
PROJEKT TECHNICZNY KONSTRUKCYJNY KONSTRUKCJI STALOWEJ POD INSTALACJĘ FOTOWOLTAICZNĄ NA BUDYNKU ZESPOŁU ADMINISTRACYJNEGO PLACÓWEK OŚWIATOWYCH W GRÓJCU

ADRES: ul. Laskowa 6, 05-600 Grójec
Działka nr ewid. 3370/1

INWESTOR:

GMINA GRÓJEC
ul. J. Piłsudskiego 47, 05-600 Grójec

PROJEKTANT:

mgr inż. Radosław Gurba
upr. do projektowania bez ograniczeń
w spec. konstr.-budowlanej
nr MAZ/0072/POOK/05

Radom, maj 2021 r.

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

Numer
strony:

1. Uprawnienia projektantów wraz z aktualnymi zaświadczeniami
o przynależności do właściwej Izby Inżynierów
2. Opis techniczny
3. Obliczenia statyczne
4. Wykaz stali
5. Część graficzna
 1. Rozplanowanie konstrukcji stalowej
 2. Konstrukcja stalowa pod fotowoltaikę

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



MAZOWIECKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA



sygn. akt. MAZ/7131/94/05/K

Warszawa, dnia 30.06.2005 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. nr 5 poz. 42, z późn. zm.), art. 12 ust. 1 pkt. 5 oraz ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt. 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2003 r., Nr 207, poz. 2016 z późn. zm.) oraz § 4 ust. 2, § 5 ust. 3d w związku z ust. 3a pkt. 1, § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki, Przemysłu i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnego wykonania funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. nr 8 poz. 38, z późn. zm.), Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa działająca w składzie orzekającym: 1/ Zygmunt Garwoliński, 2/ Leszek Ganowicz, 3/ Halina Śmierczalska stwierdza, że:

Pan Radosław Gurba

magister inżynier

urodzony dnia 30 marca 1977 roku w Radomiu, syn Eugeniusza

uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

nr MAZ/0072/P00K/05

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Szczegółowy zakres nadanych uprawnień opisany na odwrocie niniejszej decyzji.

POUCZENIE

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 ustawy - Prawo budowlane, podstawa do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru, prowadzonego przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Skład Orzekający

1/ mgr inż. Zygmunt Garwoliński

2/ mgr inż. Leszek Ganowicz

3/ mgr inż. Halina Śmierczalska



Szczegółowy zakres uprawnień do projektowania bez ograniczeń

w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt. 1 i 5, art. 13 ust. 1 pkt. 1 i ust. 4 ustawy - Prawo budowlane, w wymienionym zakresie, objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

1/ projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
2/ sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

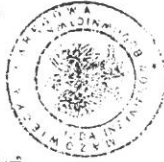
II. Na mocy § 5 ust. 3d w związku z ust. 3a pkt. 1 i 3b pkt. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki, Przemysłu i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do projektowania w specjalności drogowej i mostowej w ograniczonym zakresie obejmującym:

1. w specjalności drogowej - projektowanie:

a/ dróg wewnętrznych,
b/ dróg dojazdowych (D), dróg lokalnych (L), dróg zbiorczych (Z), w rozumieniu przepisów w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie;
c/ dróg nie przeznaczonych do ruchu naziemnego i postoju statków powietrznych na terenie lotnisk,
d/ dróg o nawierzchni gruntowej lub trawiastej przeznaczonych do ruchu naziemnego i postoju statków powietrznych na terenie lotnisk,
e/ rozbiórki obiektów budowlanych, o których mowa w lit. a) - c);

2. w specjalności mostowej - projektowanie:

a) budowy, przebudowy i remontu jednoprzęsłowych mostów, wiaduktów, estakad i kładek o rozpiętości przęsła do 20 m,
b) budowy mostów składanych według stosownych instrukcji,
c) budowy rusztowań i kładek roboczych,
d) rozbiórki obiektów budowlanych, o których mowa w lit. a) - c) nie wymagających uwzględnienia wpływów eksploatacji górniczej,



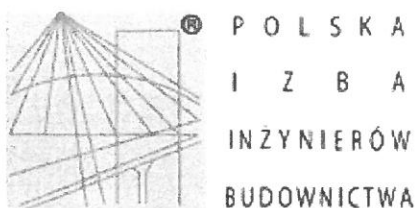
Otrzymują:

1. Pan Radosław Gurba
ul. Zienarskiego 4 m. 68

26-600 Radom

2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego

3. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-EM3-C1Y-28E *

Pan RADOSŁAW GURBA o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0758/05
adres zamieszkania ul. ZIENTARSKIEGO 4/68, 26-600 RADOM
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2021-08-01 do 2022-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-07-12 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

OPIS TECHNICZNY

1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA.

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny konstrukcyjny konstrukcji stalowej pod instalację fotowoltaiczną na budynku Zespołu Administracyjnego Placówek Oświatowych w Grójcu przy ul. Laskowej 6 na działce nr ewid. 3370/1.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie na prace projektowe w zakresie konstrukcji budynku,
- Projekt budowlany architektoniczny
- Obowiązujące przepisy i normy.

3. WARUNKI ZEWNĘTRZNE LOKALIZACJI OBIEKTU

3.1. WARUNKI WPŁYWÓW ATMOSFERYCZNYCH

Przedmiotowy budynek znajduje się w następujących strefach oddziaływań atmosferycznych:

- strefa obciążeń wiatrem - I
- strefa obciążeń śniegiem - II
- głębokość przemarzania - $h_z = 1,0\text{m}$ ppt.

5. PROJEKTOWANE ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE

5.1 KONSTRUKCJA STALOWA

Konstrukcję stalową zaprojektowano ze stali St3S. Zabezpieczenie antykorozyjne poprzez ocynkowanie. Elementy stalowe wg rysunku rozplanowania konstrukcji stalowej oraz szczegółów konstrukcji stalowej.

MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE KONSTRUKCJI STALOWEJ

Profilę gorącowalcowane	St3S
Pozostałe profile	St3S
Śruby połączeń głównych	
M12; kategorii „D”	kl. 8.8(8)
Śruby połączeń drugorzędnych	
M12; kategorii „D”	kl. 5.8(5)

UWAGA:

- W połączeniach skręcanych stosować śruby ocynkowane.
- Wszystkie nieopisane spoiny wykonać:
 - pachwinowe dwustronne 0,5 grubości cieńszego elementu
 - pachwinowe jednostronne 0,7 grubości cieńszego elementu
- Dobór elektrod - wg technologa spawalnictwa
- Elementy konstrukcyjne należy wykonać z właściwych materiałów posiadających certyfikaty oraz dopuszczonych do obrotu w budownictwie w świetle przepisów i Ustawy Prawo Budowlane.

- Wszystkie prace muszą odbywać się pod nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia budowlane zgodnie z zasadami sztuki budowlanej, normami i przepisami w oparciu o projekt wykonawczy oraz z zachowaniem zasad BHP. Jeżeli przed przystąpieniem do realizacji lub w trakcie jej trwania wykonawca napotka rozbieżności lub niejasności w dokumentacji powinien o tym niezwłocznie powiadomić projektanta celem ich wyjaśnienia.
- ZE WZGLĘDU NA CHARAKTER ROBÓT BUDOWLANYCH, PRZED ZAMÓWIENIEM STALI, WYMIARY ELEMENTÓW STALOWYCH NALEŻY SPRAWDZIĆ W NATURZE.

Projektował: mgr inż. Radosław Gurba

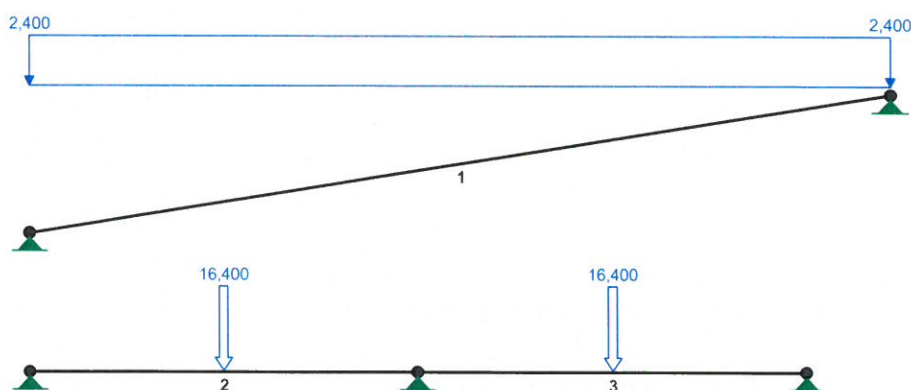
upr. konstr.-budowlane
nr MAZ/0072/POOK/05

OBLICZENIA STATYCZNE

Poz.1 Elementy nośne

NAZWA: GROJEC

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

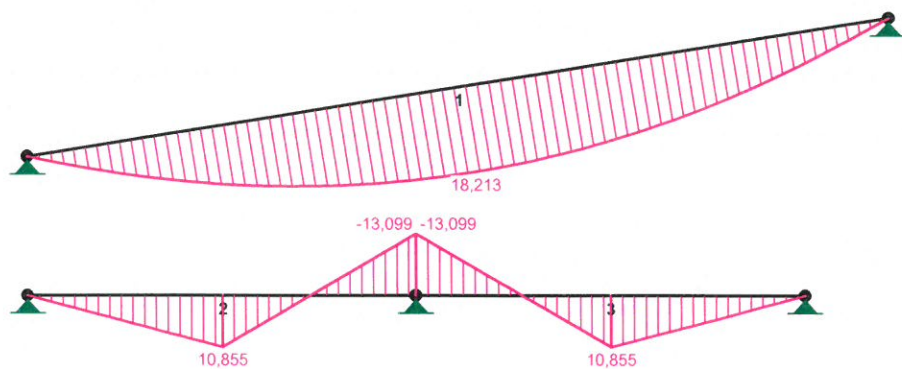
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	A ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	2,400	2,400	0,00	6,28
2	Skupione	0,0	16,400		1,40	
3	Skupione	0,0	16,400		1,40	

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

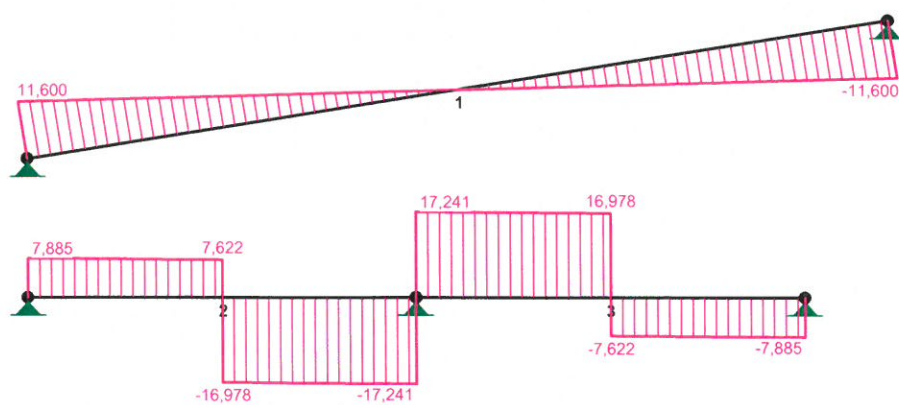
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne 1	1,00	1,50

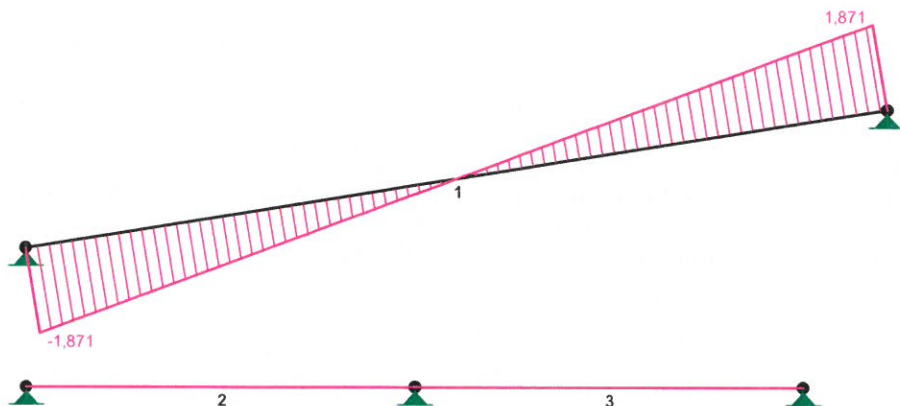
MOMENTY :



TNACE :



NORMALNE:



SILY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

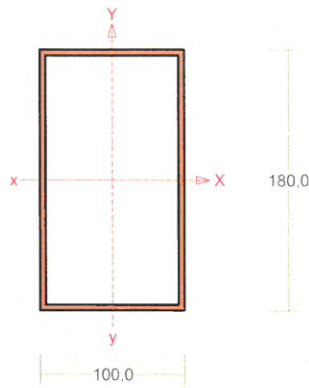
Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,000	11,600	-1,871
	0,50	3,140	18,213*	-0,000	0,000
	1,00	6,280	-0,000	-11,600	1,871
2	0,00	0,000	0,000	7,885	0,000
	0,50	1,400	10,855*	-16,978	0,000
	0,50	1,400	10,855*	7,622	0,000
	1,00	2,800	-13,099	-17,241	0,000
3	0,00	0,000	-13,099	17,241	0,000
	0,50	1,400	10,855*	16,978	0,000
	1,00	2,800	0,000	-7,885	0,000

* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 1

Zadanie: GROJEC

Przekrój: H 180x100x4



Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \quad s=100,0 \quad g=4,0 \quad t=4,0 \quad v_x=0,0 \quad v_y=0,0.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=958,9 \quad J_{yg}=383,9 \quad A=21,76 \quad i_x=6,6 \quad i_y=4,2$$

$$J_w=1119,5 \quad J_t=839,6 \quad i_s=7,9.$$

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=4,0**.

Siły przekrojowe:

$$x_a = 3,140; \quad x_b = 3,140.$$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

$$M_x = -18,213 \text{ kNm}, \quad V_y = -0,000 \text{ kN}, \quad N = 0,000 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 170,9 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -170,9 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$x_a = 3,140; \quad x_b = 3,140.$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 170,9 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -170,9 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$\text{- normalne:} \quad \sigma = 0,0 \quad \Delta\sigma = 170,9 \text{ MPa} \quad \psi_{ot} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{et} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 170,9 = 170,9 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$$x_a = 6,280; \quad x_b = -0,000.$$

Siła osiowa: $N = 1,871 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 21,76 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 21,76 \times 215 \times 10^{-1} = 467,840 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 1,871 < 467,840 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 6,280$$

$$l_w = 1,000 \times 6,280 = 6,280 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 6,280$$

$$l_w = 1,000 \times 6,280 = 6,280 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{ow} = 6,280 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 6,280 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 958,9}{6,280^2} 10^{-2} = 491,893 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 383,9}{6,280^2} 10^{-2} = 196,930 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_w}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,9^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 1119,5}{6,280^2} 10^{-2} + 80 \times 839,6 \times 10^2 \right) = 108863,907 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,280$:

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,988 \times 21,8 \times 215 \times 10^{-1} = 462,226 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{462,226 / 491,893} = 1,115 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,576$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{462,226 / 196,930} = 1,762 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,293$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{462,226 / 108863,907} = 0,075 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,998$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,293$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{1,871}{0,293 \times 462,226} = 0,014 < 1$$

Zwichrzenie:

Dla przekroju rurowego lub skrzynkowego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_w = 6280 \text{ mm}$:

$$100 b_o \sqrt{215 / f_d} = 100 \times 96,0 \times \sqrt{215 / 215} = 9600 > 6280 = l_1$$

Nie jest konieczne sprawdzenie zwichrzenia pręta.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 3,140$; $x_b = 3,140$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 106,5 \times 215 \times 10^{-3} = 22,906 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{18,213}{1,000 \times 22,906} = 0,795 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -18,213 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,576 \times 1,115^2 \frac{1,000 \times 18,213}{22,906} \times \frac{1,871}{462,226} = 0,003$$

$$\Delta_x = 0,003 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{1,871}{0,576 \times 462,226} + \frac{1,000 \times 18,213}{1,000 \times 22,906} = 0,802 < 0,997 = 1 - 0,003$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{1,871}{0,293 \times 462,226} + \frac{1,000 \times 18,213}{1,000 \times 22,906} = 0,809 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 6,280$; $x_b = -0,000$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 13,8 \times 215 \times 10^{-1} = 171,587 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 51,476 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 11,600 < 171,587 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 3,140$; $x_b = 3,140$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,000 < 51,476 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 22,906 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{18,213}{22,906} = 0,795 < 1$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,280$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$. Dodatkowo przyjęto usztywnienie środnika o rozstawie $a_1 = 6280,1 \text{ mm}$.

$$k_c = \left(15 + 25 \frac{c_o}{h_w} \right) \sqrt{\frac{t_f}{t_w} \frac{215}{f_d}} = \left(15 + 25 \times \frac{108,0}{172,0} \right) \times \sqrt{\frac{4,0 \times 215}{4,0 \times 215}} = 30,698$$

$$k_c \leq c_o / t_w = 108,0 / 4,0 = 27,000$$

Przyjęto $k_c = 27,000$

Warunek dodatkowy:

$$k_c > 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20 \times \sqrt{\frac{215}{215}} = 20,000$$

Siła nie może zmieniać położenie na przecie.

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą $\sigma_c = 0,9 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

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

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,c} = k_c t_w^2 \eta_c f_d = 27,000 \times (4,0)^2 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 92,880 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0,000 < 92,880 = P_{R,c}$$

Złożony stan środnika

$x_a = 0,000$; $x_b = 6,280$.

Siły przekrojowe przypadające na środnik i nośności środnika:

$$\begin{array}{llll} N_w & = -0,592 & N_{Rw} & = 146,182 \quad \text{kN} \\ M_w & = 0,000 & M_{Rw} & = 4,240 \text{ kNm} \\ V & = 11,600 & V_R & = 171,587 \quad \text{kN} \\ P & = 0,000 & P_{Rc} & = 92,880 \quad \text{kN} \end{array}$$

Przyjęto, że zastosowane zostaną żebra w miejscu występowania siły skupionej ($P = 0$).

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\varphi_p = 0,988$.

Warunek nośności środnika:

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \varphi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R} \right)^2 =$$
$$\left(\frac{0,592}{146,182} + \frac{0,000}{4,240} + \frac{0,000}{92,880} \right)^2 - 3 \times 0,988 \times \left(\frac{0,592}{146,182} + \frac{0,000}{4,240} \right) \frac{0,000}{92,880} + \left(\frac{11,600}{171,587} \right)^2 = 0,005 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 25,8 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 200 = 6280 / 200 = 31,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 25,8 < 31,4 = a_{gr}$$

Całość obliczeń w archiwum projektanta.

KONIEC OBLICZEŃ

Element:			Konstrukcja stalowa						
Miejsce budowy:			ul. Laskowa 6, Grójec						
Lp	pozycja	sztuk	Element	Długość	Masa jedn.	Masa 1 szt.	Masa całk.kg	Materiał	Uwagi
			Konstrukcja stalowa					St3S	
	1	26	Rk180x100x4	360	17,00	6,1	159,1	"	
	2	26	bl.140x10	190	10,99	2,1	54,3	"	
	3	96	bl.100x10	200	7,85	1,6	150,7	"	
	4	37	bl.230x10	210	18,06	3,8	140,3	"	
	5	64	bl.210x10	210	16,49	3,5	221,6	"	
	6	9	Rk180x100x4	1778	17,00	30,2	272,0	"	
	7	22	Rk180x100x4	6424	17,00	109,2	2402,6	"	
	8	1	Rk180x100x4	9200	17,00	156,4	156,4	"	
	9	1	Rk180x100x4	3800	17,00	64,6	64,6	"	
	10	1	Rk180x100x4	6000	17,00	102,0	102,0	"	
	11	4	Rk180x100x4	6342	17,00	107,8	431,3	"	
	12	2	Rk180x100x4	1968	17,00	33,5	66,9	"	
	13	2	bl.150x10	210	11,78	2,5	4,9	"	
	14	4	bl.140x10	200	10,99	2,2	8,8	"	
	15	2	bl.160x10	220	12,56	2,8	5,5	"	
	16					0,0	0,0	"	
						0,0	0,0	"	
							4241		

UWAGA: Przed zamówieniem wykaz sprawdzić!