



## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

### I. OPIS TECHNICZNY

1.	DANE OGÓLNE .....	7
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA.....	7
3.	PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA .....	8
4.	WARUNKI GRUNTOWO-WODNE I KATEGORIA GEOTECHNICZNA OBIEKTU.....	8
5.	ROBOTY ZIEMNE.....	8
6.	OPIS ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH .....	9
6.2.	FUNDAMENTY .....	10
6.3.	SŁUPY ŻELBETOWE.....	10
6.4.	WIEŃCE ŻELBETOWE .....	10
6.5.	NADPROŻA STALOWE .....	10
6.6.	ŚCIANY WYPEŁNIAJĄCE.....	11
6.7.	KONSTRUKCJA STALOWA DACHU .....	11
7.	PIELĘGNACJA I DOJRZEWANIE BETONU .....	11
8.	ZABEZPIECZENIA ELEMENTÓW BETONOWYCH .....	12
9.	ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNE ELEMENTÓW STALOWYCH .....	12
10.	UWAGI KOŃCOWE .....	12

### II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

### III. ZESTAWIENIA STALI KONSTRUKCYJNEJ

### IV. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Nr rys.	Nazwa rysunku	skala
K-01	Rzuty, przekroje, aksonometria	1:100
K-02	Zbrojenie płyty fundamentowej PŁF-1/00	1:50
K-03	Rysunki zbrojeniowe detali żelbetowych	1:20
K-04	Schemat nadproży stalowych NS-1÷2/00	1:20
K-05	Pozycja wysyłkowa 1 – rysunek wykonawczy	1:10
K-06	Pozycja wysyłkowa 2 – rysunek wykonawczy	1:10
K-07	Pozycja wysyłkowa 3 – rysunek wykonawczy	1:10
K-08	Pozycja wysyłkowa 4 – rysunek wykonawczy	1:10
K-09	Pozycja wysyłkowa 5 – rysunek wykonawczy	1:10



## OPIS TECHNICZNY

### 1. Dane ogólne

- 1.1 Inwestor : Gmina Miasto Stargard  
73-110 Stargard, ul. Czarneckiego 17
- 1.2 Przedsięwzięcie : Projekt przebudowy łącznika między budynkami szkoły podstawowej nr 3 i gimnazjum nr 2 przy ul. Limanowskiego 7,9 w Stargardzie na działkach nr 119/1, 119/2 obręb 6
- 1.3 Obiekt : Budynek Szkoły Podstawowej nr 3 – Kategoria IX
- 1.4 Branża : Konstrukcja
- 1.5 Faza : Projekt Budowlany
- 1.6 Lokalizacja : 73-110 Stargard, ul. Limanowskiego 7,9, Dz. nr 119/1, 119/2, obręb 6

### 2. Podstawa opracowania

- 2.1 Zlecenie branży architektonicznej.
- 2.2 Ekspertyza techniczna z 2022 roku.
- 2.3 Wizja lokalna.
- 2.4 Dokumentacja fotograficzna.
- 2.5 Dokumentacja geotechniczna podłoża gruntowego opracowana przez A11R Agnieszka Bednarek w kwietniu 2017 r.
- 2.6 Obciążenia zebrano zgodnie z:
- PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
  - PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenie stałe.
  - PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenie zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
  - PN-80/B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem. (zmiana do PN-80/B-02010/Az1 – Dodatek do normy śniegowej)
  - PN-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem. (zmiana do PN-77/B-02011/Az1 – Dodatek do normy wiatrowej)
- 2.7 Elementy konstrukcyjne budynku zwymiarowano zgodnie z:
- PN-B-03150/2000 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
  - PN-B-03002 Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie.



PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-B-03264 2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.  
Obliczenia statyczne i projektowanie.

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

### 3. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest sporządzenie projektu budowlanego dla łącznika pomiędzy budynkami szkoły podstawowej nr 3 przy ul. Limanowskiego w Stargardzie.

Projekt obejmuje swym zakresem rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe wraz z obliczeniami statyczno-wytrzymałościowymi, wykonanymi w zakresie pozwalającym na otrzymanie pozwolenia na budowę oraz prawidłowe prowadzenie prac.

### 4. Warunki gruntowo-wodne i kategoria geotechniczna obiektu

Według dokumentacji geotechnicznej badania podłoża gruntowego, opracowanej przez A11R Agnieszka Bednarek w kwietniu 2017 roku, istniejący budynek posadowiony jest na rozmytych glinach zwałowych, które przykryte są warstwą humusową i warstwami nasypowymi o miąższości ponad 1,8 m.

W trakcie badań terenowych nie stwierdzono występowania wód gruntowych.

Wg rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012r. na badanej działce występują:

- proste warunki gruntowe
- pierwsza kategoria geotechniczna

Poziom  $\pm 0.00 = +29,45\text{m n.p.m.}$

### 5. Roboty ziemne

- Przed przystąpieniem do wykonywania prac zabezpieczających wykop należy szczegółowo zapoznać się z trasami przebiegu mediów, aby uniemożliwić uszkodzenia któregoś z nich.
- Grunt w otwartym wykopie chronić przed przemarzaniem i zawilgoceniem, aby nie spowodować pogorszenia nośności podłoża. W czasie wykonywania robót ziemnych



należy w ciągu jednego dnia pogłębić wykop do żądanej głębokości i wykonać podlewkę wyrównującą pod fundamenty z betonu C8/10 (chudy beton), gr. 10cm. Następnie niezwłocznie wykonać pozostałą część fundamentu, po rozszalowaniu zabezpieczyć przeciwwilgociowo.

- Prace fundamentowe należy prowadzić w suchej porze roku
- W razie wystąpienia w poziomie posadowienia gruntów nienośnych (humusu) – należy wykop przegłębić i wypełnić chudym betonem C8/10.
- Minimum 30 cm gruntu rodzimego poniżej poziomu posadowienia płyty fundamentowej należy wymienić na pospółkę zagęszczoną do  $I_s \geq 0,95$ .
- W przypadku konieczności pozostawienia budynku w stanie surowym na okres zimy, należy chronić fundamenty i posadzki przyziemia przed przemarzaniem.
- Odwodnienie połąci dachowych odprowadzić poza obręb budynku. Instalacje prowadzące wodę muszą być szczelne, a teren przylegający do obiektu - utwardzony.
- Odwodnienie wykopu prowadzić za pomocą studni zbiorczych, a wodę wypompowywać po za obręb wykopu.

## **6. Opis rozwiązań konstrukcyjnych**

### **6.1. Charakterystyka budynku.**

Przedmiotowy budynek składa się z trzech segmentów, budynku głównego, przybudów oraz łącznika, między salą główną a salą gimnastyczną usytuowanej od strony zaplecza szkoły. W latach 50-tych budynek główny rozbudowano o część pomieszczeń szkolnych w części szczytowej. Budynek w latach 80-tych XXw. został rozbudowany o łącznik, w ramach realizacji zagospodarowania terenu. Budynki szkolne usytuowane na osobnych wydzielonych działkach. Na działka przedmiotowego budynku, znajduje się plac rekreacyjny, boisko sportowe, oraz plac zabaw dla dzieci. Teren wokół omawianego budynku, ogrodzony. Między budynkami szkół znajduje się stara sala gimnastyczna, do której można dostać się poprzez łączniki, z obu budynków. Budynek główny, czterokondygnacyjny z poddaszem, całkowicie podpiwniczone. Do budynku dobudowano przybudówkę, która stanowi integralną część budynku głównego, w której znajdują się sale edukacyjne. Część łącznikowa między budynkami głównymi oraz sala gimnastyczna, parterowe niepodpiwniczone.



Budynek SP 3, stanowi zespół budynków szkolnych między al. Bogusława Limanowskiego i ulicami Bolesława Prusa, Wojska Polskiego. Przed budynkiem znajduje się dziedziniec o nawierzchni asfaltowej, wykorzystywany jako parking, za kompleksem budynków szkolnych znajdują się boiska szkolne.

Budynek wyposażony jest w instalacje: wod.-kan., c.c.w., elektryczną odgromową, TV, telefoniczną, ID.

## 6.2. Fundamenty

Płyta żelbetowa posadowiona bezpośrednio na głębokości -0,45m. Płytę należy oddylać od budynku istniejącego. W płycie zaprojektowano ostrogę o wym. 75x24cm. Fundamenty zaprojektowane z betonu C25/30 W6 zbrojone stalą BSt500 o otulinie dolnej 5cm i bocznych 3cm. Fundamenty należy wylewać na podlewce z chudego betonu C8/10.

Minimum 30cm gruntu rodzimego poniżej poziomu posadowienia należy wymienić na pospółkę zagęszczoną do  $I_s \geq 0,95$ . Należy pamiętać, aby nie doprowadzić do przekopania wykopu, ostatnie 30cm wykopać ręcznie.

## 6.3. Słupy żelbetowe

Projektuje się słupy żelbetowe o wym 24x24cm. Beton C25/30, stal zbrojeniowa BSt500S. Otulina 3cm.

## 6.4. Wieńce żelbetowe

Nad ścianami wypełniającymi projektuje się wieńce żelbetowe o wym. 24x24cm z betonu C25/30, zbrojone stalą BSt500S. Otulina 3cm.

## 6.5. Nadproża stalowe

Projektuje się nadproża stalowe z przekroju 3xIPE160. Przewiązki z płaskowników 10x50mm. Stal konstrukcyjna S235JR.

Kolejność prac:

- podstemplować konstrukcję w miarę możliwości jak najbliżej ściany
- wykonać bruzdę w ścianie pod wieńcem wylewki stropowej na głębokość połowy ściany i obsadzić w nim pierwszą belkę stalową. Przestrzeń pomiędzy murem a belką należy wypełnić zaprawą montażową np. CX15



- po związaniu belki można wykonywać bruzdę z drugiej strony muru i obsadzić kolejne belki w analogiczny sposób
- po związaniu obu belek można przystąpić do wybierania muru spod nowoprojektowanego nadproża
- po wybraniu materiału należy zespawać belki przewiązkami z blachy 10x50mm
- Po wykonaniu podciągu zdjąć stemple

#### 6.6. Ściany wypełniające

Projektuje się ściany wypełniające z pustaków silikatowych. Grubość bloczków 24cm.

#### 6.7. Konstrukcja stalowa dachu

Projektuje się konstrukcję ze stali konstrukcyjnej S235JR. Stosowane są profile RK100x5 jako słupy stalowe, RP150x100x5 jako rygle oraz RK60x4 jako płatwie. Konstrukcja dachu mocowana jest do elementów żelbetowych za pomocą kotew wklejanych średnicy 10mm.

### 7. Pielęgnacja i dojrzewanie betonu

W okresie pielęgnacji betonu należy:

- chronić odsłonięte powierzchnie betonu przed szkodliwym działaniem warunków atmosferycznych, a szczególnie wiatru i promieni słonecznych (a w okresie zimowym mrozu) przez ich osłanianie i zwilżanie w dostosowaniu do pory roku,
- utrzymywać ułożony beton w stałej wilgotności przez co najmniej 7 dni przy stosowaniu cementów portlandzkich,
- polewać wodą beton normalnie twardniejący, rozpoczynając po 24 godzinach od chwili jego ułożenia:
- przy temperaturze  $+15^{\circ}\text{C}$  i wyżej beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godziny w dzień i co najmniej jeden raz w nocy, a w następne dni co najmniej 3 razy na dobę,
- przy temperaturze poniżej  $+5^{\circ}\text{C}$  betonu nie należy polewać.

Powierzchnia betonu może być powlekana środkami błonotwórczymi zabezpieczającymi przed parowaniem wody.



## 8. Zabezpieczenia elementów betonowych

Izolacja przeciwwilgociowa:

- pozioma – bitumiczna

- pionowa – bitumiczna

Przerwa robocza:

- Wałki bentonitowe

## 9. Zabezpieczenia antykorozyjne elementów stalowych

Stopień czystości podłoża „2”.

Zestaw malarski:

– farba podkładowa chlorokauczukowi cynkowa 70% o symbolu  
wg SWW 7221-004-950 –2 warstwy

– emalia chlorokauczukowa ogólnego stosowania o symbolu

wg SWW 7261-000-XXX 3 warstwy

---

Całkowita grubość powłoki 150µm.

Rozpatrywać łącznie z „Instrukcją zabezpieczenia przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą powłok malarskich”

## 10. Uwagi końcowe

- W przypadku stwierdzenia warunków odmiennych od założonych w projekcie niezwłocznie powiadomić Projektanta.
- Prace budowlane należy wykonywać zgodnie z dokumentacją techniczną i sztuką budowlaną oraz obowiązującymi normami i wymaganiami technicznymi z zachowaniem Przepisów o Bezpieczeństwie i Ochronie Zdrowia.
- Projekt wykonawczy jest objęty prawem autorskim. Wszelkie kopiowanie, powielanie i dokonywanie zmian w projekcie jest niedozwolone.
- Wszelkie zmiany wykonane samowolnie, bez zgody projektanta przenoszą odpowiedzialność za całość obiektu na osobę wprowadzającą zmiany.



- **Projekt należy rozpatrywać łącznie z kompletnymi projektami branżowymi.**
- **Wszystkie roboty budowlano-montażowe wykonywać zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami w zakresie budownictwa oraz „Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót”. Wszelkie zmiany należy konsultować z projektantem.**

Opracował:

mgr inż. Bartosz Januszewski

ZAP/0102/POOK/08

Szczecin, czerwiec 2022r.





# WYCIĄG Z OBLICZEŃ PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW

(kompletne obliczenia do wglądu w siedzibie firmy)



NAZWA: rama\_v01

## 0.1. Stałe

Rodzaj: ciężar

Typ: stałe

### 0.1.1. Blacha+Wełna+r-g

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 1,39 \text{ kN/m.}$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 1,88 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f1} = 1,35,$$

$$Q_{o2} = 1,25 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

#### Składniki obciążenia:

Blacha

$$Q_k = 0,350 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,25 \text{ m} = 0,44 \text{ kN/m.}$$

$$Q_{o1} = 0,59 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f1} = 1,35,$$

$$Q_{o2} = 0,40 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Wełna

$$Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 1,25 \text{ m} = 0,45 \text{ kN/m.}$$

$$Q_{o1} = 0,61 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f1} = 1,35,$$

$$Q_{o2} = 0,41 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

GK

$$Q_k = 16,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,025 \text{ m} \cdot 1,25 \text{ m} = 0,50 \text{ kN/m.}$$

$$Q_{o1} = 0,68 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f1} = 1,35,$$

$$Q_{o2} = 0,45 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

### 0.1.2. Szklenie

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 0,60 \text{ kN/m.}$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 0,81 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f1} = 1,35,$$

$$Q_{o2} = 0,54 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

#### Składniki obciążenia:

Szyba

$$Q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 \text{ m} = 0,60 \text{ kN/m.}$$

$$Q_{o1} = 0,81 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f1} = 1,35,$$

$$Q_{o2} = 0,54 \text{ kN/m,} \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

## 0.2. Wiatr

Rodzaj: wiatr

Typ: zmienne

### 0.2.1. Wiatr

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru  $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$  przyjęto jak dla strefy I.

Współczynnik ekspozycji  $C_e = 0,93$  przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu  $z = 8,50 \text{ m}$ . Ponieważ  $H/L \leq 2$  przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika



ekspozycji  $C_e$  o wartości jak dla punktu najwyższego.

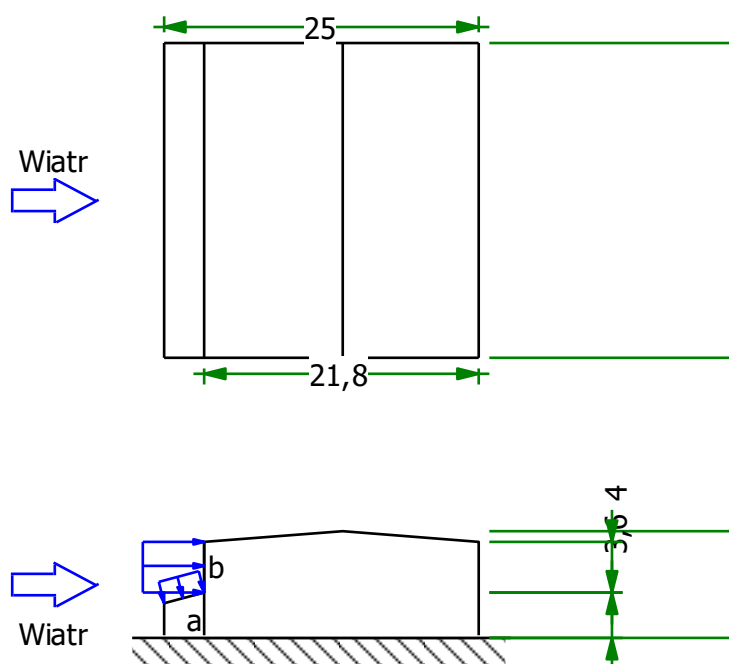


Współczynnik działania porywów wiatru  $\beta = 1,80$  przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia  $\Delta = 0,20$ ; okres drgań własnych  $T = 0,20$  s).

Współczynnik aerodynamiczny  $C$  powierzchni a dachu o różnych wysokościach ( $\alpha = 15^\circ$ ) równy jest  $C = C_z - C_w = 0,24$ , gdzie:

$C_z = 0,24$  jest współczynnikiem ciśnienia zewnętrznego,

$C_w = 0,00$  jest współczynnikiem ciśnienia wewnętrznego.



Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,93 \cdot (0,24 - 0,00) \cdot 1,8 = 0,12 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:

$$Q_o = 0,18 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

### 0.3. Śnieg

Rodzaj: śnieg

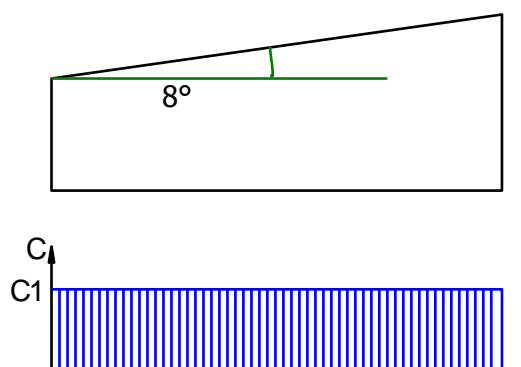


Typ: zmienne

### 0.3.1. Śnieg

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu  $q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$  przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy II i zwiększono o 20% jak dla obiektu niższego od otaczającego terenu lub otoczonego obiektami wyższymi.

Współczynnik kształtu  $C = 0,80$  jak dla dachu jednospadowego.



Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 1,2 \cdot 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,86 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 1,29 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$



## HAWK STRUCTURES

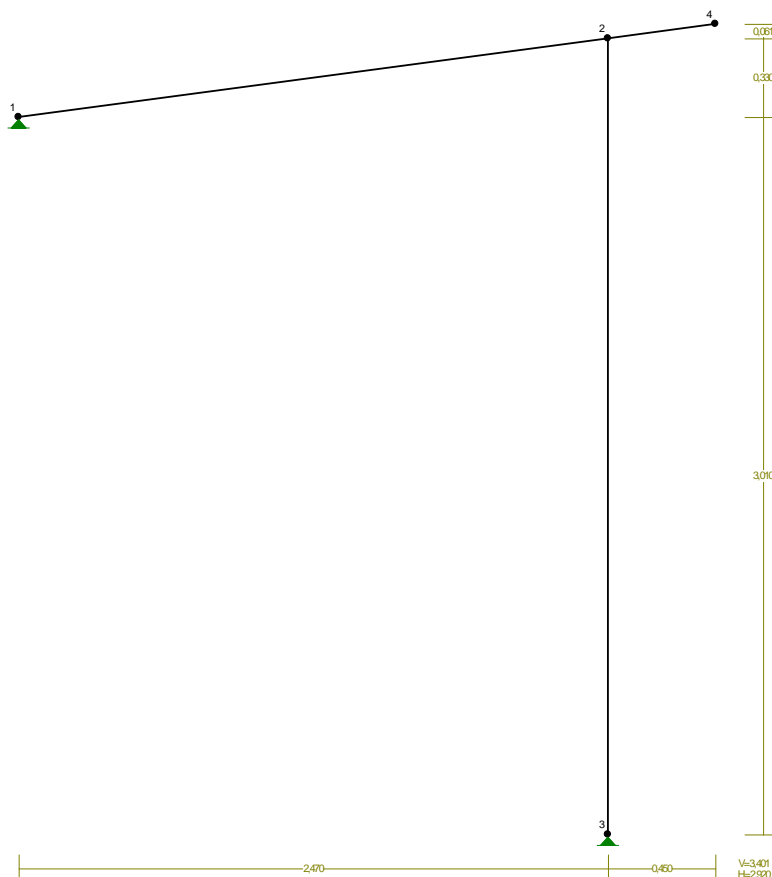
mgr inż. Bartosz Januszewski

Plac Zawiszy Czarnego 4/2, 70-212 Szczecin

www.hawkstructures.eu e-mail: biuro@hawkstructures.eu

tel. 91-813-67-89 fax. 91-813-67-87

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	3,010
2	2,470	3,340
3	2,470	0,000
4	2,920	3,401

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

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

Opis Techniczny

18

Projekt przebudowy łącznika między budynkami szkoły podstawowej nr 3 przy ul. Limanowskiego 7,9 w Stargardzie na działkach nr 119/1, 119/2 obręb 6

-KONSTRUKCJA-



# HAWK STRUCTURES

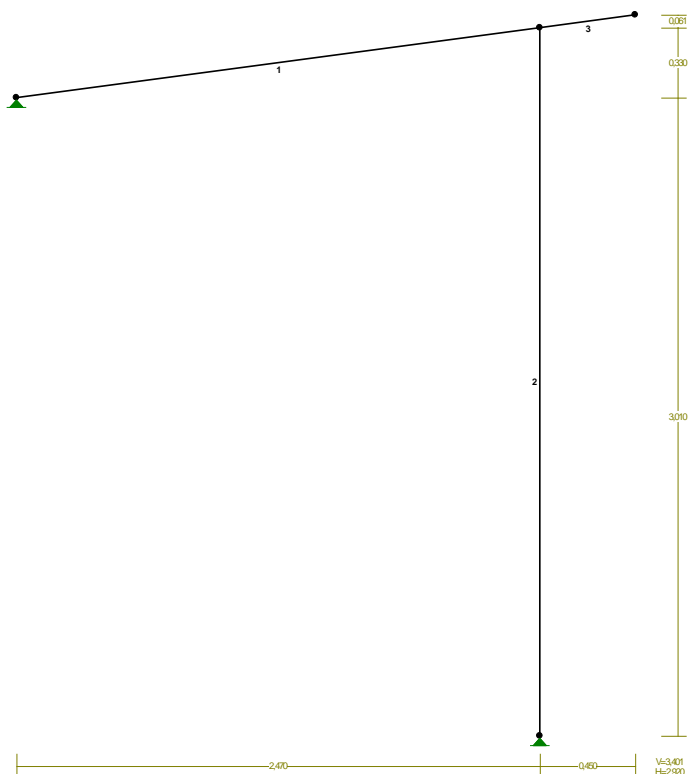
mgr inż. Bartosz Januszewski  
Plac Zawiszy Czarnego 4/2, 70-212 Szczecin  
www.hawkstructures.eu e-mail: biuro@hawkstructures.eu  
tel. 91-813-67-89 fax. 91-813-67-87

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

## OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx (Wo*) [m]:	Wy[m]:	Fto[grad]:
B r a k O s i a d a ń				

## PRETY:



## Opis Techniczny

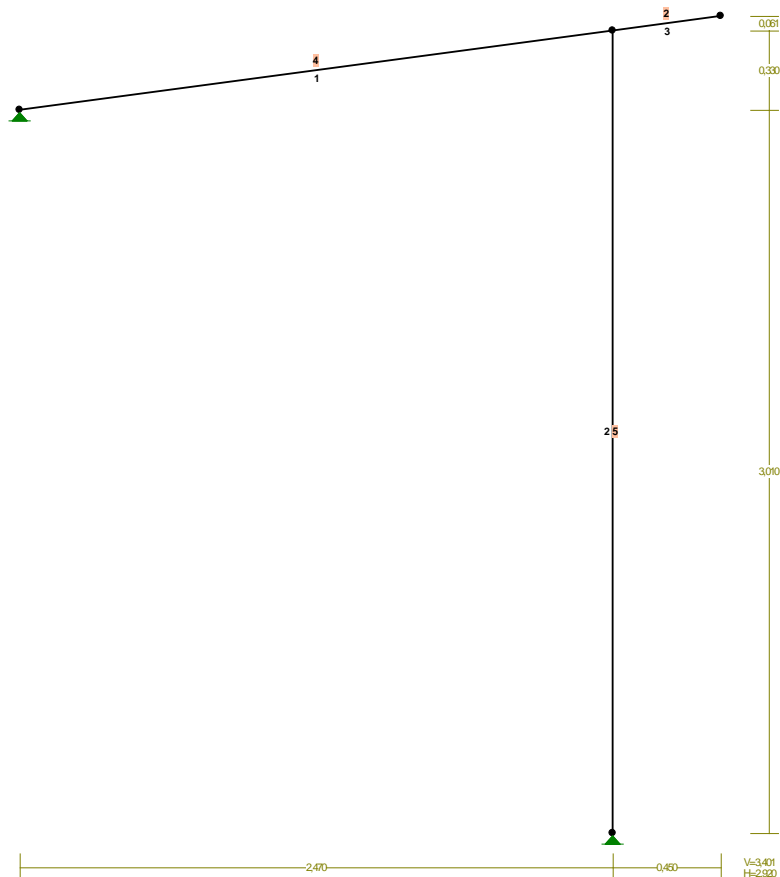
19

Projekt przebudowy łącznika między budynkami szkoły podstawowej nr 3 przy ul. Limanowskiego 7,9 w Stargardzie na działkach nr 119/1, 119/2 obręb 6

-KONSTRUKCJA-



## PRZEKROJE PRĘTÓW:



## PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	2,470	0,330	2,492	1,000	4 H 100x 60x 4.5
2	00	2	3	0,000	-3,340	3,340	1,000	5 H 60x 60x 4.0
3	00	2	4	0,450	0,061	0,454	1,000	2 H 60x 60x 5.0

## WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm<sup>2</sup>] Ix[cm<sup>4</sup>] Iy[cm<sup>4</sup>] Wg[cm<sup>3</sup>] Wd[cm<sup>3</sup>] h[cm] Materiał:

## Opis Techniczny

20

Projekt przebudowy łącznika między budynkami szkoły podstawowej nr 3 przy ul. Limanowskiego 7,9 w Stargardzie na działkach nr 119/1, 119/2 obręb 6

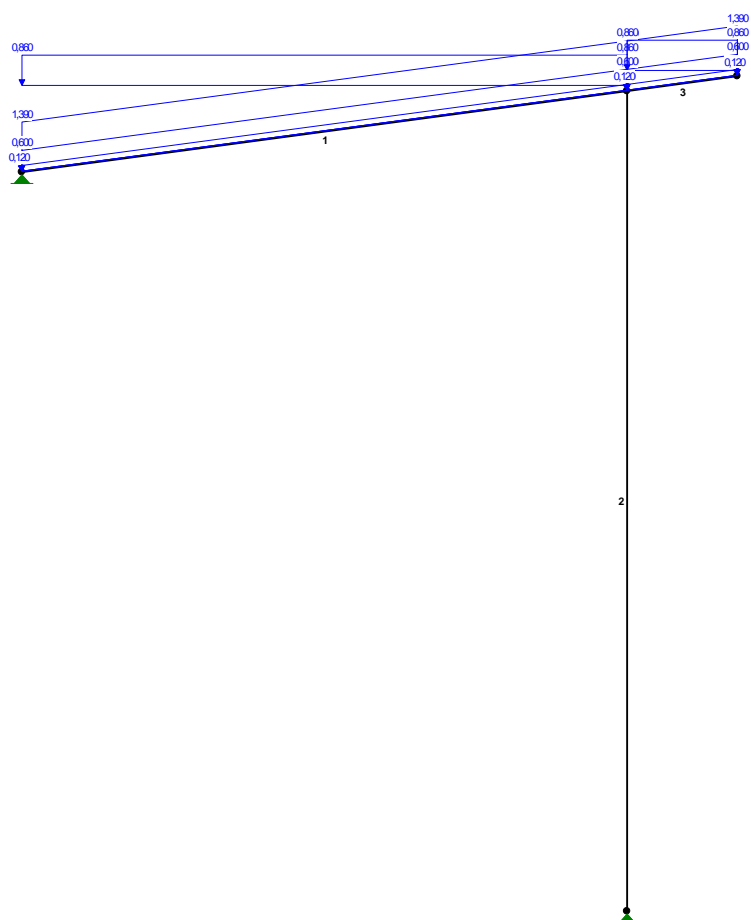
-KONSTRUKCJA-

2	10, 8	54	54	18	18	6, 0	3	St4	(VX, VY, V, W)
4	13, 4	176	78	35	35	10, 0	3	St4	(VX, VY, V, W)
5	8, 8	46	46	15	15	6, 0	3	St4	(VX, VY, V, W)

**STAŁE MATERIAŁOWE:**

Material:	Moduł E:	Napręż.gr.:	AlfaT:
	[kN/mm2]	[N/mm2]	[1/K]
3 St4 (VX,VY,V	205	225,000	1,20E-05

OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:**

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

## Opis Techniczny

21

**Projekt przebudowy łącznika między budynkami szkoły podstawowej nr 3 przy ul. Limanowskiego 7,9 w Stargardzie na działkach nr 119/1, 119/2 obręb 6**

**-KONSTRUKCJA-**





Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
-----						
Grupa:	A ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,35$	
1	Liniowe	0,0	1,390	1,390	0,00	2,49
	0.1.1. Blacha+Wełna+r-					
1	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	2,49
	0.1.2. Szkleni					
3	Liniowe	0,0	0,600	0,600	0,00	0,45
	0.1.2. Szkleni					
3	Liniowe	0,0	1,390	1,390	0,00	0,45
	0.1.1. Blacha+Wełna+r-					
Grupa:	B ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,860	0,860	0,00	2,49
	0.3.1. Śnie p=0,860*1,000					
3	Liniowe-Y	0,0	0,860	0,860	0,00	0,45
	0.3.1. Śnie p=0,860*1,000					
Grupa:	C ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	7,6	0,120	0,120	0,00	2,49
	0.2.1. Wiat p=0,120*1,000					
3	Liniowe	7,7	0,120	0,120	0,00	0,45
	0.2.1. Wiat p=0,120*1,000					

=====

**W Y N I K I wg PN 82/B-02000**

**Teoria I-go rzędu**

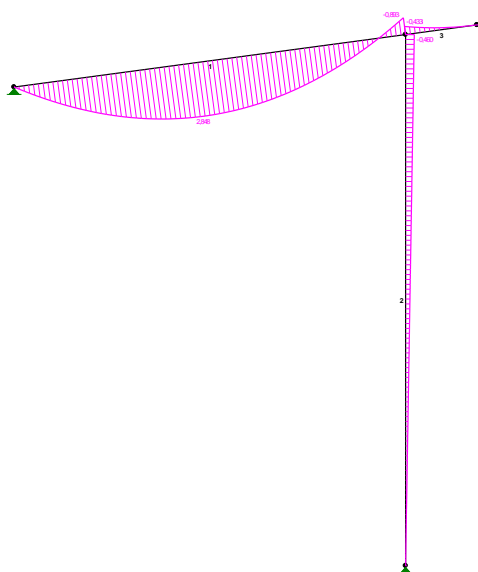
=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

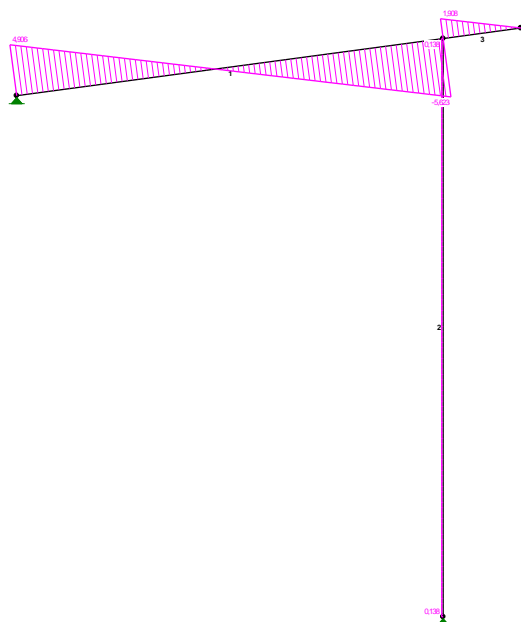
Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
-----			
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne	1	1,00
B - ""	Zmienne	1	1,00
C - ""	Zmienne	1	1,00



MOMENTY :

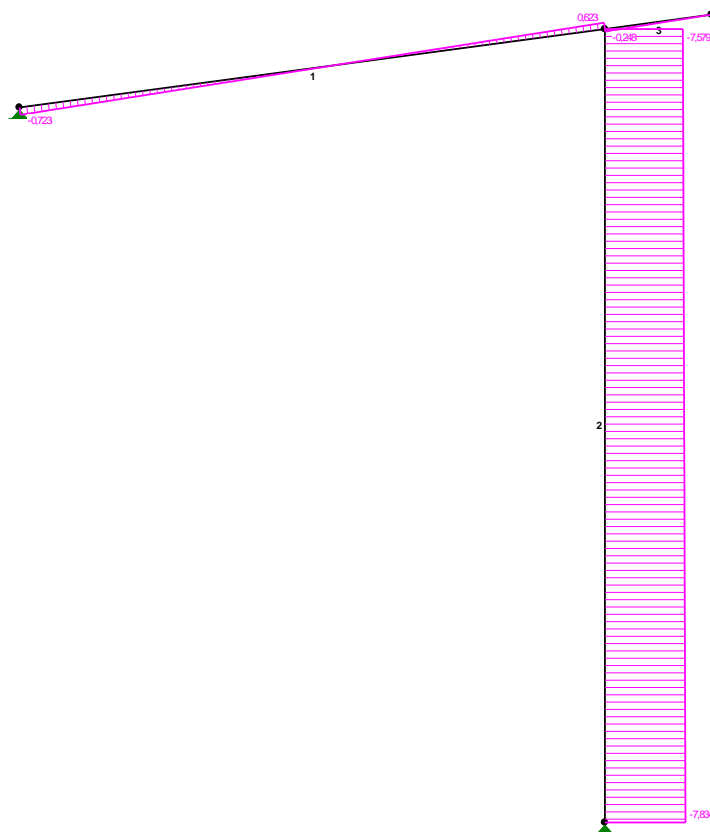


TNĄCE :





NORMALNE :

**SIŁY PRZEKROJOWE:**

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x [m] :	M [kNm] :	Q [kN] :	N [kN] :
1	0,00	0,000	-0,000	4,906	-0,723
	0,46	1,158	<b>2,848*</b>	0,012	-0,097
	1,00	2,492	-0,893	-5,623	0,623
2	0,00	0,000	-0,460	0,138	-7,579
	1,00	3,340	-0,000	0,138	-7,834
3	0,00	0,000	-0,433	1,908	-0,248
	1,00	0,452	<b>-0,000*</b>	0,007	-0,001
	1,00	0,454	0,000	0,000	-0,000

Opis Techniczny

24

Projekt przebudowy łącznika między budynkami szkoły podstawowej nr 3 przy ul. Limanowskiego 7,9 w  
Stargardzie na działkach nr 119/1, 119/2 obręb 6

-KONSTRUKCJA-

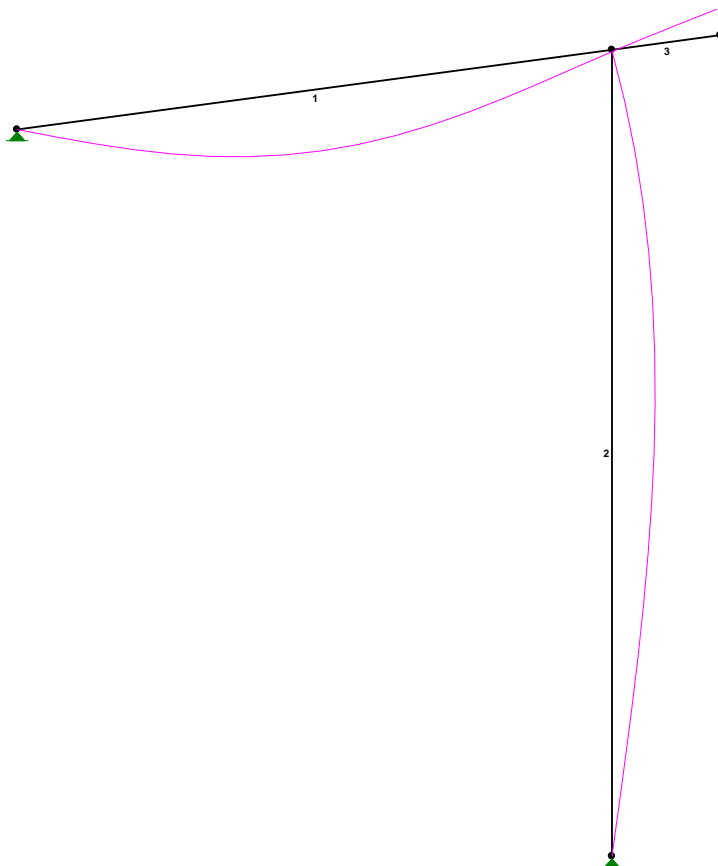
-----  
\* = Wartości ekstremalne**PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:**

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad] ([deg]):
1	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00658 ( -0,377)
2	0,00002	-0,00014	0,00014	0,00544 ( 0,311)
3	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00273 ( -0,156)
4	-0,00029	0,00210	0,00212	0,00485 ( 0,278)

PRZEMIESZCZENIA:



**DEFORMACJE :** T.I rzędu

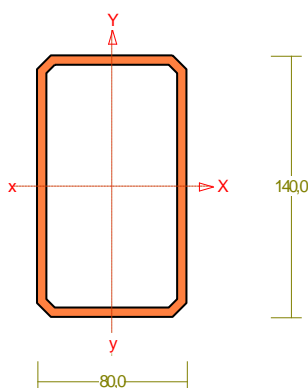
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F <sub>Ia</sub> [deg]:	F <sub>Ib</sub> [deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	-0,0001	-0,377	0,311	0,0049	506,6
2	0,0000	-0,0000	0,311	-0,156	0,0035	955,8
3	-0,0001	0,0021	0,311	0,278	0,0000	14320,5

**Pręt nr 1**

Zadanie: rama\_v01

Przekrój: H 140x 80x 5.0



Wymiary przekroju:

H 140x 80x 5.0 h=140,0 s=80,0 g=5,0 t=5,0 r=7,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=529,0 J<sub>yg</sub>=220,0 A=20,60 i<sub>x</sub>=5,1 i<sub>y</sub>=3,3 J<sub>w</sub>=367,8 J<sub>t</sub>=496,7 i<sub>s</sub>=6,0.Materiał: **St4 (VX,VY,V,W)**. Wytrzymałość **fd=235 MPa** dla **g=5,0**.Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.**Siły przekrojowe:**x<sub>a</sub> = 1,090; x<sub>b</sub> = 1,402.Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABC****M<sub>x</sub> = -2,731 kNm, V<sub>y</sub> = 0,168 kN, N = -0,223 kN,**Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 36,0 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -36,2 \text{ MPa}$ .**Naprężenia:**x<sub>a</sub> = 1,090; x<sub>b</sub> = 1,402.Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 36,0 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -36,2 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = -0,1$   $\Delta\sigma = 36,1 \text{ MPa}$   $\psi_{oc} = 1,000$ **Opis Techniczny**

26

**Projekt przebudowy łącznika między budynkami szkoły podstawowej nr 3 przy ul. Limanowskiego 7,9 w Stargardzie na działkach nr 119/1, 119/2 obręb 6****-KONSTRUKCJA-**

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $A_v = 14,00 \text{ cm}^2$   $\tau = 0,1 \text{ MPa}$   $\psi_{ov} = 1,000$ 

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,1 / 1,000 + 36,1 = 36,2 < 235 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 0,1 / 1,000 = 0,1 < 136,3 = 0,58 \times 235 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{36,2^2 + 3 \times 0,1^2} = 36,2 < 235 \text{ MPa}$$

**Nośność elementów rozciąganych:**

xa = 0,000; xb = 2,492.

Siała osiowa:  $N = -0,821 \text{ kN}$ .Pole powierzchni przekroju:  $A = 20,60 \text{ cm}^2$ .Nośność przekroju na rozciąganie:  $N_{Rt} = A f_d = 20,60 \times 235 \times 10^{-1} = 484,100 \text{ kN}$ .

Warunek nośności (31):

$$N = 0,821 < 484,100 = N_{Rt}$$

**Długości wyboczeniowe pręta:**

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,627 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,861 \quad \text{dla } l_o = 2,492$$

$$l_w = 0,861 \times 2,492 = 2,146 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,492$$

$$l_w = 1,000 \times 2,492 = 2,492 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 2,492 \text{ m}$ . Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 2,492 \text{ m}$ .**Siły krytyczne:**

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 529,0}{2,146^2} 10^{-2} = 2325,013 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 220,0}{2,492^2} 10^{-2} = 716,801 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{6,0^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 367,8}{2,492^2} 10^{-2} + 80 \times 496,7 \times 10^2 \right) = 109329,656 \text{ kN}$$

**Nośność przekroju na ściskanie:**

xa = 0,000; xb = 2,492:

$$N_{RC} = A f_d = 20,6 \times 235 \times 10^{-1} = 484,100 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{484,100 / 2325,013} = 0,525 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,964$$



$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{484,100 / 716,801} = 0,945 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,746$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{484,100 / 109329,656} = 0,077 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,998$$

Przyjęto:  $\varphi = \varphi_{\min} = 0,746$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{0,821}{0,746 \times 484,100} = 0,002 < 1$$

### Zwicherungie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia  $a_o = 0,00$  cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły  $a_s = 0,00$  cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia:  $A_1 = 0,000$ ,  $A_2 = 0,000$ ,  $B = 0,000$ .

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 716,801 + \sqrt{(0,000 \times 716,801)^2 + 0,000^2 \times 0,060^2 \times 716,801 \times 109329,656} = 0,000$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem:  $\bar{\lambda}_L = 0$ .

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,090$ ;  $x_b = 1,402$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 75,6 \times 235 \times 10^{-3} = 17,759 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,223}{484,100} + \frac{2,731}{1,000 \times 17,759} = 0,154 < 1$$

### Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -2,734 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{RC}} = 1,25 \times 0,964 \times 0,525^2 \times \frac{1,000 \times 2,734}{17,759} \times \frac{0,821}{484,100} = 0,000$$

$$\Delta_x = 0,000 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{RC}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,821}{0,964 \times 484,100} + \frac{1,000 \times 2,734}{1,000 \times 17,759} = 0,156 < 1,000 = 1 - 0,000$$



- dla wybożenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\phi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{0,821}{0,746 \times 484,100} + \frac{1,000 \times 2,734}{1,000 \times 17,759} = 0,156 < 1,000 = 1 - 0,000$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 2,492$ ;  $x_b = -0,000$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 13,5 \times 235 \times 10^{-1} = 184,005 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 55,201 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 5,841 < 184,005 = V_R$$

### Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 1,090$ ;  $x_b = 1,402$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,168 < 55,201 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 17,759 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{R,x,V}} = \frac{0,223}{484,100} + \frac{2,731}{17,759} = 0,154 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 1,090$ ,  $x_b = 1,402$ .

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,168 < 184,005 = 184,005 \times \sqrt{1 - (0,223 / 484,100)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

### Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 2,492$ .

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

Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $\sigma_c = 0,4 \text{ MPa}$ . Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 0,4 / 235 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 125,0 \times 5,0 \times 1,000 \times 235 \times 10^{-3} = 146,875 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 146,875 = P_{R,W}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

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

$$a_{gr} = l / 500 = 2492 / 500 = 5,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,1 < 5,0 = a_{gr}$$

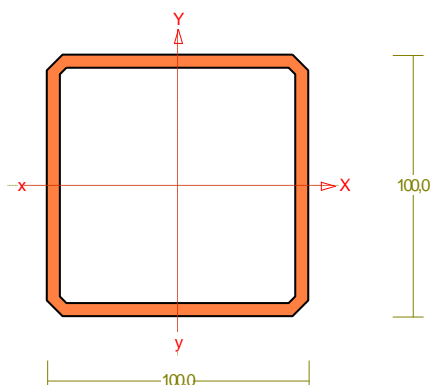




## Pręt nr 2

Zadanie: rama\_v01

Przekrój: H 100x100x 5.0



Wymiary przekroju:

H 100x100x 5.0 h=100,0 s=100,0 g=5,0 t=5,0 r=5,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=281,0$   $J_{yg}=281,0$   $A=18,80$   $i_x=3,9$   $i_y=3,9$   $J_w=0,6$   $J_t=434,2$   $i_s=5,5$ .

Materiał: **St4 (VX,VY,V,W)**. Wytrzymałość **fd=235 MPa** dla **g=5,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Siły przekrojowe:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 3,340$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABC**

$M_x = 0,812$  kNm,  $V_y = 0,243$  kN,  $N = -7,785$  kN,

Napężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 10,3$  MPa  $\sigma_c = -18,6$  MPa.

### Napężenia:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 3,340$ .

Napężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 10,3$  MPa  $\sigma_c = -18,6$  MPa.

Napężenia:

- normalne:  $\sigma = -4,1$   $\Delta\sigma = 14,4$  MPa  $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $A_v = 10,00$  cm<sup>2</sup>  $\tau = 0,2$  MPa  $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 4,1 / 1,000 + 14,4 = 18,6 < 235 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 0,2 / 1,000 = 0,2 < 136,3 = 0,58 \times 235 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{18,6^2 + 3 \times 0,2^2} = 18,6 < 235 \text{ MPa}$$

**Nośność elementów rozciąganych:** $x_a = 3,340$ ;  $x_b = -0,000$ .Siła osiowa:  $N = -8,327 \text{ kN}$ .Pole powierzchni przekroju:  $A = 18,80 \text{ cm}^2$ .Nośność przekroju na rozciąganie:  $N_{Rt} = A f_d = 18,80 \times 235 \times 10^{-1} = 441,800 \text{ kN}$ .

Warunek nośności (31):

$$N = 8,327 < 441,800 = N_{Rt}$$

**Długości wyboczeniowe pręta:**

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

$$\kappa_a = 0,300 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,763 \quad \text{dla } l_0 = 3,340$$
$$l_w = 0,763 \times 3,340 = 2,548 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,340$$
$$l_w = 1,000 \times 3,340 = 3,340 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 3,340 \text{ m}$ . Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 3,340 \text{ m}$ .**Siły krytyczne:**

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 281,0}{2,548^2} 10^{-2} = 875,423 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 281,0}{3,340^2} 10^{-2} = 509,644 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{5,5^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 0,6}{3,340^2} 10^{-2} + 80 \times 434,2 \times 10^{-2} \right) = 116197,178 \text{ kN}$$

**Nośność przekroju na ściskanie:** $x_a = 3,340$ ;  $x_b = -0,000$ :

$$N_{RC} = A f_d = 18,8 \times 235 \times 10^{-1} = 441,800 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{441,800 / 875,423} = 0,817 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,832$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{441,800 / 509,644} = 1,071 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,657$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{441,800 / 116197,178} = 0,071 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,999$$

Przyjęto:  $\varphi = \varphi_{\min} = 0,657$



Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{8,327}{0,657 \times 441,800} = 0,029 < 1$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 3,340$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 56,2 \times 235 \times 10^{-3} = 13,207 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{7,785}{441,800} + \frac{0,812}{1,000 \times 13,207} = 0,079 < 1$$

### Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 0,812 \text{ kNm} \quad \beta_x = 0,550$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,832 \times 0,817^2 \times \frac{0,550 \times 0,812}{13,207} \times \frac{8,327}{441,800} = 0,000$$

$$\Delta_x = 0,000 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{8,327}{0,832 \times 441,800} + \frac{0,550 \times 0,812}{1,000 \times 13,207} = 0,056 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{8,327}{0,657 \times 441,800} + \frac{0,550 \times 0,812}{1,000 \times 13,207} = 0,063 < 1,000 = 1 - 0,000$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 3,340$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 9,5 \times 235 \times 10^{-1} = 129,485 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 38,846 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,243 < 129,485 = V_R$$

### Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 3,340$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,243 < 38,846 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 13,207 \text{ kNm}$$



Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx, V}} = \frac{7,785}{441,800} + \frac{0,812}{13,207} = 0,079 < 1$$

**Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:**

$x_a = 0,000$ ,  $x_b = 3,340$ .

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,243 < 129,465 = 129,485 \times \sqrt{1 - (7,785 / 441,800)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R, N}$$

**Nośność środka pod obciążeniem skupionym:**

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 3,340$ .

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 100,0$  mm.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $\sigma_c = 18,6$  MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 18,6 / 235 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R, W} = c_o \text{ tw } \eta_c f_d = 125,0 \times 5,0 \times 1,000 \times 235 \times 10^{-3} = 146,875 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 146,875 = P_{R, W}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,7 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 500 = 3340 / 500 = 6,7 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,7 < 6,7 = a_{\text{gr}}$$