

PROJEKT TECHNICZNY

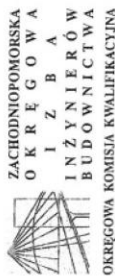
Branża konstrukcyjna

NAZWA INWESTYCJI:	BUDOWA KANAŁU TECHNOLOGICZNEGO POMIĘDZY KOMORĄ A NIECKĄ FONTANNY, UMOŻLIWIAJĄCEGO WYKONYWANIE NAPRAW INSTALACJI TECHNOLOGICZNEJ FONTANNY NA PLACU ZWYCIĘSTWA W SZCZECINIE
ADRES INWESTYCJI:	Działka nr 14 obręb 1041 Szczecin
INWESTOR:	Zakład Usług Komunalnych w Szczecinie Ul. Ku Słońcu 125A 71-080 Szczecin
KAT. OBIEKTU BUDOWLANEGO:	VIII

Oświadczam, że projekt techniczny został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami i zasadami wiedzy technicznej.
(Art.34 ust.3d pkt 3 ustawy Prawo Budowlane - zmiany z dn. 02.12.2021 Dz.U. Nr 2021 poz. 2351)

Projektant:	mgr inż. Mariusz Boderek Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. ZAP/0138/POOK/09 i ZAP/0139/OWOK/12	
-------------	---	--

SZCZECIN, grudzień 2022 r



Sygn. akt: ZAP-OKK-713/157K/09

Szczecin, dnia 30 grudnia 2009 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa i urbanistów (*Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42, z późn. zm.*) i art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118, z późn. zm.*), § 11 ust.1 pkt 1 i § 17 ust.1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578, z późn. zm.*) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeksu postępowania administracyjnego (*Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, z późn. zm.*)

Zachodniopomorska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna

n a d a j e

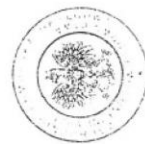
Panu mgr inż. Mariuszowi Boderkowi
urodzonemu dnia [REDACTED]

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny ZAP/0138/POOK/09

DO PROJEKTOWANIA
BEZ OGRANICZEŃ
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

UZASADNIENIE
W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadniania decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie
Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Szczecinie, w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



Skład Orzekającej Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:
- inż. Stanisław Kamiński
Przewodniczący OKK
- mgr inż. Krzysztof Morylak
- dr hab. inż. Władysław Szaflik



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
ZAP-PRJ-ANQ-YHB *

Pan Mariusz BODEREK o numerze ewidencyjnym ZAP/BO/0020/10
adres zamieszkania [REDACTED] SZCZECIN
jest członkiem Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-02-01 do 2023-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-01-20 roku przez:
Zygmunt Meyer, Zastępca Przewodniczącego Rady Zachodniopomorskiej 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.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



SPIS OPRACOWANIA:

I. DANE OGÓLNE

- 1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA
- 1.2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA
- 1.3. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W OPRACOWANIU

II. OPIS TECHNICZNY

- 2.1. ZAŁOŻENIA, SCHEMATY I PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ
- 2.2. OPINIA GEOTECHNICZNA
- 2.3. PROJEKT GEOTECHNICZNYCH WARUNKÓW POSADOWIENIA
- 2.4. OPIS ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH
- 2.5. ZABEZPIECZENIA
- 2.6. UWAGI KOŃCOWE

III. OBLICZENIA

IV. SPIS RYSUNKÓW:

RYS. K1 – RZUT PRZYZIEMIA	– skala 1:50
RYS. K2 – SZCZEGÓŁY KONSTRUKCYJNE – WIDOK Z GÓRY	– skala 1:10
RYS. K3 – SZCZEGÓŁY KONSTRUKCYJNE – WIDOK Z BOKU	– skala 1:10
RYS. K4 – SZCZEGÓŁY KONSTRUKCYJNE – WIDOK Z PRZODU	– skala 1:10
RYS. K5 – BELKA STALOWA BS.1	– skala 1:10
RYS. K6 – BELKA STALOWA BS.1 - ELEMENTY	– skala 1:10
RYS. K7 – BELKA STALOWA BS.2	– skala 1:10
RYS. K8 – BELKA STALOWA BS.3	– skala 1:10
RYS. K9 – BELKA STALOWA BS.3 - ELEMENTY	– skala 1:10
RYS. K10 – BELKA STALOWA BS.4	– skala 1:10
RYS. K11 – BELKA STALOWA BS.5	– skala 1:10
RYS. K12 – BELKA STALOWA BS.6	– skala 1:10
RYS. K12 – BELKA STALOWA BS.7, BS.8S	– skala 1:10
RYS. K14 – BELKA STALOWA BS.9	– skala 1:10

I. DANE OGÓLNE

1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny kanału technologicznego pomiędzy komorą a niecką fontanny, umożliwiającego wykonywanie napraw instalacji technologicznej fontanny na Placu Zwycięstwa w Szczecinie, dz. nr 14, obręb 1041 Szczecin

1.2. CEL OPRACOWANIA

Celem opracowania jest zaprojektowanie konstrukcji kanału związanej z planowaną budową.

1.3. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W OPRACOWANIU

- 1.3.1. Projekt architektoniczno-budowlany;
- 1.3.2. Wytyczne inwestora;
- 1.3.3. Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz.U.2021 poz 2351 – t.j.);
- 1.3.4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U.2022 poz. 1225);
- 1.3.5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 30 sierpnia 2004 r. (Dz.U.2004.198.2043) w sprawie warunków i trybu postępowania dotyczącego rozbiórek oraz zmiany sposobu użytkowania obiektu budowlanego;
- 1.3.6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 6 lutego 2003 r. (Dz.U.2003.47.401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych;
- 1.3.7. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U.2020 poz. 1609);
- 1.3.8. Normy PN-EN.

II. OPIS TECHNICZNY

2.1 ZAŁOŻENIA, SCHEMATY I PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ

Układ konstrukcyjny obiektu budowlanego

Układ konstrukcyjny kanału stanowią belki stalowe jednoprzęsłowe ze wspornikiem

Schematy konstrukcyjne (statyczne)

Jako schemat statyczny konstrukcji kanału przyjęto belki jednoprzęsłowe wspornikowe

Założenia do obliczeń

Obiekt znajduje się w 2 strefie śniegowej oraz 1 strefie wiatrowej.

Ciężar warstw przekrycia przyjęto 1,5 kN/m² – wartość charakterystyczna

Obciążenie użytkowe stropu przyjęto 5,00 kN/m² – wartość charakterystyczna

Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe

Elementy strunobetonowe prefabrykowane. Elementy ze stali kształtowej klasy S235, A4

Wyniki obliczeń dostępne w siedzibie firmy.

2.2. OPINIA GEOTECHNICZNA

Na podstawie wizji lokalnej i dokonanych odkrywek stwierdza się **proste** warunki gruntowe, a obiekt zalicza się do **II kategorii geotechnicznej**. Poziom wód gruntowych jest poniżej poziomu posadowienia fundamentów. Grunt w poziomie posadowienia fundamentów jest rodzimy piaszczysty. Piaszki w poziomie posadowienia drobne średnio zagęszczone o $I_d=0,4$.

2.4. OPIS ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

KONSTRUKCJA STALOWA

Zaprojektowano główne układy nośne jako belki wolnopodparte z dwuteowników IPE120. Zaprojektowano belki podporowe z ceowników ekonomicznych IPE140. Połączenie belki głównej z belką podporową zaprojektowano jako przegubowe.

ŁĄCZNIKI STALOWE

Zaprojektowano łączniki stalowe M10x40+n+2p i kotwy #16x150 ze stali A4

OBRZEŻA BETONOWE

Zaprojektowano prefabrykowane obrzeża betonowe 8x30x100cm. Obrzeża ułożyć na ławie betonowej.

PRZEKRYCIE

Zaprojektowano przekrycie konstrukcji z prefabrykowanych fibrobetonowych płyt chodnikowych 120x60x6cm. Szczeliny pomiędzy płytami wypełnić kruszywem granitowym frakcji 8/16mm.

KONSTRUKCJA OPOROWE

Zaprojektowano konstrukcję oporową z nadproży prefabrykowanych z betonu klasy minimum C30/37 (B37) zbrojonych stalą klasy A-IIIIN. Posadowienie prefabrykatów minimum 50cm pod poziom terenu projektowanego, elementy ścian posadowić na warstwie betonu C8/10 (B10) grubości ~10-15cm za pośrednictwem piaskowo-cementowej podsypki wyrównującej grubości ~5cm. W przypadku gruntów niespoistych wykonać mrozoodporną podbudowę z zagęszczonego kruszywa do głębokości przemarzania wynoszącej 0,8m.

2.5. ZABEZPIECZENIA

- Wszystkie elementy stalowe zewnętrzne konstrukcji- ocynkować ogniowo. grubość warstwy ocynku 80-150 µm.
- Okucia, łączniki, śruby, kotwy, gwoździe – wykonać ze stali kwasoodpornej A4
- Elementy betone wykonane tradycyjnie, zabezpieczone przed korozją przez przyjęcie otulin o grubościach określonych normą

2.6. UWAGI KOŃCOWE

1. Inwestycję należy zrealizować zgodnie z zatwierdzonym Projektem Architektoniczno-Budowlanym PAB i na podstawie projektu technicznego PT stanowiącego uzupełnienie projektu architektoniczno-budowlanego, wg przepisów Prawa Budowlanego, odrębnych ustaw i przepisów techniczno - budowlanych oraz zgodnie z Polskimi Normami.
2. Wszystkie roboty należy wykonać zgodnie z przyjętymi w projekcie rozwiązaniami architektoniczno - budowlanymi, przepisami techniczno - budowlanymi, obowiązującymi Polskimi Normami oraz zasadami wiedzy technicznej i sztuki budowlanej.
3. Wprowadzenie rozwiązań zamiennych w stosunku do przewidzianych w projekcie należy uzgodnić z Projektantem w ramach nadzoru autorskiego. Wątpliwości dotyczące projektu i zawartych w nim rozwiązań należy wyjaśnić z udziałem Projektanta w ramach nadzoru autorskiego (koszty prowadzenia nadzoru autorskiego nie są ujęte w cenie projektu).
4. Wszystkie użyte materiały, wyroby, urządzenia i rozwiązania technologiczne powinny być dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie, posiadać aktualne atesty ITB i PZH, a wyroby stosowane jednostkowo - odpowiednie aprobaty.
5. Przed rozpoczęciem robót Wykonawca obowiązany jest zapoznać się na miejscu z istniejącym uzbrojeniem terenu, ze stanem budynków oraz bezpośredniego otoczenia, przewidując warunki techniczne, organizacyjne oraz logistyczne związane z realizacją przedmiotowej inwestycji.

6. Ze względu na usytuowanie i charakter inwestycji wszystkie wymiary i rzędne należy na bieżąco sprawdzać na budowie, a zaistniałe niezgodności należy wyjaśnić i uzgodnić zainteresowanymi stronami.
7. Wszystkie roboty budowlano - montażowe z zastosowaniem rozwiązań systemowych powinny być wykonane ściśle wg technologii określonej przez producenta
8. Uwagi i opisy w części opisowej i na rysunkach stanowią integralną część opracowania dokumentacji.
9. Projekt rozpatrywać łącznie z projektem architektury i projektami branżowymi- instalacje

.....

.....

III. OBLICZENIA

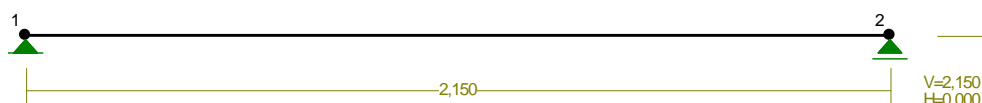
Zestawienie obciążeń

Grupa norm: Eurokod

Opis	Jedn.	Q_k	γ_{f1}	γ_{f2}	Q_{o1}	Q_{o2}
1. Ciężar						
1.1. stałe	kN/m ²	1,50	1,35	1,00	2,03	1,50
2. Użytkowe						
2.1. Użytkowe (kategoria C3)	kN/m ²	5,00	1,50	1,00	7,50	5,00

RM_Win v. 11.114 licencja nr 26501

WĘZŁY:



WĘZŁY:

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

PODPORY:

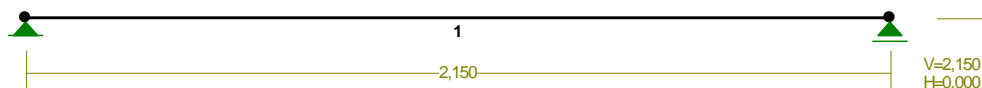
P o d a t n o ś c i

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

OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	$W_x (W_o^*)$ [m]:	W_y [m]:	$F I_o$ [grad]:
B r a k O s i a d a ń				

PRĘTY:



A horizontal beam of length 2,150 is shown, supported by two green triangular supports at each end. A central point load of 1 is applied downwards at the midpoint. The beam is labeled with a length of 2,150 and a central load of 1. To the right of the beam, the values $V=2,150$ and $H=0,000$ are listed.

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	0	1		2,150	0,000	2,150	1,000	1 I 120 PE

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
<hr/>						
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	

A horizontal beam of length 1 meter is shown. It is supported by two green triangular supports at each end. A uniformly distributed load of 0.56 kN/m is applied downwards along the entire length of the beam, represented by a blue line with downward-pointing arrows. The reaction at each support is 0.56 kN, indicated by upward-pointing blue arrows at the ends of the beam.

Pręt:	Rodzaj:	Kat:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m]:	b [m]:
<hr/>						
Grupa:	A	"stałe"		Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniiowe	0,0	0,56	0,56	0,00	2,15
	1.1 stał $p=1,50*0,375$					

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
<hr/>						
Grupa:	B	"zmienne"		Zmienne	$\gamma_0 = 1,50$	
1	Liniiowe	0,0	1,88	1,88	0,00	2,15
	2.1 Użytkowe (kategoria C3 p=5,00*0,375					

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

RM_Win v. 11.114 licencja nr 26501

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A-"stałe"	Stałe	1,35/1,00	
B-"zmienne"	Zmienne	1 1,50	1/1/1

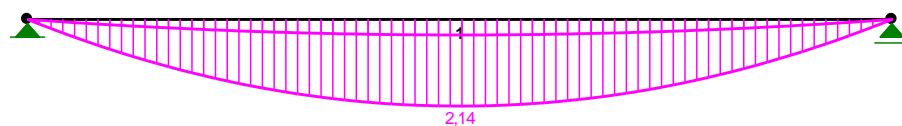
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
A-"stałe"	EWENTUALNIE
B-"zmienne"	EWENTUALNIE

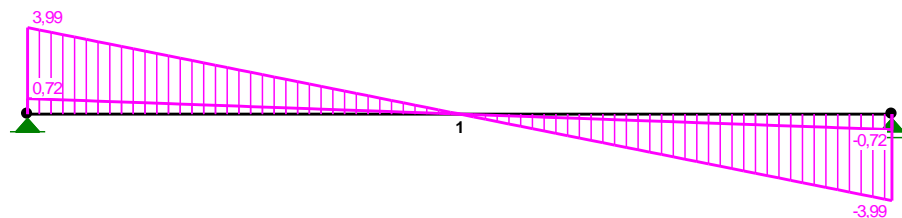
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : CW+A EWENTUALNIE: B

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
-------------	---------	--------	--------	----------------------

1	1,075	2,14*	0,00	0,00	CW AB (a)
	0,000	0,00*	3,99	0,00	CW AB (a)
	0,000	0,00*	0,97	0,00	CW A (a)
	2,150	0,00	-3,99*	0,00	CW AB (a)
	0,000	0,00	3,99*	0,00	CW AB (a)
	0,000	0,00	3,99	0,00*	CW AB (a)
	1,075	2,14	0,00	0,00*	CW AB (a)
	2,150	0,00	-3,83	0,00*	cw AB (b)
	0,000	0,00	3,99	0,00*	CW AB (a)
	1,075	2,14	0,00	0,00*	CW AB (a)
	2,150	0,00	-3,83	0,00*	cw AB (b)

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00*	3,99	3,99		CW AB (a)
	0,00*	3,85	3,85		CW AB (b)
	0,00*	0,72	0,72		cw a (a)
	0,00*	0,97	0,97		CW A (a)
	0,00*	0,82	0,82		CW A (b)
	0,00	3,99*	3,99		CW AB (a)
	0,00	3,85*	3,85		CW AB (b)
	0,00	0,72*	0,72		cw a (a)
	0,00	3,99	3,99*		CW AB (a)
2	0,00*	3,99	3,99		CW AB (a)
	0,00*	3,85	3,85		CW AB (b)
	0,00*	0,72	0,72		cw a (a)
	0,00*	0,97	0,97		CW A (a)
	0,00*	0,82	0,82		CW A (b)
	0,00	3,99*	3,99		CW AB (a)
	0,00	3,85*	3,85		CW AB (b)
	0,00	0,72*	0,72		cw a (a)
	0,00	3,99	3,99*		CW AB (a)

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00*	2,73	2,73		CW AB
	0,00*	0,72	0,72		CW A
	0,00	2,73*	2,73		CW AB
	0,00	0,72*	0,72		CW A
	0,00	2,73	2,73*		CW AB
2	0,00*	2,73	2,73		CW AB
	0,00*	0,72	0,72		CW A
	0,00	2,73*	2,73		CW AB
	0,00	0,72*	0,72		CW A
	0,00	2,73	2,73*		CW AB

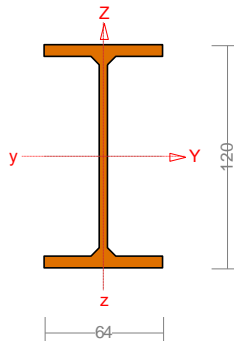
* = Wartości ekstremalne

Pręt nr 1

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.53 licencja nr 26501)

Zadanie: bl_1

Przekrój: 1 - I 120 PE



Wymiary przekroju:

$h=120,0$ $g=4,4$ $s=64,0$ $t=6,3$ $r=7,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_y=318,0$ $I_z=27,7$ $A=13,20$ $i_y=4,9$ $i_z=1,4$

$I_w=889,6$ $I_t=1,7$ $i_s=5,118$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$ dla **g=4,4**.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc

Przyjęto:

$\kappa_a = 1,000$ $\kappa_b = 1,000$ węzły nieprzesuwne $\Rightarrow \mu = 1,000$ dla $l_0 = 2,150$
 $l_w = 1,000 \times 2,150 = 2,150$ m

Przęsło Zc

Przyjęto następujące podatności węzłów:

$\kappa_a = 1,000$ $\kappa_b = 1,000$ węzły nieprzesuwne $\Rightarrow \mu = 1,000$ dla $l_0 = 2,150$
 $l_w = 1,000 \times 2,150 = 2,150$ m

Przęsło ω

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{o\omega} = 2,150$ m. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 2,150$ m.

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 318,0}{2,150^2} \times 10^{-2} = 1425,83 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 27,7}{2,150^2} \times 10^{-2} = 124,2 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_T \right) = \frac{1}{5,118^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 889,6}{2,150^2} \times 10^{-2} + 81 \times 1,67 \times 10^2 \right) = 668,08 \text{ kN}$$

Zwichrzenie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 6,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = (-6,00)$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,610$, $A_2 = 0,530$, $B = 1,140$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,610 \times 0,00 + 0,530 \times (-6,00) = -3,180$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_{cr,z} + \sqrt{(A_o N_{cr,z})^2 + B^2 i_s^2 N_{cr,z} N_{cr,T}}$$

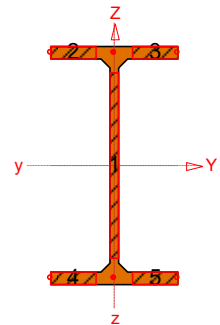
$$(-0,032) \times 124,2 + \sqrt{(-0,032 \times 124,2)^2 + 1,140^2 \times 0,051^2 \times 124,2 \times 668,08} = 13,31 \text{ kNm}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 2,150$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+1,35·0,85·A+1,5·B (b)

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,1.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_σ	(c/t) ₁	(c/t) ₂	(c/t) ₃	c/t	Klasa
1	93,4	4,4	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	21,227	
2	22,8	6,3	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,619	
3	22,8	6,3	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,619	
4	22,8	6,3	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,619	
5	22,8	6,3	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	3,619	

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 2,150$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B (a)

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{6,30 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 85,41 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{3,99}{85,41} = \mathbf{0,047 < 1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto $\eta = 1,2$.

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 93,4 / 4,4 = \mathbf{21,227 < 59,739} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,075$; $x_b = 1,075$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$ (a)

Klasa przekroju 1.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{60,68 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 14,26 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{13,20 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 310,2 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,00 / 310,2 = 0,000; \quad \text{przyjęto } n = 0,000 \leq 1;$$

Dla dwuteownika bisymetrycznego:

$$a = (A - 2 b t_f) / A = (13,20 - 2 \times 6,40 \times 0,63) / 13,20 = 0,389; \quad \text{przyjęto } a = 0,389 \leq 0,5;$$

– zginanie y-y

$$N_{Ed} = 0 < 77,55 = 0,25 \times 310,2 = 0,25 N_{pl,Rd} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} = 0 < 55,53 = \frac{0,5 \times 10,74 \times 0,44 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.34)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

– zginanie z-z

$$N_{Ed} = 0 < 111,05 = \frac{10,74 \times 0,44 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.35)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{2,14}{14,26} = 0,150 < 1 \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0}{310,2} + \frac{2,14}{14,26} + \frac{0}{3,19} = 0,150 < 1 \quad (6.2)$$

Zginanie (stateczność):

$x_a = 1,075$; $x_b = 1,075$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$ (a)

Przyjęto krzywą zwichrzenia „b”.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{60,68 \times 235}{13,31 \times 10^3}} = 1,03$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (1,03 - 0,4) + 0,75 \times 1,03^2] = 1,010$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1,010 + \sqrt{1,010^2 - 0,75 \times 1,03^2}} = 0,678;$$

$$\text{przyjęto } \chi_{LT} = 0,678 \leq 0,934 = \min \{ 1; 1 / \bar{\lambda}_{LT}^2 \}$$

Warunek stateczności przy zginaniu:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,678 \times 60,68 \times \frac{235}{1} \times 10^{-3} = 9,67 \text{ kNm} (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{2,14}{9,67} = \mathbf{0,221} < 1 \quad (6.54)$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

xa = 2,150; xb = 0,000; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B (a)

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $s_s = \mathbf{100,0}$ mm oraz typ obciążenia środka (a).

Dodatkowo przyjęto rozstaw żebier poprzecznych $a = \mathbf{2,150}$ m. Nośność najbardziej obciążonego środka:

$$k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6 + 2 \times (93,4 / 2150,0)^2 = 6,00$$

$$m_1 = f_{yf} b_f / f_{yw} t_w = 235 \times 64,0 / (235 \times 4,4) = 14,545$$

$$m_2 = 0,000$$

$$l_y = s_s + 2t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 100,0 + 2 \times 6,3 \times (1 + \sqrt{14,545 + 0,000}) = 160,7 \quad \text{przyjęto } l_y = 160,7 \leq a$$

$$F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 0,9 \times 6,00 \times 210 \times 4,4^3 / 93,4 = 1034,90 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{160,7 \times 4,4 \times 235 \times 10^{-3}}{1034,90}} = 0,401$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} = \frac{0,5}{0,401} = 1,248 \quad \text{przyjęto } \chi_F = 1,000 \leq 1,0$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1,000 \times 160,7 = 160,7 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235 \times 160,7 \times 4,4 \times 10^{-3}}{1} = 166,12 \text{ kN} \quad (6.1 \text{ EN 1993-1-5})$$

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{3,99}{166,12} = \mathbf{0,024} < 1 \quad (6.14 \text{ EN 1993-1-5})$$

Stan graniczny użytkowości:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

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

$$a_{gr} = l / 250 = 2150 / 250 = 8,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{1,1} < \mathbf{8,6} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 1,059 \text{ mm}; \quad L / a = 2150,0 / 1,059 = 2030,8$$

IV. RYSUNKI