; $x_b=1,05$ m, przy obciążeniach "B".

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 14,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "C"):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (210,0/2100)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (180,0/2100)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("B"):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -1,0 \times [1 + 19,2 \times (210,0/2100)^2] (1 + 0,60) = -2,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,8 \times [1 + 19,2 \times (180,0/2100)^2] (1 + 0,60) = 1,5 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,0 - 2,0 = 2,0 < 14,0 = u_{net,fin}$$

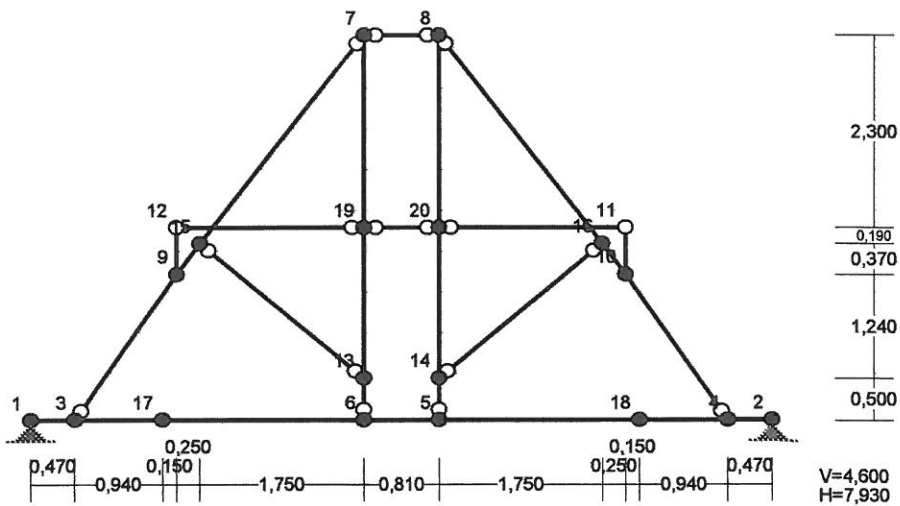
$$u_{y,fin} = 0,0 + 1,5 = 1,5 < 14,0 = u_{net,fin}$$

$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = \sqrt{1,7^2 + 1,3^2} = 2,5 < 14,0 = u_{net,fin}$$

mgr inż. Zbigniew
Upr. bud. do projektowania i kierowa
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w spec. konstrukcyjno-budowlanej
Nr UAN/7210/459/87 i 11459
Członek ZOIB nr 2A

KONSTRUKCJA NOŚNA

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	11	6,370	2,300
2	7,930	0,000	12	1,560	2,300
3	0,470	0,000	13	3,560	0,500
4	7,460	0,000	14	4,370	0,500
5	4,370	0,000	15	1,810	2,110
6	3,560	0,000	16	6,120	2,110
7	3,560	4,600	17	1,410	0,000
8	4,370	4,600	18	6,520	0,000
9	1,560	1,740	19	3,560	2,300
10	6,370	1,740	20	4,370	2,300

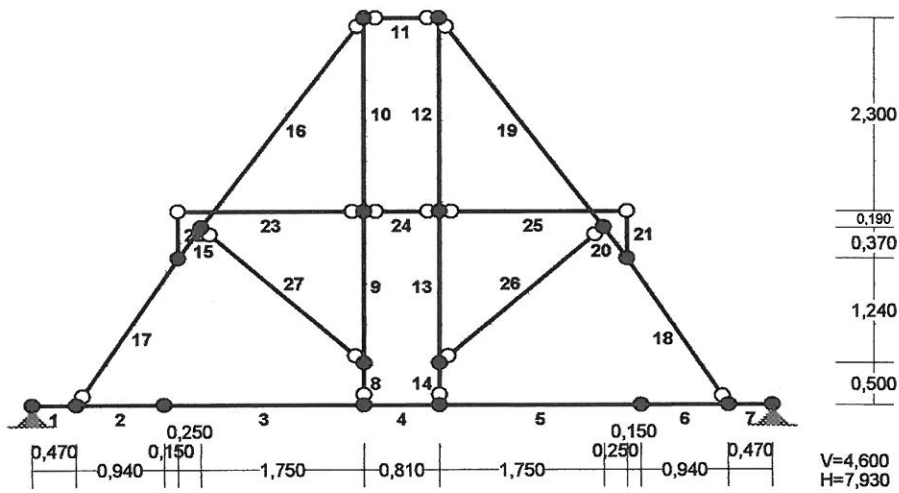
PODPORY: Podatności

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

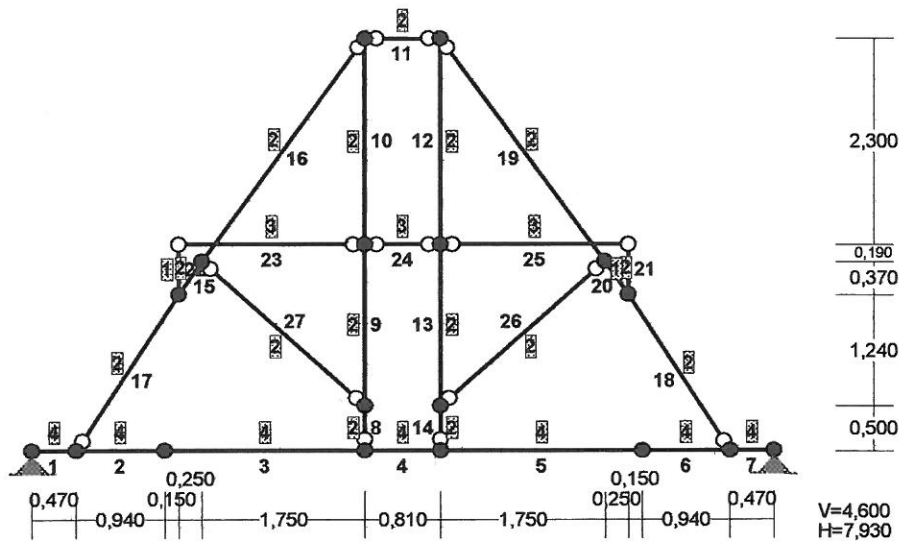
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*)[m]:	Wy[m]:	Fio[grad]:
Brak Osiadań				

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

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

1	00	1	3	0,470	0,000	0,470	1,000	4 B 240x190
2	00	3	17	0,940	0,000	0,940	1,000	4 B 240x190
3	00	17	6	2,150	0,000	2,150	1,000	4 B 240x190
4	00	6	5	0,810	0,000	0,810	1,000	4 B 240x190
5	00	5	18	2,150	0,000	2,150	1,000	4 B 240x190
6	00	18	4	0,940	0,000	0,940	1,000	4 B 240x190
7	00	4	2	0,470	0,000	0,470	1,000	4 B 240x190

8	10	6	13	0,000	0,500	0,500	1,000	2 B 200x190
9	00	13	19	0,000	1,800	1,800	1,000	2 B 200x190
10	00	19	7	0,000	2,300	2,300	1,000	2 B 200x190
11	11	7	8	0,810	0,000	0,810	1,000	2 B 200x190
12	00	8	20	0,000	-2,300	2,300	1,000	2 B 200x190
13	00	20	14	0,000	-1,800	1,800	1,000	2 B 200x190
14	01	14	5	0,000	-0,500	0,500	1,000	2 B 200x190
15	00	9	15	0,250	0,370	0,447	1,000	2 B 200x190
16	01	15	7	1,750	2,490	3,043	1,000	2 B 200x190
17	10	3	9	1,090	1,740	2,053	1,000	2 B 200x190
18	01	10	4	1,090	-1,740	2,053	1,000	2 B 200x190
19	10	8	16	1,750	-2,490	3,043	1,000	2 B 200x190
20	00	16	10	0,250	-0,370	0,447	1,000	2 B 200x190
21	01	10	11	0,000	0,560	0,560	1,000	1 B 180x180
22	01	9	12	0,000	0,560	0,560	1,000	1 B 180x180
23	11	12	19	2,000	0,000	2,000	1,000	3 IIIa 23x29
24	11	19	20	0,810	0,000	0,810	1,000	3 IIIa 23x29
25	11	20	11	2,000	0,000	2,000	1,000	3 IIIa 23x29
26	11	16	14	-1,750	-1,610	2,378	1,000	2 B 200x190
27	11	13	15	-1,750	1,610	2,378	1,000	2 B 200x190

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

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

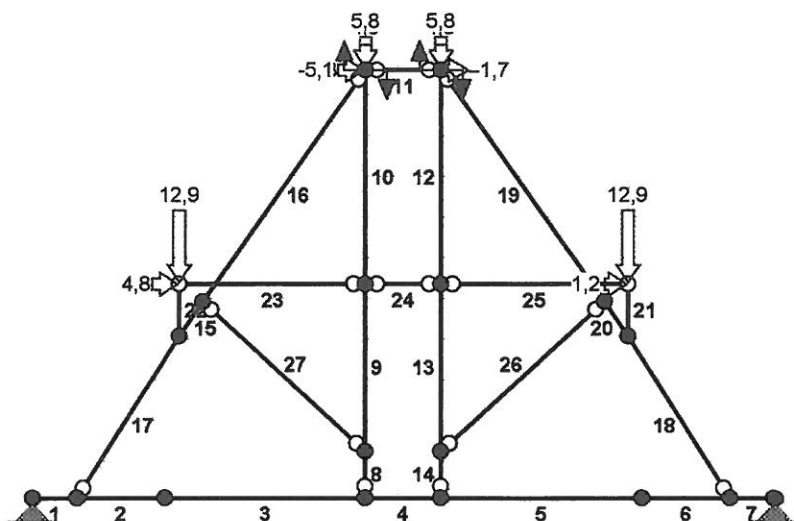
1	324,0	8748	8748	972	972	18,0	44	Drewno C18
2	380,0	12667	11432	1267	1267	20,0	44	Drewno C18
3	368,0	42535	16223	1411	1411	23,0	44	Drewno C18
4	456,0	21888	13718	1824	1824	24,0	44	Drewno C18

STAŁE MATERIAŁOWE:

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

 44 Drewno C18 9000 18,000 5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

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

Grupa: A "ciężar sygnatury" Stałe $\square f= 1,30$

21	Skupione	0,0	12,90	0,56
22	Skupione	0,0	12,90	0,56

Grupa: B "" Zmienne $\square f= 1,30$

10	Skupione	0,0	4,50	2,30
12	Skupione	0,0	4,50	0,00

Grupa: D "" Zmienne $\square f= 1,00$

16	Skupione	0,0	5,80	3,04
19	Skupione	0,0	5,80	0,00

Grupa: E "obc. wiatrem sygnaturki" Zmienne $\square f= 1,30$

10	Skupione	90,0	4,76	2,30
10	Moment		-5,14	2,30
12	Skupione	-90,0	-1,52	0,00
12	Moment		-1,70	0,00

Grupa: F "obc. od płatwi" Zmienne $\square f= 1,30$

21	Skupione	90,0	1,20	0,56
22	Skupione	90,0	4,80	0,56

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

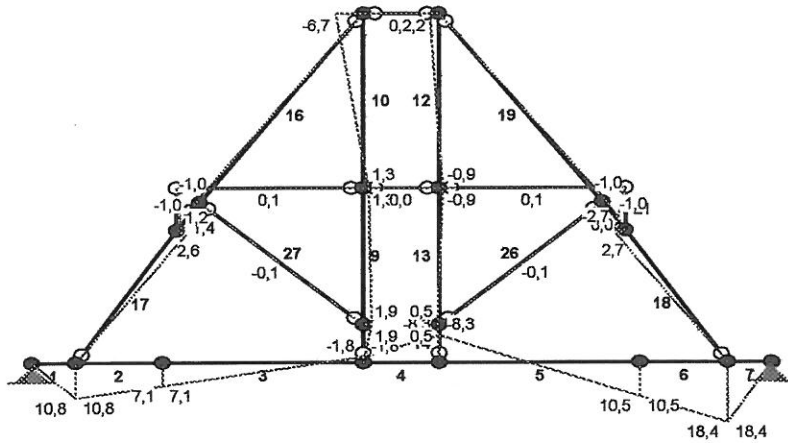
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: $\square d:$ $\square f:$

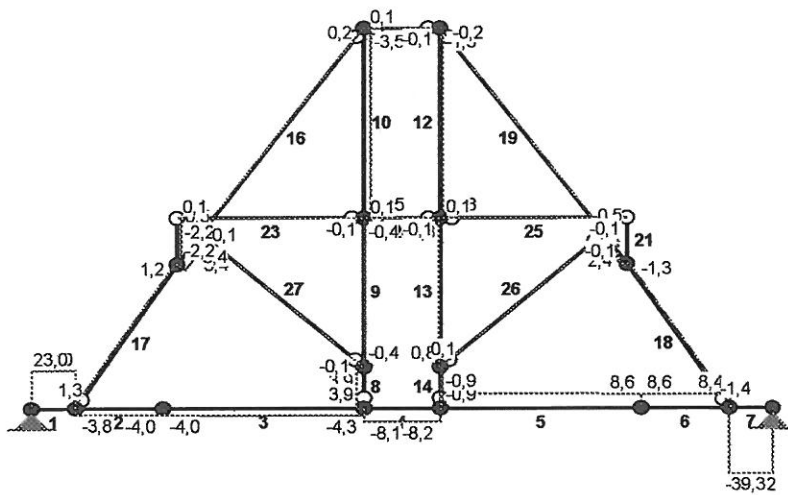
Cieężar wł. 1,10

A - "ciężar sygnatury" Stałe 1,30
 B - "" Zmienne 1 1,00 1,30
 D - "" Zmienne 1 1,00 1,00
 E - "obc. wiatrem sygnaturki" Zmienne 1 1,00 1,30
 F - "obc. od płatwi" Zmienne 1 1,00 1,30

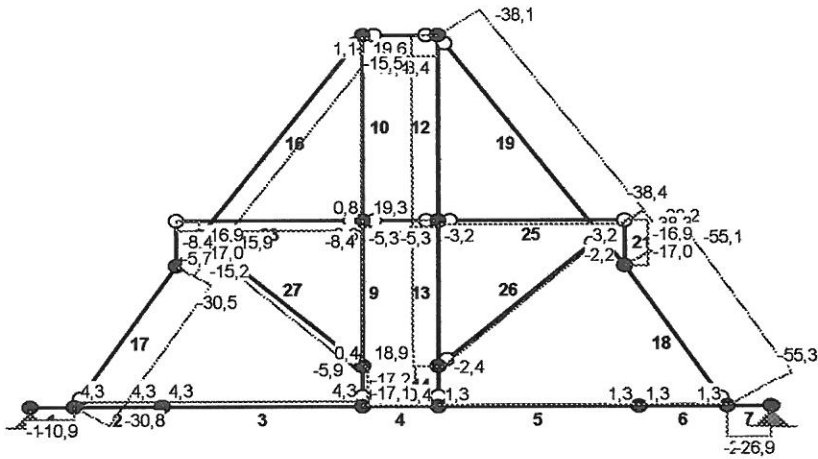
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



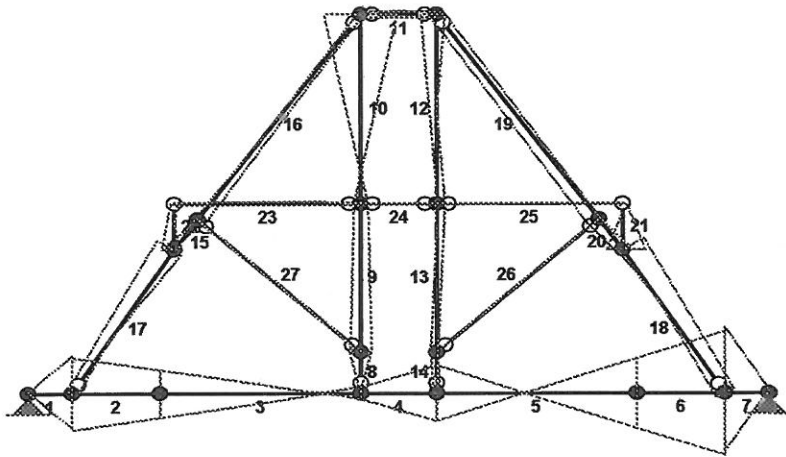
SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABDEF

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,0	23,0	-10,9
	1,00	0,470	10,8	23,0	-10,9
2	0,00	0,000	10,8	-3,8	4,3
	1,00	0,940	7,1	-4,0	4,3
3	0,00	0,000	7,1	-4,0	4,3
	1,00	2,150	-1,8	-4,3	4,3
4	0,00	0,000	-1,8	-8,1	0,4
	1,00	0,810	-8,3	-8,2	0,4
5	0,00	0,000	-8,3	8,9	1,3
	1,00	2,150	10,5	8,6	1,3
6	0,00	0,000	10,5	8,6	1,3
	1,00	0,940	18,4	8,4	1,3
7	0,00	0,000	18,4	-39,2	-26,9
	1,00	0,470	0,0	-39,3	-26,9
8	0,00	0,000	0,0	3,9	-3,7
	1,00	0,500	1,9	3,9	-3,7
9	0,00	0,000	1,9	-0,4	0,4
	1,00	1,800	1,3	-0,4	0,6
10	0,00	0,000	1,3	-3,5	0,8
	1,00	2,300	-6,7	-3,5	1,1
11	0,00	0,000	0,0	0,1	-18,4
	0,52	0,418	0,0*	-0,0	-18,4
	0,49	0,396	0,0*	0,0	-18,4
	1,00	0,810	0,0	-0,1	-18,4
12	0,00	0,000	2,2	-1,3	19,6

	1,00	2,300	-0,9	-1,3	19,3
13	0,00	0,000	-0,9	0,8	19,1
	1,00	1,800	0,5	0,8	18,9
14	0,00	0,000	0,5	-0,9	17,2
	1,00	0,500	0,0	-0,9	17,1
15	0,00	0,000	1,4	-5,4	-15,2
	1,00	0,447	-1,0	-5,4	-15,1
16	0,00	0,000	-1,0	0,5	-15,9
	1,00	3,043	0,0	0,2	-15,5
17	0,00	0,000	0,0	1,3	-30,8
	1,00	2,053	2,6	1,2	-30,5
18	0,00	0,000	2,7	-1,3	-55,1
	1,00	2,053	-0,0	-1,4	-55,3
19	0,00	0,000	0,0	-0,2	-38,1
	1,00	3,043	-1,0	-0,5	-38,4
20	0,00	0,000	-1,0	2,4	-38,2
	1,00	0,447	0,0	2,4	-38,3
21	0,00	0,000	-2,7	4,8	-17,0
	1,00	0,560	0,0	4,8	-16,9
22	0,00	0,000	1,2	-2,2	-17,0
	1,00	0,560	0,0	-2,2	-16,9
23	0,00	0,000	0,0	0,1	-8,4
	0,50	0,992	0,1*	0,0	-8,4
	1,00	2,000	0,0	-0,1	-8,4
24	0,00	0,000	0,0	0,1	-5,3
	0,51	0,414	0,0*	-0,0	-5,3
	0,50	0,405	0,0*	0,0	-5,3
	1,00	0,810	0,0	-0,1	-5,3
25	0,00	0,000	0,0	0,1	-3,2
	0,50	0,992	0,1*	0,0	-3,2
	1,00	2,000	0,0	-0,1	-3,2
26	0,00	0,000	0,0	-0,1	-2,2
	0,50	1,180	-0,1*	-0,0	-2,3
	0,50	1,198	-0,1*	0,0	-2,3
	1,00	2,378	0,0	0,1	-2,4
27	0,00	0,000	0,0	-0,1	-5,9
	0,50	1,180	-0,1*	-0,0	-5,8
	0,50	1,198	-0,1*	0,0	-5,8
	1,00	2,378	0,0	0,1	-5,7

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:

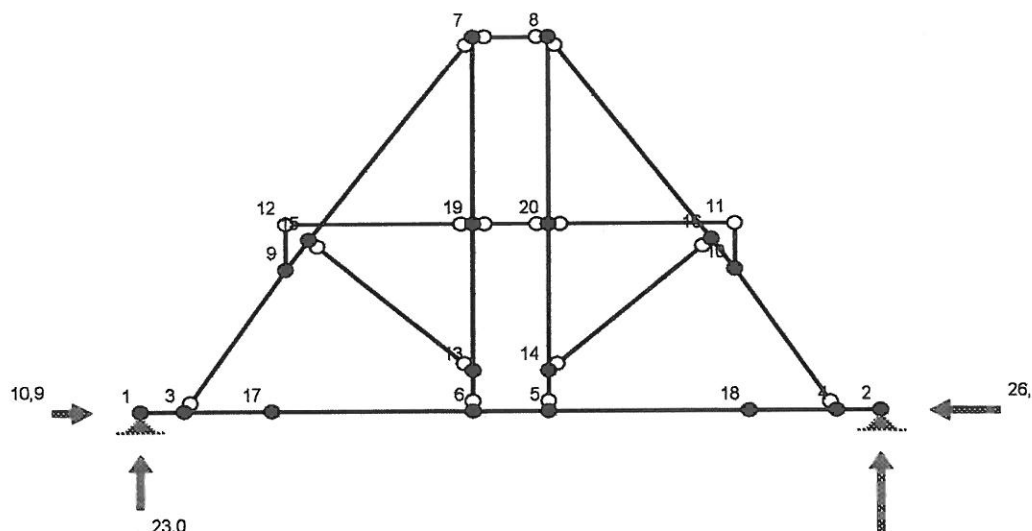


NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABDEF

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

44 Drewno C18

1	0,00	0,000	-0,2	-0,2	0,013
	1,00	0,470	-6,2	5,7	0,343*
2	0,00	0,000	-5,8	6,0	0,335*
	1,00	0,940	-3,8	4,0	0,223
3	0,00	0,000	-3,8	4,0	0,223*
	1,00	2,150	1,1	-0,9	0,059
4	0,00	0,000	1,0	-1,0	0,054
	1,00	0,810	4,6	-4,6	0,255*
5	0,00	0,000	4,6	-4,5	0,256
	1,00	2,150	-5,7	5,8	0,320*
6	0,00	0,000	-5,7	5,8	0,320
	1,00	0,940	-10,1	10,1	0,563*
7	0,00	0,000	-10,7	9,5	0,594*
	1,00	0,470	-0,6	-0,6	0,033
8	0,00	0,000	-0,1	-0,1	0,005
	1,00	0,500	-1,6	1,4	0,091*
9	0,00	0,000	-1,5	1,5	0,086*
	1,00	1,800	-1,0	1,0	0,058
10	0,00	0,000	-1,0	1,0	0,058
	1,00	2,300	5,3	-5,2	0,295*
11	0,00	0,000	-0,5	-0,5	0,027
	0,50	0,405	-0,5	-0,5	0,027*
	1,00	0,810	-0,5	-0,5	0,027



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABDEF

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	10,9	23,0	25,5	
2	-26,9	39,3	47,6	

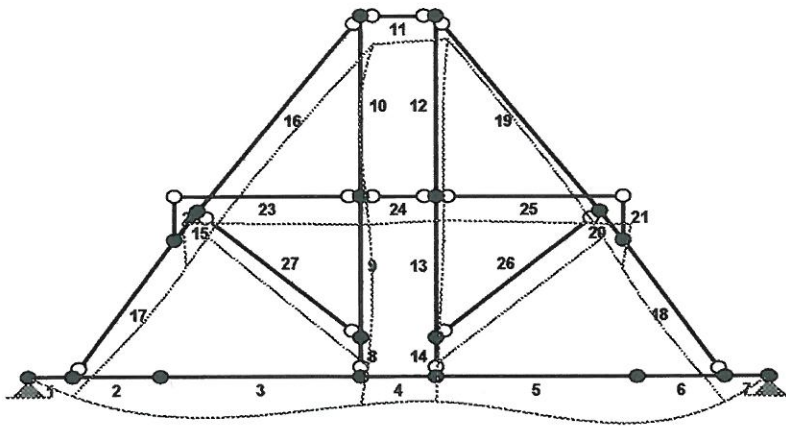
PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABDEF

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00709 (-0,406)
2	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00974 (0,558)
3	-0,00001	-0,00313	0,00313	-0,00580 (-0,332)
4	0,00003	-0,00423	0,00423	0,00753 (0,432)
5	0,00002	-0,00415	0,00415	-0,00058 (-0,033)
6	0,00002	-0,00470	0,00470	0,00149 (0,086)
7	0,00180	-0,00469	0,00503	-0,00435 (-0,249)
8	0,00176	-0,00389	0,00427	-0,00147 (-0,084)
9	0,00166	-0,00439	0,00469	0,00058 (0,033)
10	-0,00010	-0,00470	0,00470	-0,00148 (-0,085)
11	0,00108	-0,00474	0,00486	
12	0,00117	-0,00442	0,00458	
13	0,00090	-0,00470	0,00479	-0,00148 (-0,085)
14	0,00023	-0,00412	0,00413	-0,00048 (-0,027)
15	0,00139	-0,00423	0,00446	0,00065 (0,037)
16	0,00045	-0,00439	0,00441	-0,00128 (-0,074)
17	-0,00000	-0,00643	0,00643	-0,00151 (-0,086)
18	0,00003	-0,00777	0,00777	0,00063 (0,036)
19	0,00112	-0,00470	0,00483	0,00108 (0,062)
20	0,00110	-0,00402	0,00417	-0,00014 (-0,008)

PRZEMIESZCZENIA:



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

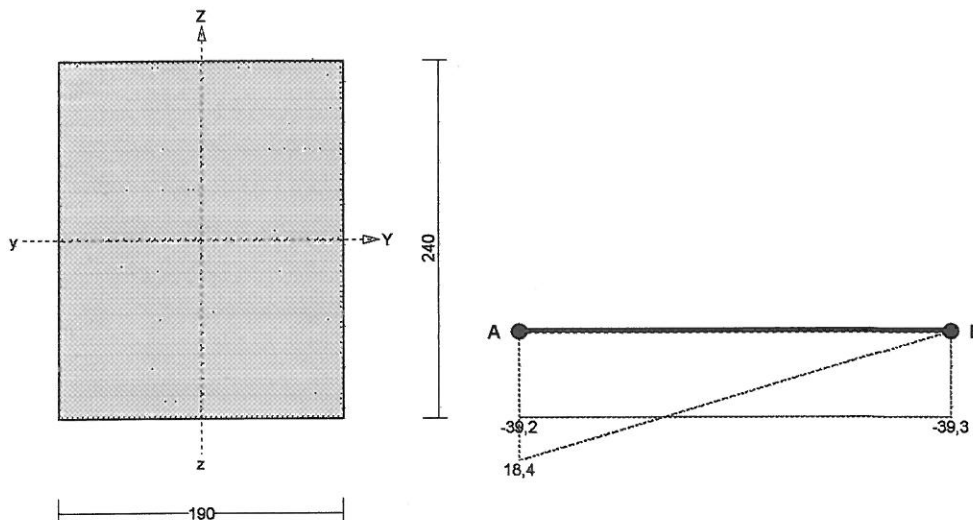
Pręt: Wa[m]: Wb[m]: FIa[deg]: FIb[deg]: f[m]: L/f:

1	-0,0000	-0,0031	-0,406	-0,332	0,0001	6045,0
2	-0,0031	-0,0064	-0,332	-0,086	0,0005	1864,1
3	-0,0064	-0,0047	-0,086	0,086	0,0009	2493,9
4	-0,0047	-0,0041	0,086	-0,033	0,0002	3811,2
5	-0,0041	-0,0078	-0,033	0,036	0,0006	3627,4
6	-0,0078	-0,0042	0,036	0,432	0,0008	1159,0
7	-0,0042	0,0000	0,432	0,558	0,0001	3544,5
8	-0,0000	-0,0009	-0,109	-0,085	0,0000	18302,6
9	-0,0009	-0,0011	-0,085	0,062	0,0006	3124,6
10	-0,0011	-0,0018	0,062	-0,249	0,0016	1398,7
11	-0,0047	-0,0039	0,057	0,057	0,0000	1,23E+06
12	0,0018	0,0011	-0,084	-0,008	0,0004	5363,6
13	0,0011	0,0002	-0,008	-0,027	0,0001	19648,1
14	0,0002	0,0000	-0,027	-0,022	0,0000	77323,6
15	-0,0038	-0,0035	0,033	0,037	0,0000	72102,0
16	-0,0036	-0,0042	0,037	-0,033	0,0005	6517,2
17	-0,0017	-0,0037	-0,105	0,033	0,0006	3233,9
18	-0,0026	-0,0022	-0,085	0,058	0,0007	3119,4
19	-0,0008	-0,0022	-0,004	-0,074	0,0005	6568,1
20	-0,0021	-0,0027	-0,074	-0,085	0,0000	39985,7
21	0,0001	-0,0011	-0,085	-0,139	0,0001	8179,3
22	-0,0017	-0,0012	0,033	0,058	0,0000	17801,0
23	-0,0044	-0,0047	-0,010	-0,006	0,0000	108204,5
24	-0,0047	-0,0040	0,048	0,048	0,0000	1,63E+06
25	-0,0040	-0,0047	-0,022	-0,019	0,0000	108204,5
26	0,0035	0,0032	-0,006	-0,011	0,0000	66145,4
27	0,0028	0,0022	-0,013	-0,019	0,0000	66145,4

mgr inż. Zbigniew Kosuś
 Upr. bud. do projektowania i kierowania
 robotami budowlanymi bez ograniczeń
 w spec. konstrukcyjno-budowlanej
 Nr LAN/9210/459/87 i 114/90
 Członek ZOIB nr ZA/P/BO/1300/01

Pręt nr 7 –przekroczone stany graniczne nośności

Zadanie: ruszt-3



Przekrój: 4 "B 240x190"

Wymiary przekroju:

$$h=240,0 \text{ mm} \quad b=190,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=21888,0; \quad J_{yg}=13718,0 \text{ cm}^4; \quad A=456,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=6,9; \quad i_y=5,5 \text{ cm}; \quad W_x=1824,0; \quad W_y=1444,0 \text{ cm}^3.$$

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C18.**

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

$$f_{m,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 11,00$$

$$f_{t,0,d} = 5,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,30$$

$$f_{t,90,d} = 0,14 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 4,80$$

$$f_{c,90,d} = 2,22 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,00$$

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

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 7

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

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=0,47 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABDEF".

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

$$l_c = \mu l = 4,923 \times 0,470 = 2,314 \text{ m}$$

- długość wybożeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 0,470 = 0,470 \text{ m}$$

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

$$l_{c,y} = 2,314 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 0,470 \text{ m}$$

Współczynniki wybożeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,314 / 0,0693 = 33,40$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 0,470 / 0,0548 = 8,57$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 6000 / (33,40)^2 = 53,09 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 6000 / (8,57)^2 = 806,46 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{18 / 53,09} = 0,582$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{18 / 806,46} = 0,149$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,582 - 0,5) + (0,582)^2] = 0,678$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,149 - 0,5) + (0,149)^2] = 0,476$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,678 + \sqrt{0,678^2 - 0,582^2}) = 0,976$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,476 + \sqrt{0,476^2 - 0,149^2}) = 1,077$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 456,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 26,9 / 456,00 \times 10 = 0,6 < 8,11 = 0,976 \times 8,31 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a = 0,00 \text{ m}$; $x_b = 0,47 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABDEF":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,6}{0,976 \times 8,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{8,31} + \frac{10,1}{8,31} = 1,290 > 1$$

WARUNEK NIE SPEŁNIONY

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,6}{1,077 \times 8,31} + \frac{0,0}{8,31} + 0,7 \times \frac{10,1}{8,31} = 0,918 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a = 0,00 \text{ m}$; $x_b = 0,47 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABDEF".

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

$$l_d = 1,00 \times 470 + 240 + 240 = 950 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{950 \times 240 \times 8,31}{3,142 \times 190^2 \times 6000}} \times \sqrt{\frac{4 \times 9000}{560}} = 0,106$$

Wartość współczynnika zwiczenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 18,4 / 1824,00 \times 10^3 = 10,1 > 8,3 = 1,000 \times 8,31 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a = 0,00 \text{ m}$; $x_b = 0,47 \text{ m}$, przy obciążeniach "ABDEF":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{10,1}{8,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{8,31} = 1,2 > 1$$

WARUNEK NIE SPEŁNIONY

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{10,1}{8,31} + \frac{0,0}{8,31} = 0,9 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=0,47$ m, przy obciążeniach "ABDEF":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,6^2}{8,31^2} + \frac{10,1}{8,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{8,31} = 1,2 > 1$$

WARUNEK NIE SPEŁNIONY

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,6^2}{8,31^2} + 0,7 \times \frac{10,1}{8,31} + \frac{0,0}{8,31} = 0,9 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=0,47$ m, przy obciążeniach "ABDEF".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 38,4 / 456,0 \times 10 = 1,3 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 456,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,3^2 + 0,0^2} = 1,3 > 0,9 = 1,000 \times 0,92 = k_v f_{v,d}$$

WARUNEK NIE SPEŁNIONY

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,21$ m; $x_b=0,26$ m, przy obciążeniach "ABDEF" liczone od cięciwy przęta.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 3,1 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "A"):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -1,1 \times [1 + 19,2 \times (240,0/470)^2] (1 + 0,60) = -10,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (190,0/470)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("BDEF"):

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

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 1,0 \times [1 + 19,2 \times (240,0/470)^2] (1 + 0,60) = 9,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (190,0/470)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

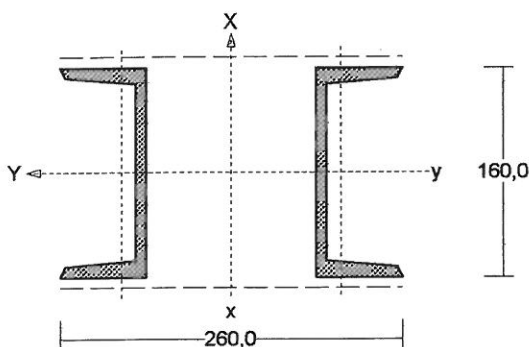
$$u_{z,fin} = -10,3 + 9,3 = 1,0 < 3,1 = u_{net,fin}$$

mgr inż. Zbigniew Kocur
Upr. bud. do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w spec. konstrukcyjno-budowlanej
Nr UAN/7210/459/87 i 114/90
Członek ZOIIB nr Z.AP/BO/1300/01

Pręt nr 7 -wzmocnienie

Zadanie: ruszt-3

Przekrój: 2 U 160



Wymiary przekroju:

U 160 h=160,0 s=65,0 g=7,5 t=10,5 r=10,5 ex=18,4.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_{xg}=3509,3$ $J_{yg}=1850,0$ $A=48,00$ $i_x=8,6$ $i_y=6,2$.Materiał: St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W. Wytrzymałość $f_d=215$ MPa dla $g=10,5$.**Siły przekrojowe:** $x_a = 0,000$; $x_b = 0,470$.Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABDEF** $N = -27,2$ kN, $M_y = 18,9$ kNm, $V_x = -40,1$ kN.Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 76,0$ MPa $\sigma_c = -87,4$ MPa.**Połączenie gałęzi:**Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości $b = 100,0$ mm i grubości $g = 8,0$ mm w odstępach $l_1 = 94,0$ mm, wykonanymi ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 94,0 / 18,9 = 4,97$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi $\varphi_p = 1,000$. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 4,97 / 84,00 = 0,059 \Rightarrow \varphi_1 = 0,999$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

- dla zginania względem osi Y: $\psi_y = 1,000$ - dla ściskania: $\psi_o = 0,999$ **Smukłość zastępcza pręta:**

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 470,0 / 85,5 = 5,50$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \cdot m / 2 = \sqrt{5,50^2 + 4,97^2} = 7,41$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_o} = \frac{7,41}{84,00} \times \sqrt{0,999} = 0,088$$

Nośność przewiązek: $x_a = 0,000$; $x_b = 0,470$.

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 \quad V = 1,2 \times 0,0 = 0,0 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 48,00 \times 215 \times 10^{-1} = 12,4 \text{ kN}$$

Przyjęto $Q = 12,4 \text{ kN}$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n(m-1)a} = \frac{12,4 \times 94,0}{2 \times (2-1) \times 166,8} = 3,5 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{12,4 \times 0,1}{2 \times 2} = 0,3 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 100,0 \times 8,0 \times 215 \times 10^{-3} = 89,8 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 8,0 \times 100,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 2,9 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 3,5 < 89,8 = V_R \quad M_Q = 0,3 < 2,9 = M_R$$

Naprężenia:

$x_a = 0,000$; $x_b = 0,470$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 76,0 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -87,4 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -5,7 \Delta\sigma = 81,7 \text{ MPa}$ $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi X: $A_v = 24,0 \text{ cm}^2$ $\tau = 16,7 \text{ MPa}$ $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 5,7 / 1,000 + 81,7 = 87,4 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ex} = \tau / \psi_{ov} = 16,7 / 1,000 = 16,7 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{87,4^2 + 3 \times 0,0^2} = 87,4 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 0,470$.

Siała osiowa: $N = -27,2 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 48,00 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 48,00 \times 215 \times 10^{-1} = 1032,0 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 27,2 < 1032,0 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\chi_1 = 0,667 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły przesuwne} \Rightarrow \mu = 2,917 \quad \text{dla } l_0 = 0,470$$

$$l_w = 2,917 \times 0,470 = 1,371 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 0,470$$

$$l_w = 1,000 \times 0,470 = 0,470 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3509,3}{0,470^2} 10^{-2} = 321421,2 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1850,0}{1,371^2} 10^{-2} = 19913,9 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 0,470$.

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,999 \times 48,0 \times 215 \times 10^{-1} = 1031,0 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi X:

$$\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_{m1} = 0,088 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 1,000$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi Y:

$$\lambda_y = l_{wy} / i_y = 1371,0 / 62,1 = 22,08$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_y / \lambda_p = 22,08 / 84,00 = 0,263 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,967$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,967$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{27,2}{0,967 \times 1031,0} = 0,027 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 0,470$.

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 231,3 \times 215 \times 10^{-3} = 49,7 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{27,2}{1031,0} + \frac{18,9}{49,7} = 0,406 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 0 \quad \Delta_x = 0$$

$$M_{y \max} = 18,9 \text{ kNm} \quad \beta_y = 1,000$$

$$\Delta_y = 1,25 \varphi_y \bar{\lambda}_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,967 \times 0,263^2 \frac{1,000 \times 18,9}{49,7} \times \frac{27,2}{1031,0} = 0,001$$

$$\Delta_y = 0,001$$

Warunek nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{27,2}{1,000 \times 1031,0} + \frac{1,000 \times 18,9}{49,7} = 0,406 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{27,2}{0,967 \times 1031,0} + \frac{1,000 \times 18,9}{49,7} = 0,407 < 0,999 = 1 - 0,001$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,470$; $x_b = 0,000$.

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_V f_d = 0,58 \times 1,000 \times 24,0 \times 215 \times 10^{-1} = 299,3 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 89,8 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 40,3 < 299,3 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,000$; $x_b = 0,470$.

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 40,1 < 89,8 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 49,7 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{27,2}{1031,0} + \frac{18,9}{49,7} = 0,406 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 0,000$, $x_b = 0,470$.

- dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 40,1 < 299,2 = 299,3 \times \sqrt{1 - (27,2 / 1031,0)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 0,470$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 0,0$ mm.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 65,9$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 65,9 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_0 t_w \eta_c f_d = 105,0 \times 7,5 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 169,3 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,0 < 169,3 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X wynoszą:

$$a_{\max} = 1,9 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 470 / 250 = 1,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,9 > 1,9 = a_{gr}$$

mgr inż. Zbigniew Kocur
Upr. bud. do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w spec. konstrukcyjno-budowlanej
Nr UAN/7210/459/87 i 114/90
Członek ZOIB nr ZAP/BO/1300/01