

Jednostka projektowa:

**ZPHU FORMA** Piotr Samsel

07-300 Ostrów Mazowiecka

ul. Herberta 3

tel. 608 438 206

e-mail: forma.biuro@gmail.com

**Projekt Nr: 01/2022**

**EGZ. NR. 1**

## **PROJEKT WYKONAWCZY**

**- KONSTRUKCYJNY -**

**HANGAR ORAZ PŁYTA POSTOJOWA NA SZYBOWCE,  
MOTOSZYBOWCE I SAMOLOTY "GENERAL AVIATION"  
O MASIE CAŁKOWITEJ DO 5700kg.**

**INWESTOR:**

**Politechnika Warszawska,**

**Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej,**

**Wydział Mechaniczny, Energetyki i Lotnictwa,**

**ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa.**

**ADRES BUDOWY:**

**Lotnisko Przasnysz-Sierakowo, działka nr ew. 205/3 z obrębu 0033,**

**teryt 142207\_2**

**wieś Sierakowo, gm. Przasnysz, pow. przasnyski, woj. mazowieckie.**

<i><b>PROJEKTANT</b></i>	<i><b>NR UPRAWNIENÍ</b></i>	<i><b>PODPIS</b></i>
<b>inż. Piotr Samsel</b>	<b>MAZ/0260/POOK/07</b> w specjalności konstrukcyjno - budowlanej	
<i><b>SPRAWDZAJĄCY</b></i>	<i><b>NR UPRAWNIENÍ</b></i>	<i><b>PODPIS</b></i>
<b>inż. Ryszard Wilanowski</b>	<b>146/94/Os</b> w specjalności architektonicznej i konstrukcyjno - budowlanej	

D

Dokumentacja ta jest chroniona prawem autorskim i nie może być wykorzystywana i powielana bez zgody autora projektu.

**LUTY 2022**

## SPIS TREŚCI

1. OPIS OGÓLNY .....	str.. <a href="#">2</a>
2. OPIS SZCZEGÓŁOWY.....	str.. <a href="#">5</a>
3. WARUNKI WYKONANIA KONSTRUKCJI .....	str.. <a href="#">7</a>
4. BRAMY HANGAROWE .....	str.. <a href="#">9</a>
5. POSADZKI .....	str.. <a href="#">12</a>
6. DOPUSZCZALNE WARTOŚCI POKRYWY SNIEŻNEJ.....	str.. <a href="#">16</a>
7. FUNDAMENTOWANIE.....	str.. <a href="#">18</a>
8. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ .....	str.. <a href="#">19</a>
9. OBLICZENIA STATYCZNE KONSTRUKCJI .....	str.. <a href="#">21</a>
10. LISTA ELEMENTÓW WYSYŁKOWYCH .....	str.. <a href="#">97</a>
11. LISTA ELEMENTÓW ZŁĄCZNYCH .....	str.. <a href="#">105</a>
12. RYSUNKI KONSTRUKCYJNE .....	str.. <a href="#">106</a>

Rys. 01	Widok aksonometryczny:	1:100
Rys. 02	Rzut fundamentów:	1:100
Rys. 03	Rzut konstrukcji dachu:	1:100
Rys. 04	Widok ścian podłużnych w osiach A i B:	1:100
Rys. 05	Przekrój poprzeczny- widok ramy w osi 4:	1:75
Rys. 06	Przekrój poprzeczny- widok ramy w osi 1:	1:75
Rys. 07	Przekrój poprzeczny- widok ramy w osi 13:	1:75
Rys. 08	Stopa fundamentowa F1:	1:25
Rys. 09	Stopa fundamentowa F2:	1:20
Rys. 10	Belka podwalinowa BP-1:	1:50
Rys. 11	Belka podwalinowa BP-2:	1:50
Rys. 12	Przekrój posadzki hangaru i płyty postojowej	1:25

# 1. OPIS OGÓLNY

## **Podstawa opracowania.**

Niniejszy projekt budowlany konstrukcji stalowej hangaru został sporządzony w oparciu o zlecenie zamawiającego: Aviopolis Piotr Wilbik, ul. Św. Andrzeja Boboli 6m8, 02-525 Warszawa.

## Zakres projektu obejmuje:

1. wykonanie obliczeń wytrzymałościowych dla konstrukcji stalowej hangaru, obliczenia i wymiarowanie węzłów, zakotwień oraz fundamentów pod słupy stalowe konstrukcji,
2. opracowanie zestawu rysunków konstrukcyjno-montażowych dla konstrukcji stalowej wraz z listami materiałowymi,
3. opracowanie przekrojów stóp fundamentowych, belek podwalinowych oraz posadzek
4. opracowanie dokumentacji warsztatowej wraz z listami materiałowymi w wersji elektronicznej (pliki dwg + pdf).

## **Ogólna charakterystyka obiektu.**

Przedmiotem projektu jest konstrukcja stalowa budynku hangaru o wymiarach osiowych: długość: 64 720mm, szerokość: 20 000mm, wysokość maksymalna w kalenicy (brutto): 8 284mm, dach dwuspadowy o kącie pochylenia połaci wynoszącym 6 stopni (10,5%).

Układem nośnym obiektu są płaskie dźwiagary kratownicowe oparte w sposób przegubowy na podciągach kratownicowych opartych na słupach HEA320 w osi B i w osi A/5-9, oraz na słupach IPE 300 w osi A/1-5 i 9-13. Rozstaw podłużny dźwigarów wynosi: 5 415mm w osiach 1-5 i 9-13 oraz: 5 350mm w osiach od 5 do 9.

Zamocowanie słupów głównych w stopach fundamentowych- sztywne, za pomocą zestawów kotw stalowych M24 i M30 z stali S355JR - osadzonych przed zabetonowaniem.

Słupy pośrednie ścian szczytowych IPE 240 oraz słupy pośrednie w osi A/6-8 - HEA 160, mocowane do belek podwalinowych za pomocą kotew chemicznych Fischer RG.

Stateczność przestrzenną konstrukcji stabilizują podciągi kratownicowe (w kierunku podłużnym) stężenia prętowe RD16- napinane śrubami rzymskimi w płaszczyźnie połaci dachowej, tężniki kratownicowe podłużne oraz system płatwi dachowych- uciągłonych typu ZET.

Obudowę hangaru stanowi blacha trapezowa mocowana do płatwi dachowych oraz rygli ściennych za pomocą wkrętów samowiertnych- wg wytycznych producenta.

Blacha dachowa z powłoką antykondensacyjną: Balex DR!PSTOP TR 45.150.900 o grubości min: 0,7mm, S250. Przewidziano miejscowe naświetla połaciowe dopasowane do kształtu trapezu blachy dachowej w postaci płyt MAGNIPLAST BTD 45.15.900.

Blacha ścienna TR 45.150.900 o grubości min: 0,6 mm, S250 bez powłoki antykondensacyjnej, mocowana w układzie pionowym.

W osi B przewidziano montaż 3 bram hangarowych przesuwnych firmy Bramar. Światło otworu wynosi 4,25m x 20,0m. Bramy stojące, poruszające się po 3 prowadnicach dolnych, umożliwiające jednocześnie otwarcie 2/3 otworów bramowych. Wsporniki górne pozycjonujące położenie pionowe bram zostaną zamocowane do konstrukcji stalowej podciągów podczas montażu przez firmę Bramar.

W osi A/5-9 przewidziano w przyszłości montaż bramy rolowanej - hangarowej firmy Hormann o wymiarach światła przejazdu 4,0 x 20,m. Przed montażem bramy należy zdemontować słupy pośrednie HEA 160 oraz oryglowanie ścienne Z.

W osi A/2-3 przewidziano montaż bramy segmentowej wysokiego podnoszenia o wymiarach światła otworu 4,0 x4,0m.

Wszystkie połączenia montażowe konstrukcji zaprojektowano jako skręcane doczołowe oraz zakładkowe, za pomocą śrub zwykłych wg norm: 931/ISO 4014. i 933/ISO 404017, klasy 8.8.

Nie przewiduje się prac spawalniczych podczas montażu konstrukcji.

**Stal na obiekt: (wg zestawień materiałowych)**

S355JR- kotwy RD 24 i 30, stężenia połączeniowe RD 16 i 20.

S235JR-dźwiagry i podciągry kratownicowe, słupy główne i szczytowe, tężniki ościeża bram.

S350GD-płatwie dachowe i rygle ściennie Z

Konstrukcja stalowa jest klasyfikowana jako klasa 2 wg PN-B-06200:2002.

**Normy i normatywy:**

1. PN-EN 1990 Podstawy projektowania konstrukcji.
2. PN-EN 1991-1-1 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
3. PN-EN 1991-1-4 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
4. PN-EN 1991-1-3 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: oddziaływania ogólne - obciążenie śniegiem.
5. PN-EN 1993-1-1 Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: reguły ogólne dla budynków.
6. PN-EN 1993-1-8 Projektowanie konstrukcji stalowych Część 1-8: projektowanie węzłów.
7. PN-EN 1992-1-1 Projektowanie konstrukcji z betonu - część 1-1: reguły ogólne i reguły dla budynków
8. PN-EN 1997-1 Projektowanie geotechniczne - część 1: zasady ogólne

## 2. OPIS SZCZEGÓŁOWY

### **Słupy główne:**

Słupy główne hali zaprojektowano z profili gorącownicowanych HEA 320 oraz IPE 300 stal-S235JR. Zakotwienie słupów w stopie fundamentowej za pomocą kotew stalowych M30 i M24 stal-S355JR.

### **Słupy pośrednie w ramach skrajnych:**

Słupy pośrednie w ramach skrajnych zaprojektowano z profili gorącownicowanych IPE 240 stal-S2535JR. Zakotwienie słupów w stopie fundamentowej za pomocą kotew wklejanych Fischer RG M16x190.

### **Dźwigary dachowe:**

Dźwigary dachowe zaprojektowano jako kratownice płaskie, o kształcie trapezowym. Pasy górny i dolny zaprojektowano z profili zamkniętych RHS 150x4 i 120x4, skratowanie z profili 90x4 i 60x4- stal S235JR. Oparcie dźwigarów na słupach głównych oraz podciągach - przegubowe za pomocą śrub zwykłych M16x80 kl.8.8 931/ISO 4014.

### **Podciagi kratownicowe:**

Podciagi kratownicowe zaprojektowano jako kratownice płaskie, o pasach równoległych. Pasy górny i dolny zaprojektowano z profili gorącownicowanych HEA 260, skratowanie z profili RHS 80x4, 60x4, 100x4 i HEA 120- stal S235JR. Oparcie podciągów na słupach głównych- przegubowe- za pomocą śrub zwykłych M24x110 kl.8.8 931/ISO 4014.

### **Płatwie dachowe:**

Płatwie dachowe dobrano na podstawie tablic dopuszczalnych obciążeń producenta: firmy „Pruszyński”. Przyjęto belki, uciążone oraz rozstawie max. 1650mm- Z200x68/60x2.5 i 3.0 stal S350GD.

### **Rygle ściennie:**

Rygle ściennie zaprojektowano z profili zimnogiętych Z 150x68/60x2.5- stal S350GD.

### **Stężenia**

Konstrukcje dachu i ścian (pomiędzy słupami IPE 300) stężono w płaszczyźnie stężeniami prętowymi RD 20 i 16 typu X, napinanymi śrubami rzymskimi, stal S355JR.

### **Obudowa konstrukcji stalowej**

Dach: : Blacha trapezowa z powłoką antykondensacyjną: Balex DR!PSTOP TR 45.150.900 o grubości min: 0,7mm, S250

Ściany podłużne i szczytowe: Blacha trapezowa TR 45.150.900 o grubości min: 0,7mm, S250

### 3. WARUNKI WYKONANIA KONSTRUKCJI

#### **Klasy wykonania konstrukcji -wg PN-EN 1090-2:2009:**

Kategoria użytkowania: SC1

Kategoria produkcji: PC2

Klasa konsekwencji: CC1

Klasa wykonania konstrukcji: EXC2

#### **Połączenia śrubowe**

Połączenia zwykle niesprężone wg normy PN-B-06200:2002 z użyciem śrub klasy 8.8 skręcać do odczuwalnego oporu przy użyciu standardowych lub pneumatycznych kluczy. Połączenia sprężane z użyciem śrub klasy 10.9.i 12.9 wykonać wg w/w normy. Do połączeń śrubowych należy stosować śruby wg. PN-EN ISO 4014 i nakrętki wg PN-EN ISO 4032 oraz podkładki zgodnie z PN-EN ISO 7089. Długość śruby powinna być taka, aby gwint śruby pracujący na docisk i ścinanie nie wchodził głębiej w otwór łączonej części np; na dwa zwoje. Nakrętka i łeb śruby powinny bezpośrednio lub poprzez podkładki dokładnie przylegać do powierzchni łączonych elementów. **Połączenia śrubowe należy sprawdzić i ewentualnie dokręcać po upływie roku eksploatacji obiektu.**

#### **Połączenia spawane**

Spoiny wykonane wg PN-EN 5817 poziom „C”

Zakres badań nieniszczących spoin (NDT) :

Badania wizualne VT – 100%

Badania dodatkowe (MT, UT) w zakresie zgodnym z pkt. 12.4.2.2 normy PN-EN 1090 lub pkt. 9,4,2b PN-B-06200:2002 tj. 5% ogólnej liczby styków doczołowych, 1% łącznej długości spoin pachwinowych,

Normy wykonania i nadzoru dla spawania: PN-EN ISO 729-2.

#### **Tolerancje wykonania**

Wg normy PN-EN 1090 lub PN-B-06200:2002 pkt. 4.7

#### **Zabezpieczenia antykorozyjne**

Konstrukcja stalowa przeznaczona pod zabezpieczenie poprzez malowanie wg wybranego systemu malarskiego lub cynkowanie ogniowe. Oczyszczenie stali co najmniej Sa 2 1/2 wg PN



EN ISO 8501, całkowicie wolna od rdzy, zgorzeliny, gruntu, czasowej ochrony i wszelkich zanieczyszczeń.

Śruby fundamentowe nie są zabezpieczane przed korozją w strefie zabetonowanej.

### **Ogólne warunki montażu**

Osie modularne powinny być przeniesione w sposób geodezyjny i potwierdzone przez uprawnionego geodetę w dzienniku budowy. Przed montażem konstrukcji stalowej dokonać odbioru żelbetowych trzonów fundamentowych pod słupy szkieletu stalowego przez uprawnionego geodetę. Montaż elementów stalowych prowadzić w oparciu o projekt techniczny montażu opracowany przez bezpośredniego wykonawcę robót montażowych.

UWAGA: Montaż powinien być wykonywany zgodnie z niniejszym projektem konstrukcji i zachowaniem zasad BHP. Dla konstrukcji częściowo zmontowanej należy zastosować środki zapewniające stateczność (stężenia tymczasowe) w każdej fazie montażu.

### **Uwagi końcowe**

- Wszystkie prace prowadzić pod nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia budowlane, zgodnie z obowiązującymi przepisami budowlanymi i BHP, oraz z zasadami sztuki budowlanej,
- Wynikłe ewentualnie wątpliwości, nieprzewidziane sytuacje itp. należy zgłosić projektantowi sprawującemu nadzór autorski,
- Wszelkie ewentualnie odstępstwa od założeń projektu, wymagają zgody projektanta.

#### **4. BRAMY HANGAROWE BRAMAR.**

W ścianie podłużnej w osi B została zaprojektowana konstrukcja wsporcza dla zainstalowania 3 bram przesuwnych. Światło otworu dla bram wynosi: szerokość: 20 000mm; wysokość: 4 250mm. Bramy opierają się ciężarem własnym na dolnych prowadnicach osadzonych w przygotowanym podłożu betonowym. Górne wsporniki mają zadanie pozycjonujące bramy i są do wykonania przez ekipę montującą bramy.

Warunki technologiczne oraz wartości obciążeń od bram na konstrukcję stalową hangaru zostały przyjęte na podstawie wytycznych technicznych dostarczonych przez producenta bram - firmę Bramar.

Charakterystyka techniczna, warunki montażu oraz eksploatacji bramy zostaną ujęte w projekcie indywidualnym wykonawczym bram, opracowanym przez producenta.

Opis techniczny producenta:

#### **BRAMA PRZESUWNA PO DOLNEJ SZYNIE PRODUKT POSIADA CERTYFIKAT ZGODNOŚCI Z NORMA EN 13241:2016**

Brama przemysłowa przesuwna po szynie dolnej składa się z paneli (segmentów) o unikalnej konstrukcji. Rama panelu jest wykonana z otwartego stalowego kształtownika typu „jaskółczy ogon”. Rama jest pokryta stalową ocynkowaną i lakierowaną blachą o grubości 0,8mm. Rdzeń izolacyjny stanowi pianka poliuretanowa samogasnąca klasy B2, wolna od chloru, fluoru i węglanów, o gęstości 40 kg/m<sup>3</sup>, wtryskiwana pod ciśnieniem, zapewnia niski współczynnik przenikania ciepła. Grubość panelu wynosi 55. Panele zabezpieczono folią, którą należy usunąć w ciągu 15 dni od zamontowania. Niepowtarzalny opatentowany system łączników umożliwia łączenie paneli dzięki specjalnemu kształtowi („jaskółczy ogon”) ramy nośnej. Ten system łączenia umożliwia wymianę segmentów bez konieczności demontażu całego płata bramy. Łączniki wykonane ze stali ocynkowanej, pomalowane na czarno, mocowane „na pióro” do konstrukcji nośnej za pomocą płytki dociskowej zasłoniętej uszczelką. Ilość łączników zmienia się w zależności od wymiarów bramy.

System prowadzenia bramy za pośrednictwem prowadnicy górnej wykonanej ze stali ocynkowanej o grubości 3,5 mm oraz łożyskowanych wózków z regulowanymi sworzniami. Mocowanie do muru przy pomocy kołków rozporowych lub przykręcane do konstrukcji stalowej. Prowadnica dolna z kształtownika ze stali ocynkowanej o grubości 3 mm o profilu omega ze specjalną szyną, po której przesuwają się odpowiednie łożyskowane kółka o profilu U.

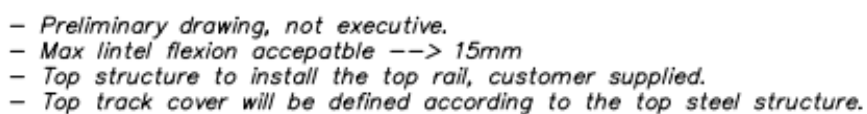
System uszczelki powietrze/woda:


- między panelami i nadprożem uszczelki szczotkowe z włosa nylonowego;
- na początku i końcu skrzydła oraz na ścianie specjalne aluminiowe profile z łatwymi do wymiany uszczelkami szczotkowymi z włosa nylonowego;
- nad podłogą uszczelka szczotkowa czarna z włosa nylonowego, łatwa do wymiany, zamocowana na kształtowniku aluminiowym eloksowanym w kolorze czarnym.

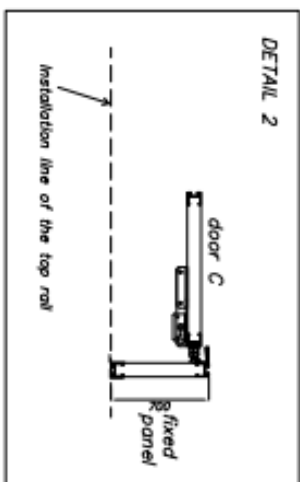
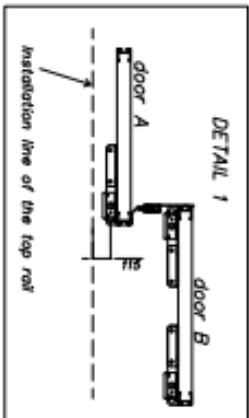
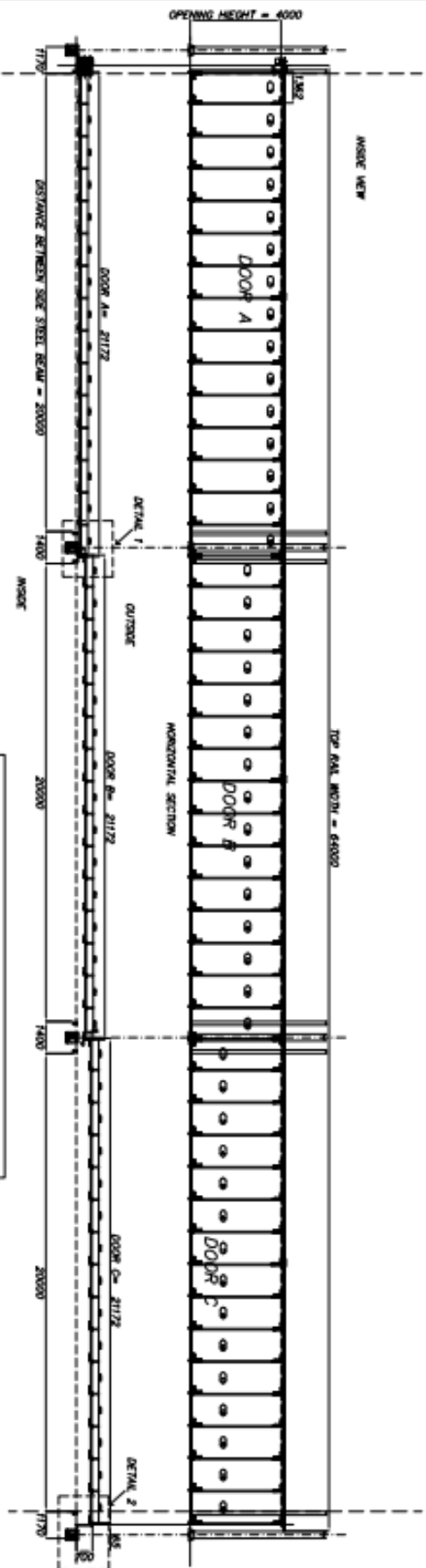
Ręczny system zamykania z ryglowaniem na dole poprzez wewnętrzny zamek w kolorze czarnym, drążki ze stali ocynkowanej z prowadnikami niewidocznymi (system specjalny); na życzenie rygiel z wkładką i możliwością otwierania z zewnątrz.

Brama z napędem elektrycznym 400V i sterowaniem na nacisk ciągły, łańcuch umieszczony w prowadnicy górnej, wyposażona w wyłączniki krańcowe i wysprężenie awaryjne z poziomu posadzki.

## UNI EN ISO 5457 A4



DELIVERY DATE:	CUSTOMER: BRAMAR		ORDER NUMBER:	DRAWN BY: A.S
	PROJECT NUMBER: 1	REF. Offer_ 0957_22	EMISSION DATE: 16/03/22	
	DOOR TYPE STH98	COLOR: yet to be defined	REVISION BY:	
	DESCRIPTION: Outside installation, electrically operated.		REVISION DATE:	
	Motorization "dead man". Side fixed panel.		REVISION INDEX: rev0	
	Top track cover.		SCALE:	
		QUANTITY 1/1	U VALUE	



- Preliminary drawing, not executive.
- Max lintel flexion acceptable --> 15mm
- Top structure to install the top rail, customer supplied.
- Top track cover will be defined according to the top steel structure.

DELIVERY DATE:		CUSTOMER:		ORDER NUMBER:		DRAWING BY:	
		BRAHAR				A.S	
		PROJECT NUMBER:		REV:		REVISION DATE:	
		1		Offer_ 0957_22		16/01/22	
		DOOR TYPE:		CONFIG:		REVISION BY:	
		STH98		yet to be defined			
		DESCRIPTION:				REVISION DATE:	
		Outside installation, electrically operated.					
		Motorization "dead man". Side fixed panel.				REVISION NUMBER:	
						REV0	
						SCALE:	
		Top track cover.				QUANTITY:	
						1/1	
						U PICTURE	

UNI EN ISO5457 A4

## 5. POSADZKI

Wewnątrz hangaru zaprojektowano posadzkę antyelektrostatyczną w systemie BAUTECH ANTISTATIC. Posadzka zaprojektowana jest jako płyta betonowa o grubości 20cm z betonu B-30, zbrojona włókanami stalowymi Baumix 60 w ilości 25kg/m<sup>3</sup>.

Posadzka wykończona jest jako utwardzona powierzchniowo w technice suchej posypki metalicznej EXTRATOP Enduro w ilości 7kg/m<sup>3</sup>.

W celu zapewnienia antyelektrostatyczności, w dolnym przekroju płyty (1/3 wysokości) należy obsadzić bednarkę z płaskownika 50x5, tak aby jej pasy znajdowały się w osiach pól dylatacyjnych (6,0 x 6,0m). Powstały obwód należy uziemić co najmniej w dwóch miejscach.

Podbudowę posadzki stanowi piasek różnoziarnisty, zagęszczony mechanicznie do  $I_d=0,7$  o grubości 200mm - jako podbudowa dolna, oraz 10cm-owa warstwa chudego betonu- stanowiąca podbudowę górną. Przekrój warstw posadzki pokazano na rys. 12.

### Przypadki wartości obciążeń przyjęte do bliczeń posadzki:

- obciążenie równomiernie rozłożone o nieokreślonym rozkładzie: 70kN/m<sup>2</sup>
- wózek widłowy o udźwigu 32kN (88kN/oś wózka)
- pojazd ( sam. ciężarowy, TIR) o nacisku 115kN/oś pojazdu
- samolot pasażerski o wadze do 10 T, max. nacisk 8T/oś.

Na zewnątrz hangaru, wzdłuż ścian bocznych projektuje się płytę żelbetową postojową o grubości 200mm z betonu B-30. Wymiary płyty wynoszą: długość 65m, szerokość: 20,0m., spadek - 0,75%. Podbudowa płyty postojowej - analogicznie jak w przypadku posadzki w hangarze.

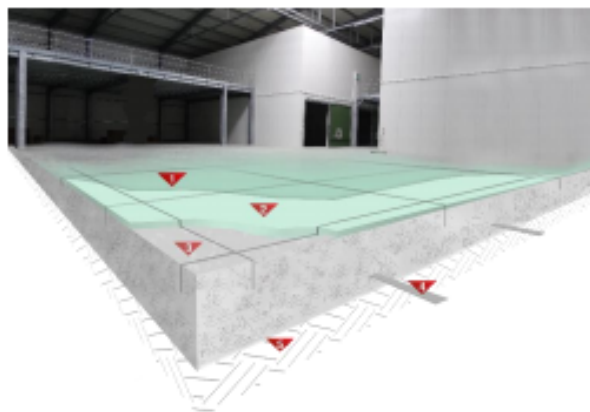
Szczegółowe wytyczne wykonania posadzek należy zrealizować zgodnie z wytycznymi producenta systemu - firmy BAUTECH.

Poniżej załączono karty charakterystyk systemów płyt posadzkowych BAUTECH.

### Wytyczne techniczne posadzki wew. hangaru w systemie BAUTECH ANTISTATIC

## BAUTECH® ANTISTATIC SYSTEM

System monolitycznych antyelektrostatycznych posadzek betonowych



1. Impregnat do posadzek betonowych BAUSEAL lub BAUTOP ENDURO®.
2. Utwardzacz do posadzek betonowych EXTRA lub BAUTOP ENDURO®.
3. Betonowa płyta posadzkowa, zbrojona włóknami stalowymi BAUMIX 60 min. 20kg/m<sup>3</sup>.
4. Pasy bednarki.
5. Podbudowa o wymaganym wtórnym module odkształcenia  $E_v \geq 90$  MPa.

### OPIS SYSTEMU

Monolityczne posadzki antyelektrostatyczne BAUTECH® ANTISTATIC SYSTEM to trwałe i wyjątkowo ekonomiczne rozwiązania o najwyższych parametrach technicznych narzucanych przez wymogi antyelektrostatyczności i odporności na ścieranie.

BAUTOP® ENDURO, EXTRATOP® ENDURO – grupa metalicznych utwardzaczy powierzchniowych (DST – dry shake topping) do wykonywania monolitycznych posadzek betonowych zawierających twarde kruszywa, wysokosprawnne cementy oraz odpowiednie domieszki i pigmenty. Naniesione i zatarte na świeżo rozłożonym betonie tworzą barwną, o teksturze marmurkowej, trwałą, odporną na ścieranie i pylenie, gładką posadzkę o zwiększonej odporności na penetrację olejów, smarów itp.

BAUMIX® – włókna stalowe stosowane jako zbrojenie rozproszone, charakteryzują się wysoką wytrzymałością, zwiększają parametry wytrzymałościowe betonu, redukują grubość płyty, posiadają pożądane właściwości antyelektrostatyczne.

### ZASTOSOWANIE

- Pomieszczenia oraz strefy zagrożenia wybuchem: 0, 1, 2, 20, 21, 22
- Posadzki utwardzone powierzchniowo o najwyższej twardości oraz odporności na ścieranie i pylenie.

### CECHY SYSTEMU

- Bardzo wysoka odporność na ścieranie  $< 1,5 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$  (kl. A 1,5)
- Zawiera trudnościścieralne kruszywo metaliczne
- Wysoka odporność na uderzenia
- Łatwy do czyszczenia
- Szczelna i niepyląca nawierzchnia
- Szeroka paleta kolorów
- Rezystencja pionowa  $R_p$  na poziomie  $10^4 - 10^5 \Omega$
- Rezystencja powierzchniowa na poziomie  $10^5 \Omega$
- $R_{s1} 10^6 \Omega$

### PODŁOŻE BETONOWE - WYTYCZNE

Posadzki BAUTECH DST SYSTEM stosuje się na powierzchniach świeżo ułożonego betonu niskoskurczowego:

- klasa min. C20/25
- stosunek w/c  $\leq 0,50$
- ilość cementu  $\leq 350 \text{ kg/m}^3$
- zawartość alkaliów w cemencie  $< 0,5\%$
- cement CEM I, CEM II/A-S, CEM II/B-S lub CEM III/A
- kruszywo o uziarnieniu  $\leq 16 \text{ mm}$
- zawartość frakcji  $\leq 0,25 \text{ mm}$  - min. 4%
- punkt piaskowy ok. 35%
- łączna ilość cementu i kruszywa frakcji  $\leq 0,25 \text{ mm}$  – max.  $450 \text{ kg/m}^3$
- konsystencja na placu budowy: S3, opad stożka Abrahamsa ok. 12 cm.
- ilość włókien stalowych Baumix 60 min.  $20 \text{ kg/m}^3$

Dodatek włókien stalowych powoduje zmniejszenie opadu stożka, dodatek włókien stalowych BAUMIX 60 stosuje się w ilości 20-40 kg/m<sup>3</sup> betonu. Włókna stalowe BAUMIX 60 można umieszczać w zasobniku na kruszywo i dozować wagowo. W przypadku braku wolnego zasobnika, włókna BAUMIX60 dodaje się wprost do betoniarki wysypując je z opakowania. Włókna stalowe dodaje się zawsze po ostatniej frakcji kruszywa, przed cementem, wodą i (super) plastifikatorem. W przypadku wykonywania posadzki antyelektrostatycznej beton musi mieć dodatek włókien stalowych BAUMIX® w ilości min.  $20 \text{ kg/m}^3$  oraz należy wykonać żenie ładunków elektrycznych.

**UWAGA!** Do mieszanki betonowej nie dodawać popiołów lotnych, gdyż mają one tendencję do zbierania się w górnej warstwie płyty, co może prowadzić do pylenia posadzki lub odspojen utwardzacza. Niedopuszczalne jest dolewanie wody do mieszanki betonowej celem zwiększenia jej urabialności. Powoduje to znaczny spadek wytrzymałości betonu oraz wyraźny wzrost skurczu chemiczno-fizycznego, wskutek czego powstają niekontrolowane rysy i spękania. Beton musi być odpowiednio zagęszczony.

### WYKONANIE POSADZKI METODĄ „SUCHE NA MOKRE”

BAUTOP® ENDURO - metaliczna	EXTRATOP ENDURO®- ultrametaliczna
Sucha posypka nawierzchniowa (DST – dry shake topping) do monolitycznych posadzek betonowych. Zawiera twarde kruszywa, wysokosprawnne cementy oraz odpowiednie domieszki i pigmenty. Naniesiony i zatarty na świeżo rozłożonym betonie tworzy barwną, o teksturze marmurkowej, trwałą, odporną na ścieranie i pylenie nawierzchnię o zwiększonej odporności na penetrację olejów, smarów itp.	
Wybrane parametry techniczne z kart produktów	
Żużycie	BAUTOP® ENDURO - $5 \text{ kg/m}^2 \pm 10\%$ EXTRATOP ENDURO®- $7 \text{ kg/m}^2 \pm 10\%$

Utwardzacz powierzchniowy EXTRATOP® ENDURO w ilości  $7 \text{ kg/m}^2$  lub BAUTOP® ENDURO w ilości  $5 \text{ kg/m}^2$  stosuje się na powierzchniach świeżo ułożonego betonu niskoskurczowego o parametrach zgodnych z wytycznymi BAUTECH®.

Przed zastosowaniem utwardzacza powierzchniowego beton musi osiągnąć odpowiednią twardość. Czas wiązania betonu uzależniony jest od temperatury, wilgotności względnej powietrza itp. Nie można dopuścić do zbyt dużego utwardzenia powierzchni betonu, dlatego należy często sprawdzać stan podłoża. Umożliwi to wybranie optymalnego momentu rozpoczęcia aplikacji utwardzacza powierzchniowego. Do pracy można przystąpić, gdy po wejściu na beton ślady stóp nie będą głębsze niż 3-4 mm. Z powierzchni betonu usunąć gumowymi ściągaczkami nadmiar zaczynu cementowego i powierzchnię odświeżyć dyskiem. Następnie rozsiać połowę przewidzianego do wbudowania utwardzacza. Powierzchnię wstępnie zatrzeć dyskiem, ponownie rozsiać pozostałą część utwardzacza i całość jeszcze raz zatrzeć dyskiem. Należy kontrolować na bieżąco zużycie, gdyż niestaranne rozkładanie utwardzacza może prowadzić do obniżenia jakości posadzki. Kolejne etapy zacierania wykonywać łopatkami ustawianymi stopniowo pod coraz większym kątem.



## WARUNKI WYKONANIA

Temperatura otoczenia i podłoża w trakcie wykonywania prac i przez następne 5 dni powinna wynosić  $+5^{\circ}\text{C}$  -  $+30^{\circ}\text{C}$ . Wykonywaną posadzkę należy chronić przed zbyt szybką utratą wilgoci w wyniku oddziaływania np. wysokich temperatur, przeciągu, promieniowania słonecznego itp. W celu zapewnienia wysokiej jakości i jednorodności koloru, wszystkie prace należy prowadzić odpowiednimi narzędziami w otoczeniu zabezpieczonym przed kurzem, pyłem, kulkami styropianu itp. zanieczyszczeniami.

Posadzka pływająca na podbudowie

- Podbudowa o wymaganym wtórnym module odkształcenia  $E_{v2} \geq 90 \text{ MPa}$ , przy stosunku  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$
- płyta posadzki o grubości płyty 20 cm
- beton posadzki B25 lub B30
- pola dylatacyjne o wymiarach maksymalnie 6,0 x 6,0 m lub 40°d, gdzie d grubość płyty.
- płyta posadzkowa zbrojona wg. wytycznych BAUTECH® włóknami stalowymi BAUMIX (min  $20\text{kg/m}^3$ ).

## PIELĘGNACJA

1. Bezpośrednio po zakończeniu procesu zacierania, całą powierzchnię należy zaimpregnować wybranym preparatem w celu zapobiegania przed zbyt szybką utratą wilgoci: BAUSEAL® ENDURO.

### BAUSEAL® ENDURO

Rozpuszczalnikowy impregnat do posadzek przemysłowych nakładany metoda natryskową na świeżo ułożoną posadzkę betonową natychmiast po ostatnim zatartciu mechanicznym.

Wydajność 1 litr na 8-10  $\text{m}^2$

2. Zakryć całą powierzchnię posadzki folią w celu dodatkowego zabezpieczenia betonu posadzki przed utratą wilgotności w okresie dojrzewania i utrzymać w wilgoci przez:  
- 14 dni w przypadku zastosowanego betonu z cementu portlandzkiego,  
- 21 dni w przypadku zastosowanego betonu z cementu hutniczego.

3. Zabezpieczyć posadzkę przed uszkodzeniami mechanicznymi tj.: strugami ciekącej wody, przypadkowymi wstrząsami przenoszonymi przez grunt z odleglejszych miejsc, wstrząsami wywołanymi transportem materiałów, nieostrożną pracą ludzi (zagrożenie rozsegregowaniem mieszanki betonowej).

4. Zabezpieczyć posadzkę przed działaniem niskiej temp. (poniżej  $+5^{\circ}\text{C}$ ).

5. Chronić posadzkę przed działaniem promieni słonecznych i przeciągami.

## DYLATACJE

W czasie od 24 do 72 h po zakończeniu prac związanych z zacieraniem płyty posadzki należy naciąć szczeliny dylatacyjne. Po 28 dniach od wykonania posadzki betonowej, szwy robocze/szczeliny przeciwskurczowe należy powiększyć na odpowiednią szerokość i głębokość. Krawędzie poszerzonych szczelin należy szlifować szlifówką kątową. Szczeliny dokładnie odkurzyć. Podłoże musi być czyste, suche, jednorodne, wolne od zanieczyszczeń, pyłu i luźnych cząstek. Farby, mleczko cementowe, luźno związane z podłożem cząstki należy bezwzględnie usunąć. Po oczyszczeniu szczelin odkurzaczem, należy wprowadzić na odpowiednią głębokość sznur dylatacyjny BAUCORD o średnicy ok. 25% większej niż szerokość szczeliny. BAUCORD jest elastycznym i odpornym chemicznie materiałem ze spienionego polietyleny o zamkniętych porach. Jest integralnym elementem systemu wypełnień szwów roboczych i szczelin skurczowych. Powierzchnie szlifowane i ściany szczeliny zagruntować preparatem BAUFLEX PRIMER i pozostawić na około 60 minut, gdy preparat gruntujący staje się lepki. BAUFLEX PRIMER jest poliuretanowym preparatem gruntującym gotowym do użycia, który zwiększa przyczepność mas dylatacyjnych do betonu. Do tak

ul. Staszica 25, 05-500 Piaseczno  
tel. 22 716 77 91; fax 22 716 77 90  
e-mail: bau@bautech.pl  
www.bautech.pl

przygotowanych szczelin można rozpocząć aplikację preparatu BAUFLEX® 35 – jednoskładnikowej, elastycznej masy dylatacyjnej do posadzek przemysłowych. Temperatura podłoża i otoczenia powinna wynosić  $+10^{\circ}\text{C}$  -  $+25^{\circ}\text{C}$ , przy wilgotności względnej powietrza max. 80% oraz wilgotności ścian szczeliny poniżej 4%. Szczelinę wypełniać masą dylatacyjną wyciskaną z pistoletu, aż do zlicowania jej z powierzchnią posadzki. Nadmiar masy usunąć. Nakładać zapewniając pełny kontakt masy dylatacyjnej ze ściankami szczeliny. Unikać zamykania w masie pęcherzy powietrza. Jeśli stosowane były taśmy ochronne przy krawędziach, należy je usunąć gdy masa jest jeszcze miękka. Pomieszczenia, w których wykonuje się prace, należy wydzielić i zabezpieczyć przed wstępem osób postronnych oraz zachować strefę ochronną przed użyciem otwartego ognia, a w szczególności prac spawalniczych.

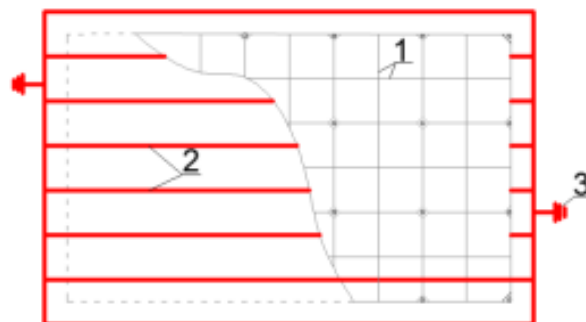
## Bednarka

Bednarka winna zostać ułożona w 1/3 dolnej części posadzki, tak aby jej pasy znajdowały się w osiach pól elementarnych utworzonych przez nacięcia dylatacyjne. Tak wykonany obwód jest uziemiany w co najmniej dwóch miejscach, uziom otokowy, powinien być zakopany na głębokości co najmniej 0,5 m w odległości około 1 m od zewnętrznych ścian obiektu.

Wymiary bednarki:

Szerokość: 50 mm

Grubość: 5 mm



Rys.2. Schemat ułożenia pasów bednarki w posadzce,

1- DYLATACJE

2- PASY BEDNARKI UŁOŻONE W OSIACH PÓL DYLATACYJNYCH

3- UZIEMIENIE UKŁADU

## BAUTECH DST SYSTEM

System monolitycznych posadzek betonowych

### OPIS PRODUKTU

Monolityczne posadзки przemysłowe BAUTECH to trwałe i wyjątkowo ekonomiczne rozwiązania o najwyższych parametrach technicznych i odporności na ścieranie.

MULTITOP®, MULTITOP® ENDURO, BAUTOP® ENDURO, EXTRATOP® ENDURO – grupa utwardzaczy powierzchniowych (DST – dry shake topping) do monolitycznych posadzek betonowych zawierających twarde kruszywa, wysokosprawne cementy oraz odpowiednie domieszki i pigmenty. Naniesione i zatarte na świeżo rozłożonym betonie tworzą barwną, o teksturze marmurkowej, trwałą, odporną na ścieranie i pylenie, gładką posadzkę o zwiększonej odporności na penetrację olejów, smarów itp.

### ZASTOSOWANIE

- Nowe posadзки utwardzone powierzchniowo o wysokiej twardości oraz odporności na ścieranie i pylenie w obiektach o nasilonej eksploatacji – zakładach produkcyjnych, magazynach o bardzo dużym natężeniu ruchu, fabrykach, centrach logistycznych a także w obiektach przemysłu spożywczego i farmaceutycznego itp.
- Posadзки antyelektrostatyczne

### CECHY WYROBU

- Bardzo wysoka odporność na ścieranie
- Bardzo wysoka odporność na pylenie
- Zawiera trudnościieralne kruszywo metaliczne
- Wysoka odporność na uderzenia
- Łatwy do czyszczenia
- Szczelna i niepyląca nawierzchnia
- Do stosowania wewnątrz i na zewnątrz budynków
- Mrozoodporność
- Szeroka paleta kolorów

### WARUNKI WYKONANIA

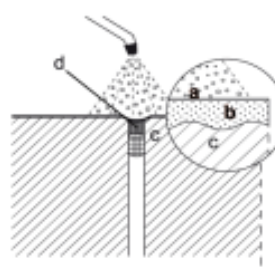
Temperatura otoczenia i podłoża w trakcie wykonywania prac i przez następne 5 dni powinna wynosić +5°C - +30°C. Wykonując posadzkę należy chronić przed zbyt szybką utratą wilgoci w wyniku oddziaływania np. wysokich temperatur, przeciągu, promieniowania słonecznego itp. W celu zapewnienia wysokiej jakości i jednorodności koloru, wszystkie prace należy prowadzić odpowiednimi narzędziami w otoczeniu zabezpieczonym przed kurzem, pyłem, kulkami styropianu itp. zanieczyszczeniami.

### PODŁOŻE BETONOWE ZBROJONE WŁÓKNAMI

#### BAUMIX, BAUCON

Posadзки BAUTECH DST SYSTEM stosuje się na powierzchniach świeżo ułożonego betonu niskoskurczowego:

- klasa min. C20/25
- stosunek w/c ≤ 0,50
- ilość cementu ≤ 350 kg/m<sup>3</sup>
- zawartość alkaliów w cemencie <0,5%
- cement CEM I, CEM II/A-S, CEM II/B-S lub CEM III/A
- kruszywo o uziarnieniu ≤ 16 mm
- zawartość frakcji ≤ 0,25 mm - min. 4%
- punkt piskowy ok. 35%
- łączna ilość cementu i kruszywa frakcji ≤ 0,25 mm – max. 450 kg/m<sup>3</sup>
- konsystencja na placu budowy: S3, opad stożka Abrahamsa ok. 12 cm. Dodatek włókien stalowych powoduje zmniejszenie opadu stożka.
- dodatek włókien stalowych BAUMIX 60 stosuje się w ilości 15-40 kg/m<sup>3</sup> betonu. Przy ilości włókna stalowego 15 kg/m<sup>3</sup> betonu, zaleca się stosowanie dodatkowo włókna polipropylenowego BAUCON w ilości 0,6 kg/m<sup>3</sup> betonu. W nawierzchniach o niskim dozowaniu włókien stalowych zbrojenie hybrydowe, przy równoczesnym przestrzeganiu właściwej receptury betonu, ogranicza do minimum powstawanie rys skurczowych. Jest to niezwykle ważne dla nawierzchni monolitycznych wykańczanych warstwą trudnościieralną w technice suchej posypki (DST). Włókna stalowe BAUMIX 60 można umieszczać w zasobniku na kruszywo i dozować wagowo. W przypadku braku wolnego zasobnika, włókna BAUMIX60 dodaje się wprost do betoniarki wysypując



- a - BAUSEAL ENDURO
- b - utwardzacz posadzkowy MULTITOP/BAUTOP/EXTRATOP ENDURO
- c - płyta nośna z włóknami BAUMIX i BAUCON
- d - system wypełnień dylatacyjnych BAUFLEX

je z opakowania. Włókna stalowe dodaje się zawsze po ostatniej frakcji kruszywa, przed cementem, wodą i (super) plastifikatorem. W przypadku wykonywania posadzki antyelektrostatycznej beton musi mieć dodatek włókien stalowych BAUMIX w ilości min. 20 kg/m<sup>3</sup> oraz należy wykonać odprowadzenie ładunków elektrycznych. W przypadku zbrojenia hybrydowego, włókna polipropylenowe BAUCON dodaje się po włóknach stalowych. Dodatek włókien polipropylenowych BAUCON do świeżej mieszanki betonowej pełni rolę mikrozbrojenia zmniejszającego skurcz plastyczny i ograniczającego powstawanie rys skurczowych w stwardniałym betonie. Włókna polipropylenowe BAUCON dodawane są do betonu w ilości 0,6 kg/m<sup>3</sup>, zaś do zapraw - 0,9 kg/m<sup>3</sup>. Różnica w dozowaniu wynika z większej zawartości cementu w zaprawach.

**UWAGA!** Do mieszanki betonowej nie dodawać popiołów lotnych, gdyż mają one tendencję do zbierania się w górnej warstwie płyty, co może prowadzić do pylenia posadzki lub odspojenia utwardzacza. Niedopuszczalne jest dolewanie wody do mieszanki betonowej celem zwiększenia jej urabialności. Powoduje to znaczny spadek wytrzymałości betonu oraz wyraźny wzrost skurczu chemiczno-fizycznego, wskutek czego powstają niekontrolowane rysy i spękania. Beton musi być odpowiednio zagęszczony.

### WYKONANIE POSADZKI METODĄ „SUCHE NA MOKRE”

Przed zastosowaniem utwardzacza powierzchniowego beton musi osiągnąć odpowiednią twardość. Czas wiązania betonu uzależniony jest od temperatury, wilgotności względnej powietrza itp. Nie można dopuścić do zbyt dużego utwardzenia powierzchni betonu, dlatego należy często sprawdzać stan podłoża. Umożliwi to wybranie optymalnego momentu rozpoczęcia aplikacji utwardzacza powierzchniowego. Do pracy można przystąpić, gdy po wejściu na beton ślady stóp nie będą głębsze niż 3-4 mm. Z powierzchni betonu usunąć gumowymi ściągaczkami nadmiar zaczynu cementowego i powierzchnię odwieść dyskiem. Następnie rozsiać ok. 2,0 kg/m<sup>2</sup> utwardzacza Bautop Enduro. Powierzchnię wstępnie zatrzeć dyskiem, ponownie rozsiać utwardzacz w ilości ok. 2,0 kg/m<sup>2</sup> i całość jeszcze raz zatrzeć dyskiem. Ilość wysypanego utwardzacza wynosi ok. 4,0 kg/m<sup>2</sup> ± 10%. Kontrolować na bieżąco zużycie, gdyż niestaranne rozkładanie utwardzacza może prowadzić do obniżenia jakości posadzki. Kolejne etapy zacierania wykonywać łopatkami ustawianymi stopniowo pod coraz większym kątem.

### PIELĘGNACJA

Bezpośrednio po zakończeniu procesu zacierania, całą powierzchnię należy zaimpregnować wybranym preparatem w celu zapobiegania przed zbyt szybką utratą wilgoci:

#### BAUSEAL® EKO

Wodorozcieńczalny impregnat do posadzek przemysłowych nakładany metodą natryskową niskociśnieniowym opryskiwaczem. Preparat nakładać jednokrotnie cienką warstwą unikając tworzenia kałuż. Wydajność 1 litr na 8-12 m<sup>2</sup>

#### BAUSEAL® ENDURO

Rozpuszczalnikowy impregnat do posadzek przemysłowych nakładany na świeżo ułożoną posadzkę betonową natychmiast po ostatnim zatartciu mechanicznym. Preparat nakładać metodą natryskową niskociśnieniowym opryskiwaczem. Preparat nakładać jednokrotnie cienką warstwą unikając tworzenia kałuż.

Wydajność 1 litr na 8-10 m<sup>2</sup>



**BAUTECH FORMULA\***

Krzemianowo-polimerowy, pielęgnacyjno-wzmacniający i uszczelniający preparat do powierzchni betonowych. Preparat należy nanosić równomiernie na powierzchnię metodą natryskową w ilości 0,1-0,2 l/m<sup>2</sup> do uzyskania całkowitego pokrycia.

Nawierzchnia powinna pozostać mokra przez 15-20 minut, w miejscach wysychających szybciej, należy na bieżąco nanieść dodatkową ilość preparatu do równomiernego rozłożenia i utrzymania przez odpowiedni czas mokrej powierzchni zalecany jest mop mikrofibrowy).

Wydajność 1 litr na 4-10 m<sup>2</sup>

**NANOSEAL\***

Litowo-polimerowy, pielęgnacyjno-wzmacniający i uszczelniający preparat do powierzchni betonowych. Dzięki przenikaniu i utwardzeniu betonu w strukturze molekularnej, pozwala na uzyskanie wysokowytrzymałej matrycy cementowej o ekstremalnych właściwościach fizycznych i chemicznych. Dodatkowa modyfikacja selektywnie dobranym spoiwem polimerowym zapewnia maksymalne doszczelnienie betonu poprzez wiązanie składników matrycy betonowej nie zawierających wolnych związków wapnia.

Preparat należy nanosić równomiernie na powierzchnię metodą natryskową w ilości 0,1 - 0,2 l/m<sup>2</sup> do uzyskania całkowitego pokrycia. Nawierzchnia powinna pozostać mokra przez 15-20 minut, w miejscach wysychających szybciej, należy na bieżąco nanieść dodatkową ilość preparatu (do równomiernego rozłożenia i utrzymania przez odpowiedni czas mokrej powierzchni zalecany jest mop mikrofibrowy).

Wydajność 1 litr na 4-10 m<sup>2</sup>

**NANOCOAT\***

Krzemianowo-litowy preparat wybliszczający. Dzięki niewielkim rozmiarom molekularnym preparat głęboko penetruje matrycę betonową, tworząc tzw. formułę mikro-zbrojenia powierzchniowego, które zapewnia wysoką odporność chemiczną i fizyczną, utwardza i uszczelnia powierzchnię posadzki oraz kreuje zwartą, nie pyłącą i wodoszczelną strukturę. Aplikację produktu NANOCOAT należy przeprowadzać przy użyciu wysokiej jakości mopa mikrofibrowego tak aby na powierzchni posadzki nie pozostawały smugi gdyż będą one widoczne negatywnie wpłyną estetykę posadzki.

Po wyschnięciu (ok. 60 min.), powierzchnię należy wypolerować delikatnym padem (białym) lub specjalnymi diamentowymi padami polerskimi wytwarzającymi temperaturę polerowanego podłoża ok. 30°C. W zależności od wymaganego stopnia polysku, czynność można powtórzyć 2-3 razy.

Wydajność 1 litr na 20-60 m<sup>2</sup>

**DYLATACJE**

W czasie od 24 do 72 h po zakończeniu prac związanych z zacieraniem płyty posadzki należy naciąć szczeliny dylatacyjne. Po 28 dniach od wykonania posadzki betonowej, szwy robocze/szczeliny przeciwskurczowe należy powiększyć na odpowiednią szerokość i głębokość. Krawędzie poszerzonych szczelin należy szfować szlifarką kątową. Szczeliny dokładnie odkurzyć. Podłoże musi być czyste, suche, jednorodne, wolne od zatluszczeń, pyłu i luźnych cząstek. Farby, mleczko cementowe, luźno związane z podłożem cząstki należy bezwzględnie usunąć. Po oczyszczeniu szczelin odkurzaczem, należy wprowadzić na odpowiednią głębokość sznur dylatacyjny BAUCORD o średnicy ok. 25% większej niż szerokość szczeliny. BAUCORD jest elastycznym i odpornym chemicznie materiałem ze

spienionego polietylenu o zamkniętych porach. Jest integralnym elementem systemu wypełnień szwów roboczych i szczelin skurczowych. Powierzchnie szfowane i ściany szczeliny zagrubować preparatem BAUFLEX PRIMER i pozostawić na około 60 minut, gdy preparat gruntujący staje się lepki. BAUFLEX PRIMER jest poliuretanowym preparatem gruntującym gotowym do użycia, który zwiększa przyczepność mas dylatacyjnych do betonu. Do tak przygotowanych szczelin można rozpocząć aplikację preparatu BAUFLEX 35 – jednoskładnikowej, elastycznej masy dylatacyjnej do posadzek przemysłowych. Temperatura podłoża i otoczenia powinna wynosić +10 ÷ +25°C, przy wilgotności względnej powietrza max. 80% oraz wilgotności ścian szczeliny poniżej 4%. Szczelinę wypełniać masą dylatacyjną wyciskaną z pistoletu, aż do zlicowania jej z powierzchnią posadzki. Nadmiar masy usunąć. Nakładać zapewniając pełny kontakt masy dylatacyjnej ze ściankami szczeliny. Unikać zamykania w masie pęcherzy powietrza. Jeśli stosowane były taśmy ochronne przy krawędziach, należy je usunąć gdy masa jest jeszcze miękka. Pomieszczenia, w których wykonuje się prace, należy wydzielić i zabezpieczyć przed wstępem osób postronnych oraz zachować strefę ochronną przed użyciem otwartego ognia, a w szczególności prac spawalniczych.

**ŚRODKI BEZPIECZEŃSTWA, PRZECHOWYWANIE,  
DANE TECHNICZNE**

Środki bezpieczeństwa, warunki przechowywania i transportu oraz dane techniczne dla każdego wymienionego wyrobu są szczegółowo opisane w Kartach Technicznych Produktów.

**INFORMACJE DODATKOWE**

- Wszystkie informacje odnoszą się do wyrobów przechowywanych i stosowanych zgodnie z naszymi zaleceniami i podane są w dobrej wierze i uwzględniają aktualny stan wiedzy oraz posiadane doświadczenie firmy BAUTECH. Użytkownik zobowiązany jest do stosowania produktu zgodnie z jego przeznaczeniem i zaleceniami firmy BAUTECH. Wszystkie podane dane techniczne bazują na próbach i testach laboratoryjnych. Praktyczne wyniki pomiarów mogą nie być identyczne ze względu na warunki, umiejscowienie, sposób aplikacji i inne okoliczności, na które firma BAUTECH nie ma wpływu. Odmienne zalecenia naszych pracowników wymagają formy pisemnej, aby były ważne. Wraz z ukazaniem się niniejszej instrukcji, wszystkie poprzednie tracą ważność.
- Powierzchnia wykonanej posadzki może wykazywać różnice w odcieniu i wygładzie w zależności od warunków i sposobu wykonywania prac, warunków wysychania itp. - nie jest to wada wyrobu i nie wpływa na parametry techniczne oraz właściwości użytkowe posadzki. Różnicowanie kolorystyczne posadzki może być również wynikiem niejednorodnego podłoża betonowego.
- Przy wilgotności względnej powietrza poniżej 40% istnieje ryzyko pojawienia się wykwitów na powierzchni. Przy wilgotności względnej powietrza powyżej 80% może wystąpić wydłużony proces wiązania betonu.
- Na powierzchni posadzki zacieranej mechanicznie mogą pojawić się włosowate pęknięcia. Jest to typowe zjawisko dla posadzek betonowych i nie ma wpływu na właściwości użytkowe posadzki.

BAUTECH Sp. z o.o.  
ul. Staszica 25, 05-500 Piaseczno  
tel. 22 716 77 91; fax 22 716 77 90  
e-mail: bau@bautech.pl  
www.bautech.pl

## 6. DOPUSZCZALNE WARTOŚCI GRUBOŚCI POKRYWY ŚNIEŻNEJ

Właściciele, zarządcy i administratorzy budynków są zobowiązani przez prawo budowlane do usuwania z dachów śniegu i lodu. Administratorzy budynków o powierzchni przekraczającej 2 000m<sup>2</sup> oraz innych obiektów budowlanych o powierzchni dachu przekraczającej 1 000m<sup>2</sup> mają obowiązek przeprowadzenia dwa razy w ciągu roku kontrolę stanu technicznego swoich obiektów.

Dla projektowanego budynku obciążenie śniegiem na połać dachową nie powinno przekraczać:

1,44 kN/m<sup>2</sup> czyli (108kg/m<sup>2</sup>)- III strefa śniegowa.

Dopuszczalne grubości warstw śniegu dla danego obiektu:

Ciężar objętościowy sypkiego śniegu - 2,45kN/m<sup>3</sup>

Ciężar objętościowy lodu - 9,0 kN/m<sup>3</sup>

Dopuszczalna grubość sypkiego śniegu - 58cm,

Dopuszczalna grubość zlodowaciałego śniegu (lodu) - 16cm.

**Gdy wartości te zostaną przekroczone należy podjąć akcję odśnieżania i bez zwłoki usunąć nadmiar zalegającego śniegu lub lodu na połaci dachowej.**

## 7. FUNDAMENTOWANIE.

Projekt fundamentów został opracowany na podstawie "Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej" opracowanej przez HPC POLGEOL S.A. 03-908 Warszawa, ul, Berezyńska 39.

W podłożu budynku stwierdzono występowanie złożonych warunków gruntowych z uwagi na występowanie gruntów słabonośnych- glin, glin piaszczystych oraz pyłów (warstwy IIA i IIB).

**W oparciu o dokumentację geotechniczną oraz specyfikę konstrukcji, obiekt zakwalifikowano do II kategorii geotechnicznej.**

W podłożu projektowanego budynku stwierdzono występowanie 6 warstw geologiczno-inżynierskich:

\*warstwy I (IA,IB,IC) obejmuje piaski średnie o  $I_d=0,51 - 0,93$

\*warstwy II (IIA,IIB,IIC) obejmuje gliny, gliny piaszczyste oraz pyły o  $I_l=0,13 - 0,55$ .

W przeważającej części obiektu, bezpośrednio w strefie posadowienia fundamentów (-1,2 do -1,3 m.p.p.t.) występują grunty nadające się do bezpośredniego posadowienia w postaci glin, glin piaszczystych oraz pyłów w stanie twardoplastycznym o uogólnionym  $I_l=0,13$  (warstwa II C).

Zaprojektowano fundamety bezpośrednie w postaci kwadratowych stóp fundamentowych F1 oraz F2 zespolonych ze sobą "rusztem" z belek żelbetowych BP-1 i BP-2

Poziom posadowienia lokalizuje się w obszarze warstwy II C, na głębokości ok. 1,2 -1,3 m.p.p.t., na 10 centymetrowej warstwie chudego betonu.

Lokalnie (w strefie otworów: O-1, 6, 3) mogą w strefie posadowienia występować grunty słabonośne (warstwy II B). Należy je wymienić aż do głębokości występowania gruntów nośnych (II C, I) na chudy beton lub piasek różnoziarnisty zagęszczony mechanicznie- pod całą powierzchnią stopy fundamentowej.

Przekroje fundametów ze schematami zbrojenia , wykazem stali zbrojeniowej oraz betonu pokazano na rysunkach nr 08 - 11.

## 8. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

1) **Ciężar własny** całej konstrukcji stalowej generuje program Robot Structural Analysis Professional 2010.

2) **Obciążenia stałe (D-ST):**

Dach:

\*blacha trapezowa TR 45.150.900 #0,7.....**0,10kN/m<sup>2</sup>**

3) **Technologiczne – zmienne (D-TE):**

\*urządzenia technologiczne, przewody przesyłowe mediów, oświetlenie,  
wentylacja itp.....**0,25 kN/m<sup>2</sup>**

4) **Obciążenie śniegiem (D-SN): wg PN-EN 1991-1-3. (III strefa śnieg)**

Połąc dachowa:

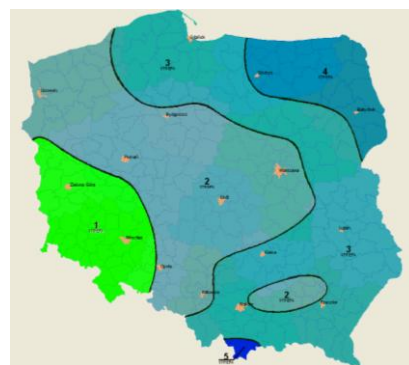
wartość charakterystyczna obciążenia na poziomie gruntu:

**Sk=1,2k kN/m<sup>2</sup>**

współczynnik ekspozycji: **Ce=1,0**

współczynnik temperaturowy: **Ct=1,0**

kąt nachylenia dachu:  **$\alpha=4,0^\circ$**



5) **Obciążenie wiatrem S1: wg PN-EN 1991-1-4**

bazowa prędkość wiatru: **Vb,0=22 m/s**

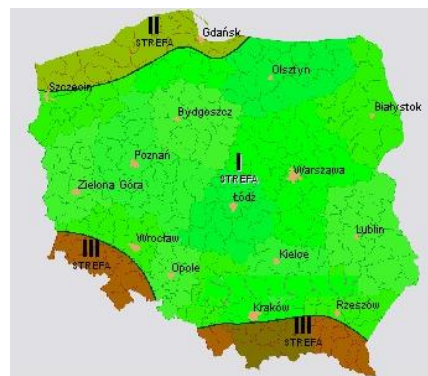
bazowe ciśnienie prędkości wiatru: **Qb,0=0,72 kN/m<sup>2</sup>**

kategoria terenu: **II**

współczynnik ekspozycji: **Ce=2,3**

współczynnik rzeźby terenu: **Co=1,0**

współczynnik turbulencji: **k=1,0**



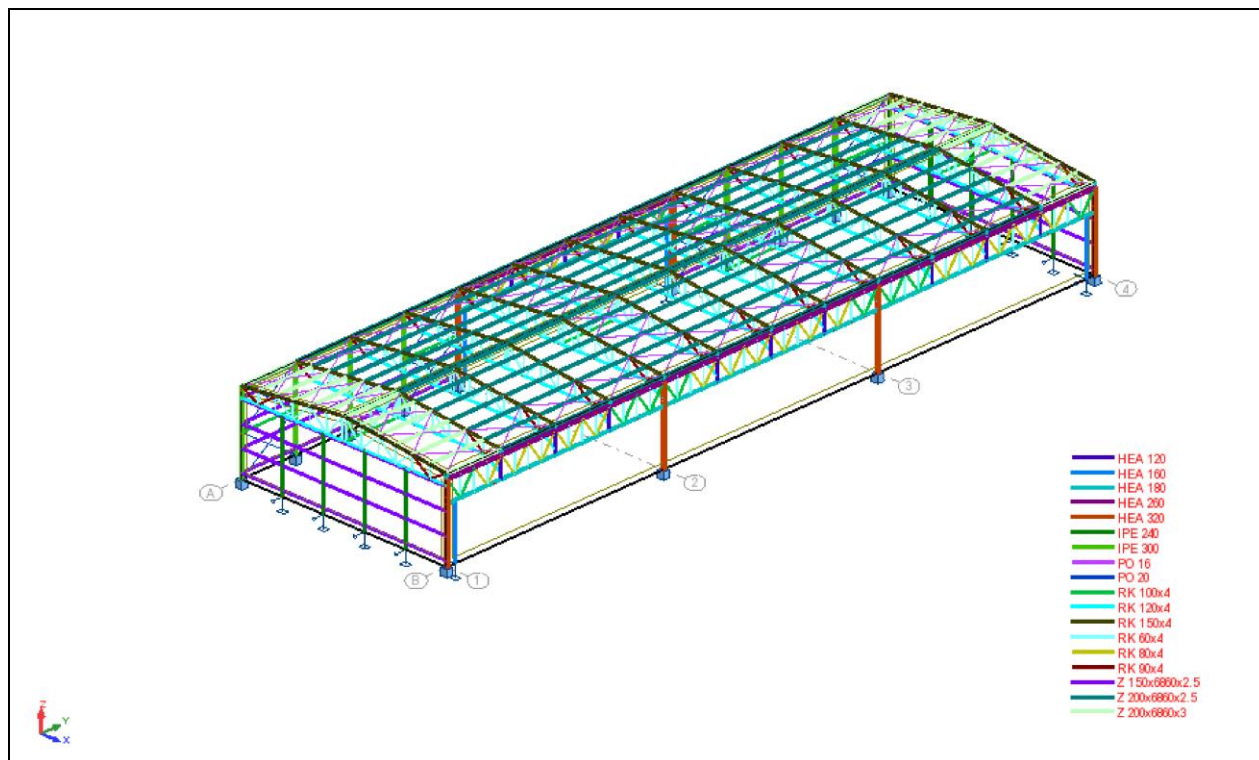
**Na podstawie powyższych obciążeń wprowadzono zestaw kombinacji obciążeń dla stanu granicznego nośności (ULS) oraz stanu granicznego użytkowalności (SLS) wg PN-EN 1990, z uwzględnieniem częściowych współczynnika dla obciążeń stałych:  $\gamma_G=1,35$  oraz zmiennych:  $\gamma_Q=1,5$ .**

**Obliczenia statyczne i wymiarowanie elementów konstrukcji wykonano za pomocą programu Autodesk Robot Structural Analysis Professional.**

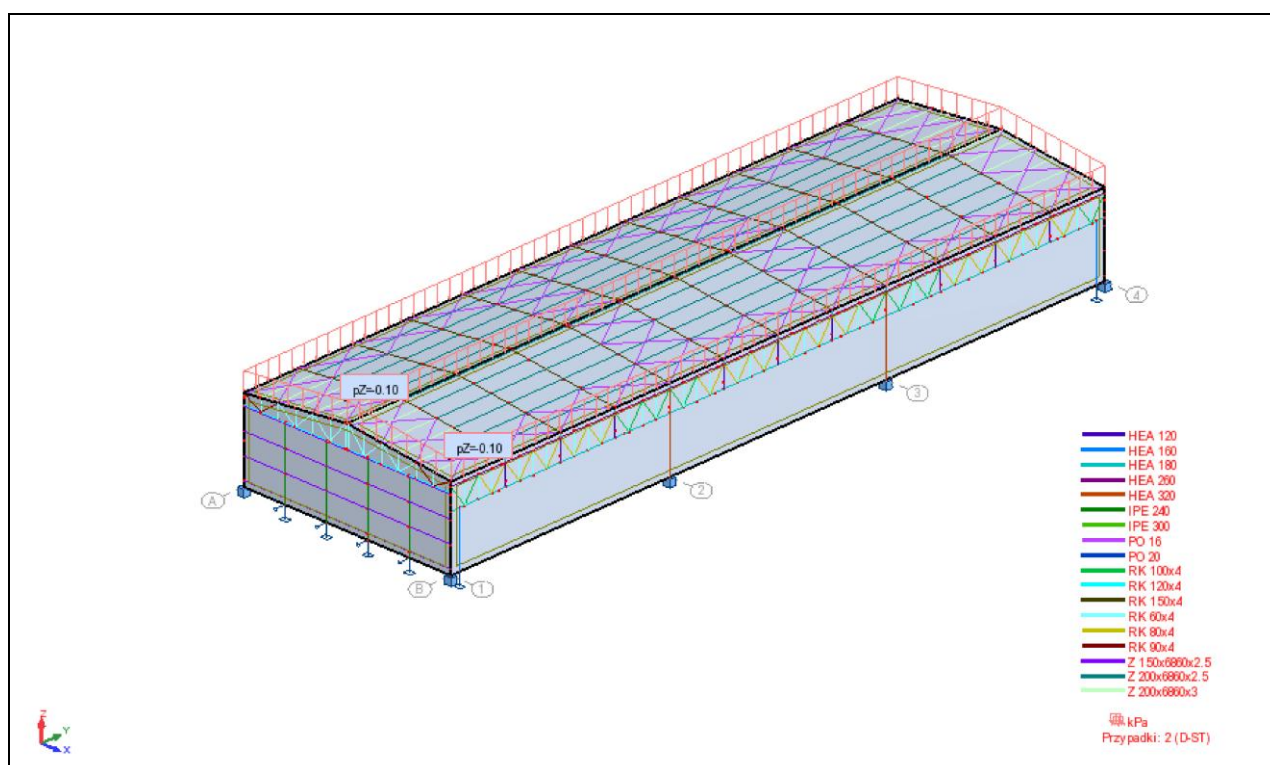
## 9. OBLICZENIA STATYCZNE KONSTRUKCJI

### PRZYPADKI OBCIĄŻEŃ.

#### Przypadek 1 - ciężar własny konstrukcji (CW):

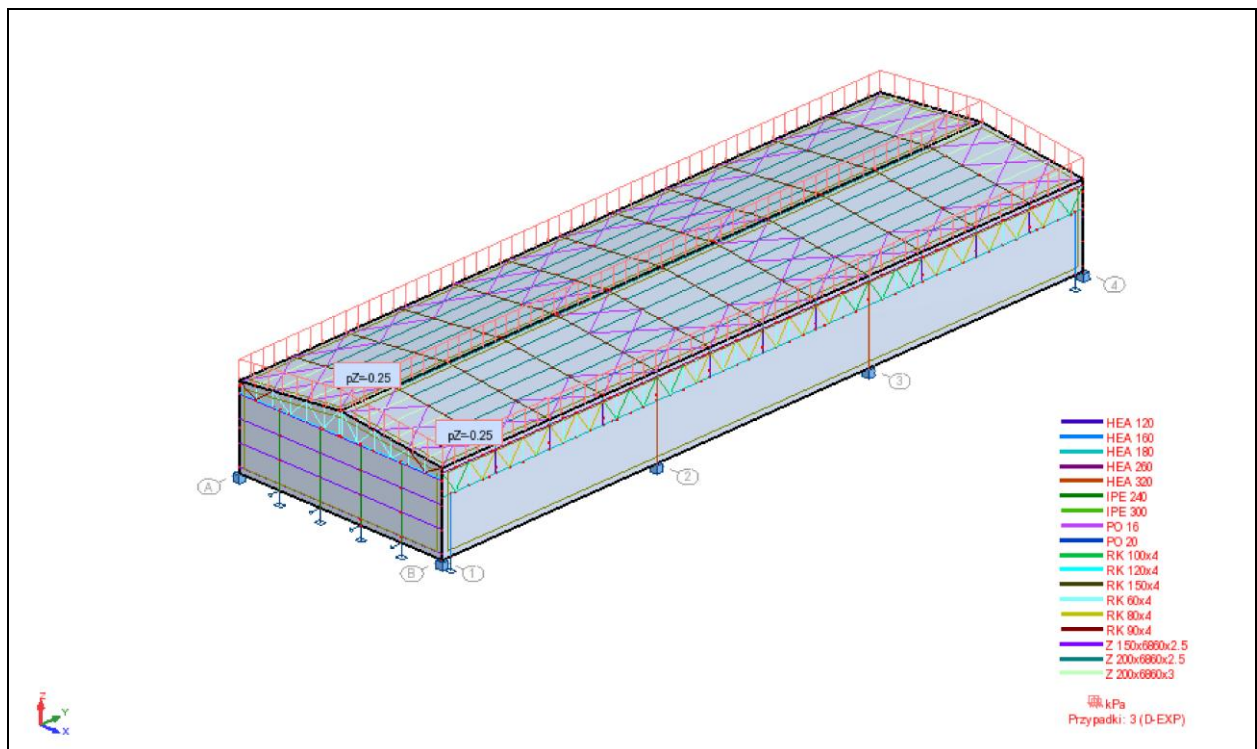


#### Przypadek 2 - obciążenia stałe (D-ST):

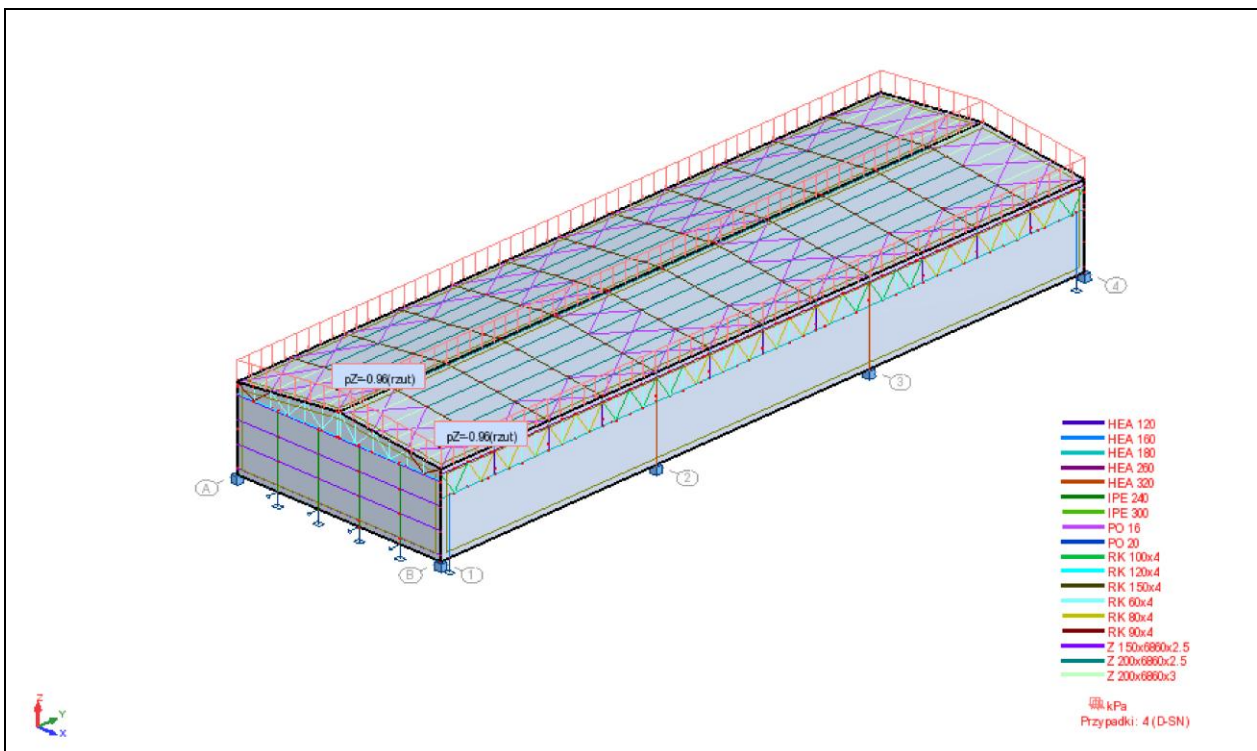




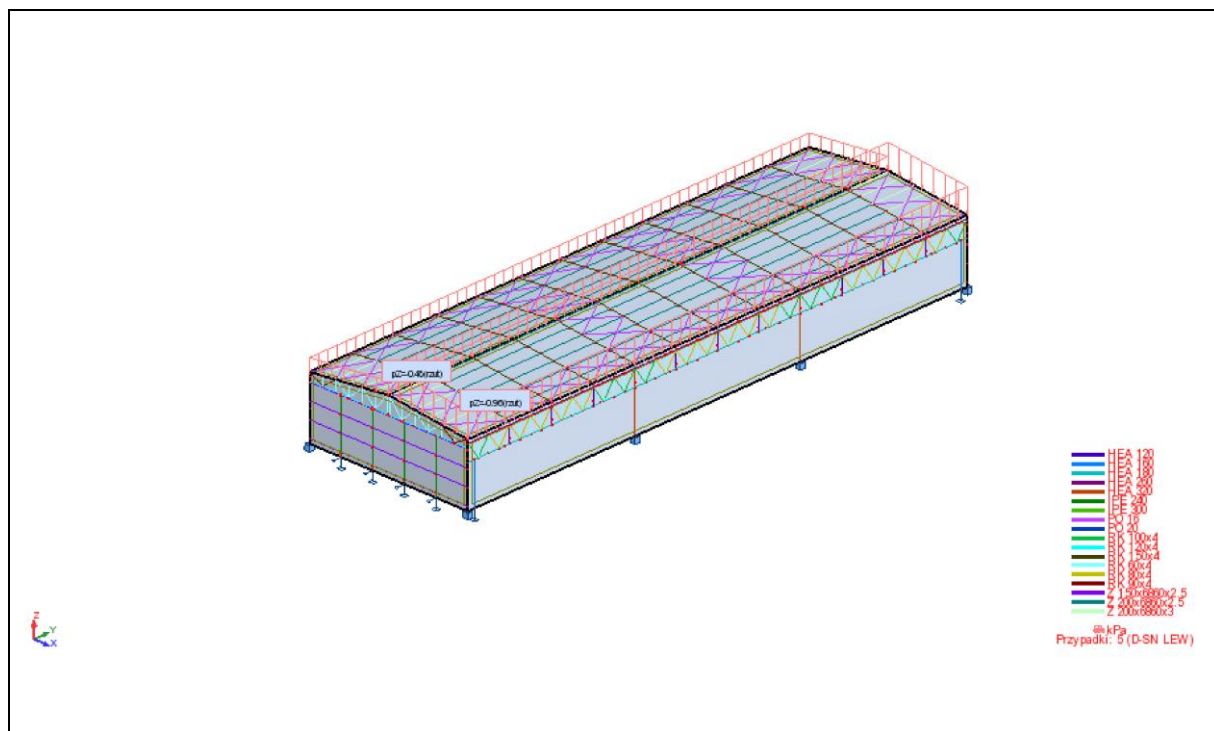
### Przypadek 3 - obciążenia eksploatacyjne (D-EXP):



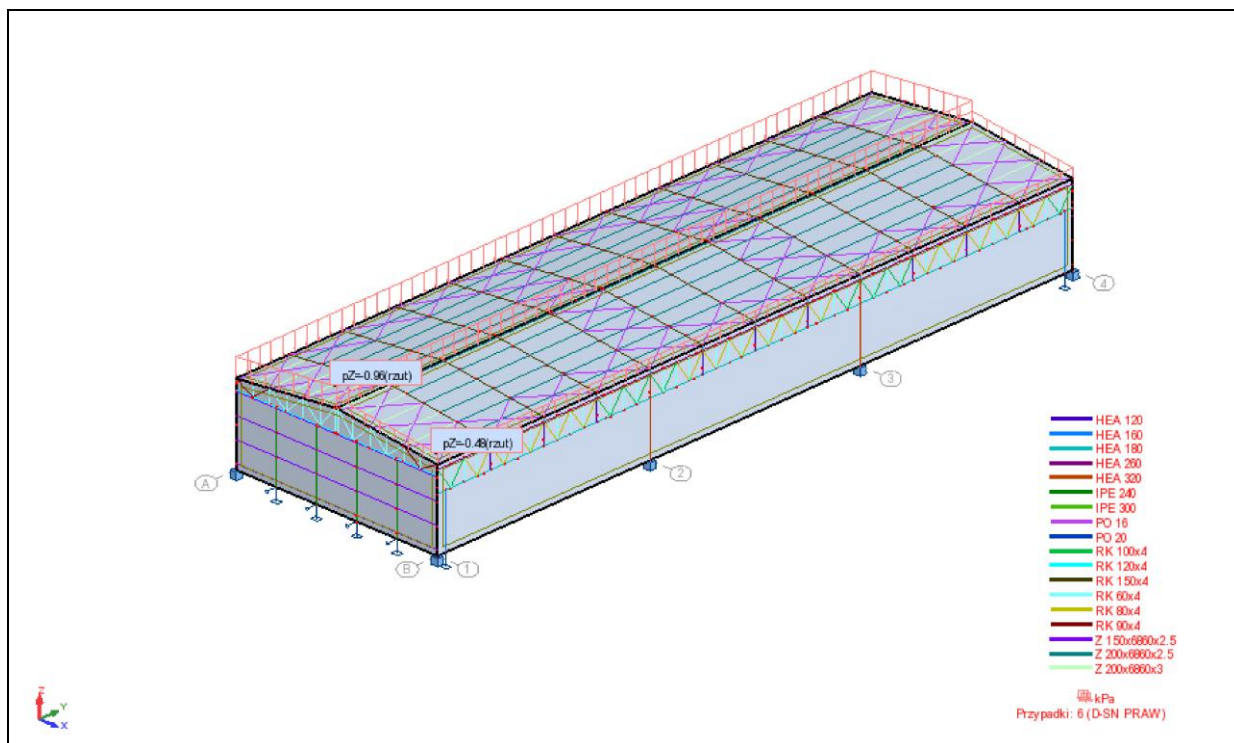
### Przypadek 4 - obciążenia śniegiem III strefa (D-SN):



### Przypadek 5 - obciążenia śniegiem III strefa (D-SN LEW):

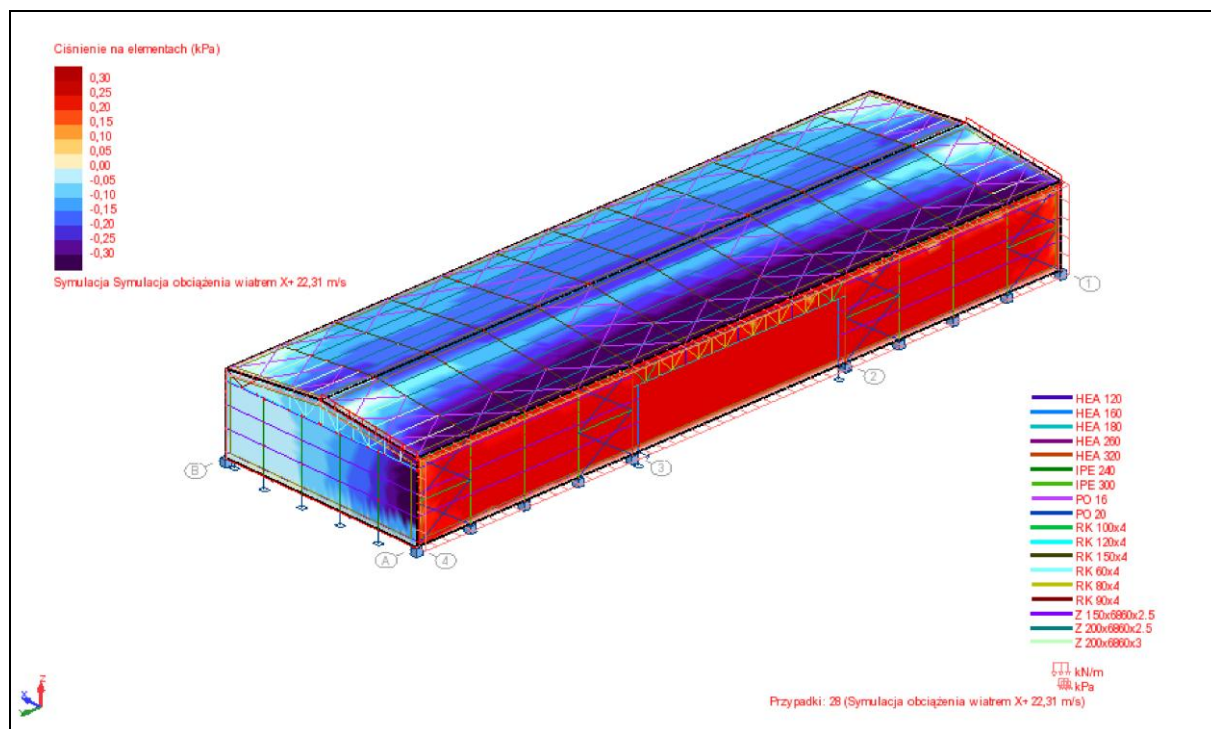


### Przypadek 6 - obciążenia śniegiem III strefa (D-SN PRAW):

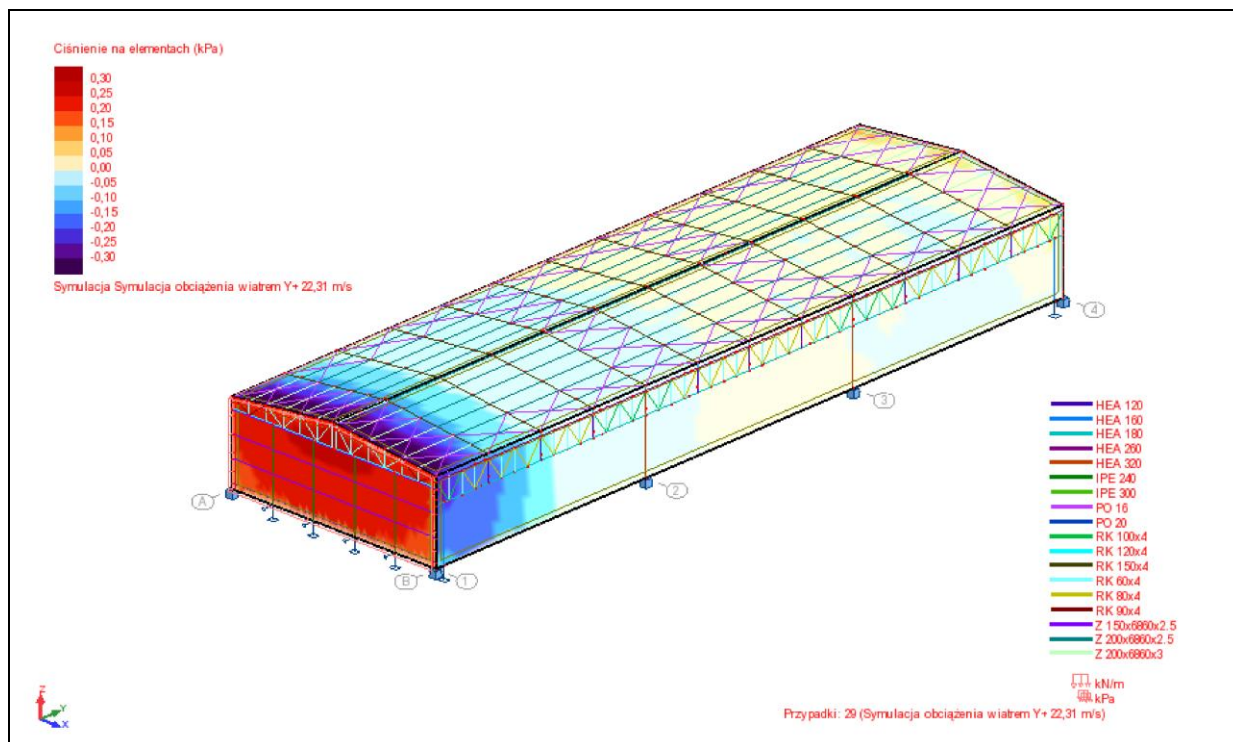




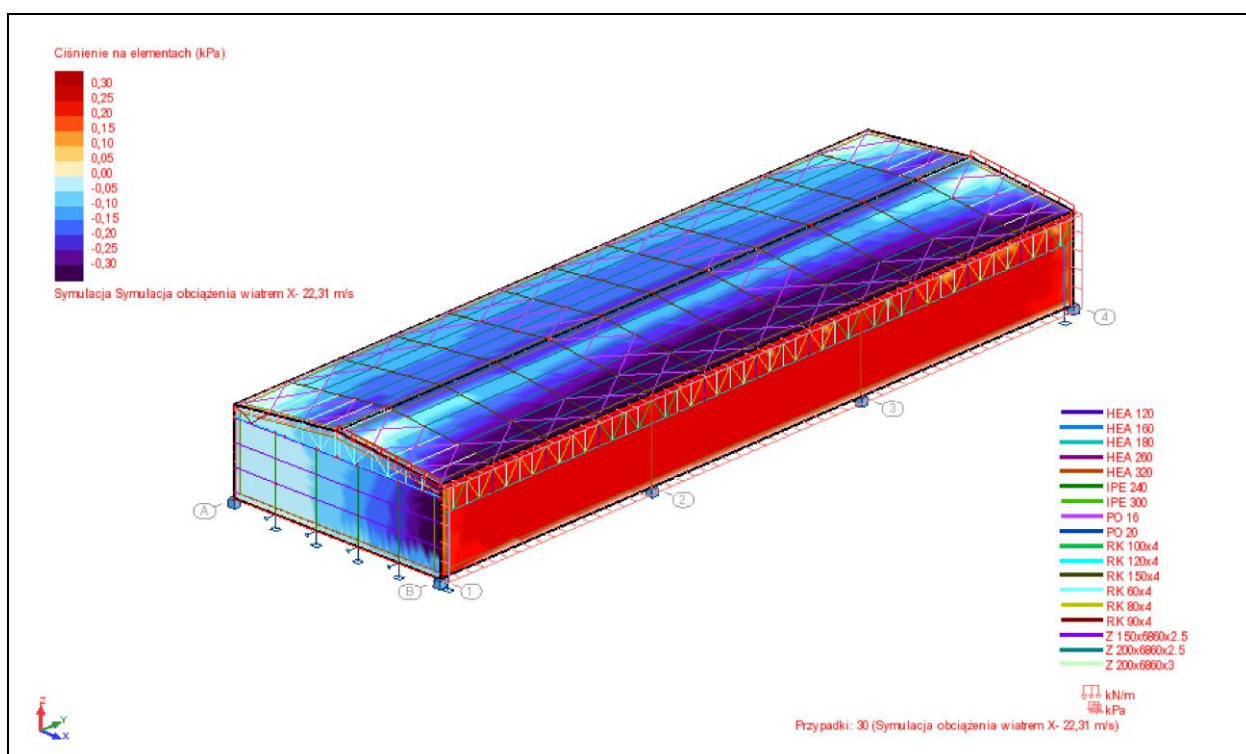
## Przypadek 6 - obciążenia wiatrem X+ 22,31m/s (D-W1):



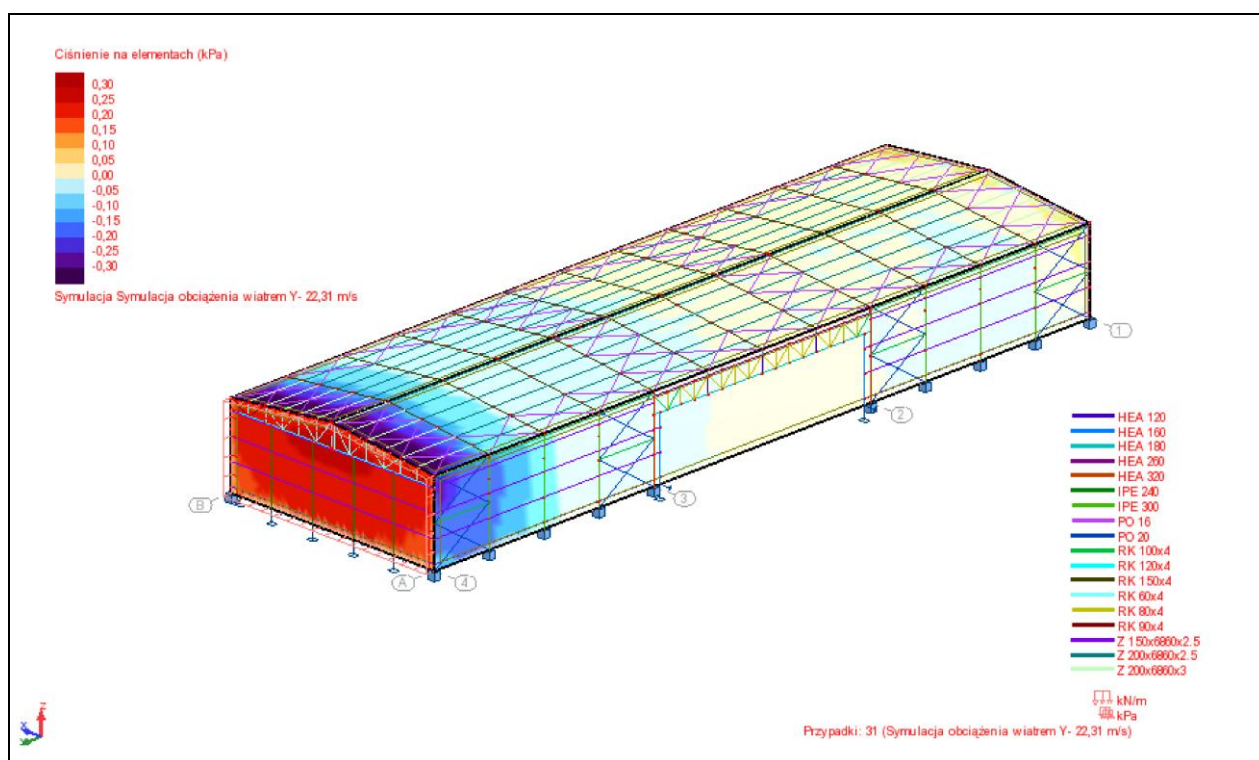
## Przypadek 7 - obciążenia wiatrem Y+ 22,31m/s (D-W1):



## Przypadek 8 - obciążenia wiatrem X- 22,31m/s (D-W1):

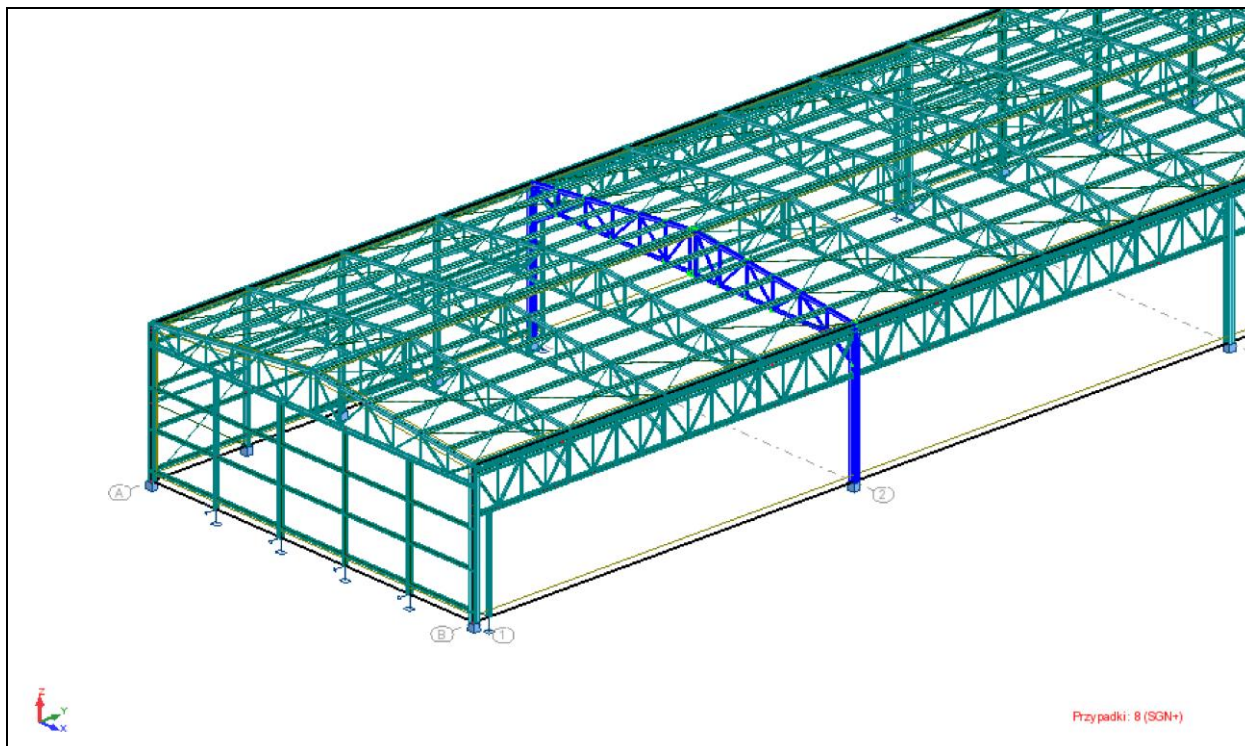


## Przypadek 9 - obciążenia wiatrem Y- 22,31m/s (D-W1):



## WYMIAROWANIE PRĘTÓW.

### Dźwigar dachowy.



## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 872 SŁUP GŁ ŚR\_872

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.79 L = 5.40 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia:  $7 \text{ SGN} / 124 / 1 * 1.15 + 2 * 1.00 + 4 * 1.50 + 30 * 0.90$

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 320**

$h=31.0 \text{ cm}$

$gM0=1.00$

$gM1=1.00$

$b=30.0 \text{ cm}$

$A_y=103.75 \text{ cm}^2$

$A_z=40.77 \text{ cm}^2$

$A_x=124.00 \text{ cm}^2$

$tw=0.9 \text{ cm}$

$I_y=22930.00 \text{ cm}^4$

$I_z=6990.00 \text{ cm}^4$

$I_x=108.00 \text{ cm}^4$

$tf=1.6 \text{ cm}$

$W_{ply}=1628.09 \text{ cm}^3$

$W_{plz}=709.74 \text{ cm}^3$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 111.88 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = -6.45 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed} = -56.86 \text{ kN*m}$

$V_{y,Ed} = -40.33 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} = 2914.00 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,max} = 84.85 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed,max} = -56.86 \text{ kN*m}$

$V_{y,T,Rd} = 1386.31 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 1651.65 \text{ kN}$

$M_{y,c,Rd} = 382.60 \text{ kN*m}$

$M_{z,c,Rd} = 166.79 \text{ kN*m}$

$V_{z,Ed} = 4.52 \text{ kN}$

$M_{N,y,Rd} = 382.60 \text{ kN*m}$

$M_{N,z,Rd} = 166.79 \text{ kN*m}$

$V_{z,T,Rd} = 548.24 \text{ kN}$

$T_{t,Ed} = -0.36 \text{ kN*m}$

KLASA PRZEKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 6.80 \text{ m}$   
 $L_{cr,y} = 12.40 \text{ m}$   
 $\lambda_{my} = 91.17$

$\lambda_{my} = 0.97$   
 $\chi_y = 0.75$   
 $\eta_{ky} = 0.56$



względem osi z:

$L_z = 6.80 \text{ m}$   
 $L_{cr,z} = 8.52 \text{ m}$   
 $\lambda_{mz} = 113.53$

$\lambda_{mz} = 1.21$   
 $\chi_z = 0.57$   
 $\eta_{kz} = 0.99$

#### wyboczenie skrętne:

$Kr_{zywa,T} = a_0$   
 $L_t = 6.80 \text{ m}$   
 $N_{cr,T} = 6430.64 \text{ kN}$   
 $\lambda_{mT} = 0.97$

$\alpha_T = 0.13$   
 $\eta_{iT} = 0.76$   
 $\chi_T = 0.91$   
 $N_{b,T,Rd} = 2638.74 \text{ kN}$

#### wyboczenie giętno-skrętne

$Kr_{zywa,TF} = a_0$   
 $N_{cr,y} = 3092.16 \text{ kN}$   
 $N_{cr,TF} = 6430.64 \text{ kN}$   
 $\lambda_{mTF} = 0.67$

$\alpha_{TF} = 0.13$   
 $\eta_{i,TF} = 0.76$   
 $\chi_{TF} = 0.91$   
 $N_{b,TF,Rd} = 2638.74 \text{ kN}$

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

#### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$   
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.34 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$   
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6)$   
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6)$

#### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{my} = 91.17 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{mz} = 113.53 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$   
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.07 < 1.00 \quad (6.3.1)$   
 $N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \eta_{ky} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \eta_{kz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.46 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$   
 $N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \eta_{kz} \cdot M_{z,Ed,max}/(XLT \cdot M_{z,Rk}/g_{M1}) + \eta_{ky} \cdot M_{y,Ed,max}/(M_{y,Rk}/g_{M1}) = 0.53 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$

### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** Nie analizowano



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

$v_x = 2.4 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 4.5 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$   
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /31/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.50 + 30\*1.00  
 $v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 4.5 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$   
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /44/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00 + 29\*0.60

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

### GRUPA:

**PRĘT:** 873 SLUP GŁ ŚR\_873

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

### OBCIĄŻENIA:

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /118/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 28\*0.90

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 320

$h = 31.0 \text{ cm}$   
 $b = 30.0 \text{ cm}$   
 $t_w = 0.9 \text{ cm}$   
 $t_f = 1.6 \text{ cm}$

$g_{M0} = 1.00$   
 $A_y = 103.75 \text{ cm}^2$   
 $I_y = 22930.00 \text{ cm}^4$   
 $W_{ply} = 1628.09 \text{ cm}^3$

$g_{M1} = 1.00$   
 $A_z = 40.77 \text{ cm}^2$   
 $I_z = 6990.00 \text{ cm}^4$   
 $W_{plz} = 709.74 \text{ cm}^3$

$A_x = 124.00 \text{ cm}^2$   
 $I_x = 108.00 \text{ cm}^4$



### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 397.28 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -158.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = -2.34 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -1.13 \text{ kN}$	
$N_{c,Rd} = 2914.00 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -158.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$		$M_{z,Ed,max} = 2.82 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd}$
$= 1407.61 \text{ kN}$				
$N_{b,Rd} = 1651.65 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 382.60 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 166.79 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 29.58 \text{ kN}$	
	$MN_{y,Rd} = 377.64 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 166.79 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 553.08 \text{ kN}$	
			$T_{t,Ed} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	
			$KLASA \text{ PRZEKROJU} = 1$	



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 6.80 \text{ m}$	$\lambda_{m,y} = 0.97$
$L_{cr,y} = 12.40 \text{ m}$	$\chi_y = 0.75$
$\lambda_{m,y} = 91.17$	$\chi_{yy} = 1.03$



względem osi z:

$L_z = 6.80 \text{ m}$	$\lambda_{m,z} = 1.21$
$L_{cr,z} = 8.52 \text{ m}$	$\chi_z = 0.57$
$\lambda_{m,z} = 113.53$	$\chi_{yz} = 0.72$

wyoboczenie skrętne:

$Krzyw_a, T=a0$	$\alpha, T=0.13$
$L_t=6.80 \text{ m}$	$\phi, T=0.76$
$N_{cr, T}=6430.64 \text{ kN}$	$\chi, T=0.91$
$\lambda_{m, T}=0.97$	$N_{b, T, Rd}=2638.74 \text{ kN}$

wyoboczenie giętno-skrętne

$Krzyw_a, TF=a0$	$\alpha, TF=0.13$
$N_{cr, y}=3092.16 \text{ kN}$	$\phi, TF=0.76$
$N_{cr, TF}=6430.64 \text{ kN}$	$\chi, TF=0.91$
$\lambda_{m, TF}=0.67$	$N_{b, TF, Rd}=2638.74 \text{ kN}$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$
$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.19 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$
$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$
$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.05 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$
$$\tau_{ty,Ed}/(\phi_y/(\sqrt{3} \cdot gM_0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$
$$\tau_{tz,Ed}/(\phi_z/(\sqrt{3} \cdot gM_0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{m,y} = 91.17 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 113.53 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$
$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.24 < 1.00 \quad (6.3.1)$$
$$N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/gM_1) + \chi_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + \chi_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.62 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$
$$N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/gM_1) + \chi_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + \chi_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.52 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

#### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** Nie analizowano



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

$$v_x = 3.1 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 4.5 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /41/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00 + 28\*0.60

$$v_y = 0.1 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 4.5 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /35/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.50 + 31\*1.00

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 984

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.60 L = 5.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

**MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZĘKROJU: RK 120x4**

$h=12.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=12.0 \text{ cm}$	$A_y=9.07 \text{ cm}^2$	$A_z=9.07 \text{ cm}^2$	$A_x=18.15 \text{ cm}^2$
$t_w=0.4 \text{ cm}$	$I_y=402.28 \text{ cm}^4$	$I_z=402.28 \text{ cm}^4$	$I_x=636.57 \text{ cm}^4$
$t_f=0.4 \text{ cm}$	$W_{ply}=78.33 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=78.33 \text{ cm}^3$	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = -245.16 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -0.89 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = 0.04 \text{ kN}$
$N_{t,Rd} = 426.52 \text{ kN}$	$M_{y,pl,Rd} = 18.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,pl,Rd} = 18.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 122.85 \text{ kN}$
	$M_{y,c,Rd} = 18.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 18.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 0.07 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 10.24 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 10.24 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 122.85 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			<b>KLASA PRZĘKROJU = 1</b>

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.57 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$   
 $(M_{y,Ed}/MN_{y,Rd})^{2.65} + (M_{z,Ed}/MN_{z,Rd})^{2.65} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$   
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})\cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$   
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})\cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE****Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y \max} = L/200.00 = 4.2 \text{ cm}$  Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /47/  $1\cdot 1.00 + 2\cdot 1.00 + 4\cdot 1.00 + 30\cdot 0.60$   
 $u_z = 0.5 \text{ cm} < u_{z \max} = L/200.00 = 4.2 \text{ cm}$  Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /38/  $1\cdot 1.00 + 2\cdot 1.00 + 4\cdot 1.00$

**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 985**PUNKT:** 3**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.40 L = 3.33 \text{ m}$ **OBCIĄŻENIA:****Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /115/  $1\cdot 1.15 + 2\cdot 1.00 + 4\cdot 1.50$ **MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 120x4**

h=12.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=12.0 cm	Ay=9.07 cm <sup>2</sup>	Az=9.07 cm <sup>2</sup>	Ax=18.15 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=402.28 cm <sup>4</sup>	Iz=402.28 cm <sup>4</sup>	Ix=636.57 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=78.33 cm <sup>3</sup>	Wplz=78.33 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N <sub>Ed</sub> = -241.71 kN	My <sub>Ed</sub> = -0.89 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = 0.15 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = -0.06 kN
N <sub>t,Rd</sub> = 426.52 kN	My <sub>pl,Rd</sub> = 18.41 kN*m	Mz <sub>pl,Rd</sub> = 18.41 kN*m	Vy <sub>T,Rd</sub> = 122.93 kN
	My <sub>c,Rd</sub> = 18.41 kN*m	Mz <sub>c,Rd</sub> = 18.41 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = -0.09 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 10.43 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 10.43 kN*m	Vz <sub>T,Rd</sub> = 122.93 kN
			Tt <sub>Ed</sub> = 0.02 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.57 < 1.00$  (6.2.3.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.61} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.61} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM_0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM_0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE****Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y \max} = L/200.00 = 4.2 \text{ cm}$  Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /41/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 + 28 \cdot 0.60$   
 $u_z = 0.5 \text{ cm} < u_{z \max} = L/200.00 = 4.2 \text{ cm}$  Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /38/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00$

**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano****Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 989 SKRATOWANIA\_989 **PUNKT:** 3**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 2.46 m**OBCIĄŻENIA:****Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /123/  $1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.50 + 29 \cdot 0.90$ **MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZEKROJU: RK 60x4**

h=6.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00
----------	----------	----------

b=6.0 cm	Ay=4.28 cm <sup>2</sup>	Az=4.28 cm <sup>2</sup>	Ax=8.55 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=43.55 cm <sup>4</sup>	Iz=43.55 cm <sup>4</sup>	Ix=72.64 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=17.64 cm <sup>3</sup>	Wplz=17.64 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = -28.12 kN  
Nt,Rd = 200.93 kN

Vz,Ed = -0.06 kN  
Vz,T,Rd = 58.00 kN  
Tt,Ed = -0.00 kN\*m  
KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

N,Ed/Nt,Rd = 0.14 < 1.00 (6.2.3.(1))  
Vz,Ed/Vz,T,Rd = 0.00 < 1.00 (6.2.6-7)  
Tau,ty,Ed/(fy/(sqrt(3)\*gM0)) = 0.00 < 1.00 (6.2.6)  
Tau,tz,Ed/(fy/(sqrt(3)\*gM0)) = 0.00 < 1.00 (6.2.6)

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** [PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.](#)

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

#### GRUPA:

**PRĘT:** 992 DZWIGAR-PG\_992 **PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.91 L = 9.14 m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 ) fy = 235.00 MPa



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RK 150x4

h=15.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=15.0 cm	Ay=11.48 cm <sup>2</sup>	Az=11.48 cm <sup>2</sup>	Ax=22.95 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=807.82 cm <sup>4</sup>	Iz=807.82 cm <sup>4</sup>	Ix=1264.76 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=124.87 cm <sup>3</sup>	Wplz=124.87 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 243.40 kN	My,Ed = 0.87 kN*m	Mz,Ed = -0.11 kN*m	Vy,Ed = -0.14 kN
Nc,Rd = 539.33 kN	My,Ed,max = -3.75 kN*m	Mz,Ed,max = 0.25 kN*m	Vy,T,Rd = 155.08 kN
Nb,Rd = 527.56 kN	My,c,Rd = 29.34 kN*m	Mz,c,Rd = 29.34 kN*m	Vz,Ed = -0.97 kN
	MN,y,Rd = 21.15 kN*m	MN,z,Rd = 21.15 kN*m	Vz,T,Rd = 155.08 kN
			Tt,Ed = -0.09 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 2



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:





względem osi y:

$L_y = 10.05 \text{ m}$   $\lambda_{m,y} = 0.30$   
 $L_{cr,y} = 1.65 \text{ m}$   $\chi_y = 0.98$   
 $\lambda_{my} = 27.89$   $\chi_{yy} = 0.94$



względem osi z:

$L_z = 10.05 \text{ m}$   $\lambda_{m,z} = 0.30$   
 $L_{cr,z} = 1.65 \text{ m}$   $\chi_z = 0.98$   
 $\lambda_{mz} = 27.89$   $\chi_{yz} = 0.56$

wyboczenie skrętne:

Krzywa, T=a  $\alpha, T=0.21$   
 $L_t=10.05 \text{ m}$   $\phi, T=0.49$   
 $N_{cr,T}=142967.40 \text{ kN}$   $\chi, T=1.00$   
 $\lambda_{m,T}=0.30$   $N_{b,T,Rd}=539.33 \text{ kN}$

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa, TF=a  $\alpha, TF=0.21$   
 $N_{cr,y}=6112.96 \text{ kN}$   $\phi, TF=0.49$   
 $N_{cr,TF}=142967.40 \text{ kN}$   $\chi, TF=1.00$   
 $\lambda_{m,TF}=0.06$   $N_{b,TF,Rd}=539.33 \text{ kN}$

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.45 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.16} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.16} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\lambda_{m,y} = 27.89 < \lambda_{m,max} = 210.00$   $\lambda_{m,z} = 27.89 < \lambda_{m,max} = 210.00$  STABILNY  
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.46 < 1.00$  (6.3.1)  
 $N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.59 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.54 < 1.00$  (6.3.3.(4))

## PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 5.0 \text{ cm}$  Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /50/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 + 31 \cdot 0.60$

$u_z = 0.8 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 5.0 \text{ cm}$  Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /38/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00$



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 993 DZWIGAR-PG\_993 **PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.17 L = 1.68 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /115/  $1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.50$

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 150x4**

$h=15.0 \text{ cm}$   $g_{M0}=1.00$   $g_{M1}=1.00$   
 $b=15.0 \text{ cm}$   $A_y=11.48 \text{ cm}^2$   $A_z=11.48 \text{ cm}^2$   $A_x=22.95 \text{ cm}^2$   
 $t_w=0.4 \text{ cm}$   $I_y=807.82 \text{ cm}^4$   $I_z=807.82 \text{ cm}^4$   $I_x=1264.76 \text{ cm}^4$   
 $t_f=0.4 \text{ cm}$   $W_{ply}=124.87 \text{ cm}^3$   $W_{plz}=124.87 \text{ cm}^3$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 241.93 \text{ kN}$   $M_{y,Ed} = -0.34 \text{ kN} \cdot \text{m}$   $M_{z,Ed} = -0.10 \text{ kN} \cdot \text{m}$   $V_{y,Ed} = -0.06 \text{ kN}$   
 $N_{c,Rd} = 539.33 \text{ kN}$   $M_{y,Ed,max} = -3.80 \text{ kN} \cdot \text{m}$   $M_{z,Ed,max} = 0.28 \text{ kN} \cdot \text{m}$   $V_{y,T,Rd} = 153.70 \text{ kN}$

Nb,Rd = 526.99 kN

My,c,Rd = 29.34 kN\*m  
MN,y,Rd = 21.25 kN\*m

Mz,c,Rd = 29.34 kN\*m  
MN,z,Rd = 21.25 kN\*m

Vz,Ed = -6.21 kN  
Vz,T,Rd = 153.70 kN  
Tt,Ed = 0.30 kN\*m  
KLASA PRZEKROJU = 2



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 10.05 m      Lam\_y = 0.30  
Lcr,y = 1.68 m      Xy = 0.98  
Lamy = 28.32      kyy = 0.94



względem osi z:

Lz = 10.05 m      Lam\_z = 0.30  
Lcr,z = 1.68 m      Xz = 0.98  
Lamz = 28.32      kyz = 0.57

wyboczenie skrętne:

Krzywa,T=a      alfa,T=0.21  
Lt=10.05 m      fi,T=0.49  
Ncr,T=142967.40 kN      X,T=1.00  
Lam\_T=0.30      Nb,T,Rd=539.33 kN

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=a      alfa,TF=0.21  
Ncr,y=5932.19 kN      fi,TF=0.49  
Ncr,TF=142967.40 kN      X,TF=1.00  
Lam\_TF=0.06      Nb,TF,Rd=539.33 kN

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.45 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.15} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.15} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.04 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{u,ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{u,tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\lambda_{y} = 28.32 < \lambda_{max} = 210.00$        $\lambda_{z} = 28.32 < \lambda_{max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.46 < 1.00$  (6.3.1)  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.59 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.54 < 1.00$  (6.3.3.(4))

#### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 5.0 \text{ cm}$       Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /50/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00 + 31\*0.60  
 $u_z = 0.7 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 5.0 \text{ cm}$       Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /38/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 994 SKRATOWANIA\_994 PUNKT: 3

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 1.89 m

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )       $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

**PARAMETRY PRZĘKROJU: RK 90x4**

h=9.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=9.0 cm	Ay=6.67 cm <sup>2</sup>	Az=6.67 cm <sup>2</sup>	Ax=13.35 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=161.92 cm <sup>4</sup>	Iz=161.92 cm <sup>4</sup>	Ix=260.80 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=42.58 cm <sup>3</sup>	Wplz=42.58 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N <sub>Ed</sub> = -141.10 kN	V <sub>y,Ed</sub> = -0.07 kN
N <sub>t,Rd</sub> = 313.73 kN	V <sub>y,c,Rd</sub> = 90.56 kN
	V <sub>z,Ed</sub> = -0.07 kN
	V <sub>z,c,Rd</sub> = 90.56 kN
	KLASA PRZĘKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.45 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** [PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.](#)**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 995 SKRATOWANIA\_995 **PUNKT:** 3**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 2.08 m**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /124/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 30\*0.90

**MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 ) f<sub>y</sub> = 235.00 MPa**PARAMETRY PRZĘKROJU: RK 60x4**

h=6.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=6.0 cm	Ay=4.28 cm <sup>2</sup>	Az=4.28 cm <sup>2</sup>	Ax=8.55 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=43.55 cm <sup>4</sup>	Iz=43.55 cm <sup>4</sup>	Ix=72.64 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=17.64 cm <sup>3</sup>	Wplz=17.64 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N <sub>Ed</sub> = -48.67 kN	V <sub>y,Ed</sub> = -0.00 kN
N <sub>t,Rd</sub> = 200.93 kN	V <sub>y,c,Rd</sub> = 58.00 kN
	V <sub>z,Ed</sub> = -0.07 kN
	V <sub>z,c,Rd</sub> = 58.00 kN
	KLASA PRZĘKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.24 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 996 SKRATOWANIA\_996 **PUNKT:** 1**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /120/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 6\*1.50 + 28\*0.90

**MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 60x4**

h=6.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=6.0 cm

Ay=4.28 cm<sup>2</sup>Az=4.28 cm<sup>2</sup>Ax=8.55 cm<sup>2</sup>

tw=0.4 cm

Iy=43.55 cm<sup>4</sup>Iz=43.55 cm<sup>4</sup>Ix=72.64 cm<sup>4</sup>

tf=0.4 cm

Wply=17.64 cm<sup>3</sup>Wplz=17.64 cm<sup>3</sup>**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**N<sub>Ed</sub> = 11.91 kNM<sub>y,Ed</sub> = 0.03 kN\*mM<sub>z,Ed</sub> = -0.01 kN\*mV<sub>y,Ed</sub> = -0.00 kNN<sub>c,Rd</sub> = 200.93 kNM<sub>y,Ed,max</sub> = 0.05 kN\*mM<sub>z,Ed,max</sub> = -0.01 kN\*mV<sub>y,c,Rd</sub> = 58.00 kNN<sub>b,Rd</sub> = 151.11 kNM<sub>y,c,Rd</sub> = 4.15 kN\*mM<sub>z,c,Rd</sub> = 4.15 kN\*mV<sub>z,Ed</sub> = 0.05 kNM<sub>N,y,Rd</sub> = 4.15 kN\*mM<sub>N,z,Rd</sub> = 4.15 kN\*mV<sub>z,c,Rd</sub> = 58.00 kN

KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

L<sub>y</sub> = 2.31 mLam<sub>y</sub> = 0.87L<sub>cr,y</sub> = 1.85 mX<sub>y</sub> = 0.75Lam<sub>y</sub> = 81.90k<sub>yy</sub> = 0.95

względem osi z:

L<sub>z</sub> = 2.31 mLam<sub>z</sub> = 0.87L<sub>cr,z</sub> = 1.85 mX<sub>z</sub> = 0.75Lam<sub>z</sub> = 81.90k<sub>yz</sub> = 0.57**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.67} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.67} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\Lambda_{b,y} = 81.90 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 81.90 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.09 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.09 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1002 SKRATOWANIA\_1002  
0.50 L = 1.16 m

**PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /124/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 30\*0.90

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 60x4**

h=6.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=6.0 cm	Ay=4.28 cm <sup>2</sup>	Az=4.28 cm <sup>2</sup>	Ax=8.55 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=43.55 cm <sup>4</sup>	Iz=43.55 cm <sup>4</sup>	Ix=72.64 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=17.64 cm <sup>3</sup>	Wplz=17.64 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N <sub>Ed</sub> = 22.32 kN	My <sub>Ed</sub> = 0.06 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = -0.01 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = 0.01 kN
N <sub>c,Rd</sub> = 200.93 kN	My <sub>Ed,max</sub> = 0.06 kN*m	Mz <sub>Ed,max</sub> = -0.03 kN*m	Vy <sub>c,Rd</sub> = 58.00 kN
N <sub>b,Rd</sub> = 151.11 kN	My <sub>c,Rd</sub> = 4.15 kN*m	Mz <sub>c,Rd</sub> = 4.15 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = 0.02 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 4.15 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 4.15 kN*m	Vz <sub>c,Rd</sub> = 58.00 kN
			KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

Ly = 2.31 m	Lam_y = 0.87
Lcr,y = 1.85 m	Xy = 0.75
Lamy = 81.90	ky = 0.99



względem osi z:

Lz = 2.31 m	Lam_z = 0.87
Lcr,z = 1.85 m	Xz = 0.75
Lamz = 81.90	kz = 0.59

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.11 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$
$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.68} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.68} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$
$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$
$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{y} = 81.90 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 81.90 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$
$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.17 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$
$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.16 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1003 SKRATOWANIA\_1003

**PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

0.50 L = 1.04 m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /127/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 31\*0.90

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RK 90x4

h=9.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=9.0 cm	Ay=6.67 cm <sup>2</sup>	Az=6.67 cm <sup>2</sup>	Ax=13.35 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=161.92 cm <sup>4</sup>	Iz=161.92 cm <sup>4</sup>	Ix=260.80 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=42.58 cm <sup>3</sup>	Wplz=42.58 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N <sub>Ed</sub> = 91.51 kN	My <sub>Ed</sub> = 0.15 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = -0.11 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = 0.10 kN
N <sub>c,Rd</sub> = 313.73 kN	My <sub>Ed,max</sub> = 0.19 kN*m	Mz <sub>Ed,max</sub> = -0.22 kN*m	Vy <sub>c,Rd</sub> = 90.56 kN
N <sub>b,Rd</sub> = 289.03 kN	My <sub>c,Rd</sub> = 10.01 kN*m	Mz <sub>c,Rd</sub> = 10.01 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = 0.09 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 9.21 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 9.21 kN*m	Vz <sub>c,Rd</sub> = 90.56 kN
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 2.08 m	Lam_y = 0.51
Lcr,y = 1.67 m	Xy = 0.92
Lamy = 47.86	kzy = 0.59



względem osi z:

Lz = 2.08 m	Lam_z = 0.51
Lcr,z = 1.67 m	Xz = 0.92
Lamz = 47.86	kzz = 0.99

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.29 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.84} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.84} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{y} = 47.86 < \Lambda_{y,max} = 210.00$        $\Lambda_{z} = 47.86 < \Lambda_{z,max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.35 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.35 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

#### GRUPA:

**PRĘT:** 1014 DZWIGAR-PG PD\_1014  
0.50 L = 0.95 m

**PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /118/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 28\*0.90

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa

**PARAMETRY PRZĘKROJU: RK 120x4**

h=12.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=12.0 cm	Ay=9.07 cm <sup>2</sup>	Az=9.07 cm <sup>2</sup>	Ax=18.15 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=402.28 cm <sup>4</sup>	Iz=402.28 cm <sup>4</sup>	Ix=636.57 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=78.33 cm <sup>3</sup>	Wplz=78.33 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N <sub>Ed</sub> = 32.51 kN	My <sub>Ed</sub> = 0.22 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = -0.24 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = -0.26 kN
Nc,Rd = 426.52 kN	My <sub>Ed,max</sub> = 0.31 kN*m	Mz <sub>Ed,max</sub> = -0.49 kN*m	Vy,c,Rd = 123.13 kN
Nb,Rd = 403.13 kN	My,c,Rd = 18.41 kN*m	Mz,c,Rd = 18.41 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = -0.17 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 18.41 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 18.41 kN*m	Vz,c,Rd = 123.13 kN
KLASA PRZĘKROJU = 1			

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

Ly = 1.89 m	Lam_y = 0.38
Lcr,y = 1.68 m	Xy = 0.96
Lamy = 35.68	kzy = 0.55



względem osi z:

Lz = 1.89 m	Lam_z = 0.43
Lcr,z = 1.89 m	Xz = 0.95
Lamz = 40.23	kzz = 0.92

wyboczenie skrętne:

Krzywa,T=a	alfa,T=0.21
Lt=1.89 m	fi,T=0.49
Ncr,T=113942.59 kN	X,T=1.00
Lam_T=0.38	Nb,T,Rd=426.52 kN

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=a	alfa,TF=0.21
Ncr,y=2954.13 kN	fi,TF=0.49
Ncr,TF=113942.59 kN	X,TF=1.00
Lam_TF=0.06	Nb,TF,Rd=426.52 kN

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.67} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.67} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\Lambda_{b,y} = 35.68 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 40.23 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.08 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.11 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.11 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE****Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 0.9 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 10 \text{ SGU } /41/ \quad 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 + 28 \cdot 0.60$$

$$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 0.9 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 10 \text{ SGU } /38/ \quad 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00$$

**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 1015 DZWIGAR-PG PD\_1015  
0.50 L = 0.95 m**PUNKT:** 2**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

## OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia:  $7 \text{ SGN } /92/ \quad 1*1.15 + 2*1.00 + 4*0.75 + 30*1.50$

## MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: RK 120x4

$h=12.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=12.0 \text{ cm}$	$A_y=9.07 \text{ cm}^2$	$A_z=9.07 \text{ cm}^2$	$A_x=18.15 \text{ cm}^2$
$t_w=0.4 \text{ cm}$	$I_y=402.28 \text{ cm}^4$	$I_z=402.28 \text{ cm}^4$	$I_x=636.57 \text{ cm}^4$
$t_f=0.4 \text{ cm}$	$W_{ply}=78.33 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=78.33 \text{ cm}^3$	

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 31.77 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 0.11 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.11 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = 0.12 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 426.52 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 0.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 0.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,c,Rd} = 123.13 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 403.13 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 18.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 18.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = -0.05 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 18.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 18.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 123.13 \text{ kN}$
			KLASA PRZEKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 1.89 \text{ m}$	$\text{Lam}_y = 0.38$
$L_{cr,y} = 1.68 \text{ m}$	$X_y = 0.96$
$\text{Lam}_y = 35.68$	$k_{zy} = 0.55$



względem osi z:

$L_z = 1.89 \text{ m}$	$\text{Lam}_z = 0.43$
$L_{cr,z} = 1.89 \text{ m}$	$X_z = 0.95$
$\text{Lam}_z = 40.23$	$k_{zz} = 0.92$

wyboczenie skrętne:

$\text{Krzywa}_T = a$	$\alpha_T = 0.21$
$L_t = 1.89 \text{ m}$	$f_{iT} = 0.49$
$N_{cr,T} = 113942.59 \text{ kN}$	$X_T = 1.00$
$\text{Lam}_T = 0.38$	$N_{b,T,Rd} = 426.52 \text{ kN}$

wyboczenie giętno-skrętne

$\text{Krzywa}_{TF} = a$	$\alpha_{TF} = 0.21$
$N_{cr,y} = 2954.13 \text{ kN}$	$f_{iT,TF} = 0.49$
$N_{cr,TF} = 113942.59 \text{ kN}$	$X_{TF} = 1.00$
$\text{Lam}_{TF} = 0.06$	$N_{b,TF,Rd} = 426.52 \text{ kN}$

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.07 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.67} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.67} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\text{Lam}_y = 35.68 < \text{Lam}_{y,max} = 210.00 \quad \text{Lam}_z = 40.23 < \text{Lam}_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/\text{Min}(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.08 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.09 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.09 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

## PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 0.9 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:**  $10 \text{ SGU } /31/ \quad 1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.50 + 30*1.00$

$$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 0.9 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:**  $10 \text{ SGU } /38/ \quad 1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00$

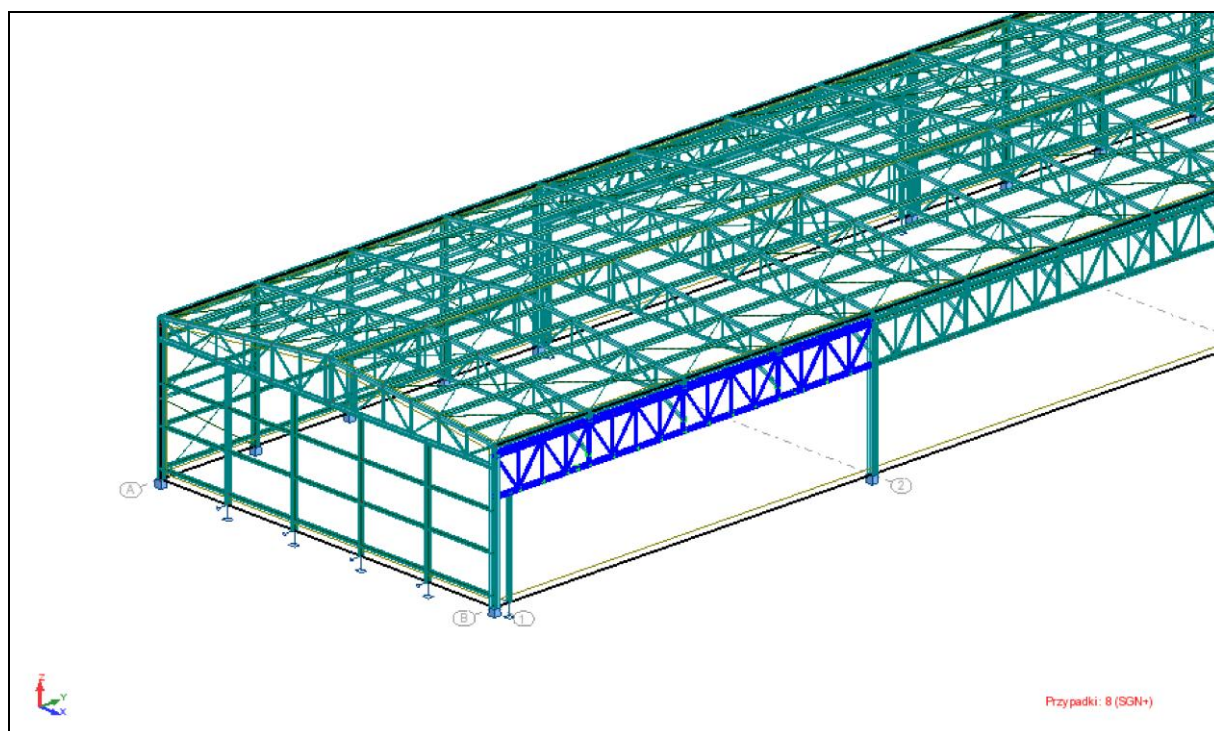


**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**



## Podciąg kratownicowy.



## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 40

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 1.00$   $L = 5.00$  m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /124/  $1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.50 + 30 \cdot 0.90$

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



### PARAMETRY PRZĘKROJU: HEA 260

$h = 25.0$  cm

$b = 26.0$  cm

$t_w = 0.8$  cm

$t_f = 1.3$  cm

$gM0 = 1.00$

$A_y = 73.53$  cm<sup>2</sup>

$I_y = 10450.00$  cm<sup>4</sup>

$W_{ply} = 919.77$  cm<sup>3</sup>

$gM1 = 1.00$

$A_z = 28.74$  cm<sup>2</sup>

$I_z = 3670.00$  cm<sup>4</sup>

$W_{plz} = 430.17$  cm<sup>3</sup>

$A_x = 86.80$  cm<sup>2</sup>

$I_x = 52.60$  cm<sup>4</sup>

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 156.69$  kN

$N_{c,Rd} = 2039.80$  kN

$N_{b,Rd} = 1922.42$  kN

$M_{y,Ed} = 13.07$  kN\*m

$M_{y,Ed,max} = 13.07$  kN\*m

$M_{y,c,Rd} = 216.15$  kN\*m

$M_{N,y,Rd} = 216.15$  kN\*m

$M_{z,Ed} = -9.21$  kN\*m

$M_{z,Ed,max} = -9.21$  kN\*m

$M_{z,c,Rd} = 101.09$  kN\*m

$M_{N,z,Rd} = 101.09$  kN\*m

$V_{y,Ed} = 2.94$  kN

$V_{y,T,Rd} = 979.95$  kN

$V_{z,Ed} = 9.42$  kN

$V_{z,T,Rd} = 385.78$  kN

$T_{t,Ed} = -0.25$  kN\*m

KLASA PRZĘKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 5.00 \text{ m}$   
 $L_{cr,y} = 5.00 \text{ m}$   
 $\lambda_{my} = 45.57$

$\lambda_{my} = 0.49$   
 $\chi_y = 0.95$   
 $\eta_y = 0.55$



względem osi z:

$L_z = 5.00 \text{ m}$   
 $L_{cr,z} = 3.30 \text{ m}$   
 $\lambda_{mz} = 50.75$

$\lambda_{mz} = 0.54$   
 $\chi_z = 0.94$   
 $\eta_z = 0.94$

wyboczenie skrętne:

$Kr_{ywa}, T = a_0$   
 $L_t = 5.00 \text{ m}$   
 $N_{cr}, T = 5249.19 \text{ kN}$   
 $\lambda_{mT} = 0.49$

$\alpha, T = 0.13$   
 $\eta, T = 0.72$   
 $\chi, T = 0.92$   
 $N_{b,T}, R_d = 1878.76 \text{ kN}$

wyboczenie giętno-skrętne

$Kr_{ywa}, T_F = a_0$   
 $N_{cr,y} = 8663.54 \text{ kN}$   
 $N_{cr}, T_F = 5249.19 \text{ kN}$   
 $\lambda_{mT_F} = 0.62$

$\alpha, T_F = 0.13$   
 $\eta, T_F = 0.72$   
 $\chi, T_F = 0.92$   
 $N_{b,T_F}, R_d = 1878.76 \text{ kN}$

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$   
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.09 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$   
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6)$   
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6)$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\lambda_{my} = 45.57 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{mz} = 50.75 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$   
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T}, R_d, N_{b,T_F}, R_d) = 0.08 < 1.00 \quad (6.3.1)$   
 $N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \eta_y \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \eta_z \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.19 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$   
 $N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \eta_y \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \eta_z \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.20 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$

### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.2 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$   
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /31/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.50 + 30\*1.00  
 $u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$   
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /38/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 45

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.49 L = 5.83 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /124/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 30\*0.90

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 260**

$h = 25.0 \text{ cm}$   
 $b = 26.0 \text{ cm}$   
 $t_w = 0.8 \text{ cm}$   
 $t_f = 1.3 \text{ cm}$

$g_{M0} = 1.00$   
 $A_y = 73.53 \text{ cm}^2$   
 $I_y = 10450.00 \text{ cm}^4$   
 $W_{ply} = 919.77 \text{ cm}^3$

$g_{M1} = 1.00$   
 $A_z = 28.74 \text{ cm}^2$   
 $I_z = 3670.00 \text{ cm}^4$   
 $W_{plz} = 430.17 \text{ cm}^3$

$A_x = 86.80 \text{ cm}^2$   
 $I_x = 52.60 \text{ cm}^4$

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 269.66 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 17.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = -10.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = 1.14 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 2039.80 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 17.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = -10.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 994.78 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 1228.07 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 216.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 101.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 7.90 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 214.51 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 101.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 389.25 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = -0.04 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 11.96 \text{ m}$	$\lambda_{m,y} = 1.16$
$L_{cr,y} = 11.96 \text{ m}$	$\chi_y = 0.60$
$\lambda_{my} = 109.00$	$\chi_{yy} = 1.06$



względem osi z:

$L_z = 11.96 \text{ m}$	$\lambda_{m,z} = 0.98$
$L_{cr,z} = 6.00 \text{ m}$	$\chi_z = 0.74$
$\lambda_{mz} = 92.27$	$\chi_{yz} = 0.67$

wyoboczenie skrętne:

$Krzyw_a, T=a0$	$\alpha, T=0.13$
$L_t=11.96 \text{ m}$	$\phi, T=0.87$
$N_{cr,T}=3072.63 \text{ kN}$	$\chi, T=0.85$
$\lambda_{m,T}=1.16$	$N_{b,T,Rd}=1725.33 \text{ kN}$

wyoboczenie giętno-skrętne

$Krzyw_a, TF=a0$	$\alpha, TF=0.13$
$N_{cr,y}=1514.16 \text{ kN}$	$\phi, TF=0.87$
$N_{cr,TF}=3072.63 \text{ kN}$	$\chi, TF=0.85$
$\lambda_{m,TF}=0.81$	$N_{b,TF,Rd}=1725.33 \text{ kN}$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.13 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$
$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.11 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$
$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$
$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$
$$\tau_{ty,Ed}/(\phi_y/(\sqrt{3} \cdot gM_0)) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$
$$\tau_{tz,Ed}/(\phi_z/(\sqrt{3} \cdot gM_0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{m,y} = 109.00 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 92.27 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$
$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.22 < 1.00 \quad (6.3.1)$$
$$N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/gM_1) + \chi_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + \chi_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.37 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$
$$N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/gM_1) + \chi_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + \chi_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.34 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

#### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$$u_y = 2.1 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 6.0 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /31/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.50 + 30\*1.00

$$u_z = 0.5 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 6.0 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /38/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 46

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.18 L = 0.85 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETRY PRZĘKROJU: HEA 180

$h=17.1 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=18.0 \text{ cm}$	$A_y=37.98 \text{ cm}^2$	$A_z=14.52 \text{ cm}^2$	$A_x=45.30 \text{ cm}^2$
$t_w=0.6 \text{ cm}$	$I_y=2510.00 \text{ cm}^4$	$I_z=925.00 \text{ cm}^4$	$I_x=14.90 \text{ cm}^4$
$t_f=0.9 \text{ cm}$	$W_{ply}=324.85 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=156.49 \text{ cm}^3$	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 17.87 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -36.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = -0.19 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = 0.23 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 1064.55 \text{ kN}$	$M_{y,pl,Rd} = 76.34 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,pl,Rd} = 36.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 514.63 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 1064.55 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 76.34 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 36.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 102.58 \text{ kN}$
	$M_{y,V,Rd} = 76.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{N,z,Rd} = 36.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 196.84 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			KLASA PRZĘKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $M_{y,Ed}/M_{y,V,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.48 < 1.00$  (6.2.8)  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.23 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.52 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}\cdot gM0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}\cdot gM0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

#### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



##### Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_y = 0.5 \text{ cm} < u_{y \max} = L/200.00 = 2.4 \text{ cm}$  Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 10 SGU /30/  $1\cdot 1.00 + 2\cdot 1.00 + 30\cdot 1.00$

$u_z = 0.1 \text{ cm} < u_{z \max} = L/200.00 = 2.4 \text{ cm}$  Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 10 SGU /38/  $1\cdot 1.00 + 2\cdot 1.00 + 4\cdot 1.00$



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: [PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014](#), [Eurocode 3: Design of steel structures](#).

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

#### GRUPA:

PRĘT: 47

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.70 L = 3.15 \text{ m}$

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /115/  $1\cdot 1.15 + 2\cdot 1.00 + 4\cdot 1.50$

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

**PARAMETRY PRZĘKROJU: HEA 180**

h=17.1 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=18.0 cm	Ay=37.98 cm <sup>2</sup>	Az=14.52 cm <sup>2</sup>	Ax=45.30 cm <sup>2</sup>
tw=0.6 cm	Iy=2510.00 cm <sup>4</sup>	Iz=925.00 cm <sup>4</sup>	Ix=14.90 cm <sup>4</sup>
tf=0.9 cm	Wply=324.85 cm <sup>3</sup>	Wplz=156.49 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N <sub>Ed</sub> = 380.52 kN	My <sub>Ed</sub> = 0.72 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = -0.08 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = -0.06 kN
N <sub>c,Rd</sub> = 1064.55 kN	My <sub>pl,Rd</sub> = 76.34 kN*m	Mz <sub>pl,Rd</sub> = 36.78 kN*m	Vy <sub>T,Rd</sub> = 514.92 kN
Nb <sub>Rd</sub> = 1064.55 kN	My <sub>c,Rd</sub> = 76.34 kN*m	Mz <sub>c,Rd</sub> = 36.78 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = -0.26 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 55.90 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 35.96 kN*m	Vz <sub>T,Rd</sub> = 196.91 kN
			Tt <sub>Ed</sub> = -0.00 kN*m
			KLASA PRZĘKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.36 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.79} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE****Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

uy = 0.5 cm < uy max = L/200.00 = 2.3 cm Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /30/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 30\*1.00

uz = 0.0 cm < uz max = L/200.00 = 2.3 cm Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 4 D-SN



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

**OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH**

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 48

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.49 L = 6.13 m

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 ) fy = 235.00 MPa

**PARAMETRY PRZĘKROJU: HEA 180**

h=17.1 cm	gM0=1.00	gM1=1.00
-----------	----------	----------

b=18.0 cm	Ay=37.98 cm <sup>2</sup>	Az=14.52 cm <sup>2</sup>	Ax=45.30 cm <sup>2</sup>
tw=0.6 cm	Iy=2510.00 cm <sup>4</sup>	Iz=925.00 cm <sup>4</sup>	Ix=14.90 cm <sup>4</sup>
tf=0.9 cm	Wply=324.85 cm <sup>3</sup>	Wplz=156.49 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = -305.12 kN	My,Ed = 6.05 kN*m	Mz,Ed = 0.19 kN*m	Vy,Ed = 0.11 kN
Nt,Rd = 1064.55 kN	My,pl,Rd = 76.34 kN*m	Mz,pl,Rd = 36.78 kN*m	Vy,T,Rd = 514.64 kN
	My,c,Rd = 76.34 kN*m	Mz,c,Rd = 36.78 kN*m	Vz,Ed = -4.12 kN
	MN,y,Rd = 62.06 kN*m	MN,z,Rd = 36.66 kN*m	Vz,T,Rd = 196.84 kN
			Tt,Ed = -0.01 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.29 < 1.00$  (6.2.3.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.43} = 0.01 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{xy,Ed}/(\tau_{fy}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{xz,Ed}/(\tau_{fz}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

#### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



##### Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_y = 0.7 \text{ cm} < u_{y \max} = L/200.00 = 6.2 \text{ cm}$  Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /30/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 30\*1.00

$u_z = 0.6 \text{ cm} < u_{z \max} = L/200.00 = 6.2 \text{ cm}$  Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /38/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

#### GRUPA:

**PRĘT:** 50

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

#### OBCIĄŻENIA:

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /108/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.75 + 30\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 260

h=25.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=26.0 cm	Ay=73.53 cm <sup>2</sup>	Az=28.74 cm <sup>2</sup>	Ax=86.80 cm <sup>2</sup>
tw=0.8 cm	Iy=10450.00 cm <sup>4</sup>	Iz=3670.00 cm <sup>4</sup>	Ix=52.60 cm <sup>4</sup>
tf=1.3 cm	Wply=919.77 cm <sup>3</sup>	Wplz=430.17 cm <sup>3</sup>	



**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = -11.37 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 2.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = -12.65 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -4.60 \text{ kN}$
$N_{t,Rd} = 2039.80 \text{ kN}$	$M_{y,pl,Rd} = 216.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,pl,Rd} = 101.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 966.81 \text{ kN}$
	$M_{y,c,Rd} = 216.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 101.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = -2.25 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 216.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 101.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 382.73 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = 0.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$   
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.13 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$   
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})\cdot gM_0) = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.6)$   
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})\cdot gM_0) = 0.05 < 1.00 \quad (6.2.6)$

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE****Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** $u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y \max} = L/200.00 = 2.3 \text{ cm}$ 

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /31/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.50 + 30\*1.00 $u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z \max} = L/200.00 = 2.3 \text{ cm}$ 

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /38/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 1308 SKRATOWANIA\_1308**PUNKT:** 3**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

1.00 L = 1.90 m

**OBCIĄŻENIA:****Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /92/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*0.75 + 30\*1.50**MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZEKROJU: RK 60x4**

$h = 6.0 \text{ cm}$	$gM_0 = 1.00$	$gM_1 = 1.00$	
$b = 6.0 \text{ cm}$	$A_y = 4.28 \text{ cm}^2$	$A_z = 4.28 \text{ cm}^2$	$A_x = 8.55 \text{ cm}^2$
$t_w = 0.4 \text{ cm}$	$I_y = 43.55 \text{ cm}^4$	$I_z = 43.55 \text{ cm}^4$	$I_x = 72.64 \text{ cm}^4$
$t_f = 0.4 \text{ cm}$	$W_{ply} = 17.64 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 17.64 \text{ cm}^3$	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 7.83 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 1.63 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.13 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -0.07 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 200.93 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 1.63 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 0.13 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,c,Rd} = 58.00 \text{ kN}$

Nb,Rd = 168.69 kN	My,c,Rd = 4.15 kN*m	Mz,c,Rd = 4.15 kN*m	Vz,Ed = 0.86 kN
	MN,y,Rd = 4.15 kN*m	MN,z,Rd = 4.15 kN*m	Vz,c,Rd = 58.00 kN
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 1.90 m	Lam_y = 0.72
Lcr,y = 1.52 m	Xy = 0.84
Lamy = 67.35	kyy = 0.92



względem osi z:

Lz = 1.90 m	Lam_z = 0.72
Lcr,z = 1.52 m	Xz = 0.84
Lamz = 67.35	kyz = 0.55

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

N,Ed/Nc,Rd = 0.04 < 1.00 (6.2.4.(1))

(My,Ed/MN,y,Rd)^1.66 + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^1.66 = 0.22 < 1.00 (6.2.9.1.(6))

Vy,Ed/Vy,c,Rd = 0.00 < 1.00 (6.2.6.(1))

Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.01 < 1.00 (6.2.6.(1))

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

Lambda,y = 67.35 < Lambda,max = 210.00      Lambda,z = 67.35 < Lambda,max = 210.00      STABILNY

N,Ed/(Xy\*N,Rk/gM1) + kyy\*My,Ed,max/(XLT\*My,Rk/gM1) + kyz\*Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.43 < 1.00 (6.3.3.(4))

N,Ed/(Xz\*N,Rk/gM1) + kzy\*My,Ed,max/(XLT\*My,Rk/gM1) + kzz\*Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.29 < 1.00 (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

#### GRUPA:

**PRĘT:** 1324 SKRATOWANIA\_1324

1.00 L = 1.90 m

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /92/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*0.75 + 30\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )      fy = 235.00 MPa



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RK 60x4

h=6.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=6.0 cm	Ay=4.28 cm <sup>2</sup>	Az=4.28 cm <sup>2</sup>	Ax=8.55 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=43.55 cm <sup>4</sup>	Iz=43.55 cm <sup>4</sup>	Ix=72.64 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=17.64 cm <sup>3</sup>	Wplz=17.64 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 1.45 kN	My,Ed = 1.38 kN*m	Mz,Ed = -0.09 kN*m	Vy,Ed = 0.05 kN
Nc,Rd = 200.93 kN	My,Ed,max = 1.38 kN*m	Mz,Ed,max = -0.09 kN*m	Vy,c,Rd = 58.00 kN
Nb,Rd = 168.69 kN	My,c,Rd = 4.15 kN*m	Mz,c,Rd = 4.15 kN*m	Vz,Ed = 0.73 kN
	MN,y,Rd = 4.15 kN*m	MN,z,Rd = 4.15 kN*m	Vz,c,Rd = 58.00 kN
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 1.90 \text{ m}$        $\lambda_{m,y} = 0.72$   
 $L_{cr,y} = 1.52 \text{ m}$        $X_y = 0.84$   
 $\lambda_{m,y} = 67.35$        $k_{yy} = 0.90$



względem osi z:

$L_z = 1.90 \text{ m}$        $\lambda_{m,z} = 0.72$   
 $L_{cr,z} = 1.52 \text{ m}$        $X_z = 0.84$   
 $\lambda_{m,z} = 67.35$        $k_{yz} = 0.54$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.66} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.66} = 0.16 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6.(1))

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\lambda_{m,y} = 67.35 < \lambda_{m,max} = 210.00$        $\lambda_{m,z} = 67.35 < \lambda_{m,max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.32 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.21 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 1908 SKRATOWANIA\_1908**PUNKT:** 1**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

0.00 L = 0.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /127/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 31\*0.90

**MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )       $f_y = 235.00 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZEKROJU: RK 100x4**

$h=10.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=10.0 \text{ cm}$	$A_y=7.48 \text{ cm}^2$	$A_z=7.48 \text{ cm}^2$	$A_x=14.95 \text{ cm}^2$
$t_w=0.4 \text{ cm}$	$I_y=226.35 \text{ cm}^4$	$I_z=226.35 \text{ cm}^4$	$I_x=362.01 \text{ cm}^4$
$t_f=0.4 \text{ cm}$	$W_{ply}=53.30 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=53.30 \text{ cm}^3$	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = -35.44 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 1.10 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = 0.61 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = 0.17 \text{ kN}$
$N_{t,Rd} = 351.32 \text{ kN}$	$M_{y,pl,Rd} = 12.53 \text{ kN*m}$	$M_{z,pl,Rd} = 12.53 \text{ kN*m}$	$V_{y,T,Rd} = 100.34 \text{ kN}$
	$M_{y,c,Rd} = 12.53 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 12.53 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = -1.18 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 12.53 \text{ kN*m}$	$M_{N,z,Rd} = 12.53 \text{ kN*m}$	$V_{z,T,Rd} = 100.34 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = -0.11 \text{ kN*m}$
			<b>KLASA PRZEKROJU = 1</b>

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.10 < 1.00$  (6.2.3.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.68} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.68} = 0.02 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)

$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1909 SKRATOWANIA\_1909

0.50 L = 1.17 m

**PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 100x4**

$h=10.0$ cm	$g_{M0}=1.00$	$g_{M1}=1.00$	
$b=10.0$ cm	$A_y=7.48$ cm <sup>2</sup>	$A_z=7.48$ cm <sup>2</sup>	$A_x=14.95$ cm <sup>2</sup>
$t_w=0.4$ cm	$I_y=226.35$ cm <sup>4</sup>	$I_z=226.35$ cm <sup>4</sup>	$I_x=362.01$ cm <sup>4</sup>
$t_f=0.4$ cm	$W_{ply}=53.30$ cm <sup>3</sup>	$W_{plz}=53.30$ cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 152.03$ kN	$M_{y,Ed} = -0.19$ kN*m	$M_{z,Ed} = -0.09$ kN*m	$V_{y,Ed} = 0.07$ kN
$N_{c,Rd} = 351.32$ kN	$M_{y,Ed,max} = -0.49$ kN*m	$M_{z,Ed,max} = -0.17$ kN*m	$V_{y,c,Rd} = 101.42$ kN
$N_{b,Rd} = 323.54$ kN	$M_{y,c,Rd} = 12.53$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 12.53$ kN*m	$V_{z,Ed} = -0.21$ kN
	$MN_{y,Rd} = 9.26$ kN*m	$MN_{z,Rd} = 9.26$ kN*m	$V_{z,c,Rd} = 101.42$ kN
			KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

$L_y = 2.33$ m	$\lambda_{m,y} = 0.51$
$L_{cr,y} = 1.87$ m	$\chi_y = 0.92$
$\lambda_{m,y} = 47.97$	$\chi_{yy} = 1.03$



względem osi z:

$L_z = 2.33$ m	$\lambda_{m,z} = 0.51$
$L_{cr,z} = 1.87$ m	$\chi_z = 0.92$
$\lambda_{m,z} = 47.97$	$\chi_{yz} = 0.62$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.43 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.11} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.11} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\lambda_{m,y} = 47.97 < \lambda_{m,max} = 210.00$   $\lambda_{m,z} = 47.97 < \lambda_{m,max} = 210.00$  STABILNY  
 $N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.52 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_{yz} \cdot M_{y,Ed,max}/(\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.51 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1910 SKRATOWANIA\_1910  
0.00 L = 0.00 m

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 80x4**

h=8.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=8.0 cm

Ay=5.88 cm<sup>2</sup>

Az=5.88 cm<sup>2</sup>

Ax=11.75 cm<sup>2</sup>

tw=0.4 cm

Iy=111.04 cm<sup>4</sup>

Iz=111.04 cm<sup>4</sup>

Ix=180.44 cm<sup>4</sup>

tf=0.4 cm

Wply=33.07 cm<sup>3</sup>

Wplz=33.07 cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N<sub>Ed</sub> = -135.73 kN

V<sub>y,Ed</sub> = -0.03 kN

N<sub>t,Rd</sub> = 276.13 kN

V<sub>y,c,Rd</sub> = 79.71 kN

V<sub>z,Ed</sub> = -0.04 kN

V<sub>z,c,Rd</sub> = 79.71 kN

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

*Kontrola wytrzymałości przekroju:*

N<sub>Ed</sub>/N<sub>t,Rd</sub> = 0.49 < 1.00 (6.2.3.(1))

V<sub>y,Ed</sub>/V<sub>y,c,Rd</sub> = 0.00 < 1.00 (6.2.6.(1))

V<sub>z,Ed</sub>/V<sub>z,c,Rd</sub> = 0.00 < 1.00 (6.2.6.(1))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1-2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1911 SKRATOWANIA\_1911  
0.50 L = 1.17 m

**PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /124/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 30\*0.90

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 80x4**

h=8.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=8.0 cm

Ay=5.88 cm<sup>2</sup>

Az=5.88 cm<sup>2</sup>

Ax=11.75 cm<sup>2</sup>

tw=0.4 cm	Iy=111.04 cm <sup>4</sup>	Iz=111.04 cm <sup>4</sup>	Ix=180.44 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=33.07 cm <sup>3</sup>	Wplz=33.07 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N <sub>Ed</sub> = 108.46 kN	My <sub>Ed</sub> = -0.01 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = 0.65 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = -0.45 kN
Nc,Rd = 276.13 kN	My <sub>Ed,max</sub> = -0.09 kN*m	Mz <sub>Ed,max</sub> = 1.06 kN*m	Vy,c,Rd = 79.71 kN
Nb,Rd = 240.64 kN	My,c,Rd = 7.77 kN*m	Mz,c,Rd = 7.77 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = -0.04 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 6.11 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 6.11 kN*m	Vz,c,Rd = 79.71 kN
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 2.33 m	Lam_y = 0.65
Lcr,y = 1.87 m	Xy = 0.87
Lamy = 60.71	kzy = 0.65



względem osi z:

Lz = 2.33 m	Lam_z = 0.65
Lcr,z = 1.87 m	Xz = 0.87
Lamz = 60.71	kzz = 1.08

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.39 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.01} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.01} = 0.01 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{y} = 60.71 < \Lambda_{y,max} = 210.00$       $\Lambda_{z} = 60.71 < \Lambda_{z,max} = 210.00$      STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.55 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.61 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

#### GRUPA:

**PRĘT:** 1915 SKRATOWANIA\_1915  
0.00 L = 0.00 m

**PUNKT:** 1     **WSPÓŁRZĘDNA:** x =

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )     fy = 235.00 MPa



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RK 100x4

h=10.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=10.0 cm	Ay=7.48 cm <sup>2</sup>	Az=7.48 cm <sup>2</sup>	Ax=14.95 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=226.35 cm <sup>4</sup>	Iz=226.35 cm <sup>4</sup>	Ix=362.01 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=53.30 cm <sup>3</sup>	Wplz=53.30 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N <sub>Ed</sub> = -215.84 kN	My <sub>Ed</sub> = -0.16 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = -0.27 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = -0.07 kN
Nt,Rd = 351.32 kN	My <sub>pl,Rd</sub> = 12.53 kN*m	Mz <sub>pl,Rd</sub> = 12.53 kN*m	Vy,T,Rd = 100.86 kN
	My,c,Rd = 12.53 kN*m	Mz,c,Rd = 12.53 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = -0.12 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 6.29 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 6.29 kN*m	Vz,T,Rd = 100.86 kN
			Tt,Ed = 0.05 kN*m



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.61 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.89} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.89} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** *PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.***TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 1918 SKRATOWANIA\_1918

0.50 L = 1.17 m

**PUNKT:** 2**WSPÓŁRZĘDNA:** x =**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

**MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 100x4**

h=10.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=10.0 cm

Ay=7.48 cm<sup>2</sup>Az=7.48 cm<sup>2</sup>Ax=14.95 cm<sup>2</sup>

tw=0.4 cm

Iy=226.35 cm<sup>4</sup>Iz=226.35 cm<sup>4</sup>Ix=362.01 cm<sup>4</sup>

tf=0.4 cm

Wply=53.30 cm<sup>3</sup>Wplz=53.30 cm<sup>3</sup>**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**N<sub>Ed</sub> = 212.95 kNM<sub>y,Ed</sub> = -0.29 kN\*mM<sub>z,Ed</sub> = -0.06 kN\*mV<sub>y,Ed</sub> = -0.05 kNN<sub>c,Rd</sub> = 351.32 kNM<sub>y,Ed,max</sub> = -0.68 kN\*mM<sub>z,Ed,max</sub> = -0.11 kN\*mV<sub>y,c,Rd</sub> = 101.42 kNN<sub>b,Rd</sub> = 323.54 kNM<sub>y,c,Rd</sub> = 12.53 kN\*mM<sub>z,c,Rd</sub> = 12.53 kN\*mV<sub>z,Ed</sub> = 0.29 kNM<sub>N,y,Rd</sub> = 6.43 kN\*mM<sub>N,z,Rd</sub> = 6.43 kN\*mV<sub>z,c,Rd</sub> = 101.42 kN

KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

L<sub>y</sub> = 2.33 mL<sub>am,y</sub> = 0.51L<sub>cr,y</sub> = 1.87 mX<sub>y</sub> = 0.92L<sub>amy</sub> = 47.97k<sub>yy</sub> = 1.08

względem osi z:

L<sub>z</sub> = 2.33 mL<sub>am,z</sub> = 0.51L<sub>cr,z</sub> = 1.87 mX<sub>z</sub> = 0.92L<sub>amz</sub> = 47.97k<sub>yz</sub> = 0.65**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.61 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.84} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.84} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\Lambda_{b,y} = 47.97 < \Lambda_{b,max} = 210.00$        $\Lambda_{b,z} = 47.97 < \Lambda_{b,max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.72 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.70 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1922 SKRATOWANIA\_1922  
0.50 L = 1.17 m

**PUNKT:** 2      **WSPÓŁRZĘDNA:** x =

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /124/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 30\*0.90

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )       $f_y = 235.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 100x4**

h=10.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=10.0 cm	Ay=7.48 cm <sup>2</sup>	Az=7.48 cm <sup>2</sup>	Ax=14.95 cm <sup>2</sup>
tw=0.4 cm	Iy=226.35 cm <sup>4</sup>	Iz=226.35 cm <sup>4</sup>	Ix=362.01 cm <sup>4</sup>
tf=0.4 cm	Wply=53.30 cm <sup>3</sup>	Wplz=53.30 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 171.66$ kN	$M_{y,Ed} = -0.14$ kN*m	$M_{z,Ed} = 0.84$ kN*m	$V_{y,Ed} = 0.62$ kN
$N_{c,Rd} = 351.32$ kN	$M_{y,Ed,max} = -0.38$ kN*m	$M_{z,Ed,max} = 1.45$ kN*m	$V_{y,c,Rd} = 101.42$ kN
$N_{b,Rd} = 323.54$ kN	$M_{y,c,Rd} = 12.53$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 12.53$ kN*m	$V_{z,Ed} = 0.16$ kN
	$MN_{y,Rd} = 8.34$ kN*m	$MN_{z,Rd} = 8.34$ kN*m	$V_{z,c,Rd} = 101.42$ kN

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

$L_y = 2.33$  m       $\Lambda_{m,y} = 0.51$   
 $L_{cr,y} = 1.87$  m       $X_y = 0.92$   
 $\Lambda_{my} = 47.97$        $k_{zy} = 0.63$



względem osi z:

$L_z = 2.33$  m       $\Lambda_{m,z} = 0.51$   
 $L_{cr,z} = 1.87$  m       $X_z = 0.92$   
 $\Lambda_{mz} = 47.97$        $k_{zz} = 1.05$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.49 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.27} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.27} = 0.01 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6.(1))  
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1))

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\Lambda_{b,y} = 47.97 < \Lambda_{b,max} = 210.00$        $\Lambda_{b,z} = 47.97 < \Lambda_{b,max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.64 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.67 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1923 SKRATOWANIA\_1923  
1.00 L = 2.33 m

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:** x =

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 100x4**

h=10.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=10.0 cm

Ay=7.48 cm<sup>2</sup>

Az=7.48 cm<sup>2</sup>

Ax=14.95 cm<sup>2</sup>

tw=0.4 cm

Iy=226.35 cm<sup>4</sup>

Iz=226.35 cm<sup>4</sup>

Ix=362.01 cm<sup>4</sup>

tf=0.4 cm

Wply=53.30 cm<sup>3</sup>

Wplz=53.30 cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N<sub>Ed</sub> = -203.27 kN

V<sub>y,Ed</sub> = 0.04 kN

N<sub>t,Rd</sub> = 351.32 kN

V<sub>y,c,Rd</sub> = 101.42 kN

V<sub>z,Ed</sub> = 0.17 kN

V<sub>z,c,Rd</sub> = 101.42 kN

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

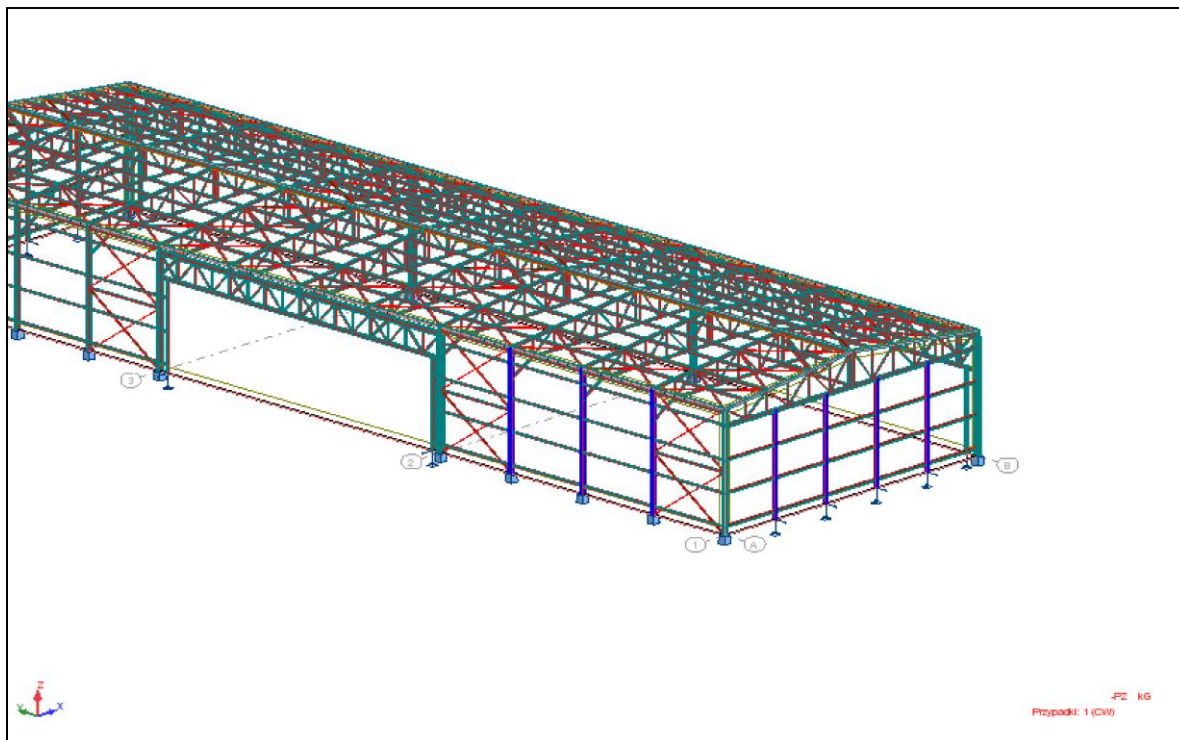
N<sub>Ed</sub>/N<sub>t,Rd</sub> = 0.58 < 1.00 (6.2.3.(1))

V<sub>y,Ed</sub>/V<sub>y,c,Rd</sub> = 0.00 < 1.00 (6.2.6.(1))

V<sub>z,Ed</sub>/V<sub>z,c,Rd</sub> = 0.00 < 1.00 (6.2.6.(1))

**Profil poprawny !!!**

## Słupy pośrednie.



## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 654 SŁUP SZCZYT\_654 **PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.04 L = 0.25 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia:  $7 \text{ SGN} / 121 / 1 * 1.15 + 2 * 1.00 + 4 * 1.50 + 29 * 0.90$

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 240

$h = 24.0 \text{ cm}$

$gM0 = 1.00$

$gM1 = 1.00$

$b = 12.0 \text{ cm}$

$A_y = 27.30 \text{ cm}^2$

$A_z = 19.13 \text{ cm}^2$

$A_x = 39.10 \text{ cm}^2$

$t_w = 0.6 \text{ cm}$

$I_y = 3890.00 \text{ cm}^4$

$I_z = 284.00 \text{ cm}^4$

$I_x = 13.30 \text{ cm}^4$

$t_f = 1.0 \text{ cm}$

$W_{ply} = 366.65 \text{ cm}^3$

$W_{plz} = 73.92 \text{ cm}^3$

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 29.87 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = 0.53 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed} = 0.20 \text{ kN*m}$

$V_{y,Ed} = -0.79 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} = 918.85 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,max} = 3.66 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed,max} = 0.42 \text{ kN*m}$

$V_{y,T,Rd} = 365.40 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 244.97 \text{ kN}$

$M_{y,c,Rd} = 86.16 \text{ kN*m}$

$M_{z,c,Rd} = 17.37 \text{ kN*m}$

$V_{z,Ed} = 2.08 \text{ kN}$

$MN_{y,Rd} = 86.16 \text{ kN*m}$

$MN_{z,Rd} = 17.37 \text{ kN*m}$

$V_{z,T,Rd} = 257.34 \text{ kN}$

$T_{t,Ed} = 0.06 \text{ kN*m}$

KLASA PRZEKROJU = 1



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 6.30 \text{ m}$   $\lambda_{m,y} = 0.67$   
 $L_{cr,y} = 6.30 \text{ m}$   $X_y = 0.86$   
 $\lambda_{my} = 63.16$   $\chi_y = 0.55$



względem osi z:

$L_z = 6.30 \text{ m}$   $\lambda_{m,z} = 1.74$   
 $L_{cr,z} = 4.41 \text{ m}$   $X_z = 0.27$   
 $\lambda_{mz} = 163.63$   $\chi_{zz} = 1.05$

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

#### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.01 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.03 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.02 < 1.00$  (6.2.6)

#### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{m,y} = 63.16 < \lambda_{m,max} = 210.00$   $\lambda_{m,z} = 163.63 < \lambda_{m,max} = 210.00$  STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_y \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.09 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_z \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.17 < 1.00$  (6.3.3.(4))

### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY): Nie analizowano



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

$v_x = 1.4 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 4.2 \text{ cm}$  Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /41/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 + 28 \cdot 0.60$   
 $v_y = 1.3 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 4.2 \text{ cm}$  Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /50/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 + 31 \cdot 0.60$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

### GRUPA:

**PRĘT:** 656 SŁUP SZCZYT\_656 **PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.04 L = 0.25 \text{ m}$

### OBCIĄŻENIA:

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /121/  $1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.50 + 29 \cdot 0.90$

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 240

$h = 24.0 \text{ cm}$	$g_{M0} = 1.00$	$g_{M1} = 1.00$	
$b = 12.0 \text{ cm}$	$A_y = 27.30 \text{ cm}^2$	$A_z = 19.13 \text{ cm}^2$	$A_x = 39.10 \text{ cm}^2$
$t_w = 0.6 \text{ cm}$	$I_y = 3890.00 \text{ cm}^4$	$I_z = 284.00 \text{ cm}^4$	$I_x = 13.30 \text{ cm}^4$
$t_f = 1.0 \text{ cm}$	$W_{ply} = 366.65 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 73.92 \text{ cm}^3$	

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 28.77 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 0.53 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.19 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{y,Ed} = -0.77 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 918.85 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 3.66 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 0.41 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 365.40 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 244.97 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 86.16 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 17.37 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{z,Ed} = 2.08 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 86.16 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{N,z,Rd} = 17.37 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 257.34 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = 0.06 \text{ kN} \cdot \text{m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 6.30 \text{ m}$        $\lambda_{my} = 0.67$   
 $L_{cr,y} = 6.30 \text{ m}$        $X_y = 0.86$   
 $\lambda_{my} = 63.16$        $k_{zy} = 0.55$



względem osi z:

$L_z = 6.30 \text{ m}$        $\lambda_{mz} = 1.74$   
 $L_{cr,z} = 4.41 \text{ m}$        $X_z = 0.27$   
 $\lambda_{mz} = 163.63$        $k_{zz} = 1.05$

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

#### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.01 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.03 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.02 < 1.00$  (6.2.6)

#### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{my} = 63.16 < \lambda_{max} = 210.00$        $\lambda_{mz} = 163.63 < \lambda_{max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.09 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.17 < 1.00$  (6.3.3.(4))

### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** Nie analizowano



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

$v_x = 1.4 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 4.2 \text{ cm}$       Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /41/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00 + 28\*0.60  
 $v_y = 1.4 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 4.2 \text{ cm}$       Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /50/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*1.00 + 31\*0.60

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1807

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /124/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 30\*0.90

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )       $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 300

$h = 30.0 \text{ cm}$	$g_{M0} = 1.00$	$g_{M1} = 1.00$	
$b = 15.0 \text{ cm}$	$A_y = 36.15 \text{ cm}^2$	$A_z = 25.67 \text{ cm}^2$	$A_x = 53.80 \text{ cm}^2$
$t_w = 0.7 \text{ cm}$	$I_y = 8360.00 \text{ cm}^4$	$I_z = 604.00 \text{ cm}^4$	$I_x = 20.70 \text{ cm}^4$
$t_f = 1.1 \text{ cm}$	$W_{ply} = 628.36 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 125.22 \text{ cm}^3$	

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 98.86 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -50.99 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed} = -0.70 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{y,Ed} = -0.45 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 1264.30 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 64.80 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed,max} = -1.40 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 489.69 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 388.60 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 147.66 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 29.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{z,Ed} = 21.96 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 147.66 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{N,z,Rd} = 29.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 347.91 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = 0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

$L_y = 7.20 \text{ m}$        $\lambda_{m,y} = 1.11$   
 $L_{cr,y} = 12.94 \text{ m}$        $X_y = 0.59$   
 $\lambda_{m,y} = 103.79$        $\kappa_{yy} = 1.00$



względem osi z:

$L_z = 7.20 \text{ m}$        $\lambda_{m,z} = 1.60$   
 $L_{cr,z} = 5.04 \text{ m}$        $X_z = 0.31$   
 $\lambda_{m,z} = 150.42$        $\kappa_{yz} = 0.73$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**
 $N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$ 
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$ 
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$ 
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$ 
 $\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$ 
 $\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$ 
**Kontrola stateczności globalnej pręta:**
 $\lambda_{m,y} = 103.79 < \lambda_{m,max} = 210.00$        $\lambda_{m,z} = 150.42 < \lambda_{m,max} = 210.00$       STABILNY

 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \kappa_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \kappa_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.60 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$ 
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \kappa_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \kappa_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.57 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$ 
**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE****Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** Nie analizowano**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**
 $v_x = 1.8 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 4.8 \text{ cm}$ 

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /23/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.50 + 28\*1.00

 $v_y = 0.1 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 4.8 \text{ cm}$ 

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /35/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.50 + 31\*1.00
**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 1808**PUNKT:** 1**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m**OBCIĄŻENIA:**
**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /124/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50 + 30\*0.90
**MATERIAŁ:**S 235 ( S 235 )       $f_y = 235.00 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 300** $h = 30.0 \text{ cm}$  $g_{M0} = 1.00$  $g_{M1} = 1.00$  $b = 15.0 \text{ cm}$  $A_y = 36.15 \text{ cm}^2$  $A_z = 25.67 \text{ cm}^2$  $A_x = 53.80 \text{ cm}^2$  $t_w = 0.7 \text{ cm}$  $I_y = 8360.00 \text{ cm}^4$  $I_z = 604.00 \text{ cm}^4$  $I_x = 20.70 \text{ cm}^4$  $t_f = 1.1 \text{ cm}$  $W_{ply} = 628.36 \text{ cm}^3$  $W_{plz} = 125.22 \text{ cm}^3$ **SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:** $N_{Ed} = 94.03 \text{ kN}$  $M_{y,Ed} = -45.63 \text{ kN} \cdot \text{m}$  $M_{z,Ed} = -0.40 \text{ kN} \cdot \text{m}$  $V_{y,Ed} = -0.15 \text{ kN}$  $N_{c,Rd} = 1264.30 \text{ kN}$  $M_{y,Ed,max} = 62.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$  $M_{z,Ed,max} = 0.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$  $V_{y,T,Rd} = 489.93 \text{ kN}$  $N_{b,Rd} = 388.60 \text{ kN}$  $M_{y,c,Rd} = 147.66 \text{ kN} \cdot \text{m}$  $M_{z,c,Rd} = 29.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$  $V_{z,Ed} = 20.59 \text{ kN}$

$MN_{y,Rd} = 147.66 \text{ kN*m}$      $MN_{z,Rd} = 29.43 \text{ kN*m}$      $V_{z,T,Rd} = 348.03 \text{ kN}$   
 $T_{t,Ed} = -0.01 \text{ kN*m}$   
**KLASA PRZEKROJU = 1**



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 7.20 \text{ m}$      $\lambda_{m,y} = 1.11$   
 $L_{cr,y} = 12.94 \text{ m}$      $X_y = 0.59$   
 $\lambda_{m,y} = 103.79$      $\chi_y = 0.99$



względem osi z:

$L_z = 7.20 \text{ m}$      $\lambda_{m,z} = 1.60$   
 $L_{cr,z} = 5.04 \text{ m}$      $X_z = 0.31$   
 $\lambda_{m,z} = 150.42$      $\chi_z = 0.72$

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

#### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.07 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.11 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.06 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

#### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{m,y} = 103.79 < \lambda_{m,max} = 210.00$      $\lambda_{m,z} = 150.42 < \lambda_{m,max} = 210.00$     **STABILNY**  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_y \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_z \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.57 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_z \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_z \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.53 < 1.00$  (6.3.3.(4))

### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** Nie analizowano



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

$v_x = 1.7 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 4.8 \text{ cm}$     Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /41/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 + 28 \cdot 0.60$   
 $v_y = 0.1 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 4.8 \text{ cm}$     Zweryfikowano  
**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /35/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 0.50 + 31 \cdot 1.00$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

### GRUPA:

**PRĘT:** 1809

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.60 L = 4.30 \text{ m}$

### OBCIĄŻENIA:

**Decydujący przypadek obciążenia:** 7 SGN /124/  $1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.50 + 30 \cdot 0.90$

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )     $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 300

$h = 30.0 \text{ cm}$      $g_{M0} = 1.00$      $g_{M1} = 1.00$   
 $b = 15.0 \text{ cm}$      $A_y = 36.15 \text{ cm}^2$      $A_z = 25.67 \text{ cm}^2$      $A_x = 53.80 \text{ cm}^2$   
 $t_w = 0.7 \text{ cm}$      $I_y = 8360.00 \text{ cm}^4$      $I_z = 604.00 \text{ cm}^4$      $I_x = 20.70 \text{ cm}^4$   
 $t_f = 1.1 \text{ cm}$      $W_{ply} = 628.36 \text{ cm}^3$      $W_{plz} = 125.22 \text{ cm}^3$

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 88.76 \text{ kN}$      $M_{y,Ed} = 39.47 \text{ kN*m}$      $M_{z,Ed} = 0.67 \text{ kN*m}$      $V_{y,Ed} = -1.29 \text{ kN}$

Nc,Rd = 1264.30 kN	My,Ed,max = 59.81 kN*m	Mz,Ed,max = 0.67 kN*m	Vy,T,Rd = 487.18 kN
Nb,Rd = 388.60 kN	My,c,Rd = 147.66 kN*m	Mz,c,Rd = 29.43 kN*m	Vz,Ed = 18.86 kN
	MN,y,Rd = 147.66 kN*m	MN,z,Rd = 29.43 kN*m	Vz,T,Rd = 346.73 kN
			Tt,Ed = -0.04 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 7.20 m	Lam_y = 1.11
Lcr,y = 12.94 m	Xy = 0.59
Lamy = 103.79	ky = 0.99



względem osi z:

Lz = 7.20 m	Lam_z = 1.60
Lcr,z = 5.04 m	Xz = 0.31
Lamz = 150.42	kyz = 0.71

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.07 < 1.00$  (6.2.4.(1))

$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.09 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))

$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)

$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.05 < 1.00$  (6.2.6-7)

$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.02 < 1.00$  (6.2.6)

$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{y} = 103.79 < \lambda_{max} = 210.00$        $\lambda_{z} = 150.42 < \lambda_{max} = 210.00$       STABILNY

$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.53 < 1.00$  (6.3.3.(4))

$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.49 < 1.00$  (6.3.3.(4))

#### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** Nie analizowano



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

$v_x = 1.5 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 4.8 \text{ cm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /41/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 + 28 \cdot 0.60$

$v_y = 0.1 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 4.8 \text{ cm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGU /35/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 0.50 + 31 \cdot 1.00$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA WĘZŁÓW I ZAKOTWIEŃ.



Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

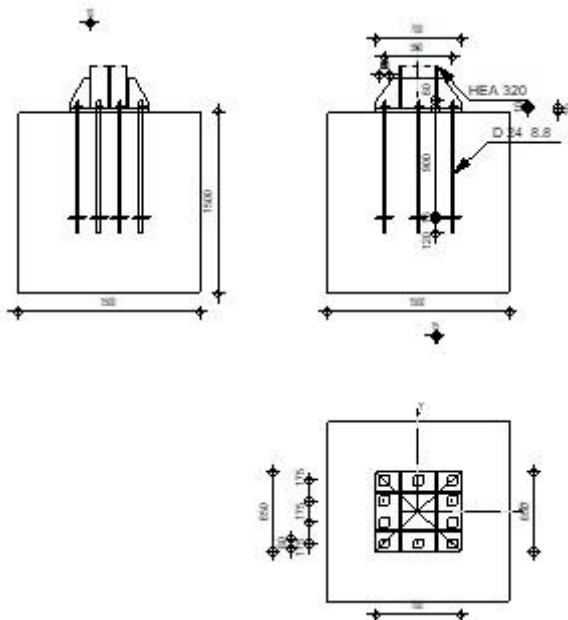
### Obliczenia stóp słupów utwierdzonych

Eurocode 3: PN-EN 1993-1-8:2006/AC:2009 + CEB Design Guide:

Design of fastenings in concrete



Proporcja  
0,84



## 6.1 Ogólne

Nr połączenia: 3  
Nazwa połączenia: Stopa zamocowana  
Węzeł konstrukcji: 800  
Pręty konstrukcji: 873

## 6.2 Geometria

### 6.2.1 Słup

Profil:	HEA 320	
Nr pręta:	873	
$L_c =$	6,80 [m]	Długość słupa
$\alpha =$	0,0 [Deg]	Kąt nachylenia
$h_c =$	310 [mm]	Wysokość przekroju słupa
$b_{fc} =$	300 [mm]	Szerokość przekroju słupa
$t_{wc} =$	9 [mm]	Grubość środnika przekroju słupa
$t_{fc} =$	16 [mm]	Grubość półki przekroju słupa
$r_c =$	27 [mm]	Promień zaokrąglenia przekroju słupa
$A_c =$	124,00 [cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju słupa
$I_{yc} =$	22930,00 [cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju słupa
Materiał:	S 235	
$f_{yc} =$	235,00 [MPa]	Wytrzymałość
$f_{uc} =$	360,00 [MPa]	Granica wytrzymałości materiału

### 6.2.2 Podstawa stopy słupa

$l_{pd} =$	700 [mm]	Długość
$b_{pd} =$	650 [mm]	Szerokość
$t_{pd} =$	30 [mm]	Grubość

Materiał: S 235  
 $f_{ypd} = 235,00$  [MPa] Wytrzymałość  
 $f_{upd} = 360,00$  [MPa] Granica wytrzymałości materiału

### 6.2.3 Zakotwienie

Płaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

Klasa = 8.8      Klasa kotew  
 $f_{yb} = 640,00$  [MPa] Granica plastyczności materiału śruby  
 $f_{ub} = 800,00$  [MPa] Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie  
 $d = 24$  [mm] Średnica śruby  
 $A_s = 3,53$  [cm<sup>2</sup>] Powierzchnia przekroju czynnego śruby  
 $A_v = 4,52$  [cm<sup>2</sup>] Powierzchnia przekroju śruby  
 $n_H = 3$  Ilość kolumn śrub  
 $n_V = 4$  Ilość rzędów śrub  
 Rozstaw poziomy  $e_{Hi} = 280$  [mm]  
 Rozstaw pionowy  $e_{Vi} = 175; 175$  [mm]

#### Wymiary kotew

$L_1 = 60$  [mm]  
 $L_2 = 900$  [mm]  
 $L_3 = 120$  [mm]

#### Płytki oporowa

$l_p = 150$  [mm] Długość  
 $b_p = 150$  [mm] Szerokość  
 $t_p = 16$  [mm] Grubość

Materiał: S 235

$f_y = 235,00$  [MPa] Wytrzymałość

#### Podkładka

$l_{wd} = 80$  [mm] Długość  
 $b_{wd} = 80$  [mm] Szerokość  
 $t_{wd} = 10$  [mm] Grubość

### 6.2.4 Żebro

$l_s = 700$  [mm] Długość  
 $w_s = 650$  [mm] Szerokość  
 $h_s = 250$  [mm] Wysokość  
 $t_s = 10$  [mm] Grubość  
 $d_1 = 50$  [mm] Wycięcie  
 $d_2 = 50$  [mm] Wycięcie

### 6.2.5 Współczynniki materiałowe

$\gamma_{M0} = 1,00$  Częściowy współczynnik bezpieczeństwa  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Częściowy współczynnik bezpieczeństwa  
 $\gamma_C = 1,50$  Częściowy współczynnik bezpieczeństwa

### 6.2.6 Stopa fundamentowa

$L = 1500$  [mm] Długość stopy  
 $B = 1500$  [mm] Szerokość stopy  
 $H = 1500$  [mm] Wysokość stopy

#### Beton

Klasa C20/25

$f_{ck} = 20,00$  [MPa] Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie

#### Warstwa wyrównawcza

$t_g = 0$  [mm] Grubość warstwy wyrównawczej (podsypki)  
 $f_{ck,g} = 12,00$  [MPa] Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie  
 $C_{f,d} = 0,30$  Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem

### 6.2.7 Spoiny

$a_p = 6$  [mm] Płyta główna stopy słupa  
 $a_s = 4$  [mm] Żebra

## 6.3 Obciążenia

Przypadek: 7: SGN /107/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 30\*1.50

$N_{j,Ed} =$	-14,66	[kN]	Siła osiowa
$V_{j,Ed,y} =$	-0,08	[kN]	Siła ścinająca
$V_{j,Ed,z} =$	27,78	[kN]	Siła ścinająca
$M_{j,Ed,y} =$	-135,72	[kN*m]	Moment zginający
$M_{j,Ed,z} =$	-0,08	[kN*m]	Moment zginający

## 6.4 Rezultaty

### 6.4.1 Strefa ściskana

#### ŚCISKANIE BETONU

$f_{cd} =$	13,33	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
$f_j =$	19,77	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na docisk pod płytą podstawy	[6.2.5.(7)]
$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{MO}))}$				
$c =$	60	[mm]	Dodatkowa szerokość docisku	[6.2.5.(4)]
$b_{eff} =$	135	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	419	[mm]	Długość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$A_{c0} =$	566,00	[cm <sup>2</sup> ]	Powierzchnia kontaktu płyty podstawy z fundamentem	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$A_{c1} =$	5094,04	[cm <sup>2</sup> ]	Maksymalne obliczeniowe pole rozkładu obciążenia	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$F_{rd,u} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3*A_{c0}*f_{cd}$				
$F_{rd,u} =$	2264,02	[kN]	Nośność betonu na docisk	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$\beta_j =$	0,67		Współczynnik redukcyjny przy ściskaniu	[6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j*F_{rd,u}/(b_{eff}*l_{eff})$				
$f_{jd} =$	26,67	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na docisk	[6.2.5.(7)]
$A_{c,n} =$	3049,53	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni docisku przy ściskaniu	[6.2.8.2.(1)]
$A_{c,y} =$	1211,93	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni docisku przy zginaniu $M_y$	[6.2.8.3.(1)]
$A_{c,z} =$	1178,65	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni docisku przy zginaniu $M_z$	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i}*f_{jd}$				
$F_{c,Rd,n} =$	8132,08	[kN]	Nośność betonu na docisk przy ściskaniu	[6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} =$	3231,80	[kN]	Nośność betonu na docisk przy zginaniu $M_y$	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,z} =$	3143,06	[kN]	Nośność betonu na docisk przy zginaniu $M_z$	[6.2.8.3.(1)]

#### PÓŁKA I ŚRODNIK SŁUPA PRZY ŚCISKANIU

$CL =$	1,00		Klasa przekroju	EN 1993-1-1:[5.5.2]
$W_{pl,y} =$	5068,09	[cm <sup>3</sup> ]	Wskaźnik plastyczny przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,y} =$	1191,00	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,y} =$	373	[mm]	Odległość między środkami ciężkości pótek	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$				
$F_{c,fc,Rd,y} =$	3192,99	[kN]	Nośność ściskanej półki i środka	[6.2.6.7.(1)]
$W_{pl,z} =$	4414,24	[cm <sup>3</sup> ]	Wskaźnik plastyczny przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,z} =$	1037,35	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,z} =$	364	[mm]	Odległość między środkami ciężkości pótek	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$				
$F_{c,fc,Rd,z} =$	2847,69	[kN]	Nośność ściskanej półki i środka	[6.2.6.7.(1)]

#### NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ŚCISKANEJ

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$				
$N_{j,Rd} =$	8132,08	[kN]	Nośność stopy przy ściskaniu osiowym	[6.2.8.2.(1)]
$F_{C,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$				
$F_{C,Rd,y} =$	3192,99	[kN]	Nośność stopy w strefie ściskanej	[6.2.8.3]
$F_{C,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$				
$F_{C,Rd,z} =$	2847,69	[kN]	Nośność stopy w strefie ściskanej	[6.2.8.3]

### 6.4.2 Strefa rozciągana

#### ZERWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ

$A_b =$	3,53	[cm <sup>2</sup> ]	Czynne pole powierzchni śruby	[Tablica 3.4]
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie	[Tablica 3.4]
$\beta_a =$	0,85		Współczynnik redukcyjny nośności śruby	[3.6.1.(3)]



$F_{t,Rd,s1} = \beta \cdot f_{ub} \cdot A_b / \gamma_{M2}$			
$F_{t,Rd,s1} = 172,83$ [kN]	Nośność śruby na zerwanie		[Tablica 3.4]
$\gamma_{Ms} = 1,20$	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa		CEB [3.2.3.2]
$f_{yb} = 640,00$ [MPa]	Granica plastyczności materiału śruby		CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} \cdot A_b / \gamma_{Ms}$			
$F_{t,Rd,s2} = 188,27$ [kN]	Nośność śruby na zerwanie		CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$			
$F_{t,Rd,s} = 172,83$ [kN]	Nośność śruby na zerwanie		
<b>WYRWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ Z BETONU</b>			
$f_{ck} = 20,00$ [MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie		EN 1992-1:[3.1.2]
$A_h = 220,48$ [cm <sup>2</sup> ]	Pole docisku płytki kotwiącej		CEB [15.1.2.3]
$p_k = 140,00$ [MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu przy wrywaniu		CEB [15.1.2.3]
$\gamma_{Mp} = 2,16$	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa		CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,p} = p_k \cdot A_h / \gamma_{Mp}$			
$F_{t,Rd,p} = 1531,08$ [kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie		CEB [9.2.3]
<b>WYŁAMANIE STOŻKA BETONU</b>			
$h_{ef} = 325$ [mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej		CEB [9.2.4]
$N_{Rk,c}^0 = 9.0[N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1.5}$			
$N_{Rk,c}^0 = 235,82$ [kN]	Nośność charakterystyczna kotwi		CEB [9.2.4]
$s_{cr,N} = 975$ [mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu		CEB [9.2.4]
$c_{cr,N} = 488$ [mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu		CEB [9.2.4]
$A_{c,N0} = 23025,00$ [cm <sup>2</sup> ]	Maksymalne pole powierzchni stożka		CEB [9.2.4]
$A_{c,N} = 22500,00$ [cm <sup>2</sup> ]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka		CEB [9.2.4]
$\psi_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$			
$\psi_{A,N} = 0,98$	Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi		CEB [9.2.4]
$c = 470$ [mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi		CEB [9.2.4]
$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$			
$\psi_{s,N} = 0,99$	Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu		CEB [9.2.4]
$\psi_{ec,N} = 1,00$	Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach		CEB [9.2.4]
$\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$			
$\psi_{re,N} = 1,00$	Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu		CEB [9.2.4]
$\psi_{ucr,N} = 1,00$	Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu		CEB [9.2.4]
$\gamma_{Mc} = 2,16$	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa		CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} / \gamma_{Mc}$			
$F_{t,Rd,c} = 105,54$ [kN]	Nośność obliczeniowa kotwi na wyłamanie stożka betonu		EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
<b>ROZSADZANIE BETONU</b>			
$h_{ef} = 900$ [mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej		CEB [9.2.5]
$N_{Rk,c}^0 = 9.0[N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1.5}$			
$N_{Rk,c}^0 = 1086,73$ [kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie		CEB [9.2.5]
$s_{cr,N} = 1800$ [mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu		CEB [9.2.5]
$c_{cr,N} = 900$ [mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu		CEB [9.2.5]
$A_{c,N0} = 54870,00$ [cm <sup>2</sup> ]	Maksymalne pole powierzchni stożka		CEB [9.2.5]
$A_{c,N} = 22500,00$ [cm <sup>2</sup> ]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka		CEB [9.2.5]
$\psi_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$			
$\psi_{A,N} = 0,41$	Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi		CEB [9.2.5]
$c = 470$ [mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi		CEB [9.2.5]
$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$			
$\psi_{s,N} = 0,86$	Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu		CEB [9.2.5]
$\psi_{ec,N} = 1,00$	Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach		CEB [9.2.5]
$\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$			
$\psi_{re,N} = 1,00$	Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu		CEB [9.2.5]
$\psi_{ucr,N} = 1,00$	Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu		CEB [9.2.5]
$\psi_{h,N} = (h/(2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$			
$\psi_{h,N} = 0,89$	Wsp. zależny od wysokości fundamentu		CEB [9.2.5]
$\gamma_{M,sp} = 2,16$	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa		CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} \cdot \psi_{h,N} / \gamma_{M,sp}$			
$F_{t,Rd,sp} = 156,51$ [kN]	Nośność obliczeniowa kotwi na rozsadzanie betonu		CEB [9.2.5]
<b>NOŚNOŚĆ KOTWI NA ROZCIĄGANIE</b>			
$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$			

$F_{t,Rd} = 105,54$  [kN] Nośność kotwi na rozciąganie

## ZGINANIE PŁYTY PODSTAWY

### Zginanie momentem $M_{j,Ed,y}$

$l_{eff,1} = 325$  [mm] Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 1 postaci zniszczenia [6.2.6.5]

$l_{eff,2} = 325$  [mm] Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia [6.2.6.5]

$m = 118$  [mm] Odległość śruby od krawędzi usztywniającej [6.2.6.5]

$M_{pl,1,Rd} = 17,18$  [kN\*m] Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia [6.2.4]

$M_{pl,2,Rd} = 17,18$  [kN\*m] Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia [6.2.4]

$F_{T,1,Rd} = 581,48$  [kN] Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia [6.2.4]

$F_{T,2,Rd} = 339,61$  [kN] Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia [6.2.4]

$F_{T,3,Rd} = 422,15$  [kN] Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia [6.2.4]

$F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$

$F_{t,pl,Rd,y} = 339,61$  [kN] Nośność płyty przy rozciąganiu [6.2.4]

### Zginanie momentem $M_{j,Ed,z}$

$l_{eff,1} = 48$  [mm] Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 1 postaci zniszczenia [6.2.6.5]

$l_{eff,2} = 48$  [mm] Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia [6.2.6.5]

$m = 12$  [mm] Odległość śruby od krawędzi usztywniającej [6.2.6.5]

$M_{pl,1,Rd} = 2,54$  [kN\*m] Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia [6.2.4]

$M_{pl,2,Rd} = 2,54$  [kN\*m] Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia [6.2.4]

$F_{T,1,Rd} = 846,00$  [kN] Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia [6.2.4]

$F_{T,2,Rd} = 363,90$  [kN] Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia [6.2.4]

$F_{T,3,Rd} = 316,61$  [kN] Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia [6.2.4]

$F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$

$F_{t,pl,Rd,z} = 316,61$  [kN] Nośność płyty przy rozciąganiu [6.2.4]

## NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ROZCIĄGANEJ

$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$

$F_{T,Rd,y} = 339,61$  [kN] Nośność stopy w strefie rozciąganej [6.2.8.3]

$F_{T,Rd,z} = F_{t,pl,Rd,z}$

$F_{T,Rd,z} = 316,61$  [kN] Nośność stopy w strefie rozciąganej [6.2.8.3]

## 6.4.3 Kontrola nośności połączenia

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$  (6.24)  $0,00 < 1,00$  zweryfikowano (0,00)

$e_y = 9260$  [mm] Mimośród siły osiowej [6.2.8.3]

$z_{c,y} = 187$  [mm] Ramię działania siły  $F_{C,Rd,y}$  [6.2.8.1.(2)]

$z_{t,y} = 280$  [mm] Ramię działania siły  $F_{T,Rd,y}$  [6.2.8.1.(3)]

$M_{j,Rd,y} = 161,69$  [kN\*m] Nośność połączenia na zginanie [6.2.8.3]

$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$  (6.23)  $0,84 < 1,00$  zweryfikowano (0,84)

$e_z = 5$  [mm] Mimośród siły osiowej [6.2.8.3]

$z_{c,z} = 182$  [mm] Ramię działania siły  $F_{C,Rd,z}$  [6.2.8.1.(2)]

$z_{t,z} = 263$  [mm] Ramię działania siły  $F_{T,Rd,z}$  [6.2.8.1.(3)]

$M_{j,Rd,z} = 30,27$  [kN\*m] Nośność połączenia na zginanie [6.2.8.3]

$M_{i,Ed,z} / M_{i,Rd,z} \leq 1,0$  (6.23)  $0,00 < 1,00$  zweryfikowano (0,00)

$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{i,Ed,z} / M_{i,Rd,z} \leq 1,0$   $0,84 < 1,00$  zweryfikowano (0,84)

## 6.4.4 Ścinanie

### DOCISK ŚRUBY KOTWIĄCEJ DO PŁYTY PODSTAWY

#### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$\alpha_{d,y} = 0,80$  Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania [Tablica 3.4]

$\alpha_{b,y} = 0,80$  Wsp. do obliczeń nośności  $F_{1,vb,Rd}$  [Tablica 3.4]

$k_{1,y} = 2,50$  Wsp. położenia śrub prostopadłe do kierunku ścinania [Tablica 3.4]

$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \alpha_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$

$F_{1,vb,Rd,y} = 415,38$  [kN] Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy [6.2.2.(7)]

#### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$\alpha_{d,z} = 0,90$  Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania [Tablica 3.4]

$\alpha_{b,z} = 0,90$  Wsp. do obliczeń nośności  $F_{1,vb,Rd}$  [Tablica 3.4]

$k_{1,z} = 2,50$  Wsp. położenia śrub prostopadłe do kierunku ścinania [Tablica 3.4]

$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$

$F_{1,vb,Rd,z} = 465,23$  [kN] Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy [6.2.2.(7)]

### ŚCIECIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ

$\alpha_b =$	0,25	Wsp. do obliczeń nośności $F_{2,vb,Rd}$	[6.2.2.(7)]
$A_{vb} =$	4,52 [cm <sup>2</sup> ]	Powierzchnia przekroju śruby	[6.2.2.(7)]
$f_{ub} =$	800,00 [MPa]	Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie	[6.2.2.(7)]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[6.2.2.(7)]
$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \gamma_{M2}$			
$F_{2,vb,Rd} =$	71,80 [kN]	Nośność śruby na ścięcie - bez efektu dźwigni	[6.2.2.(7)]

#### WYWAŻANIE STOŻKA BETONU

$N_{Rk,c} =$	227,96 [kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie	CEB [9.2.4]
$k_3 =$	2,00	Wsp. zależny długości zakotwienia	CEB [9.3.3]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$			
$F_{v,Rd,cp} =$	211,08 [kN]	Nośność betonu na wyważanie	CEB [9.3.1]

#### ZNISZCZENIE KRAWĘDZI BETONU

##### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 =$	958,92 [kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,y} =$	0,64	Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.3.4]
$\psi_{h,V,y} =$	1,00	Wsp. zależny od grubości fundamentu	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,y} =$	0,89	Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,y} =$	1,00	Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,y} =$	1,00	Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,y} =$	1,00	Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 \cdot \psi_{A,V,y} \cdot \psi_{h,V,y} \cdot \psi_{s,V,y} \cdot \psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{\alpha,V,y} \cdot \psi_{ucr,V,y} / \gamma_{Mc}$			
$F_{v,Rd,c,y} =$	254,76 [kN]	Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi	CEB [9.3.1]

##### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z}^0 =$	907,75 [kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,z} =$	0,69	Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.3.4]
$\psi_{h,V,z} =$	1,00	Wsp. zależny od grubości fundamentu	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,z} =$	0,91	Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,z} =$	1,00	Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,z} =$	1,00	Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,z} =$	1,00	Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^0 \cdot \psi_{A,V,z} \cdot \psi_{h,V,z} \cdot \psi_{s,V,z} \cdot \psi_{ec,V,z} \cdot \psi_{\alpha,V,z} \cdot \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$			
$F_{v,Rd,c,z} =$	263,71 [kN]	Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi	CEB [9.3.1]

#### POŚLIZG STOPY

$C_{f,d} =$	0,30	Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed} =$	14,66 [kN]	Siła ściskająca	[6.2.2.(6)]
$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$			
$F_{f,Rd} =$	4,40 [kN]	Nośność na poślizg	[6.2.2.(6)]

#### KONTROLA ŚCINANIA

$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$			
$V_{j,Rd,y} =$	722,43 [kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$	0,00 < 1,00	zweryfikowano	(0,00)
$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$			
$V_{j,Rd,z} =$	722,43 [kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,04 < 1,00	zweryfikowano	(0,04)
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,04 < 1,00	zweryfikowano	(0,04)

### 6.4.5 Kontrola żeber

#### Płyta trapezowa równoległa do środka słupa

$M_1 =$	17,82 [kN*m]	Moment zginający żebro	
$Q_1 =$	142,54 [kN]	Siła ścinająca żebro	
$z_s =$	44 [mm]	Położenie osi obojętnej (od podstawy płyty)	
$I_s =$	5275,21 [cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności żebra	
$\sigma_d =$	4,58 [MPa]	Naprężenie normalne na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_g =$	79,85 [MPa]	Naprężenie normalne w górnych włóknach	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\tau =$	57,01 [MPa]	Naprężenie styczne w żebrze	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]

**Płyta trapezowa równoległa do środka słupa**

$M_1 =$	17,82	[kN*m]	Moment zginający żebro		
$\sigma_z =$	98,86	[MPa]	Naprężenie zastępcze na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]	
$\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp}/\gamma_{M0}) \leq 1.0$ (6.1)			0,42 < 1,00	zweryfikowano	(0,42)

**Żebro prostopadłe do środka (na przedłużeniu pólek słupa słupa)**

$M_1 =$	4,39	[kN*m]	Moment zginający żebro		
$Q_1 =$	53,16	[kN]	Siła ścinająca żebro		
$Z_s =$	42	[mm]	Położenie osi obojętnej (od podstawy płyty)		
$I_s =$	5338,53	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności żebra		
$\sigma_d =$	0,98	[MPa]	Naprężenie normalne na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]	
$\sigma_g =$	19,56	[MPa]	Naprężenie normalne w górnych włóknach	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]	
$\tau =$	21,27	[MPa]	Naprężenie styczne w żebrze	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]	
$\sigma_z =$	36,85	[MPa]	Naprężenie zastępcze na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]	
$\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp}/\gamma_{M0}) \leq 1.0$ (6.1)			0,16 < 1,00	zweryfikowano	(0,16)

**6.4.6 Spoiny między słupem i płytą podstawy**

$\sigma_{\perp} =$	20,75	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie		[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	20,75	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe		[4.5.3.(7)]
$\tau_{yII} =$	-0,01	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{i,Ed,y}$		[4.5.3.(7)]
$\tau_{zII} =$	1,91	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{i,Ed,z}$		[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości		[4.5.3.(7)]
$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)			0,08 < 1,00	zweryfikowano	(0,08)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2)) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1)			0,12 < 1,00	zweryfikowano	(0,12)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{yII}^2)) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1)			0,10 < 1,00	zweryfikowano	(0,10)

**6.4.7 Spoiny pionowe żebier****Płyta trapezowa równoległa do środka słupa**

$\sigma_{\perp} =$	0,00	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie		[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	0,00	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe		[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	71,27	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe		[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	0,00	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze		[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości		[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)			0,34 < 1,00	zweryfikowano	(0,34)

**Żebro prostopadłe do środka (na przedłużeniu pólek słupa słupa)**

$\sigma_{\perp} =$	37,22	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie		[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	37,22	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe		[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	26,58	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe		[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	87,52	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze		[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości		[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)			0,24 < 1,00	zweryfikowano	(0,24)

**6.4.8 Spoiny poziome żebier****Płyta trapezowa równoległa do środka słupa**

$\sigma_{\perp} =$	64,61	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie		[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	64,61	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe		[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	94,08	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe		[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	207,97	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze		[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości		[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)			0,58 < 1,00	zweryfikowano	(0,58)

**Żebro prostopadłe do środka (na przedłużeniu pólek słupa słupa)**

$\sigma_{\perp} =$	28,48	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie		[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	28,48	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe		[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	37,10	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe		[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	85,87	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze		[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości		[4.5.3.(7)]
$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)			0,24 < 1,00	zweryfikowano	(0,24)

## 6.4.9 Sztywność połączenia

### Zginanie momentem $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} =$	135	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	419	[mm]	Długość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c \cdot \sqrt{(b_{eff} \cdot l_{eff}) / (1.275 \cdot E)}$				
$k_{13,y} =$	27	[mm]	Wsp. sztywności ściskanego betonu	[Tablica 6.11]
$l_{eff} =$	325	[mm]	Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.6.5]
$m =$	118	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.425 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,y} =$	5	[mm]	Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu	[Tablica 6.11]
$L_b =$	244	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	[Tablica 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,y} =$	2	[mm]	Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie	[Tablica 6.11]
$\lambda_{0,y} =$	0,53		Smukłość słupa	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	36133,64	[kN*m]	Początkowa sztywność obrotowa	[Tablica 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	212439,71	[kN*m]	Sztywność połączenia sztywnego	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$ PÓŁ-SZTYWNE				[5.2.2.5.(2)]

### Zginanie momentem $M_{j,Ed,z}$

$k_{13,z} = E_c \cdot \sqrt{(A_{c,z}) / (1.275 \cdot E)}$				
$k_{13,z} =$	38	[mm]	Wsp. sztywności ściskanego betonu	[Tablica 6.11]
$l_{eff} =$	48	[mm]	Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.6.5]
$m =$	12	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$k_{15,z} = 0.425 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,z} =$	319	[mm]	Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu	[Tablica 6.11]
$L_b =$	244	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	[Tablica 6.11]
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,z} =$	2	[mm]	Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie	[Tablica 6.11]
$\lambda_{0,z} =$	0,96		Smukłość słupa	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,z} =$	535964,96	[kN*m]	Początkowa sztywność obrotowa	[6.3.1.(4)]
$S_{j,rig,z} =$	64760,29	[kN*m]	Sztywność połączenia sztywnego	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,z} > S_{j,rig,z}$ SZTYWNE				[5.2.2.5.(2)]

## 6.4.10 Najslabszy komponent:

PŁYTA PODSTAWY PRZY ZGINANIU

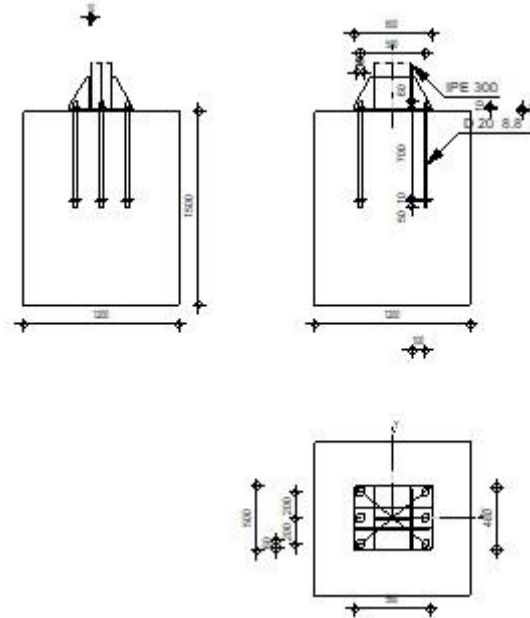
**Połączenie zgodne z normą** Proporcja 0,84

## Obliczenia stóp słupów utwierdzonych

Eurocode 3: PN-EN 1993-1-8:2006/AC:2009 + CEB Design Guide:

## Design of fastenings in concrete

Proporcja  
**0,63**



## 6.5 Ogólne

Nr połączenia: 2  
Nazwa połączenia: Stopa zamocowana  
Węzeł konstrukcji: 1481  
Pręty konstrukcji: 1811

## 6.6 Geometria

### 6.6.1 Słup

Profil:			IPE 300
Nr pręta:			1811
$L_c =$	7,20	[m]	Długość słupa
$\alpha =$	0,0	[Deg]	Kąt nachylenia
$h_c =$	300	[mm]	Wysokość przekroju słupa
$b_{fc} =$	150	[mm]	Szerokość przekroju słupa
$t_{wc} =$	7	[mm]	Grubość środnika przekroju słupa
$t_{fc} =$	11	[mm]	Grubość półki przekroju słupa
$r_c =$	15	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju słupa
$A_c =$	53,80	[cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju słupa
$I_{yc} =$	8360,00	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju słupa
Materiał:	S 235		
$f_{yc} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość
$f_{uc} =$	360,00	[MPa]	Granica wytrzymałości materiału

### 6.6.2 Podstawa stopy słupa

$l_{pd} =$	600	[mm]	Długość
$b_{pd} =$	500	[mm]	Szerokość
$t_{pd} =$	20	[mm]	Grubość
Materiał:	S 235		
$f_{ypd} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość
$f_{upd} =$	360,00	[MPa]	Granica wytrzymałości materiału

### 6.6.3 Zakotwienie

Płaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

Klasa =	8.8	Klasa kotew
$f_{yb} =$	640,00 [MPa]	Granica plastyczności materiału śruby
$f_{ub} =$	800,00 [MPa]	Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie
$d =$	20 [mm]	Średnica śruby
$A_s =$	2,45 [cm <sup>2</sup> ]	Powierzchnia przekroju czynnego śruby
$A_v =$	3,14 [cm <sup>2</sup> ]	Powierzchnia przekroju śruby
$n_H =$	2	Ilość kolumn śrub
$n_v =$	3	Ilość rzędów śrub
Rozstaw poziomy $e_{Hi} =$	500 [mm]	
Rozstaw pionowy $e_{Vi} =$	200 [mm]	

#### Wymiary kotew

$L_1 =$	60 [mm]
$L_2 =$	700 [mm]
$L_3 =$	50 [mm]

#### Płytki oporowe

$l_p =$	100 [mm]	Długość
$b_p =$	100 [mm]	Szerokość
$t_p =$	10 [mm]	Grubość
Materiał:	S 235	
$f_y =$	235,00 [MPa]	Wytrzymałość

#### Podkładka

$l_{wd} =$	50 [mm]	Długość
$b_{wd} =$	60 [mm]	Szerokość
$t_{wd} =$	10 [mm]	Grubość

### 6.6.4 Żebro

$l_s =$	580 [mm]	Długość
$w_s =$	480 [mm]	Szerokość
$h_s =$	250 [mm]	Wysokość
$t_s =$	10 [mm]	Grubość
$d_1 =$	20 [mm]	Wycięcie
$d_2 =$	20 [mm]	Wycięcie

### 6.6.5 Współczynniki materiałowe

$\gamma_{M0} =$	1,00	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa
$\gamma_{M2} =$	1,25	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa
$\gamma_C =$	1,50	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa

### 6.6.6 Stopa fundamentowa

$L =$	1200 [mm]	Długość stopy
$B =$	1200 [mm]	Szerokość stopy
$H =$	1500 [mm]	Wysokość stopy

#### Beton

Klasa C20/25

$f_{ck} =$	20,00 [MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie
------------	-------------	---

#### Warstwa wyrównawcza

$t_g =$	0 [mm]	Grubość warstwy wyrównawczej (podsypki)
$f_{ck,g} =$	12,00 [MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie
$C_{f,d} =$	0,30	Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem

### 6.6.7 Spoiny

$a_p =$	4 [mm]	Płyta główna stopy słupa
$a_s =$	4 [mm]	Żebro

## 6.7 Obciążenia



Przypadek: 7: SGN /109/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 5\*0.75 + 30\*1.50

$N_{j,Ed}$	=	-30,99	[kN]	Siła osiowa
$V_{j,Ed,y}$	=	-0,15	[kN]	Siła ścinająca
$V_{j,Ed,z}$	=	-20,92	[kN]	Siła ścinająca
$M_{j,Ed,y}$	=	58,92	[kN*m]	Moment zginający
$M_{j,Ed,z}$	=	-0,34	[kN*m]	Moment zginający

## 6.8 Rezultaty

### 6.8.1 Strefa ściskana

#### ŚCISKANIE BETONU

$f_{cd}$	=	13,33	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
$f_j$	=	19,47	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na docisk pod płytą podstawy	[6.2.5.(7)]
$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{M0}))}$					
$c$	=	40	[mm]	Dodatkowa szerokość docisku	[6.2.5.(4)]
$b_{eff}$	=	91	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$l_{eff}$	=	230	[mm]	Długość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$A_{c0}$	=	209,33	[cm <sup>2</sup> ]	Powierzchnia kontaktu płyty podstawy z fundamentem	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$A_{c1}$	=	1883,93	[cm <sup>2</sup> ]	Maksymalne obliczeniowe pole rozkładu obciążenia	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$F_{rd,u} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3*A_{c0}*f_{cd}$					
$F_{rd,u}$	=	837,30	[kN]	Nośność betonu na docisk	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$\beta_j$	=	0,67		Współczynnik redukcyjny przy ściskaniu	[6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j * F_{rd,u} / (b_{eff} * l_{eff})$					
$f_{jd}$	=	26,67	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na docisk	[6.2.5.(7)]
$A_{c,n}$	=	1798,70	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni docisku przy ściskaniu	[6.2.8.2.(1)]
$A_{c,y}$	=	650,81	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni docisku przy zginaniu My	[6.2.8.3.(1)]
$A_{c,z}$	=	766,69	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni docisku przy zginaniu Mz	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i} * f_{jd}$					
$F_{c,Rd,n}$	=	4796,53	[kN]	Nośność betonu na docisk przy ściskaniu	[6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y}$	=	1735,48	[kN]	Nośność betonu na docisk przy zginaniu My	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,z}$	=	2044,52	[kN]	Nośność betonu na docisk przy zginaniu Mz	[6.2.8.3.(1)]

#### PÓŁKA I ŚRODNIK SŁUPA PRZY ŚCISKANIU

$CL$	=	1,00		Klasa przekroju	EN 1993-1-1:[5.5.2]
$W_{pl,y}$	=	3209,36	[cm <sup>3</sup> ]	Wskaźnik plastyczny przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,y}$	=	754,20	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,y}$	=	351	[mm]	Odległość między środkami ciężkości pótek	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$					
$F_{c,fc,Rd,y}$	=	2151,58	[kN]	Nośność ściskanej półki i środника	[6.2.6.7.(1)]
$W_{pl,z}$	=	1998,72	[cm <sup>3</sup> ]	Wskaźnik plastyczny przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,z}$	=	469,70	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,z}$	=	223	[mm]	Odległość między środkami ciężkości pótek	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$					
$F_{c,fc,Rd,z}$	=	2104,12	[kN]	Nośność ściskanej półki i środnika	[6.2.6.7.(1)]

#### NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ŚCISKANEJ

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$					
$N_{j,Rd}$	=	4796,53	[kN]	Nośność stopy przy ściskaniu osiowym	[6.2.8.2.(1)]
$F_{C,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$					
$F_{C,Rd,y}$	=	1735,48	[kN]	Nośność stopy w strefie ściskanej	[6.2.8.3]
$F_{C,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$					
$F_{C,Rd,z}$	=	2044,52	[kN]	Nośność stopy w strefie ściskanej	[6.2.8.3]

### 6.8.2 Strefa rozciągana

#### ZERWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ

$A_b$	=	2,45	[cm <sup>2</sup> ]	Czynne pole powierzchni śruby	[Tablica 3.4]
$f_{ub}$	=	800,00	[MPa]	Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie	[Tablica 3.4]
$\beta$	=	0,85		Współczynnik redukcyjny nośności śruby	[3.6.1.(3)]
$F_{t,Rd,s1} = \beta * 0.9 * f_{ub} * A_b / \gamma_{M2}$					
$F_{t,Rd,s1}$	=	119,95	[kN]	Nośność śruby na zerwanie	[Tablica 3.4]
$\gamma_{Ms}$	=	1,20		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.2]

$\gamma_{Ms} =$	1,20	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.2]
$f_{yb} =$	640,00 [MPa]	Granica plastyczności materiału śruby	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} \cdot A_b / \gamma_{Ms}$			
$F_{t,Rd,s2} =$	130,67 [kN]	Nośność śruby na zerwanie	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$			
$F_{t,Rd,s} =$	119,95 [kN]	Nośność śruby na zerwanie	
<b>WYRWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ Z BETONU</b>			
$f_{ck} =$	20,00 [MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie	EN 1992-1:[3.1.2]
$A_h =$	96,86 [cm <sup>2</sup> ]	Pole docisku płytki kotwiącej	CEB [15.1.2.3]
$p_k =$	140,00 [MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu przy wrywaniu	CEB [15.1.2.3]
$\gamma_{Mp} =$	2,16	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,p} = p_k \cdot A_h / \gamma_{Mp}$			
$F_{t,Rd,p} =$	672,63 [kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie	CEB [9.2.3]
<b>WYŁAMANIE STOŻKA BETONU</b>			
$h_{ef} =$	267 [mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.4]
$N_{Rk,c}^0 = 9.0[N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1.5}$			
$N_{Rk,c}^0 =$	175,27 [kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.2.4]
$s_{cr,N} =$	800 [mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.4]
$c_{cr,N} =$	400 [mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.4]
$A_{c,N0} =$	15600,00 [cm <sup>2</sup> ]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]
$A_{c,N} =$	14400,00 [cm <sup>2</sup> ]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]
$\psi_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$			
$\psi_{A,N} =$	0,92	Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.4]
$c =$	350 [mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.4]
$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$			
$\psi_{s,N} =$	0,96	Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.4]
$\psi_{ec,N} =$	1,00	Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach	CEB [9.2.4]
$\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm] / 200 \leq 1.0$			
$\psi_{re,N} =$	1,00	Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu	CEB [9.2.4]
$\psi_{ucr,N} =$	1,00	Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu	CEB [9.2.4]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} / \gamma_{Mc}$			
$F_{t,Rd,c} =$	72,09 [kN]	Nośność obliczeniowa kotwi na wyłamanie stożka betonu	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
<b>ROZSADZANIE BETONU</b>			
$h_{ef} =$	700 [mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.5]
$N_{Rk,c}^0 = 9.0[N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1.5}$			
$N_{Rk,c}^0 =$	745,43 [kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie	CEB [9.2.5]
$s_{cr,N} =$	1400 [mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.5]
$c_{cr,N} =$	700 [mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.5]
$A_{c,N0} =$	34200,00 [cm <sup>2</sup> ]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
$A_{c,N} =$	14400,00 [cm <sup>2</sup> ]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
$\psi_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$			
$\psi_{A,N} =$	0,42	Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.5]
$c =$	350 [mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.5]
$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$			
$\psi_{s,N} =$	0,85	Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.5]
$\psi_{ec,N} =$	1,00	Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach	CEB [9.2.5]
$\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm] / 200 \leq 1.0$			
$\psi_{re,N} =$	1,00	Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu	CEB [9.2.5]
$\psi_{ucr,N} =$	1,00	Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu	CEB [9.2.5]
$\psi_{h,N} = (h / (2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$			
$\psi_{h,N} =$	1,05	Wsp. zależny od wysokości fundamentu	CEB [9.2.5]
$\gamma_{M,sp} =$	2,16	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} \cdot \psi_{h,N} / \gamma_{M,sp}$			
$F_{t,Rd,sp} =$	129,32 [kN]	Nośność obliczeniowa kotwi na rozsadzanie betonu	CEB [9.2.5]
<b>NOŚNOŚĆ KOTWI NA ROZCIĄGANIE</b>			
$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$			
$F_{t,Rd} =$	72,09 [kN]	Nośność kotwi na rozciąganie	
<b>ZGINANIE PŁYTY PODSTAWY</b>			

**Zginanie momentem  $M_{j,Ed,y}$** 

$l_{eff,1} =$	282	[mm]	Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 1 postaci zniszczenia	[6.2.6.5]
$l_{eff,2} =$	282	[mm]	Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.6.5]
$m =$	70	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} =$	6,62	[kN*m]	Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$M_{pl,2,Rd} =$	6,62	[kN*m]	Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} =$	376,00	[kN]	Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} =$	203,71	[kN]	Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} =$	216,28	[kN]	Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$				
$F_{t,pl,Rd,y} =$	203,71	[kN]	Nośność płyty przy rozciąganiu	[6.2.4]

**Zginanie momentem  $M_{j,Ed,z}$** 

$l_{eff,1} =$	272	[mm]	Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 1 postaci zniszczenia	[6.2.6.5]
$l_{eff,2} =$	272	[mm]	Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.6.5]
$m =$	95	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} =$	6,40	[kN*m]	Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$M_{pl,2,Rd} =$	6,40	[kN*m]	Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} =$	268,00	[kN]	Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} =$	137,50	[kN]	Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} =$	144,19	[kN]	Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia	[6.2.4]
$F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$				
$F_{t,pl,Rd,z} =$	137,50	[kN]	Nośność płyty przy rozciąganiu	[6.2.4]

**NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ROZCIĄGANEJ**

$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$				
$F_{T,Rd,y} =$	203,71	[kN]	Nośność stopy w strefie rozciąganej	[6.2.8.3]
$F_{T,Rd,z} = F_{t,pl,Rd,z}$				
$F_{T,Rd,z} =$	137,50	[kN]	Nośność stopy w strefie rozciąganej	[6.2.8.3]

**6.8.3 Kontrola nośności połączenia**

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)			$0,01 < 1,00$	zweryfikowano	(0,01)
$e_y =$	1902	[mm]	Mimośród siły osiowej		[6.2.8.3]
$z_{c,y} =$	175	[mm]	Ramię działania siły $F_{C,Rd,y}$		[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,y} =$	250	[mm]	Ramię działania siły $F_{T,Rd,y}$		[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,y} =$	95,43	[kN*m]	Nośność połączenia na zginanie		[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23)			$0,62 < 1,00$	zweryfikowano	(0,62)
$e_z =$	11	[mm]	Mimośród siły osiowej		[6.2.8.3]
$z_{c,z} =$	112	[mm]	Ramię działania siły $F_{C,Rd,z}$		[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} =$	200	[mm]	Ramię działania siły $F_{T,Rd,z}$		[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} =$	41,20	[kN*m]	Nośność połączenia na zginanie		[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)			$0,01 < 1,00$	zweryfikowano	(0,01)
$M_{i,Ed,y} / M_{i,Rd,y} + M_{i,Ed,z} / M_{i,Rd,z} \leq 1,0$			$0,63 < 1,00$	zweryfikowano	(0,63)

**6.8.4 Ścinanie****DOCISK ŚRUBY KOTWIĄCEJ DO PŁYTY PODSTAWY****Ścinanie siłą  $V_{j,Ed,y}$** 

$\alpha_{d,y} =$	0,76	Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$\alpha_{b,y} =$	0,76	Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$	[Tablica 3.4]
$k_{1,y} =$	2,50	Wsp. położenia śrub prostopadłe do kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \alpha_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,y} =$	218,18	[kN]	Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy
			[6.2.2.(7)]

**Ścinanie siłą  $V_{j,Ed,z}$** 

$\alpha_{d,z} =$	0,76	Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$\alpha_{b,z} =$	0,76	Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$	[Tablica 3.4]
$k_{1,z} =$	2,50	Wsp. położenia śrub prostopadłe do kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,z} =$	218,18	[kN]	Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy
			[6.2.2.(7)]

**ŚCIĘCIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ**

$\alpha_b =$	0,25	Wsp. do obliczeń nośności $F_{2,vb,Rd}$	[6.2.2.(7)]
$A_{vb} =$	3,14	[cm <sup>2</sup> ] Powierzchnia przekroju śruby	[6.2.2.(7)]

$\alpha_b =$	0,25	Wsp. do obliczeń nośności $F_{2,vb,Rd}$	[6.2.2.(7)]
$f_{ub} =$	800,00 [MPa]	Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie	[6.2.2.(7)]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[6.2.2.(7)]
$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \gamma_{M2}$			
$F_{2,vb,Rd} =$	49,86 [kN]	Nośność śruby na ścięcie - bez efektu dźwigni	[6.2.2.(7)]

#### WYWAŻANIE STOŻKA BETONU

$N_{Rk,c} =$	155,72 [kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie	CEB [9.2.4]
$k_3 =$	2,00	Wsp. zależny długości zakotwienia	CEB [9.3.3]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$			
$F_{v,Rd,cp} =$	144,19 [kN]	Nośność betonu na wyważanie	CEB [9.3.1]

#### ZNISZCZENIE KRAWĘDZI BETONU

##### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 =$	618,72 [kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,y} =$	0,58	Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.3.4]
$\psi_{h,V,y} =$	1,00	Wsp. zależny od grubości fundamentu	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,y} =$	0,88	Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,y} =$	1,00	Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,y} =$	1,00	Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,y} =$	1,00	Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 \cdot \psi_{A,V,y} \cdot \psi_{h,V,y} \cdot \psi_{s,V,y} \cdot \psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{\alpha,V,y} \cdot \psi_{ucr,V,y} / \gamma_{Mc}$$

$F_{v,Rd,c,y} =$	146,21 [kN]	Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi	CEB [9.3.1]
------------------	-------------	---	-------------

##### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z}^0 =$	506,41 [kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,z} =$	0,76	Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.3.4]
$\psi_{h,V,z} =$	1,00	Wsp. zależny od grubości fundamentu	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,z} =$	0,93	Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,z} =$	1,00	Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,z} =$	1,00	Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,z} =$	1,00	Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^0 \cdot \psi_{A,V,z} \cdot \psi_{h,V,z} \cdot \psi_{s,V,z} \cdot \psi_{ec,V,z} \cdot \psi_{\alpha,V,z} \cdot \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$$

$F_{v,Rd,c,z} =$	165,87 [kN]	Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi	CEB [9.3.1]
------------------	-------------	---	-------------

#### POŚLIZG STOPY

$C_{f,d} =$	0,30	Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed} =$	30,99 [kN]	Siła ściskająca	[6.2.2.(6)]
$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$			
$F_{f,Rd} =$	9,30 [kN]	Nośność na poślizg	[6.2.2.(6)]

#### KONTROLA ŚCINANIA

$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$			
$V_{j,Rd,y} =$	308,48 [kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$	0,00 < 1,00	zweryfikowano	(0,00)
$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$			
$V_{j,Rd,z} =$	308,48 [kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,07 < 1,00	zweryfikowano	(0,07)
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,07 < 1,00	zweryfikowano	(0,07)

### 6.8.5 Kontrola żeber

#### Płyta trapezowa równoległa do środka słupa

$M_1 =$	6,29 [kN*m]	Moment zginający żebro	
$Q_1 =$	62,89 [kN]	Siła ścinająca żebro	
$z_s =$	55 [mm]	Położenie osi obojętnej (od podstawy płyty)	
$I_s =$	4356,25 [cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności żebra	
$\sigma_d =$	5,05 [MPa]	Naprężenie normalne na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_g =$	31,04 [MPa]	Naprężenie normalne w górnych włóknach	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\tau =$	25,16 [MPa]	Naprężenie styczne w żebrze	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_z =$	43,87 [MPa]	Naprężenie zastępcze na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]

$\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp}/\gamma_{M0}) \leq 1.0$  (6.1)      0,19 < 1,00      **zweryfikowano**      (0,19)

#### Żebro prostopadłe do środka (na przedłużeniu półek słupa słupa)

$M_1 =$	3,02	[kN*m]	Moment zginający żebro	
$Q_1 =$	36,60	[kN]	Siła ścinająca żebro	
$Z_s =$	50	[mm]	Położenie osi obojętnej (od podstawy płyty)	
$I_s =$	4538,26	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności żebra	
$\sigma_d =$	1,98	[MPa]	Naprężenie normalne na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_g =$	14,66	[MPa]	Naprężenie normalne w górnych włóknach	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\tau =$	14,64	[MPa]	Naprężenie styczne w żebrze	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_z =$	25,44	[MPa]	Naprężenie zastępcze na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]

$\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp}/\gamma_{M0}) \leq 1.0$  (6.1)      0,11 < 1,00      **zweryfikowano**      (0,11)

### 6.8.6 Spoiny między słupem i płytą podstawy

$\sigma_{\perp} =$	15,89	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	15,89	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{yII} =$	-0,02	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{i,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$\tau_{zII} =$	-1,82	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{i,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]

$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$  (4.1)      0,06 < 1,00      **zweryfikowano**      (0,06)

$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2)) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$  (4.1)      0,09 < 1,00      **zweryfikowano**      (0,09)

$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{yII}^2)) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$  (4.1)      0,08 < 1,00      **zweryfikowano**      (0,08)

### 6.8.7 Spoiny pionowe żebier

#### Płyta trapezowa równoległa do środka słupa

$\sigma_{\perp} =$	0,00	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	0,00	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	33,28	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	0,00	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]

$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$  (4.1)      0,16 < 1,00      **zweryfikowano**      (0,16)

#### Żebro prostopadłe do środka (na przedłużeniu półek słupa słupa)

$\sigma_{\perp} =$	25,62	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	25,62	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	18,30	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	60,26	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]

$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$  (4.1)      0,17 < 1,00      **zweryfikowano**      (0,17)

### 6.8.8 Spoiny poziome żebier

#### Płyta trapezowa równoległa do środka słupa

$\sigma_{\perp} =$	39,71	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	39,71	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	40,59	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	106,06	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]

$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$  (4.1)      0,29 < 1,00      **zweryfikowano**      (0,29)

#### Żebro prostopadłe do środka (na przedłużeniu półek słupa słupa)

$\sigma_{\perp} =$	20,87	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	20,87	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	22,20	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	56,76	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]

$\max(\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$  (4.1)      0,16 < 1,00      **zweryfikowano**      (0,16)

### 6.8.9 Sztywność połączenia

#### Zginanie momentem $M_{i,Ed,y}$

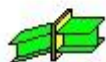
$b_{eff} =$	91	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
-------------	----	------	--	-------------

$b_{eff} =$	91	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	230	[mm]	Długość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c \sqrt{(b_{eff} \cdot l_{eff}) / (1.275 \cdot E)}$				
$k_{13,y} =$	16	[mm]	Wsp. sztywności ściskanego betonu	[Tablica 6.11]
$l_{eff} =$	282	[mm]	Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.6.5]
$m =$	70	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,y} =$	5	[mm]	Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu	[Tablica 6.11]
$L_b =$	200	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	[Tablica 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,y} =$	2	[mm]	Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie	[Tablica 6.11]
$\lambda_{0,y} =$	0,62		Smukłość słupa	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	54352,93	[kN*m]	Początkowa sztywność obrotowa	[Tablica 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	73150,00	[kN*m]	Sztywność połączenia sztywnego	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$ PÓŁ-SZTYWNE				[5.2.2.5.(2)]
<b>Zginanie momentem <math>M_{j,Ed,z}</math></b>				
$k_{13,z} = E_c \sqrt{(A_{c,z}) / (1.275 \cdot E)}$				
$k_{13,z} =$	31	[mm]	Wsp. sztywności ściskanego betonu	[Tablica 6.11]
$l_{eff} =$	272	[mm]	Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.6.5]
$m =$	95	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$k_{15,z} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,z} =$	2	[mm]	Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu	[Tablica 6.11]
$L_b =$	200	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	[Tablica 6.11]
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,z} =$	2	[mm]	Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie	[Tablica 6.11]
$\lambda_{0,z} =$	2,29		Smukłość słupa	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,z} =$	162326,94	[kN*m]	Początkowa sztywność obrotowa	[6.3.1.(4)]
$S_{j,rig,z} =$	5285,00	[kN*m]	Sztywność połączenia sztywnego	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,z} > S_{j,rig,z}$ SZTYWNE				[5.2.2.5.(2)]

#### 6.8.10 Najsłabszy komponent:

PŁYTA PODSTAWY PRZY ZGINANIU

**Połączenie zgodne z normą** Proporcja 0,63



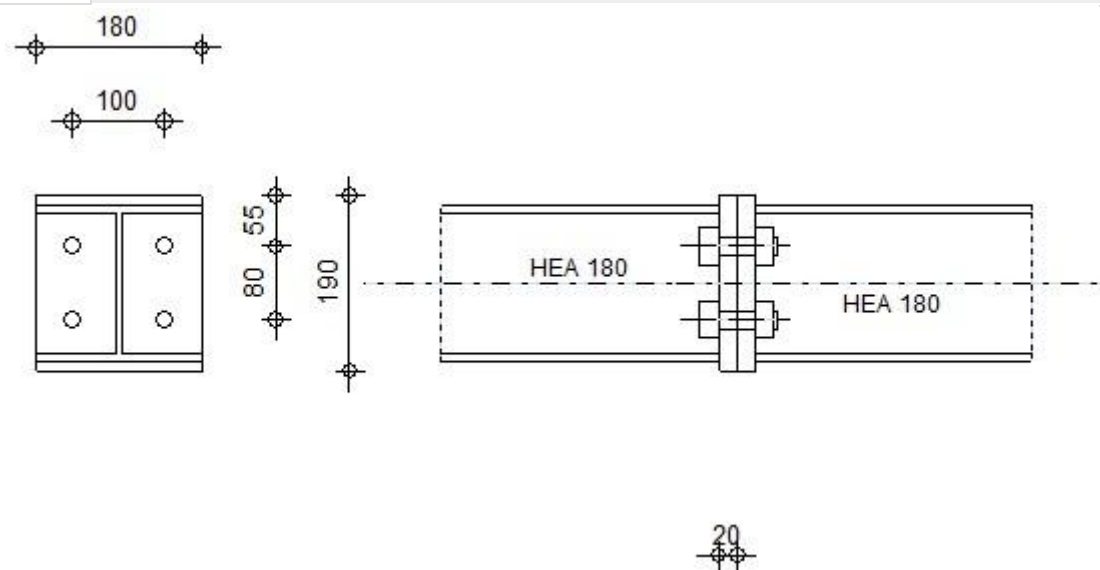
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

## Obliczenia połączenia zamocowanego Belka - Belka

PN-EN 1993-1-8:2006/AC:2009

OK

Proporcja  
0,56



### 6.9 Ogólne

Nr połączenia: 9  
Nazwa połączenia: Doczołowe  
Węzeł konstrukcji: 92  
Pręty konstrukcji: 46, 48

### 6.10 Geometria

#### 6.10.1 Strona lewa

#### 6.10.2 Belka

Profil:	HEA 180	
Nr pręta:	46	
$\alpha =$	-180,0 [Deg]	Kąt nachylenia
$h_{bl} =$	171 [mm]	Wysokość przekroju belki
$b_{fbl} =$	180 [mm]	Szerokość przekroju belki
$t_{wbl} =$	6 [mm]	Grubość środnika przekroju belki
$t_{fbl} =$	10 [mm]	Grubość półki przekroju belki
$r_{bl} =$	15 [mm]	Promień zaokrąglenia przekroju belki
$A_{bl} =$	45,30 [cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju belki
$I_{xbl} =$	2510,00 [cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju belki
Materiał:	S 235	
$f_{yb} =$	235,00 [MPa]	Wytrzymałość

#### 6.10.3 Strona prawa

#### 6.10.4 Belka

Profil:	HEA 180	
Nr pręta:	48	
$\alpha =$	-0,0 [Deg]	Kąt nachylenia
$h_{br} =$	171 [mm]	Wysokość przekroju belki
$b_{fbr} =$	180 [mm]	Szerokość przekroju belki
$t_{wbr} =$	6 [mm]	Grubość środnika przekroju belki



$\alpha =$	-0,0	[Deg]	Kąt nachylenia
$t_{br} =$	10	[mm]	Grubość półki przekroju belki
$r_{br} =$	15	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju belki
$A_{br} =$	45,30	[cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju belki
$I_{xbr} =$	2510,00	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju belki
Materiał: S 235			
$f_{yb} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

### 6.10.5 Śruby

Plaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

$d =$	20	[mm]	Średnica śruby
Klasa =	8.8		Klasa śruby
$F_{tRd} =$	141,12	[kN]	Nośność śruby na rozciąganie
$n_h =$	2		Ilość kolumn śrub
$n_v =$	2		Ilość rzędów śrub
$h_1 =$	55	[mm]	Odległość pierwszej śruby od górnej krawędzi blachy czołowej
Rozstaw poziomy $e_i =$	100	[mm]	
Rozstaw pionowy $p_i =$	80	[mm]	

### 6.10.6 Blacha

$h_{pr} =$	190	[mm]	Wysokość blachy
$b_{pr} =$	180	[mm]	Szerokość blachy
$t_{pr} =$	20	[mm]	Grubość blachy
Materiał: S 235			
$f_{ypr} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

### 6.10.7 Spoiny pachwinowe

$a_w =$	5	[mm]	Spoina środkowa
$a_f =$	7	[mm]	Spoina półki

### 6.10.8 Współczynniki materiałowe

$\gamma_{M0} =$	1,00	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[2.2]
$\gamma_{M1} =$	1,00	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[2.2]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[2.2]
$\gamma_{M3} =$	1,25	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[2.2]

## 6.11 Obciążenia

#### Stan graniczny nośności

Przypadek: 7: SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

$M_{b1,Ed} =$	-2,60	[kN*m]	Moment zginający w belce prawej
$V_{b1,Ed} =$	4,35	[kN]	Siła ścinająca w belce prawej
$N_{b1,Ed} =$	242,56	[kN]	Siła osiowa w belce prawej

## 6.12 Rezultaty

### 6.12.1 Nośności belki

#### ROZCIĄGANIE

$A_b =$	45,30	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni	EN1993-1-1:[6.2.3]
$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$N_{tb,Rd} =$	1064,55	[kN]	Nośność obliczeniowa przekroju na rozciąganie	EN1993-1-1:[6.2.3]

#### ŚCINANIE

$A_{vb} =$	14,52	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni przy ścinaniu	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$				
$V_{cb,Rd} =$	197,00	[kN]	Nośność obliczeniowa przekroju na ścinanie	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$		0,02 < 1,00		zweryfikowano (0,02)

#### ZGINANIE - MOMENT PLASTYCZNY (BEZ WZMOCNIEŃ)

$W_{plb} =$	324,85	[cm <sup>3</sup> ]	Wskaźnik plastyczny przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
-------------	--------	--------------------	-------------------------------	------------------------

$$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

$$M_{b,pl,Rd} = 76,34 \text{ [kN*m]} \text{ Nośność plastyczna przekroju przy zginaniu (bez wzmocnień)}$$

EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

#### ZGINANIE NA STYKU Z PŁYTĄ LUB ELEMENTEM ŁĄCZONYM

$$W_{pl} = 324,85 \text{ [cm}^3\text{]} \text{ Wskaźnik plastyczny przekroju}$$

EN1993-1-1:[6.2.5]

$$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

$$M_{cb,Rd} = 76,34 \text{ [kN*m]} \text{ Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu}$$

EN1993-1-1:[6.2.5]

#### PÓŁKA I ŚRODNIK PRZY ŚCISKANIU

$$M_{cb,Rd} = 76,34 \text{ [kN*m]} \text{ Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu}$$

EN1993-1-1:[6.2.5]

$$h_f = 162 \text{ [mm]} \text{ Odległość między środkami ciężkości pól}$$

[6.2.6.7.(1)]

$$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$$

$$F_{c,fb,Rd} = 472,70 \text{ [kN]} \text{ Nośność ściskanej półki i środka}$$

[6.2.6.7.(1)]

### 6.12.2 Parametry geometryczne połączenia

#### DŁUGOŚCI EFEKTYWNE I PARAMETRY - PŁYTA CZOŁOWA

Nr	m	m <sub>x</sub>	e	e <sub>x</sub>	p	l <sub>eff,cp</sub>	l <sub>eff,nc</sub>	l <sub>eff,1</sub>	l <sub>eff,2</sub>	l <sub>eff,cp,g</sub>	l <sub>eff,nc,g</sub>	l <sub>eff,1,g</sub>	l <sub>eff,2,g</sub>
1	41	-	40	-	80	260	255	255	255	210	187	187	187
2	41	-	40	-	80	260	256	256	256	210	189	189	189

m – Odległość śruby od środka

m<sub>x</sub> – Odległość śruby od półki belki

e – Odległość śruby od krawędzi zewnętrznej

e<sub>x</sub> – Odległość śruby od poziomej krawędzi zewnętrznej

p – Odległość między śrubami

l<sub>eff,cp</sub> – Długość efektywna dla pojedynczej śruby w kołowym trybie zniszczenia

l<sub>eff,nc</sub> – Długość efektywna dla pojedynczej śruby w niekołowym trybie zniszczenia

l<sub>eff,1</sub> – Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 1 postaci zniszczenia

l<sub>eff,2</sub> – Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia

l<sub>eff,cp,g</sub> – Długość efektywna dla grupy śrub w kołowym trybie zniszczenia

l<sub>eff,nc,g</sub> – Długość efektywna dla grupy śrub w niekołowym trybie zniszczenia

l<sub>eff,1,g</sub> – Długość efektywna dla grupy śrub dla 1 postaci zniszczenia

l<sub>eff,2,g</sub> – Długość efektywna dla grupy śrub dla 2 postaci zniszczenia

### 6.12.3 Nośność połączenia na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = 141,12 \text{ [kN]} \text{ Nośność śruby na rozciąganie}$$

[Tablica 3.4]

$$B_{p,Rd} = 325,72 \text{ [kN]} \text{ Nośność śruby na przeciągnięcie łba}$$

[Tablica 3.4]

F<sub>t,fc,Rd</sub> – nośność półki słupa przy zginaniu

F<sub>t,wc,Rd</sub> – nośność środka słupa przy rozciąganiu

F<sub>t,ep,Rd</sub> – nośność zginanej blachy czołowej przy zginaniu

F<sub>t,wb,Rd</sub> – nośność środka przy rozciąganiu

$$F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$$

[6.2.6.4], [Tab.6.2]

$$F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0}$$

[6.2.6.3.(1)]

$$F_{t,ep,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$$

[6.2.6.5], [Tab.6.2]

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

[6.2.6.8.(1)]

#### NOŚNOŚC RZĘDU ŚRUB NUMER 1

F <sub>t1,Rd,comp</sub> - Formuła	F <sub>t1,Rd,comp</sub>	Komponent
F <sub>t1,Rd</sub> = Min (F <sub>t1,Rd,comp</sub> )	282,24	Nośność rzędu śrub
F <sub>t,ep,Rd(1)</sub> = 282,24	282,24	Płyta czołowa - rozciąganie
F <sub>t,wb,Rd(1)</sub> = 359,57	359,57	Środek belki - rozciąganie
B <sub>p,Rd</sub> = 651,44	651,44	Śruby na przeciągnięcie łba

#### NOŚNOŚC RZĘDU ŚRUB NUMER 2

F <sub>t2,Rd,comp</sub> - Formuła	F <sub>t2,Rd,comp</sub>	Komponent
F <sub>t2,Rd</sub> = Min (F <sub>t2,Rd,comp</sub> )	212,52	Nośność rzędu śrub
F <sub>t,ep,Rd(2)</sub> = 282,24	282,24	Płyta czołowa - rozciąganie
F <sub>t,wb,Rd(2)</sub> = 361,28	361,28	Środek belki - rozciąganie
B <sub>p,Rd</sub> = 651,44	651,44	Śruby na przeciągnięcie łba
F <sub>t,ep,Rd(2+1)</sub> - $\sum_1^1 F_{ij,Rd}$ = 494,76 - 282,24	212,52	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
F <sub>t,wb,Rd(2+1)</sub> - $\sum_1^1 F_{ij,Rd}$ = 529,97 - 282,24	247,73	Środek belki - rozciąganie - grupa

#### SUMARYCZNE ZESTAWIENIE SIŁ

Nr	$h_j$	$F_{tj,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$
1	120	282,24	–	–	282,24	359,57	282,24	651,44
2	40	212,52	–	–	282,24	361,28	282,24	651,44

#### NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ROZCIĄGANIE $N_{j,Rd}$

$$N_{j,Rd} = \sum F_{tj,Rd}$$

$$N_{j,Rd} = 494,76 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność połączenia na rozciąganie} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,49 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,49)$$

### 6.12.4 Nośność połączenia na zginanie

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formuła	$F_{t1,Rd,comp}$	Komponent
$F_{t1,Rd} = \text{Min}(F_{t1,Rd,comp})$	282,24	Nośność rzędu śrub
$F_{t,ep,Rd(1)} = 282,24$	282,24	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(1)} = 359,57$	359,57	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 651,44$	651,44	Śruby na przeciągnięcie łba
$F_{c,fb,Rd} = 472,70$	472,70	Półka belki - ściskanie

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Formuła	$F_{t2,Rd,comp}$	Komponent
$F_{t2,Rd} = \text{Min}(F_{t2,Rd,comp})$	190,46	Nośność rzędu śrub
$F_{t,ep,Rd(2)} = 282,24$	282,24	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(2)} = 361,28$	361,28	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 651,44$	651,44	Śruby na przeciągnięcie łba
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 472,70 - 282,24$	190,46	Półka belki - ściskanie
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 494,76 - 282,24$	212,52	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 529,97 - 282,24$	247,73	Środek belki - rozciąganie - grupa

#### Dodatkowa redukcja nośności rzędu śrub

$$F_{t2,Rd} = F_{t1,Rd} h_2/h_1$$

$$F_{t2,Rd} = 94,47 \quad [\text{kN}] \quad \text{Zredukowana nośność rzędu śrub} \quad [6.2.7.2.(9)]$$

#### SUMARYCZNE ZESTAWIENIE SIŁ

Nr	$h_j$	$F_{tj,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$
1	120	282,24	–	–	282,24	359,57	282,24	651,44
2	40	94,47	–	–	282,24	361,28	282,24	651,44

#### NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ZGINANIE $M_{j,Rd}$

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 37,74 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad \text{Nośność połączenia na zginanie} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,07 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,07)$$

### 6.12.5 Weryfikacja interakcji M+N

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1$$

[6.2.5.1.(3)]

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \quad 0,56 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,56)$$

### 6.12.6 Nośność połączenia na ścinanie

$$\alpha_v = 0,60$$

Współczynnik do obliczeń  $F_{v,Rd}$

[Tablica 3.4]

$$F_{v,Rd} = 120,64 \quad [\text{kN}]$$

Nośność pojedynczej śruby na ścinanie

[Tablica 3.4]

$$F_{t,Rd,max} = 141,12 \quad [\text{kN}]$$

Nośność pojedynczej śruby na rozciąganie

[Tablica 3.4]

$$F_{b,Rd,int} = 277,09 \quad [\text{kN}]$$

Nośność wewnętrznej śruby na docisk

[Tablica 3.4]

$$F_{b,Rd,ext} = 240,00 \quad [\text{kN}]$$

Nośność skrajnej śruby na docisk

[Tablica 3.4]

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	282,24	138,37	282,24	19,48	157,85	144,89
2	212,52	104,19	94,47	6,52	110,71	173,67

$F_{tj,Rd,N}$  – Nośność rzędu śrub przy czystym rozciąganiu

$F_{tj,Ed,N}$  – Siła w rzędzie śrub od siły osiowej

$F_{tj,Rd,M}$  – Nośność rzędu śrub przy czystym zginaniu

$F_{tj,Ed,M}$  – Siła w rzędzie śrub od momentu

$F_{tj,Ed}$  – Maksymalna siła rozciągająca w rzędzie śrub

$F_{vj,Rd}$  – Zredukowana nośność rzędu śrub

$$F_{ij,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{ij,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{ij,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{ij,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{ij,Ed} = F_{ij,Ed,N} + F_{ij,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \min (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{ij,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum_{i=1}^n F_{vj,Rd}$$

$$V_{j,Rd} = 318,56 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność połączenia na ścinanie}$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,01 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,01)$$

[Tablica 3.4]

[Tablica 3.4]

## 6.12.7 Wytrzymałość spoin

$A_w =$	57,56	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni wszystkich spoin	[4.5.3.2(2)]
$A_{wy} =$	45,36	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin poziomych	[4.5.3.2(2)]
$A_{wz} =$	12,20	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin pionowych	[4.5.3.2(2)]
$I_{wy} =$	3208,92	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności układu spoin wzgl. osi poz.	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_{\perp,max} = \tau_{\perp,max} =$	47,25	[MPa]	Napężenie normalne w spoinie	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	45,64	[MPa]	Napężenia w spoinie pionowej	[4.5.3.2(5)]
$\tau_{\parallel} =$	3,57	[MPa]	Napężenie styczne	[4.5.3.2(5)]
$\beta_w =$	0,80		Współczynnik korelacji	[4.5.3.2(7)]
$\sqrt{[\sigma_{\perp,max}^2 + 3*(\tau_{\perp,max})^2]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$	94,50	<	360,00	zweryfikowano (0,26)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$	91,49	<	360,00	zweryfikowano (0,25)
$\sigma_{\perp} \leq 0.9*f_u / \gamma_{M2}$	47,25	<	259,20	zweryfikowano (0,18)


## 6.12.8 Sztywność połączenia

Siła osiowa w belce przekracza 5% wytrzymałości  $N_{pl,Rd}$ . Zgodnie z punktem 6.3.1.(4) sztywność połączenia nie może być wyznaczona.

## 6.12.9 Najslabszy komponent:

PŁYTA CZOŁOWA PRZY ROZCIĄGANIU

**Połączenie zgodne z normą** Proporcja 0,56



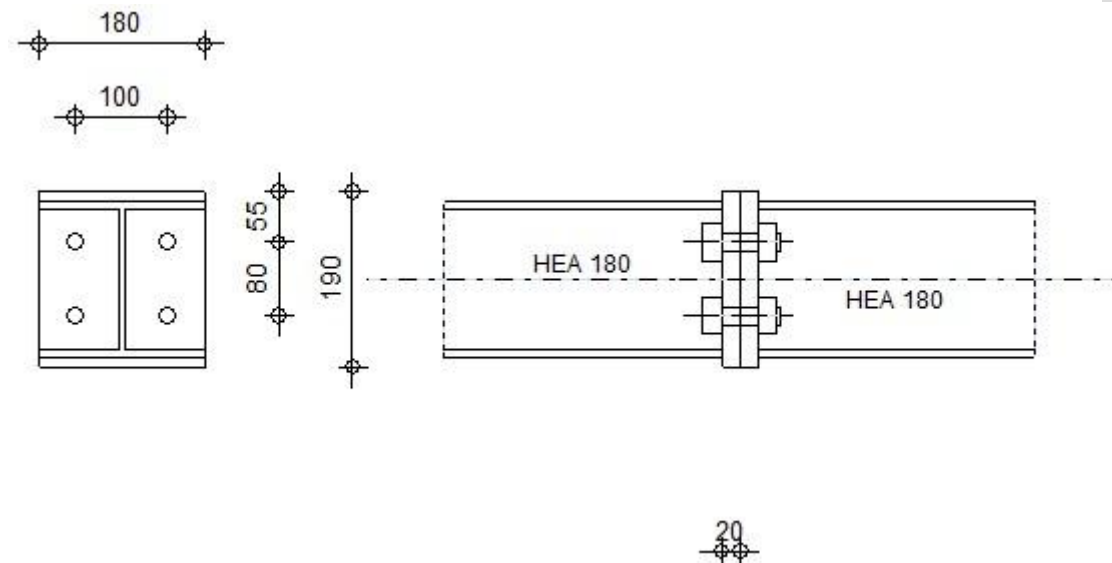
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

**Obliczenia połączenia zamocowanego Belka - Belka**

PN-EN 1993-1-8:2006/AC:2009

OK

Proporcja  
**0,22**



## 6.13 Ogólne

Nr połączenia: 10  
Nazwa połączenia: Doczołowe  
Węzeł konstrukcji: 91  
Pręty konstrukcji: 47, 48

## 6.14 Geometria

### 6.14.1 Strona lewa

#### 6.14.2 Belka

Profil: HEA 180  
Nr pręta: 47  
 $\alpha = -180,0$  [Deg] Kąt nachylenia  
 $h_{bl} = 171$  [mm] Wysokość przekroju belki  
 $b_{tbl} = 180$  [mm] Szerokość przekroju belki  
 $t_{wbl} = 6$  [mm] Grubość środnika przekroju belki  
 $t_{tbl} = 10$  [mm] Grubość półki przekroju belki  
 $r_{bl} = 15$  [mm] Promień zaokrąglenia przekroju belki  
 $A_{bl} = 45,30$  [cm<sup>2</sup>] Pole przekroju belki  
 $I_{xbl} = 2510,00$  [cm<sup>4</sup>] Moment bezwładności przekroju belki  
Materiał: S 235  
 $f_{yb} = 235,00$  [MPa] Wytrzymałość

### 6.14.3 Strona prawa

#### 6.14.4 Belka

Profil: HEA 180  
Nr pręta: 48  
 $\alpha = -0,0$  [Deg] Kąt nachylenia  
 $h_{br} = 171$  [mm] Wysokość przekroju belki  
 $b_{tbr} = 180$  [mm] Szerokość przekroju belki  
 $t_{wbr} = 6$  [mm] Grubość środnika przekroju belki  
 $t_{tbr} = 10$  [mm] Grubość półki przekroju belki  
 $r_{br} = 15$  [mm] Promień zaokrąglenia przekroju belki  
 $A_{br} = 45,30$  [cm<sup>2</sup>] Pole przekroju belki  
 $I_{xbr} = 2510,00$  [cm<sup>4</sup>] Moment bezwładności przekroju belki  
Materiał: S 235  
 $f_{yb} = 235,00$  [MPa] Wytrzymałość

#### 6.14.5 Śruby

Płaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

$d = 20$  [mm] Średnica śruby  
Klasa = 8.8 Klasa śruby  
 $F_{tRd} = 141,12$  [kN] Nośność śruby na rozciąganie  
 $n_h = 2$  Ilość kolumn śrub  
 $n_v = 2$  Ilość rzędów śrub  
 $h_1 = 55$  [mm] Odległość pierwszej śruby od górnej krawędzi blachy czołowej  
Rozstaw poziomy  $e_i = 100$  [mm]  
Rozstaw pionowy  $p_i = 80$  [mm]

#### 6.14.6 Blacha

$h_{pr} = 190$  [mm] Wysokość blachy  
 $b_{pr} = 180$  [mm] Szerokość blachy  
 $t_{pr} = 20$  [mm] Grubość blachy  
Materiał: S 235  
 $f_{ypr} = 235,00$  [MPa] Wytrzymałość

## 6.14.7 Spoiny pachwinowe

$a_w =$	5	[mm]	Spoina środknika
$a_f =$	7	[mm]	Spoina półki

## 6.14.8 Współczynniki materiałowe

$\gamma_{M0} =$	1,00	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[2.2]
$\gamma_{M1} =$	1,00	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[2.2]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[2.2]
$\gamma_{M3} =$	1,25	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[2.2]

## 6.15 Obciążenia

### Stan graniczny nośności

Przypadek: 7: SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.00 + 4\*1.50

$M_{b1,Ed} =$	-0,58	[kN*m]	Moment zginający w belce prawej
$V_{b1,Ed} =$	3,09	[kN]	Siła ścinająca w belce prawej
$N_{b1,Ed} =$	99,72	[kN]	Siła osiowa w belce prawej

## 6.16 Rezultaty

### 6.16.1 Nośności belki

#### ROZCIĄGANIE

$A_b =$	45,30	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni	EN1993-1-1:[6.2.3]
$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$N_{tb,Rd} =$	1064,55	[kN]	Nośność obliczeniowa przekroju na rozciąganie	EN1993-1-1:[6.2.3]

#### ŚCINANIE

$A_{vb} =$	14,52	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni przy ścinaniu	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$				
$V_{cb,Rd} =$	197,00	[kN]	Nośność obliczeniowa przekroju na ścinanie	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$		0,02 < 1,00	zweryfikowano	(0,02)

#### ZGINANIE - MOMENT PLASTYCZNY (BEZ WZMOCNIEŃ)

$W_{plb} =$	324,85	[cm <sup>3</sup> ]	Wskaźnik plastyczny przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$M_{b,pl,Rd} =$	76,34	[kN*m]	Nośność plastyczna przekroju przy zginaniu (bez wzmocnień)	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

#### ZGINANIE NA STYKU Z PŁYTĄ LUB ELEMENTEM ŁĄCZONYM

$W_{pl} =$	324,85	[cm <sup>3</sup> ]	Wskaźnik plastyczny przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5]
$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$M_{cb,Rd} =$	76,34	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]

#### PÓŁKA I ŚRODNIK PRZY ŚCISKANIU

$M_{cb,Rd} =$	76,34	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_f =$	162	[mm]	Odległość między środkami ciężkości półek	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$				
$F_{c,fb,Rd} =$	472,70	[kN]	Nośność ściskanej półki i środknika	[6.2.6.7.(1)]

### 6.16.2 Parametry geometryczne połączenia

#### DŁUGOŚCI EFEKTYWNE I PARAMETRY - PŁYTA CZOŁOWA

Nr	m	m <sub>x</sub>	e	e <sub>x</sub>	p	l <sub>eff,cp</sub>	l <sub>eff,nc</sub>	l <sub>eff,1</sub>	l <sub>eff,2</sub>	l <sub>eff,cp,g</sub>	l <sub>eff,nc,g</sub>	l <sub>eff,1,g</sub>	l <sub>eff,2,g</sub>
1	41	-	40	-	80	260	255	255	255	210	187	187	187
2	41	-	40	-	80	260	256	256	256	210	189	189	189

m	–	Odległość śruby od środknika
m <sub>x</sub>	–	Odległość śruby od półki belki
e	–	Odległość śruby od krawędzi zewnętrznej
e <sub>x</sub>	–	Odległość śruby od poziomej krawędzi zewnętrznej
p	–	Odległość między śrubami
l <sub>eff,cp</sub>	–	Długość efektywna dla pojedynczej śruby w kołowym trybie zniszczenia
l <sub>eff,nc</sub>	–	Długość efektywna dla pojedynczej śruby w niekołowym trybie zniszczenia
l <sub>eff,1</sub>	–	Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 1 postaci zniszczenia

- $m$  – Odległość śruby od środka  
 $l_{eff,2}$  – Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia  
 $l_{eff,cp,g}$  – Długość efektywna dla grupy śrub w kołowym trybie zniszczenia  
 $l_{eff,nc,g}$  – Długość efektywna dla grupy śrub w niekołowym trybie zniszczenia  
 $l_{eff,1,g}$  – Długość efektywna dla grupy śrub dla 1 postaci zniszczenia  
 $l_{eff,2,g}$  – Długość efektywna dla grupy śrub dla 2 postaci zniszczenia

### 6.16.3 Nośność połączenia na rozciąganie

$F_{t,Rd} = 141,12$  [kN] Nośność śruby na rozciąganie [Tablica 3.4]  
 $B_{p,Rd} = 325,72$  [kN] Nośność śruby na przeciągnięcie łba [Tablica 3.4]

- $F_{t,fc,Rd}$  – nośność półki słupa przy zginaniu  
 $F_{t,wc,Rd}$  – nośność środka słupa przy rozciąganiu  
 $F_{t,ep,Rd}$  – nośność zginanej blachy czołowej przy zginaniu  
 $F_{t,wb,Rd}$  – nośność środka przy rozciąganiu

$$F_{t,fc,Rd} = \min(F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd}) \quad [6.2.6.4], [Tab.6.2]$$

$$F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} \quad [6.2.6.3.(1)]$$

$$F_{t,ep,Rd} = \min(F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd}) \quad [6.2.6.5], [Tab.6.2]$$

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0} \quad [6.2.6.8.(1)]$$

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formuła	$F_{t1,Rd,comp}$	Komponent
$F_{t1,Rd} = \min(F_{t1,Rd,comp})$	282,24	Nośność rzędu śrub
$F_{t,ep,Rd(1)} = 282,24$	282,24	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(1)} = 359,57$	359,57	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 651,44$	651,44	Śruby na przeciągnięcie łba

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Formuła	$F_{t2,Rd,comp}$	Komponent
$F_{t2,Rd} = \min(F_{t2,Rd,comp})$	212,52	Nośność rzędu śrub
$F_{t,ep,Rd(2)} = 282,24$	282,24	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(2)} = 361,28$	361,28	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 651,44$	651,44	Śruby na przeciągnięcie łba
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{ij,Rd} = 494,76 - 282,24$	212,52	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{ij,Rd} = 529,97 - 282,24$	247,73	Środek belki - rozciąganie - grupa

#### SUMARYCZNE ZESTAWIENIE SIŁ

Nr	$h_j$	$F_{tj,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$
1	120	282,24	-	-	282,24	359,57	282,24	651,44
2	40	212,52	-	-	282,24	361,28	282,24	651,44

#### NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ROZCIĄGANIE $N_{j,Rd}$

$$N_{j,Rd} = \sum F_{tj,Rd}$$

$$N_{j,Rd} = 494,76 \quad [kN] \quad \text{Nośność połączenia na rozciąganie} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,20 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,20)$$

### 6.16.4 Nośność połączenia na zginanie

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formuła	$F_{t1,Rd,comp}$	Komponent
$F_{t1,Rd} = \min(F_{t1,Rd,comp})$	282,24	Nośność rzędu śrub
$F_{t,ep,Rd(1)} = 282,24$	282,24	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(1)} = 359,57$	359,57	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 651,44$	651,44	Śruby na przeciągnięcie łba
$F_{c,fb,Rd} = 472,70$	472,70	Półka belki - ściskanie

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Formuła	$F_{t2,Rd,comp}$	Komponent
$F_{t2,Rd} = \min(F_{t2,Rd,comp})$	190,46	Nośność rzędu śrub
$F_{t,ep,Rd(2)} = 282,24$	282,24	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(2)} = 361,28$	361,28	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 651,44$	651,44	Śruby na przeciągnięcie łba
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 472,70 - 282,24$	190,46	Półka belki - ściskanie



$F_{t2,Rd,comp}$ - Formuła	$F_{t2,Rd,comp}$	Komponent
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 494,76 - 282,24$	212,52	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 529,97 - 282,24$	247,73	Środek belki - rozciąganie - grupa

#### Dodatkowa redukcja nośności rzędu śrub

$$F_{t2,Rd} = F_{t1,Rd} h_2/h_1$$

$$F_{t2,Rd} = 94,47 \text{ [kN]} \quad \text{Zredukowana nośność rzędu śrub}$$

[6.2.7.2.(9)]

#### SUMARYCZNE ZESTAWIENIE SIŁ

Nr	$h_j$	$F_{tj,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$
1	120	282,24	-	-	282,24	359,57	282,24	651,44
2	40	94,47	-	-	282,24	361,28	282,24	651,44

#### NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ZGINANIE $M_{j,Rd}$

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 37,74 \text{ [kN*m]} \quad \text{Nośność połączenia na zginanie}$$

[6.2]

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,02 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,02)$$

### 6.16.5 Weryfikacja interakcji M+N

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1$$

[6.2.5.1.(3)]

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \quad 0,22 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,22)$$

### 6.16.6 Nośność połączenia na ścinanie

$$\alpha_v = 0,60$$

Współczynnik do obliczeń  $F_{v,Rd}$

[Tablica 3.4]

$$F_{v,Rd} = 120,64 \text{ [kN]}$$

Nośność pojedynczej śruby na ścinanie

[Tablica 3.4]

$$F_{t,Rd,max} = 141,12 \text{ [kN]}$$

Nośność pojedynczej śruby na rozciąganie

[Tablica 3.4]

$$F_{b,Rd,int} = 277,09 \text{ [kN]}$$

Nośność wewnętrznej śruby na docisk

[Tablica 3.4]

$$F_{b,Rd,ext} = 240,00 \text{ [kN]}$$

Nośność skrajnej śruby na docisk

[Tablica 3.4]

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	282,24	56,89	282,24	4,33	61,22	203,89
2	212,52	42,84	94,47	1,45	44,28	214,23

$F_{tj,Rd,N}$  – Nośność rzędu śrub przy czystym rozciąganiu

$F_{tj,Ed,N}$  – Siła w rzędzie śrub od siły osiowej

$F_{tj,Rd,M}$  – Nośność rzędu śrub przy czystym zginaniu

$F_{tj,Ed,M}$  – Siła w rzędzie śrub od momentu

$F_{tj,Ed}$  – Maksymalna siła rozciągająca w rzędzie śrub

$F_{vj,Rd}$  – Zredukowana nośność rzędu śrub

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \min(n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd}))$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum_1^n F_{vj,Rd}$$

[Tablica 3.4]

$$V_{j,Rd} = 418,13 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność połączenia na ścinanie}$$

[Tablica 3.4]

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,01 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,01)$$

### 6.16.7 Wytrzymałość spoin

$$A_w = 57,56 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Pole powierzchni wszystkich spoin}$$

[4.5.3.2(2)]

$$A_{wy} = 45,36 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Pole powierzchni spoin poziomych}$$

[4.5.3.2(2)]

$$A_{wz} = 12,20 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Pole powierzchni spoin pionowych}$$

[4.5.3.2(2)]

$$I_{wy} = 3208,92 \text{ [cm}^4\text{]} \quad \text{Moment bezwładności układu spoin wzgl. osi poz.}$$

[4.5.3.2(5)]

$$\sigma_{\perp,max} = \tau_{\perp,max} = 18,46 \text{ [MPa]} \quad \text{Napężenie normalne w spoinie}$$

[4.5.3.2(5)]

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 18,10 \text{ [MPa]} \quad \text{Napężenia w spoinie pionowej}$$

[4.5.3.2(5)]

$$\tau_{\parallel} = 2,53 \text{ [MPa]} \quad \text{Napężenie styczne}$$

[4.5.3.2(5)]

$$\beta_w = 0,80 \quad \text{Współczynnik korelacji}$$

[4.5.3.2(7)]

$$\sqrt{[\sigma_{\perp,max}^2 + 3(\tau_{\perp,max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) \quad 36,92 < 360,00$$

zweryfikowano

(0,10)

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) \quad 36,47 < 360,00$$

zweryfikowano

(0,10)

$$\sigma_{\perp} \leq 0.9 f_u / \gamma_{M2} \quad 18,46 < 259,20$$

zweryfikowano

(0,07)

### 6.16.8 Sztywność połączenia

Siła osiowa w belce przekracza 5% wytrzymałości  $N_{pl,Rd}$ . Zgodnie z punktem 6.3.1.(4) sztywność połączenia nie może być wyznaczona

## 6.16.9 Najslabszy komponent:

PŁYTA CZOŁOWA PRZY ROZCIĄGANIU

**Połączenie zgodne z normą** Proporcja 0,22

### OBLICZENIA STÓP FUNDAMENTOWYCH.

## 1 Stopa fundamentowa: F1

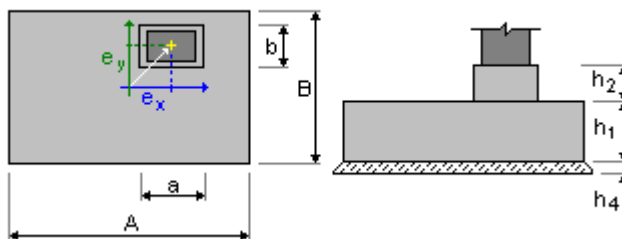
Ilość: 6

### 1.1 Dane podstawowe

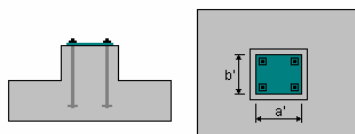
#### 1.1.1 Założenia

- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-EN 1997-1:2008/Ap2:2010
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008
- Dobór kształtu : stopa kwadratowa

#### 1.1.2 Geometria:



A	= 2,90 (m)	a	= 1,00 (m)
B	= 2,90 (m)	b	= 1,00 (m)
h1	= 0,60 (m)	e <sub>x</sub>	= 0,00 (m)
h2	= 0,60 (m)	e <sub>y</sub>	= 0,00 (m)
h4	= 0,10 (m)		



a'	= 70,0 (cm)
b'	= 70,0 (cm)
c <sub>nom1</sub>	= 6,0 (cm)
c <sub>nom2</sub>	= 6,0 (cm)
Odchyłki otuliny: C <sub>dev</sub> = 1,0(cm), C <sub>dur</sub> = 0,0(cm)	

#### 1.1.3 Materiały

- Beton : C25/30; wytrzymałość charakterystyczna = 25,00 MPa  
ciężar objętościowy = 2501,36 (kg/m<sup>3</sup>)  
prostokątny rozkład naprężeń [3.1.7(3)]
- Zbrojenie podłużne : typ B500C wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa  
Klasa ciągliwości: C

- Zbrojenie poprzeczne  
charakterystyczna = 500,00 MPa
  - Dodatkowe zbrojenie:  
charakterystyczna = 500,00 MPa
- gałąź pozioma wykresu naprężenie-odkształcenie  
: typ B500C wytrzymałość
- : typ B500C wytrzymałość

#### 1.1.4 Obciążenia:

##### Obciążenia fundamentu:

Przypadek	Natura	Grupa	N (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)		
CW	stałe(Konstrukcyjne)	800	70,67	1,68	0,16	-0,33	8,99		
D-ST	stałe(Niekonstrukcyjne)	800	22,80	1,09	0,05	-0,11	5,88		
D-EXP	zmiennie(Kategoria H)	800	57,00	2,72	0,14	-0,28	14,69		
D-SN	śnieg(Śnieg H<1000 mnpm)	800		217,70	10,40	0,52	-1,07	56,11	
D-SN LEW	śnieg(Śnieg H<1000 mnpm)	800		190,92	7,75	0,47	-0,97	41,82	
D-SN PRAW	śnieg(Śnieg H<1000 mnpm)	800				135,63	7,85	0,31	-0,63
42,35									
WIATR1	wiatr	800	-36,85	12,18	0,12	-0,27	64,52		
WIATR2	wiatr	800	-6,13	0,40	1,40	-3,86	1,43		
WIATR3	wiatr	800	-52,54	-20,36	-0,20	0,35	-100,39		
WIATR4	wiatr	800	-5,61	-0,31	-1,46	3,97	-2,24		

##### Obciążenia naziomu:

Przypadek	Natura	Q1 (kN/m2)
-----------	--------	---------------

## 1.2 Wymiarowanie geotechniczne

### 1.2.1 Założenia

- Współczynnik redukujący kohezję: 0,00
  - Fundament gładki prefabrykowany 6.5.3(10)
  - Poślizg z uwzględnieniem parcia gruntu: dla kierunków X i Y
  - Podejście obliczeniowe: 2  
A1 + M1 + R2
- $\gamma_{\phi'} = 1,00$   
 $\gamma_{c'} = 1,00$   
 $\gamma_{cu} = 1,00$   
 $\gamma_{qu} = 1,00$   
 $\gamma_{\gamma} = 1,00$   
 $\gamma_{R,v} = 1,40$   
 $\gamma_{R,h} = 1,10$

### 1.2.2 Grunt:

Poziom gruntu:	$N_1$	= 0,00 (m)
Poziom trzonu słupa:	$N_a$	= 0,00 (m)
Minimalny poziom posadowienia:	$N_f$	= -0,50 (m)

#### 1. Gлина piaszczysta

- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Miąższość: 1.30 (m)
- Ciężar objętościowy: 2243.38 (kG/m3)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2722.64 (kG/m3)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 18.3 (Deg)
- Kohezja: 0.03 (MPa)

#### 2. Gлина piaszczysta

- Poziom gruntu: -1.30 (m)
- Miąższość: 1.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 2243.38 (kG/m3)

- Ciężar właściwy szkieletu: 2722.64 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 18.3 (Deg)
- Kohezja: 0.03 (MPa)

### 1.2.3 Stany graniczne

#### Obliczenia naprężeń

SN

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca **SGN A1 : 1.35CW+1.35D-ST+0.90WIATR1+1.50D-**

Współczynniki obciążeniowe: **1.35** \* ciężar fundamentu  
**1.35** \* ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 319,02 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 738,59 (kN)      Mx = -2,70 (kN\*m)      My = 139,06 (kN\*m)

#### Metoda obliczeń naprężenia dopuszczalnego: Półempiryczna - limit naprężeń

Mimośród działania obciążenia:

|eB| = 0,19 (m)      |eL| = 0,00 (m)

Wymiary zastępcze fundamentu:

B' = B - 2|eB| = 2,52 (m)

L' = L - 2|eL| = 2,89 (m)

qu = 0.30 (MPa)

ple\* = 0,17 (MPa)

De = Dmin - d = 1,20 (m)

kp = 1,23

q'o = 0,03 (MPa)

qu = kp \* (ple\*) + q'o = 0,24 (MPa)

Naprężenie w gruncie: qref = 0.12 (MPa)

Współczynnik bezpieczeństwa: qlim / qref = 1.374 > 1

#### Odrywanie

##### Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca

**SGN A1 : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR3**

Współczynniki obciążeniowe:

**1.00** \* ciężar fundamentu

**1.00** \* ciężar gruntu

Powierzchnia kontaktu:

s = 0,16

s<sub>lim</sub> = 0,17

#### Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca

**SGN A1 : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR3**

Współczynniki obciążeniowe:

**1.00** \* ciężar fundamentu

**1.00** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 236,31 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 250,96 (kN)      Mx = 0,12 (kN\*m)      My = -118,34 (kN\*m)

Wymiary zastępcze fundamentu: A<sub>-</sub> = 2,90 (m)      B<sub>-</sub> = 2,90 (m)

Powierzchnia poślizgu: 8,41 (m<sup>2</sup>)

Współczynnik tarcia fundament - grunt: tan(δd) = 0,20

Kohezja: cu = 0.03 (MPa)

Uwzględnione parcie gruntu:  
 $H_x = -27,78 \text{ (kN)}$   $H_y = -0,08 \text{ (kN)}$   
 $P_{px} = 33,02 \text{ (kN)}$   $P_{py} = 33,02 \text{ (kN)}$   
 $P_{ax} = -8,99 \text{ (kN)}$   $P_{ay} = -8,99 \text{ (kN)}$   
Wartość siły poślizgu  $H_d = 0,00 \text{ (kN)}$   
Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:  
- na poziomie posadowienia:  $R_d = 44,82 \text{ (kN)}$   
Stateczność na przesunięcie:  $\infty$

### Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe  
Kombinacja wymiarująca **SGU : 1.00CW+1.00D-ST+1.00D-EXP+1.00D-SN**  
Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu  
**1.00** \* ciężar gruntu  
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $G_r = 236,31 \text{ (kN)}$   
Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego:  $q = 0,07 \text{ (MPa)}$   
Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 3,73 \text{ (m)}$   
Naprężenie na poziomie z:  
- dodatkowe:  $\sigma_{zd} = 0,01 \text{ (MPa)}$   
- wywołane ciężarem gruntu:  $\sigma_{z\gamma} = 0,11 \text{ (MPa)}$   
Osiadanie:  
- pierwotne  $s' = 0,2 \text{ (cm)}$   
- wtórne  $s'' = 0,0 \text{ (cm)}$   
- CAŁKOWITE  $S = 0,2 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$   
Współczynnik bezpieczeństwa:  $22,76 > 1$

### Różnica osiadań

Kombinacja wymiarująca **SGU : 1.00CW+1.00D-ST+1.00D-EXP+1.00WIATR1+1.00D-SN**  
Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu  
**1.00** \* ciężar gruntu  
Różnica osiadań:  $S = 0,3 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$   
Współczynnik bezpieczeństwa:  $14,9 > 1$

### Obrót

Wokół osi OX  
Kombinacja wymiarująca **SGN A1 : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR2**  
Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu  
**1.00** \* ciężar gruntu  
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $G_r = 236,31 \text{ (kN)}$   
Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 320,59 \text{ (kN)}$   $M_x = -6,31 \text{ (kN*m)}$   $M_y = 14,73 \text{ (kN*m)}$   
Moment stabilizujący:  $M_{stab} = 464,86 \text{ (kN*m)}$   
Moment obracający:  $M_{renv} = 9,02 \text{ (kN*m)}$   
Stateczność na obrót:  $51,54 > 1$

Wokół osi OY  
Kombinacja wymiarująca: **SGN A1 : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR3**  
Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu  
**1.00** \* ciężar gruntu  
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $G_r = 236,31 \text{ (kN)}$   
Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 250,96 \text{ (kN)}$   $M_x = 0,12 \text{ (kN*m)}$   $M_y = -118,34 \text{ (kN*m)}$   
Moment stabilizujący:  $M_{stab} = 363,90 \text{ (kN*m)}$   
Moment obracający:  $M_{renv} = 169,05 \text{ (kN*m)}$   
Stateczność na obrót:  $2,153 > 1$

## 1.3 Wymiarowanie żelbetowe

### 1.3.1 Założenia

- Środowisko : XC1
- Klasa konstrukcji : S1

### 1.3.2 Analiza przebiecia i ścinania

#### Przebiecie

Kombinacja wymiarująca	<b>SGN : 1.15CW+1.00D-ST+0.90WIATR1+1.50D-SN</b>		
Współczynniki obciążeniowe:	<b>1.35</b> * ciężar fundamentu <b>1.35</b> * ciężar gruntu		
Obciążenie wymiarujące:			
Nr = 716,30 (kN)	Mx = -2,59 (kN*m)	My = 135,74 (kN*m)	
Długość obwodu krytycznego:	6,66 (m)		
Siła przebijająca:	243,55 (kN)		
Wysokość użyteczna przekroju	heff = 0,53 (m)		
Stopień zbrojenia:	$\rho = 0.14 \%$		
Naprężenie ścinające:	0,10 (MPa)		
Dopuszczalne naprężenie ścinające:	0,90 (MPa)		
Współczynnik bezpieczeństwa:	9.025 > 1		

### 1.3.3 Zbrojenie teoretyczne

#### Stopa:

dolne:

SGN : 1.15CW+1.00D-ST+0.90WIATR1+1.50D-SN  
My = 127,51 (kN\*m)      A<sub>sx</sub> = 7,17 (cm<sup>2</sup>/m)

SGN : 1.15CW+1.00D-ST+1.50D-SN  
Mx = 91,40 (kN\*m)      A<sub>sy</sub> = 7,17 (cm<sup>2</sup>/m)

A<sub>s min</sub> = 7,17 (cm<sup>2</sup>/m)

górne:

SGN : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR3  
My = -34,25 (kN\*m)      A'<sub>sx</sub> = 7,17 (cm<sup>2</sup>/m)  
A'<sub>sy</sub> = 0,00 (cm<sup>2</sup>/m)

A<sub>s min</sub> = 7,17 (cm<sup>2</sup>/m)

#### Trzon słupa:

Zbrojenie podłużne	A	= 20,00 (cm <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub>	= 20,00 (cm <sup>2</sup> )
	A	= 2 * (Asx + Asy)		
	Asx	= 9,58 (cm <sup>2</sup> )	Asy	= 0,42 (cm <sup>2</sup> )

### 1.3.4 Zbrojenie rzeczywiste

#### Stopa:

##### Dolne:

Wzdłuż osi X:  
14 B500C 14      l = 2,78 (m)      e = 1\*-1,29 + 13\*0,20

Wzdłuż osi Y:  
14 B500C 14      l = 2,78 (m)      e = 1\*-1,29 + 13\*0,20

##### Górne:

Wzdłuż osi X:  
 14 B500C 14  $l = 2,78 \text{ (m)}$   $e = 1 \cdot -1,29 + 13 \cdot 0,20$   
 Wzdłuż osi Y:  
 14 B500C 14  $l = 2,78 \text{ (m)}$   $e = 1 \cdot -1,29 + 13 \cdot 0,20$

### Trzon Zbrojenie podłużne

Wzdłuż osi Y:  
 12 B500C 16  $l = 1,24 \text{ (m)}$   $e = 1 \cdot -0,42 + 5 \cdot 0,17$   
**Zbrojenie poprzeczne**  
 6 B500C 8  $l = 3,62 \text{ (m)}$   $e = 1 \cdot 0,29 + 3 \cdot 0,20 + 2 \cdot 0,12$

## 2 Ilościowe zestawienie materiałów:

- Objętość betonu  $= 5,65 \text{ (m}^3\text{)}$
- Powierzchnia deskowania  $= 9,36 \text{ (m}^2\text{)}$
- Stal B500C
  - Ciężar całkowity  $= 220,26 \text{ (kG)}$
  - Gęstość  $= 39,01 \text{ (kG/m}^3\text{)}$
  - Średnia średnica  $= 13,5 \text{ (mm)}$
  - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Ciężar (kG)
8	21,70	8,56
14	155,68	188,19
16	14,89	23,51

## 1 Stopa fundamentowa: F2

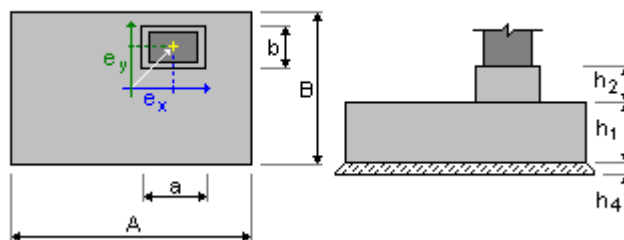
Ilość: 8

### 1.1 Dane podstawowe

#### 1.1.1 Założenia

- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-EN 1997-1:2008/Ap2:2010
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008
- Dobór kształtu : bez ograniczeń

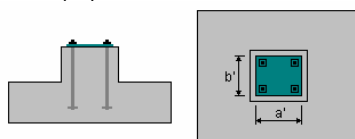
#### 1.1.2 Geometria:



A	$= 2,50 \text{ (m)}$	a	$= 0,80 \text{ (m)}$
B	$= 2,00 \text{ (m)}$	b	$= 0,80 \text{ (m)}$



$h_1 = 0,60 \text{ (m)}$                        $e_x = 0,00 \text{ (m)}$   
 $h_2 = 0,60 \text{ (m)}$                        $e_y = 0,00 \text{ (m)}$   
 $h_4 = 0,10 \text{ (m)}$



$a' = 60,0 \text{ (cm)}$   
 $b' = 60,0 \text{ (cm)}$   
 $c_{nom1} = 6,0 \text{ (cm)}$   
 $c_{nom2} = 6,0 \text{ (cm)}$   
 Odchyłki otuliny:  $C_{dev} = 1,0 \text{ (cm)}$ ,  $C_{dur} = 0,0 \text{ (cm)}$

### 1.1.3 Materiały

- Beton MPa : C25/30; wytrzymałość charakterystyczna = 25,00  
ciężar objętościowy = 2501,36 (kg/m<sup>3</sup>)  
prostokątny rozkład naprężeń [3.1.7(3)]
- Zbrojenie podłużne charakterystyczna = 500,00 MPa : typ B500C wytrzymałość  
Klasa ciągliwości: C  
gałąź pozioma wykresu naprężenie-odkształcenie
- Zbrojenie poprzeczne charakterystyczna = 500,00 MPa : typ B500C wytrzymałość
- Dodatkowe zbrojenie: : typ B500C wytrzymałość  
charakterystyczna = 500,00 MPa

### 1.1.4 Obciążenia:

#### Obciążenia fundamentu:

Przypadek	Natura	Grupa	N (kN)	F <sub>x</sub> (kN)	F <sub>y</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kN*m)	M <sub>y</sub> (kN*m)	
CW	stałe(Konstrukcyjne)	1477	15,01	-0,94	-2,39	0,09	-1,32	
D-ST	stałe(Niekonstrukcyjne)	1477	6,34	-0,67	-0,86	0,04	-0,95	
D-EXP	zmienne(Kategoria H)	1477	15,86	-1,67	-2,16	0,09	-2,39	
D-SN	śnieg(Śnieg H<1000 mnpm)	1477	60,56	-6,38	-8,24	0,34	-9,11	
D-SN LEW	śnieg(Śnieg H<1000 mnpm)	1477	38,51	-4,69	-5,25	0,22	-6,92	
D-SN PRAW	śnieg(Śnieg H<1000 mnpm)	1477	52,33	-4,89	-7,11	0,29		
-6,75								
WIATR1	wiatr	1477	-20,04	17,07	2,87	-0,19	41,73	
WIATR2	wiatr	1477	-8,54	0,28	3,32	-0,15	1,35	
WIATR3	wiatr	1477	-6,11	-11,81	0,60	0,05	-38,73	
WIATR4	wiatr	1477	5,15	-0,45	-2,78	0,12	-0,80	

#### Obciążenia naziomu:

Przypadek	Natura	Q1 (kN/m <sup>2</sup> )
-----------	--------	----------------------------

## 1.2 Wymiarowanie geotechniczne

### 1.2.1 Założenia

- Współczynnik redukujący kohezję: 0,00
- Fundament gładki prefabrykowany 6.5.3(10)
- Poślizg z uwzględnieniem parcia gruntu: dla kierunków X i Y
- Podejście obliczeniowe: 2  
A1 + M1 + R2
- $\gamma_{\phi'} = 1,00$
- $\gamma_{c'} = 1,00$
- $\gamma_{cu} = 1,00$
- $\gamma_{qu} = 1,00$

$$\gamma_Y = 1,00$$

$$\gamma_{R,v} = 1,40$$

$$\gamma_{R,h} = 1,10$$

### 1.2.2 Grunt:

Poziom gruntu:	$N_1$	= 0,00 (m)
Poziom trzonu słupa:	$N_a$	= 0,00 (m)
Minimalny poziom posadowienia:	$N_f$	= -0,50 (m)

#### 1. Gлина piaszczysta

- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Miąższość: 1.30 (m)
- Ciężar objętościowy: 2243.38 (kG/m<sup>3</sup>)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2722.64 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 18.3 (Deg)
- Kohezja: 0.03 (MPa)

#### 2. Gлина piaszczysta

- Poziom gruntu: -1.30 (m)
- Miąższość: 1.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 2243.38 (kG/m<sup>3</sup>)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2722.64 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 18.3 (Deg)
- Kohezja: 0.03 (MPa)

### 1.2.3 Stany graniczne

#### Obliczenia naprężeń

SN

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca **SGN A1 : 1.35CW+1.35D-ST+0.90WIATR3+1.50D-**

Współczynniki obciążeniowe: **1.35** \* ciężar fundamentu

**1.35** \* ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $G_r = 189,76$  (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$$N_r = 303,93 \text{ (kN)} \quad M_x = 12,11 \text{ (kN*m)} \quad M_y = -47,07 \text{ (kN*m)}$$

#### Metoda obliczeń naprężenia dopuszczalnego: Półempiryczna - limit naprężeń

Mimośród działania obciążenia:

$$|e_B| = 0,04 \text{ (m)} \quad |e_L| = 0,15 \text{ (m)}$$

Wymiary zastępcze fundamentu:

$$B' = B - 2|e_B| = 1,92 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 2,19 \text{ (m)}$$

$$q_u = 0.30 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,17 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1,20 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1,30$$

$$q'_{o} = 0,03 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_{o} = 0,25 \text{ (MPa)}$$

Naprężenie w gruncie:  $q_{ref} = 0.09$  (MPa)

$$\text{Współczynnik bezpieczeństwa: } q_{lim} / q_{ref} = 1.956 > 1$$

## Odrywanie

### Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca

Współczynniki obciążeniowe:

Powierzchnia kontaktu:

**SGN A1 : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR1**

**1.00** \* ciężar fundamentu

**1.00** \* ciężar gruntu

s = 0,17

s<sub>lim</sub> = 0,17

## Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca

Współczynniki obciążeniowe:

**SGN A1 : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR1**

**1.00** \* ciężar fundamentu

**1.00** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 140,56 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 131,86 (kN) Mx = -0,85 (kN\*m) My = 53,46 (kN\*m)

Wymiary zastępcze fundamentu: A<sub>-</sub> = 2,50 (m) B<sub>-</sub> = 2,00 (m)

Powierzchnia poślizgu: 5,00 (m<sup>2</sup>)

Współczynnik tarcia fundament - grunt: tan( $\delta_d$ ) = 0,20

Kohezja: c<sub>u</sub> = 0.03 (MPa)

Uwzględnione parcie gruntu:

Hx = 23,99 (kN) Hy = 1,05 (kN)

Ppx = -22,77 (kN) Ppy = -28,47 (kN)

Pax = 6,20 (kN) Pay = 7,75 (kN)

Wartość siły poślizgu Hd = 7,41 (kN)

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:

- na poziomie posadowienia: Rd = 23,55 (kN)

Stateczność na przesunięcie: 3.177 > 1

## Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe

Kombinacja wymiarująca

**EXP+1.00WIATR4+1.00D-SN**

**SGU : 1.00CW+1.00D-ST+1.00D-**

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu

**1.00** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 140,56 (kN)

Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego: q = 0,05 (MPa)

Miękkość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: z = 1,60 (m)

Naprężenie na poziomie z:

- dodatkowe:  $\sigma_{zd}$  = 0,01 (MPa)

- wywołane ciężarem gruntu:  $\sigma_{z\gamma}$  = 0,06 (MPa)

Osiadanie:

- pierwotne s' = 0,1 (cm)

- wtórne s'' = 0,0 (cm)

- CAŁKOWITE S = 0,1 (cm) < S<sub>adm</sub> = 5,0 (cm)

Współczynnik bezpieczeństwa: 80.72 > 1

## Różnica osiadań

Kombinacja wymiarująca

**EXP+1.00WIATR3+1.00D-SN**

**SGU : 1.00CW+1.00D-ST+1.00D-**

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu

**1.00** \* ciężar gruntu

Różnica osiadań: S = 0,1 (cm) < S<sub>adm</sub> = 5,0 (cm)

Współczynnik bezpieczeństwa: 38.2 > 1

## Obrót

Wokół osi OX

SN

Kombinacja wymiarująca **SGN A1 : 1.35CW+1.35D-ST+0.90WIATR4+1.50D-**

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu  
**1.00** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $G_r = 140,56$  (kN)

Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 264,87$  (kN)  $M_x = 14,34$  (kN\*m)  $M_y = -19,23$  (kN\*m)

Moment stabilizujący:  $M_{stab} = 264,87$  (kN\*m)

Moment obracający:  $M_{renv} = 23,90$  (kN\*m)

Stateczność na obrót:  $11,08 > 1$

Wokół osi OY

Kombinacja wymiarująca: **SGN A1 : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR1**

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu  
**1.00** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $G_r = 140,56$  (kN)

Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 131,86$  (kN)  $M_x = -0,85$  (kN\*m)  $M_y = 53,46$  (kN\*m)

Moment stabilizujący:  $M_{stab} = 175,70$  (kN\*m)

Moment obracający:  $M_{renv} = 99,99$  (kN\*m)

Stateczność na obrót:  $1,757 > 1$

### 1.3 Wymiarowanie żelbetowe

#### 1.3.1 Założenia

- Środowisko : XC1
- Klasa konstrukcji : S1

#### 1.3.2 Analiza przebiecia i ścinania

##### Przebiecie

Kombinacja wymiarująca **SGN : 1.15CW+1.00D-ST+0.90WIATR3+1.50D-SN**

Współczynniki obciążeniowe: **1.35** \* ciężar fundamentu  
**1.35** \* ciężar gruntu

Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 298,67$  (kN)  $M_x = 11,53$  (kN\*m)  $M_y = -46,41$  (kN\*m)

Długość obwodu krytycznego:  $5,20$  (m)

Siła przebijająca:  $65,96$  (kN)

Wysokość użyteczna przekroju  $h_{eff} = 0,53$  (m)

Stopień zbrojenia:  $\rho = 0,14$  %

Naprężenie ścinające:  $0,05$  (MPa)

Dopuszczalne naprężenie ścinające:  $1,20$  (MPa)

Współczynnik bezpieczeństwa:  $26,46 > 1$

#### 1.3.3 Zbrojenie teoretyczne

##### Stopa:

dolne:

SGN : 1.15CW+1.00D-ST+0.90WIATR3+1.50D-SN  
 $M_y = 36,50$  (kN\*m)  $A_{sx} = 7,17$  (cm<sup>2</sup>/m)

SGN : 1.15CW+1.00D-ST+0.90WIATR4+1.50D-SN  
 $M_x = 19,88$  (kN\*m)  $A_{sy} = 7,17$  (cm<sup>2</sup>/m)

$A_{s \min} = 7,17$  (cm<sup>2</sup>/m)

górne:

SGN : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR1

$M_y = -19,07 \text{ (kN*m)}$   $A'_{sx} = 7,17 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

SGN : 1.00CW+1.00D-ST+1.50WIATR1

$M_x = -0,99 \text{ (kN*m)}$   $A'_{sy} = 7,17 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

$A_{s \text{ min}} = 7,17 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

**Trzon słupa:**

Zbrojenie podłużne	A	= 12,80 (cm <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub>	= 12,80 (cm <sup>2</sup> )
	A	= 2 * (Asx + Asy)		
	Asx	= 5,78 (cm <sup>2</sup> )	Asy	= 0,62 (cm <sup>2</sup> )

### 1.3.4 Zbrojenie rzeczywiste

**Stopa:**

**Dolne:**

Wzdłuż osi X:

9 B500C 14 l = 2,38 (m) e = 1\*-0,88 + 8\*0,21

Wzdłuż osi Y:

12 B500C 14 l = 1,88 (m) e = 1\*-1,09 + 11\*0,20

**Górne:**

Wzdłuż osi X:

10 B500C 14 l = 2,38 (m) e = 1\*-0,85 + 9\*0,19

Wzdłuż osi Y:

12 B500C 14 l = 1,88 (m) e = 1\*-1,09 + 11\*0,20

**Trzon**

**Zbrojenie podłużne**

Wzdłuż osi Y:

10 B500C 14 l = 1,22 (m) e = 1\*-0,33 + 4\*0,16

**Zbrojenie poprzeczne**

7 B500C 6 l = 2,82 (m) e = 1\*0,11 + 4\*0,20 + 2\*0,11

## 2 Ilościowe zestawienie materiałów:

- Objętość betonu = 3,38 (m<sup>3</sup>)
- Powierzchnia deskowania = 7,32 (m<sup>2</sup>)
- Stal B500C
  - Ciężar całkowity = 128,32 (kG)
  - Gęstość = 37,92 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Średnia średnica = 12,7 (mm)
  - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Ciężar (kG)
6	19,72	4,38
14	102,53	123,94

## 10. LISTA ELEMENTÓW WYSYŁKOWYCH

**"Z.P.H.U. FORMA" Piotr Samsel**

### LISTA WYSYŁKOWA

**Data:** 22.03.2022

**Inwestor:** Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej MEL PW

**Budowla:** Hangar na samoloty "General Aviation"

**Miejsce Bud.:** Lotnisko Przasnysz-Sierakowo.

**Projekt Nr:** 01/2022

Numer	Ilość	Nazwa	Waga zestawu	X	Y	Z
1000	336	L50X4	0,2	75	50	50
1001	84	Z 200x68/60x2.5	46,5	6 615	200	126
1002	56	Z 200x68/60x2.5	46,1	6 550	200	126
1003	56	C 100x60x2,0	3,3	830	100	60
1004	40	RD16	12,3	6 173	100	30
1005	28	C 100x60x2,0	6,4	1 637	100	60
1006	28	C 100x60x2,0	6,4	1 637	60	100
1007	28	C 100x60x2,0	6,4	1 637	60	100
1008	28	C 100x60x2,0	6,4	1 637	100	60
1009	24	RD16	12,2	6 118	100	30
1010	22	Z 150x68/60x2.5	23,3	3 855	150	126
1011	20	Z 150x68/60x2.5	32,7	5 405	150	126
1012	20	Z 150x68/60x2.5	32,3	5 340	150	126
1013	15	L150X100X10	2,9	150	100	150
1014	14	RD16	12,1	6 082	100	30

Strona 1 / 8

Numer	Ilość	Nazwa	Waga zestawu	X	Y	Z
1015	14	Z 200x68/60x3	52,1	6 215	200	125
1016	14	Z 200x68/60x3	52,1	6 215	125	200
1017	12	Z 150x68/60x2.5	32,7	5 405	150	126
1018	8	RD16	12	6 024	30	100
1019	8	RD16	12,1	6 080	100	30
1020	8	IPE240	206,6	6 197	267	250
1021	8	L60X5	0,6	125	60	60
1022	6	RHS150x4	547,3	10 294	2 352	370
1023	6	RHS80x60x3	7,2	849	164	160
1024	6	Z 150x68/60x2.5	28,5	4 720	150	126
1025	6	RHS80x60x3	9,1	1 169	164	160
1026	4	Z 150x68/60x2.5	33,5	5 550	150	126
1027	4	Z 150x68/60x2.5	33,5	5 550	150	126
1028	4	Z 150x68/60x2.5	32,6	5 400	150	126
1029	4	Z 150x68/60x2.5	32,6	5 400	150	126
1030	4	Z 150x68/60x2.5	23,4	3 877	150	126
1031	4	RHS100x4	66,8	5 406	200	120



Numer	Ilość	Nazwa	Waga zestawu	X	Y	Z
1032	4	RHS100x4	66,8	5 407	200	120
1033	4	Z 150x68/60x2.5	24,5	4 052	150	126
1034	4	RHS150x4	538,4	10 226	2 344	370
1035	3	Z 150x68/60x2.5	23,3	3 855	150	126
1036	3	Z 150x68/60x2.5	3,7	605	150	126
1037	3	RHS150x4	552,3	10 295	2 353	383
1038	3	RHS150x4	552,3	10 295	2 353	383
1039	3	Z 150x68/60x2.5	32,2	5 335	150	126
1040	3	Z 150x68/60x2.5	3,7	605	150	126
1041	3	HEA160	141,9	4 452	200	180
1042	2	Z 150x68/60x2.5	22,8	3 774	126	150
1043	2	C 150x60x3,0	12,6	1 808	150	60
1044	2	RD16	12	6 033	30	100
1045	2	Z 150x68/60x2.5	24,5	4 052	126	150
1046	2	RHS100x4	66,8	5 408	200	120
1047	2	Z 150x68/60x2.5	22,7	3 752	150	126
1048	2	Z 150x68/60x2.5	32,2	5 335	150	126

Numer	Ilość	Nazwa	Waga zestawu	X	Y	Z
1049	2	RHS100x4	199,9	5 080	2 090	110
1050	2	RHS100x4	201,8	5 125	2 090	110
1051	2	HEA260	656,3	4 904	2 185	270
1052	2	HEA260	645,1	4 749	2 185	270
1053	2	Z 150x68/60x2.5	22,7	3 752	126	150
1054	2	HEA260	651,2	4 796	2 185	270
1055	2	HEA320	863,4	6 670	700	650
1056	2	RHS100x4	65,1	5 259	200	120
1057	2	IPE300	395,2	6 993	600	500
1058	2	Z 150x68/60x2.5	22,7	3 752	150	126
1059	2	Z 150x68/60x2.5	32,6	5 400	150	126
1060	2	Z 150x68/60x2.5	33,9	5 616	150	126
1061	2	Z 150x68/60x2.5	33,9	5 616	150	126
1062	2	RHS100x60x4	21,3	2 040	170	140
1063	2	RHS100x60x4	21,3	2 040	140	170
1064	2	RHS100x4	52,7	4 260	220	100
1065	2	1/2 IPE240	32,6	1 920	267	141

Numer	Ilość	Nazwa	Waga zestawu	X	Y	Z
1066	2	1/2 IPE240	32,6	1 920	267	141
1067	2	1/2 IPE240	26,2	1 500	266	141
1068	2	1/2 IPE240	26,2	1 500	266	141
1069	2	Z 150x68/60x2.5	33,9	5 614	128	150
1070	2	RHS100x50x4	4,5	505	133	65
1071	2	RHS100x50x4	4,5	505	133	65
1072	2	RHS100x4	19,3	1 590	100	100
1073	2	Z 150x68/60x2.5	33,9	5 614	128	150
1074	2	L60X5	0,6	140	60	60
1075	2	Z 150x68/60x2.5	32,6	5 400	150	126
1076	2	C 150x60x3,0	12,6	1 808	150	60
1077	2	L60X5	0,6	140	60	60
1078	2	RHS150x4	545,4	10 226	2 343	383
1079	2	RHS150x4	545,4	10 226	2 343	383
1080	1	HEA260	1 664,3	12 186	2 182	344
1081	1	Z 150x68/60x2.5	23,3	3 855	150	126
1082	1	Z 150x68/60x2.5	10,6	1 757	150	126

Numer	Ilość	Nazwa	Waga zestawu	X	Y	Z
1083	1	RHS150x4	543,3	10 227	2 344	383
1084	1	RHS150x4	543,3	10 227	2 344	383
1085	1	Z 150x68/60x2.5	10,6	1 754	126	150
1086	1	Z 150x68/60x2.5	1,5	254	150	126
1087	1	Z 150x68/60x2.5	1,5	252	126	150
1088	1	RHS100x4	138,6	5 205	400	150
1089	1	C 150x60x3,0	12,7	1 818	150	60
1090	1	C 150x60x3,0	12,7	1 818	60	150
1091	1	Z 150x68/60x2.5	32,2	5 335	150	126
1092	1	Z 150x68/60x2.5	22,8	3 774	126	150
1093	1	IPE300	391,8	6 993	600	500
1094	1	HEA320	875,1	6 670	700	650
1095	1	HEA260	1 669,3	12 352	360	2 180
1096	1	HEA260	1 669,3	12 352	360	2 180
1097	1	RHS150x4	547,4	10 254	2 348	392
1098	1	RHS150x4	547,4	10 254	2 348	392
1099	1	RHS150x4	549,6	10 254	2 348	392

Numer	Ilość	Nazwa	Waga zestawu	X	Y	Z
1100	1	RHS150x4	549,6	10 254	2 348	392
1101	1	IPE300	395,2	6 993	600	500
1102	1	HEA260	685,4	5 175	375	2 185
1103	1	HEA260	685,4	5 175	375	2 185
1104	1	L60X5	37	6 640	285	90
1105	1	L60X5	37	6 640	285	90
1106	1	RHS100x4	69,1	5 205	300	150
1107	1	HEA260	1 668,9	12 186	360	2 180
1108	1	HEA320	875,1	6 670	700	650
1109	1	RHS100x60x4	36,4	3 771	140	126
1110	1	RHS100x60x4	36,5	3 776	126	140
1111	1	HEA160	154,4	4 753	250	250
1112	1	HEA160	154,4	4 753	250	250
1113	1	HEA160	154,4	4 753	250	250
1114	1	HEA160	154,4	4 753	250	250
1115	1	IPE300	412,8	6 993	600	500
1116	1	HEA320	855,7	6 670	700	650

Numer	Ilość	Nazwa	Waga zestawu	X	Y	Z
1117	1	HEA320	855,7	6 670	700	650
1118	1	IPE300	391,5	6 993	600	500
1119	1	IPE300	391,6	6 993	600	500
1120	1	IPE300	409,5	6 993	600	500
1121	1	Z 150x68/60x2.5	22,8	3 774	126	150
1122	60	BL10x90x90	0,6	90	90	10
1123	48	BL10x70x70	0,4	70	70	10
1124	8	BL8x600x500	60,4	1 000	620	550
1129	6	BL10x700x650	148,4	1 150	710	675

**Łączna waga: 55 526,8 kg.**

## 11. LISTA ELEMENTÓW ZŁĄCZNYCH

### Z.P.H.U. FORMA - Piotr Samsel

Data 03.22.2022

Inwestor: Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej MEL PW

Budowla: Hangar na samoloty "General Aviation"

Miejsce Bud.: Lotnisko Przasnysz-Sierakowo.

### ZESTAWIENIE ŚRUB

Projekt Nr: 01/2022

Nazwa	Długość (mm)	Klasa	Powłoka	Ilość	Norma	Waga elementu (kg/szt.)	Łącznie Waga (kg)	Opis
Śruba - M24 x 90	90	8.8	Cynk	32	931/ISO 4014	0,531	16,992	
Śruba - M24 x 110	110	8.8	Cynk	32	931/ISO 4014	0,602	19,264	
Śruba - M20 x 90	90	8.8	Cynk	32	931/ISO 4014	0,344	11,008	
Śruba - M20 x 80	80	8.8	Cynk	36	931/ISO 4014	0,319	11,484	
Śruba - M16 x 90	90	8.8	Cynk	32	931/ISO 4014	0,205	6,56	
Śruba - M16 x 80	80	8.8	Cynk	72	931/ISO 4014	0,189	13,608	
Śruba - M16 x 70	70	8.8	Cynk	282	931/ISO 4014	0,173	48,786	
Śruba - M16 x 65	65	8.8	Cynk	318	931/ISO 4014	0,165	52,47	
Śruba - M12 x 60	60	8.8	Cynk	48	931/ISO 4014	0,08	3,84	
Śruba - M12 x 55	55	8.8	Cynk	32	931/ISO 4014	0,075	2,4	
Śruba - M12 x 50	50	8.8	Cynk	120	931/ISO 4014	0,071	8,52	
Śruba - M12 x 45	45	8.8	Cynk	4	933/ISO 4017	0,066	0,264	
Śruba - M12 x 40	40	8.8	Cynk	1988	933/ISO 4017	0,062	123,256	
Śruba - M12 x 35	35	8.8	Cynk	24	933/ISO 4017	0,057	1,368	
Śruba - M10 x 30	30	8.8	Cynk	1232	933/ISO 4017	0,037	45,584	
Podkładka - 25		8.8	Cynk	128		0,032	4,134	
Podkładka - 21		8.8	Cynk	136		0,018	2,407	
Podkładka - 17		8.8	Cynk	1408		0,011	15,91	
Podkładka - 13		8.8	Cynk	4432		0,006	27,789	
Podkładka - 10,5		8.8	Cynk	2464		0,004	8,796	
Nakrętka M24		8.8	Cynk	64		0,303	19,361	
Nakrętka M20		8.8	Cynk	68		0,176	11,959	

Strona 1 / 2

Nazwa	Długość (mm)	Klasa	Powłoka	Ilość	Norma	Waga elementu (kg/szt.)	Łącznie Waga (kg)	Opis
Nakrętka M16		8.8	Cynk	704		0,093	65,148	
Nakrętka M12		8.8	Cynk	2216		0,038	84,164	
Nakrętka M10		8.8	Cynk	1232		0,024	29,654	
M16 Stal ocynkowana galwanicznie	190	Stal	Cynk	16	Fischer RG	0,3	4,8	
M16 Stal ocynkowana galwanicznie	250	Stal	Cynk	14	Fischer RG	0,395	5,53	
M12 Stal ocynkowana galwanicznie	160	Stal	Cynk	12	Fischer RG	0,142	1,704	
				<b>17178</b>	<b>646,761</b>			

Strona 2 / 2



## **12. RYSUNKI KONSTRUKCYJNE**