

**BUDOWA HAL DO PIASKOWANIA I MAGAZYNOWANIA WRAZ  
Z ZEWNĘTRZNĄ INSTALACJĄ ELEKTRYCZNĄ**

ELEMENT:

**PROJEKT TECHNICZNY (WYKONAWCZY)**

obiekt budowlany:

Hala do piaskowania i hala do magazynowania

stadium:

Projekt Techniczny (Wykonawczy)

adres:

ul. Stadionowa 7a, 41-400 Mysłowice

działka:

działki nr 1191/16 i 1462/10 obręb nr 0009 SŁUPNA, teryt: 247001\_1

kategoria obiektu:

Kategoria XVIII - budynki przemysłowe

INWESTOR:



**SKARB PAŃSTWA - CENTRALNE MUZEUM POŻARNICTWA  
W MYŚLOWICACH**  
ul. Stadionowa 7a, 41-400 MYŚLOWICE

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:



**X DIMENSIONS SZYMON WADOWSKI**  
OS. ŚPIWLE 4  
34-200 SUCHA BESKIDZKA

ZESPÓŁ AUTORSKI:

PROJEKTANT:	SPECJALNOŚĆ:	NR. UPRAWNIENÍ:	PODPIS:
mgr inż. arch. Przemysław Chomiazewski	ARCHITEKTONICZNA	22/LOOKK/2021	
mgr inż. Szymon Wadowski	KONSTRUKCYJNO - BUDOWLANA	MAP/0651/PWBKb/19	
mgr inż. Kamil Pyrzak	INSTALACJE ELEKTRYCZNE	PDL/0165/PBE/17	
mgr inż. Agnieszka Ulatowska	INSTALACJE SANITARNE	WKP/0421/PWOS/16	

**KWIECIEŃ 2022**

## Spis treści

PROJEKT TECHNICZNY (WYKONAWCZY) .....	1
1. WSTĘP.....	5
1.1. Określenie przedmiotu zamierzenia budowlanego .....	5
1.2. Rozwiązania alternatywne i uwagi ogólne.....	5
2. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE OBIEKTU BUDOWLANEGO .....	6
2.1. Roboty ziemne i wymiana gruntu .....	6
2.2. Płyty fundamentowe.....	6
2.3. Dodatkowy fundament hali do piaskowania .....	7
2.4. Główna stalowa konstrukcja nośna .....	7
2.5. Konstrukcje drugorzędne .....	8
2.6. Nawierzchnie obiektu .....	8
2.7. Pozostałe .....	8
2.8. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe i wymiarowanie elementów konstrukcji .....	9
2.9. Spis rysunków .....	40
3. GEOTECHNICZNE WARUNKI I SPOSÓB POSADOWIENIA OBIEKTU BUDOWLANEGO ..	41
4. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE WEWNĘTRZNYCH I ZEWNĘTRZNYCH PRZEGRÓD BUDOWLANEYCH .....	41
4.1. Okładziny zewnętrzne .....	41
4.2. Stolarka .....	41
4.2.1. Bramy segmentowe .....	41
4.2.2. Okna .....	42
4.3. Pozostałe .....	42
5. Rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego, w szczególności instalacji i urządzeń budowlanych – INSTALACJE ELEKTRYCZNE HALI DO MAGAZYNOWANIA.....	43
5.1. Przedmiot opracowania .....	43
<b>5.2. Podstawa opracowania</b> .....	43
5.3. Zakres opracowania .....	43
5.4. Ogólne dane energetyczne .....	44
5.5. Plan zagospodarowania terenu .....	44
5.6. Rozdzielnica zasilająca RG2 .....	44
5.7. Instalacja zasilająca i gniazd wtyczkowych .....	44
5.8. Instalacja oświetlenia hali do magazynowania.....	45

5.9.	Przeciwpozarowy wyłącznik prądu (PWP) .....	45
5.10.	Instalacja uziemiająca.....	45
5.11.	Połączenia wyrównawcze.....	45
5.12.	Instalacja przeciwprzepięciowa.....	45
5.13.	Instalacja ochrony od porażeń .....	45
5.14.	Instalacje niskoprądowe.....	46
5.15.	Uwagi końcowe .....	46
5.16.	Spis rysunków .....	46
6.	Rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego, w szczególności instalacji i urządzeń budowlanych – INSTALACJE ELEKTRYCZNE HALI DO PIASKOWANIA.....	47
6.1.	Przedmiot i podstawa opracowania .....	47
6.2.	Podstawa opracowania.....	47
6.3.	Zakres opracowania .....	47
6.4.	Ogólne dane energetyczne .....	48
6.5.	Plan zagospodarowania terenu .....	48
6.6.	Rozdzielnica zasilająca RG1.....	48
6.7.	Instalacja zasilająca i gniazd wtyczkowych .....	48
6.8.	Instalacja oświetlenia hali do piaskowania.....	49
6.9.	Przeciwpozarowy wyłącznik prądu (PWP) .....	49
6.10.	Instalacja uziemiająca.....	49
6.11.	Połączenia wyrównawcze.....	49
6.12.	Instalacja przeciwprzepięciowa.....	49
6.13.	Instalacja ochrony od porażeń .....	49
6.14.	Instalacje niskoprądowe.....	50
6.15.	Uwagi końcowe .....	50
6.16.	Spis rysunków .....	50
7.	Rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego, w szczególności instalacji i urządzeń budowlanych – INSTALACJE SANITARNE.....	51
7.1.	Instalacja odwodnienia dachu (dot. obu hal) .....	51
7.2.	Instalacja pneumatyczna w hali do piaskowania.....	51
7.3.	Instalacja wentylacji odciągowej w hali do piaskowania.....	51
7.4.	Spis rysunków.....	52
8.	ZAŁĄCZNIKI.....	53

8.1.	Oświadczenie o poprawności sporządzenia projektu.....	53
8.2.	Opinia geotechniczna.....	54
9.	CZĘŚĆ RYSUNKOWA .....	69
9.1.	K-01 Zbrojenie płyty fundamentowej hali do magazynowania .....	69
9.2.	K-02 Zbrojenie płyty fundamentowej i ostrogi hali do piaskowania .....	70
9.3.	K-03 Konstrukcje stalowe hal.....	71
9.4.	A-01 do A-03 Detale montażu płyt warstwowych .....	72
9.5.	SCH-211 Schemat pomiarowy magazyn .....	73
9.6.	SCH-212 Schemat RG2 .....	74
9.7.	EL-311 Instalacje hali do magazynowania .....	75
9.8.	EL-312 Uziom hala do magazynowania .....	76
9.9.	EL-313 Odgrom hala do magazynowania .....	77
9.10.	EL-111 PZT-ele hala do magazynowania .....	78
9.11.	SCH-201 Schemat pomiarowy hali do piaskowania .....	79
9.12.	SCH-202 Schemat RG1.....	80
9.13.	EL-301 Instalacje hali do piaskowania.....	81
9.14.	EL-302 Uziom hala do piaskowania.....	82
9.15.	EL-303 Odgrom hala do piaskowania.....	83
9.16.	EL-101 PZT-ele hala do piaskowania .....	84
9.17.	IS-01 Instalacja sprężonego powietrza rzut .....	85
9.18.	IS-02 Instalacja sprężonego powietrza przekrój .....	86
9.19.	IS-03 Wentylacja odciągowa rzut .....	87
9.20.	IS-04 Wentylacja odciągowa przekrój .....	88

## 1. WSTĘP

### 1.1. Określenie przedmiotu zamierzenia budowlanego

Niniejszy projekt techniczny (wykonawczy) ma na celu uzupełnienie i uszczegółowienie projektu zagospodarowania terenu oraz projektu architektoniczno-budowlanego dotyczącego budowy hal do piaskowania i magazynowania na terenie Centralnego Muzeum Pożarnictwa w Mysłowicach. Projekt ten sporządzony został w taki sposób aby jednocześnie zaspokajać wymagania projektu technicznego określone w Art. 34 ust. 3 pkt 3 ustawy Prawo budowlane oraz projektu wykonawczego jako opracowania o stopniu dokładności pozwalającym na realizację robót budowlanych na jego podstawie.

Inwestycja będzie zrealizowana na działkach nr:

- 1191/16 o powierzchni 0,140 ha
- 1462/10 o powierzchni 0,361 ha

Całość dokumentacji projektowej, na którą składają się:

1. Projekt Zagospodarowania Terenu
2. Projekt Architektoniczno-Budowlany
3. Projekt Techniczny (Wykonawczy)
4. Kosztorysy Inwestorskie
5. STWiORB

Należy rozpatrywać łącznie.

### 1.2. Rozwiązania alternatywne i uwagi ogólne

Wszelkie rozwiązania techniczne, organizacyjne i inne związane z prawidłową realizacją budowy winne być wykonane zgodnie z obowiązującymi w budownictwie normami i sztuką budowlaną. Wszelkie materiały, wyroby i urządzenia zastosowane w ofercie powinny posiadać odpowiednie atesty oraz odpowiadać Polskim Normom, Normom Branżowym, Specyfikacjom Technicznym Robót i odpowiednim przepisom.

Zgodnie z zasadami zamówień publicznych dopuszcza się zastosowanie materiałów i rozwiązań równoważnych, pod warunkiem, że, w żadnym stopniu nie obniżają standardu i nie zmieniają zasad oraz rozwiązań technicznych przyjętych w projekcie lub w rozwiązaniach alternatywnych. Wskazanie nazwy własnej, symbolu w dokumentacji, specyfikacji i przedmiarze robót nie jest wskazaniem producenta, miejsca pochodzenia. Jest określeniem standardu, poziomu zaawansowania technicznego, jakości na etapie projektowania.

Rozwiązanie równoważne:

Specyfikacja, opisy i rysunki zawarte w niniejszej dokumentacji uwzględniają wymagany przez Inwestora standard dla materiałów, urządzeń i instalacji systemu. Tworzą one pełną informację na temat, jakie wymagania ma spełniać cały system. Wykonawca może zaproponować rozwiązanie alternatywne nie obniżające standardów rozwiązań technicznych.

## 2. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE OBIEKTU BUDOWLANEGO

Obie projektowane w ramach przedmiotowego zadania hale są (w zakresie konstrukcji) niemal identyczne, różnią się jedynie tym że dla hali do piaskowania pod płytą fundamentową przewidziano dodatkową ścianę fundamentową w celu zabezpieczenia fundamentów istniejącego budynku warsztatowego. Mając powyższe na uwadze należy rozpatrywać poniższy opis i obliczenia zawarte w punktach 2.1 do 2.7 jako właściwe dla obu hal jednocześnie, o ile nie opisano inaczej.

Obowiązkiem wykonawcy jest stworzenie projektów warsztatowych oraz dokumentacji powykonawczej.

### 2.1. Roboty ziemne i wymiana gruntu

Roboty ziemne pod fundamenty należy prowadzić pod stałym nadzorem geologicznym i zgodnie z normami do robót ziemnych. Prace należy wykonywać zgodnie z przygotowaną Specyfikacją techniczną. Podczas prac należy pamiętać o ochronie gruntów spoistych przed przemarzaniem i nawodnieniem, co może doprowadzić do wtórnego uplastycznienia gruntu i osłabienia parametrów geotechnicznych. Wymiana gruntu wg. warstw opisanych w projekcie architektoniczno-budowlanym.

Podczas wykonywania robót ziemnych pod wykonanie ostrogi fundamentowej hali do piaskowania należy zachować szczególną ostrożność. Prace należy prowadzić tak aby nie uszkodzić izolacji istniejącej ściany budynku warsztatowego. W przypadku uszkodzenia istniejącej izolacji lub jej braku po odkryciu fundamentów należy zaizolować i oddylać istniejącą ścianę fundamentową od projektowanej ostrogi (XPS + folia kubełkowa).

**Prace związane z odkrywaniem odcinka istniejących fundamentów prowadzić pod stałym nadzorem kierownika budowy.**

### 2.2. Płyty fundamentowe

Budynek hali do magazynowania będzie posadowiony bezpośrednio na głębokości -0,35m p.p.t. Rzędna wierzchu 260,1 m.n.p.m. wg rysunku konstrukcyjnego K-01.

Budynek hali do piaskowania będzie posadowiony bezpośrednio na głębokości -0,35m p.p.t.. Rzędna wierzchu 258,0 m.n.p.m. wg rysunku konstrukcyjnego K-02.

Posadowienie hal na płytach fundamentowych o wymiarach 10,93 m x 6,42 m i grubości 25cm, z ostrogami po zewnętrznym obwodzie pogrubiającymi płytę na krawędziach do 65 cm.

Na wierzchu płyt fundamentowych, przed ich zalaniem, należy umieścić i wypoziomować kotwy fajkowe M24, L500 z do mocowania słupów konstrukcji ram stalowych wraz z szablonem poziomującym (uwzględnić podlewkę wysokowytrzymałościową gr. 50mm). Zbrojenie płyt fundamentowych wg rysunków K-01 i K-02. Rozmieszczenie kotew wg rysunku K-03. Przed wylaniem betonu konstrukcyjnego płyt fundamentowych należy maksymalnie dogęścić mechanicznie wymieniony grunt. ( $I_s = \min. 0,98$ ) oraz odizolować folią budowlaną. Opcjonalnie zastosowanie podbetonu C8/10 gr. 10 cm pod płytę fundamentową.

Do wykonania fundamentów należy użyć następujących materiałów:

- Beton konstrukcyjny C25/30, W8
- Betony podkładowe C8/10
- Zbrojenie główne A-IIIN B500 SP
- Strzemiona A-I St3SY

### 2.3. Dodatkowy fundament hali do piaskowania

Pod płytą fundamentową hali do piaskowania, na północnej krawędzi, która styka się z istniejącym budynkiem warsztatowym, projektuje się dodatkową ścianę fundamentową, która ma za zadanie sprowadzić oddziaływania od projektowanej hali do piaskowania do poziomu posadowienia istniejącego budynku warsztatowego (-3,5 m.p.p.t.). Ma to na celu zniwelowanie potencjalnych oddziaływań na istniejącą ścianę fundamentową istniejącego budynku warsztatowego.

Ścianę fundamentową hali do piaskowania należy wykonać zgodnie z rysunkami PAB-11 oraz K-02. Ściana powinna być posadowiona w poziomie posadowienia istniejącego fundamentu budynku warsztatowego. Ścianę fundamentową oddylać na styku z płytą fundamentową hali do piaskowania przekładką XPS gr. 1cm.

### 2.4. Główna stalowa konstrukcja nośna

Główną konstrukcję nośną budynków stanowią ramy zamocowane przegubowo do płyt fundamentowych wykonane ze słupów stalowych HEA 180 oraz belek stalowych IPE 200. Ramy główne o rozstawie osiowym 5,325m. Blachy węzłowe oraz żebra z blachy gr. 10/15mm. Śruby połączeń M16, klasy 8.8. Wzmocnienia w narożach wg części rysunkowej. Konstrukcja hali stężona stężeniami pionowymi oraz połączowymi w polach wg części rysunkowej. Stężenia z prętów fi 16 regulowane (śruba rzymska). Płatwie stanowiące konstrukcję pod okładzinę dachu z płyt warstwowych wypełnionych wełną mineralną wykonać z profili zimno giętych C 200x48x3,0 stal S 390 GD. Płatwie dodatkowo zabezpieczone przeciwzwirzeniowo kątownikami L50x5, dwa rzędy na przęsło. Szczegóły wg części rysunkowej.

Materiały:

- Stal kształtowa i blachy S235JR
- Płatwie cienkościenne zimno gięte S390 GD
- Śruby klasy 8.8

Zabezpieczenie antykorozyjne stali kształtowej:

- Przygotowanie powierzchni Sa 2,5
- Powłoka trójwarstwowa (podkład / międzywarstwa / nawierzchnia) o grubości minimum 300um

Zabezpieczenie przeciwpożarowe

- Zabezpieczenie konstrukcji do klasy do R60 farbą natryskową w zakresie gwarantującym zachowanie klasy R60 konstrukcji ściany oddzielenia pożarowego (ściana północno-wschodnia hali do magazynowania przy styku z istniejącym budynkiem magazynowym oraz ściana północno-zachodnia dla hali do piaskowania przy styku z istniejącym budynkiem warsztatowym)

## 2.5. Konstrukcje drugorzędne

Projektuje się następujące konstrukcję drugorzędne:

1. Ryglówka pozioma z profili RHS 100x5 jako podkonstrukcja dla okładzin ścian z płyt warstwowych wypełnionych wełną mineralną
2. Rama z profili RHS 120x10 do montażu bramy segmentowej
3. Kątowniki L 200x100x10 (po obwodzie) oraz L100x50x10 (na wjeździe) kotwione do płyty fundamentowej jako elementy pomocnicze dla posadzki przemysłowej.

## 2.6. Nawierzchnie obiektu

### 2.6.1. *Posadzka przemysłowa*

Na płytach fundamentowych należy wykonać posadzkę przemysłową zbrojoną zbrojeniem rozproszonym (30kg/m<sup>3</sup>), zatartą na gładko, ze spadkiem min. 1,5% w stronę bramy segmentowej.

#### **Beton posadzkowy**

- Klasa betonu od C20/25
- $w/c < 0,5$
- Cement użyty do mieszanki betonowej powinien charakteryzować się niskim skurczem. CEM III/A lub CEM II/A-S i CEM II/B-S
- Punkt piaskowy mieszanki betonowej: 35%-40%
- Kategorycznie nie powinno stosować się dodatku w postaci popiołu lotnego

#### **Wykończenie posadzki przemysłowej**

Utwardzenie powierzchniowe posadzki betonowej (DST).

### 2.6.2. *Podjazdy i opaski*

Nawietrznie utwardzone zewnętrzne (podjazdy, opaski) wykonać z kostki betonowej, podbudowa, obrzeża, krawężniki wg części rysunkowej PAB.

## 2.7. Pozostałe

Pozostałe, nie opisane tutaj prace, np. izolacje ze styroduru XPS, opaska przeciwwysadzinowa, folie izolacyjne, opaska i podjazdy z kostki betonowej itp. – wg. projektu architektoniczno-budowlanego.



## 2.8. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe i wymiarowanie elementów konstrukcji

### 2.8.1. Zestawienie obciążeń

Na cele obliczeń konstrukcji stalowej utworzono model analityczny projektowanego budynku. Zamodelowano obciążenia działające na konstrukcję:

- Ciężar własny konstrukcji
- Ciężar pokrycia
- Obciążenie śniegiem
- Obciążenie wiatrem

#### 2.8.1.1. Ciężar własny

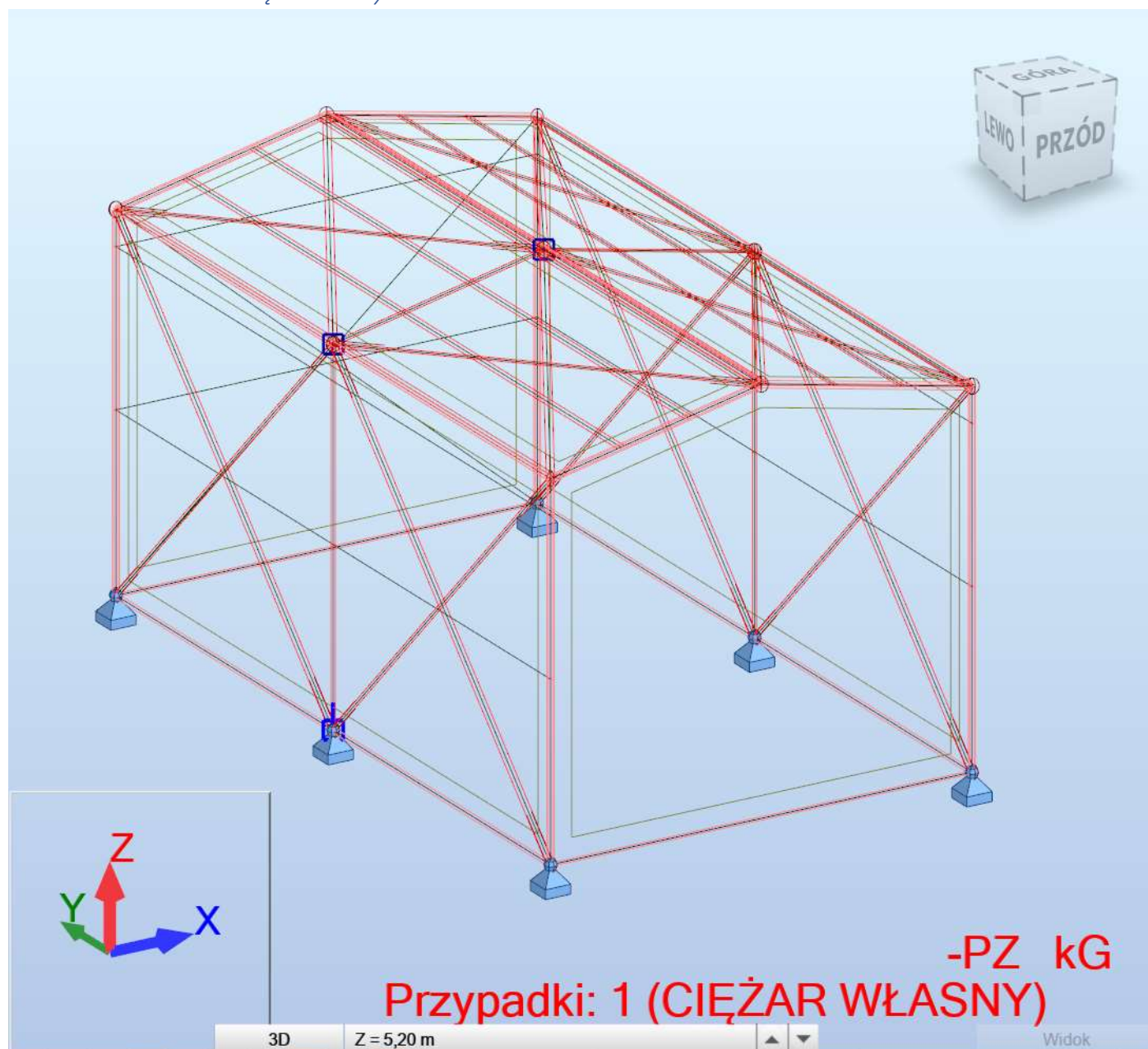


Diagram 1 – obciążenie ciężarem własnym konstrukcji stalowej

### 2.8.1.2. Ciężar pokrycia

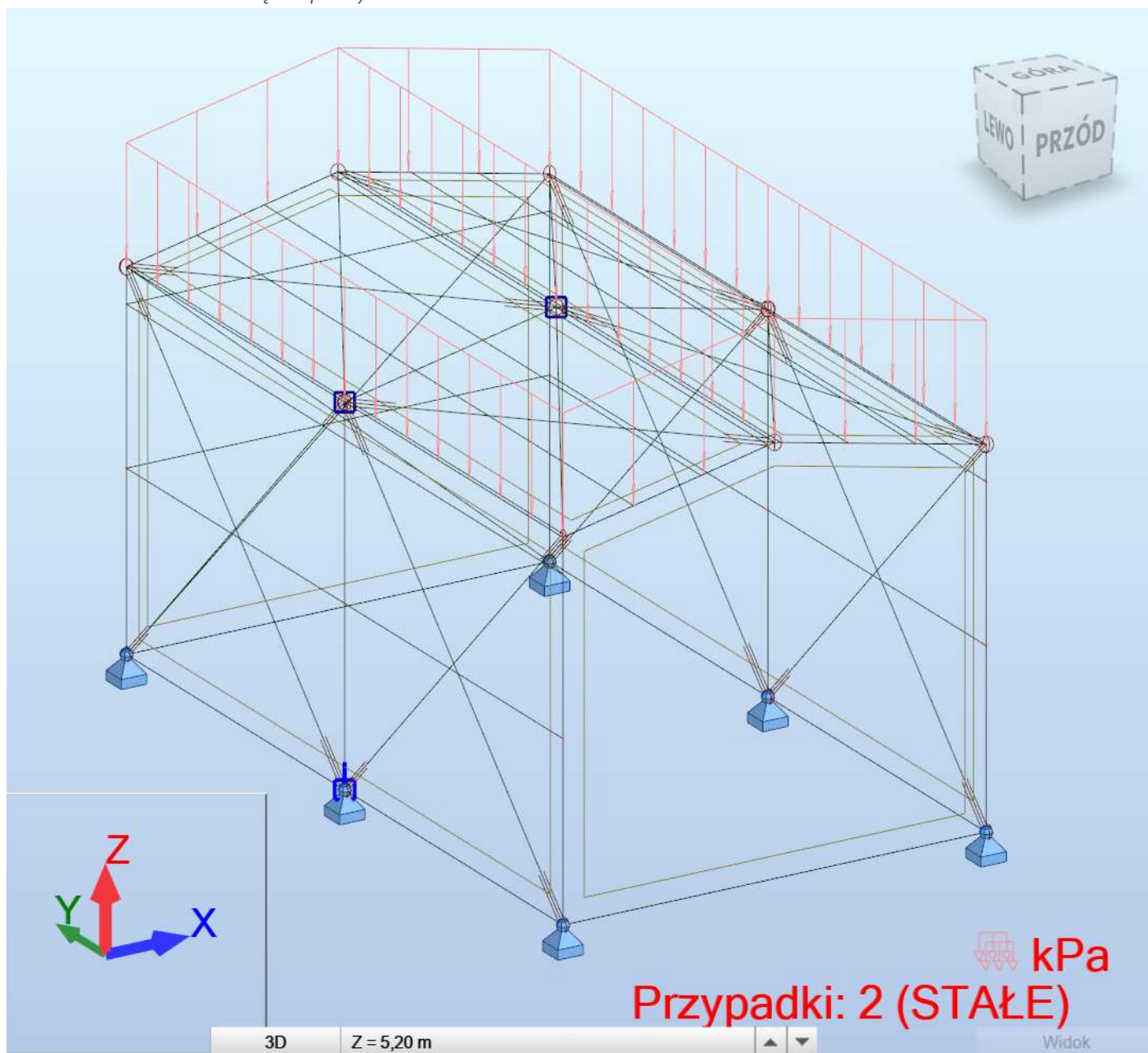


Diagram 2– obciążenie ciężarem pokrycia

### 2.8.1.3. Obciążenie śniegiem

#### OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM PN-EN-1991-1-3

#### Dach dwupołaciowy

Lokalizacja:

Mysłowice

A=

270 m n<sub>pm</sub>

Strefa obciążenia śniegiem:

2

Rodzaj terenu:

b

Charakterystyczne obciążenie śniegiem

sk= 0,9 kN/m<sup>2</sup>

Współczynnik termiczny

Ct= 1,0

Współczynnik ekspozycji

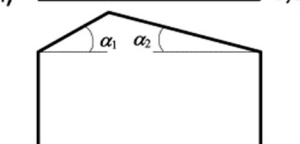
Ce= 1,0

Przypadek

(i)  $\mu_1(\alpha_1)$    $\mu_1(\alpha_2)$

(ii)  $0,5\mu_1(\alpha_1)$    $\mu_1(\alpha_2)$

(iii)  $\mu_1(\alpha_1)$    $0,5\mu_1(\alpha_2)$



Kąt spadku dachu (połać 1)	$\alpha 1 = 12 \text{ deg}$
Kąt spadku dachu (połać 2)	$\alpha 2 = 12 \text{ deg}$
Współczynnik kształtu dachu ( $\alpha 1$ )	$\mu 1(\alpha 1) = 0,8$
Współczynnik kształtu dachu ( $\alpha 2$ )	$\mu 1(\alpha 2) = 0,8$
Obciążenie śniegiem dachu (przypadek I)	$s(\alpha 1) = 0,72 \text{ kN/m}^2$
	$s(\alpha 2) = 0,72 \text{ kN/m}^2$
Obciążenie śniegiem dachu (przypadek II)	$s(\alpha 1) = 0,36 \text{ kN/m}^2$
	$s(\alpha 2) = 0,72 \text{ kN/m}^2$
Obciążenie śniegiem dachu (przypadek III)	$s(\alpha 1) = 0,72 \text{ kN/m}^2$
	$s(\alpha 2) = 0,36 \text{ kN/m}^2$

#### 2.8.1.4. Obciążenie wiatrem

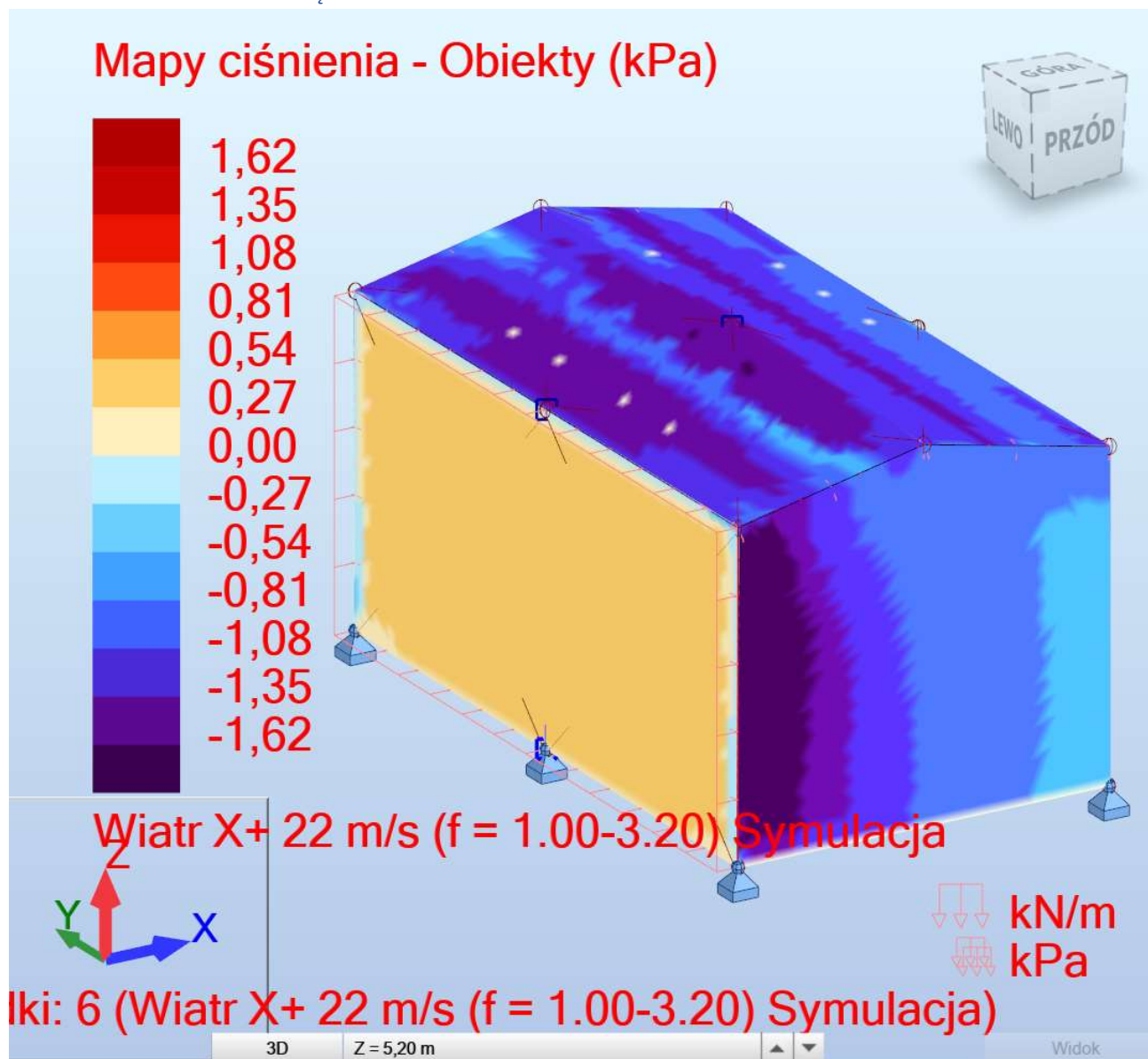


Diagram 3– symulacja obciążenia wiatrem kierunek X+



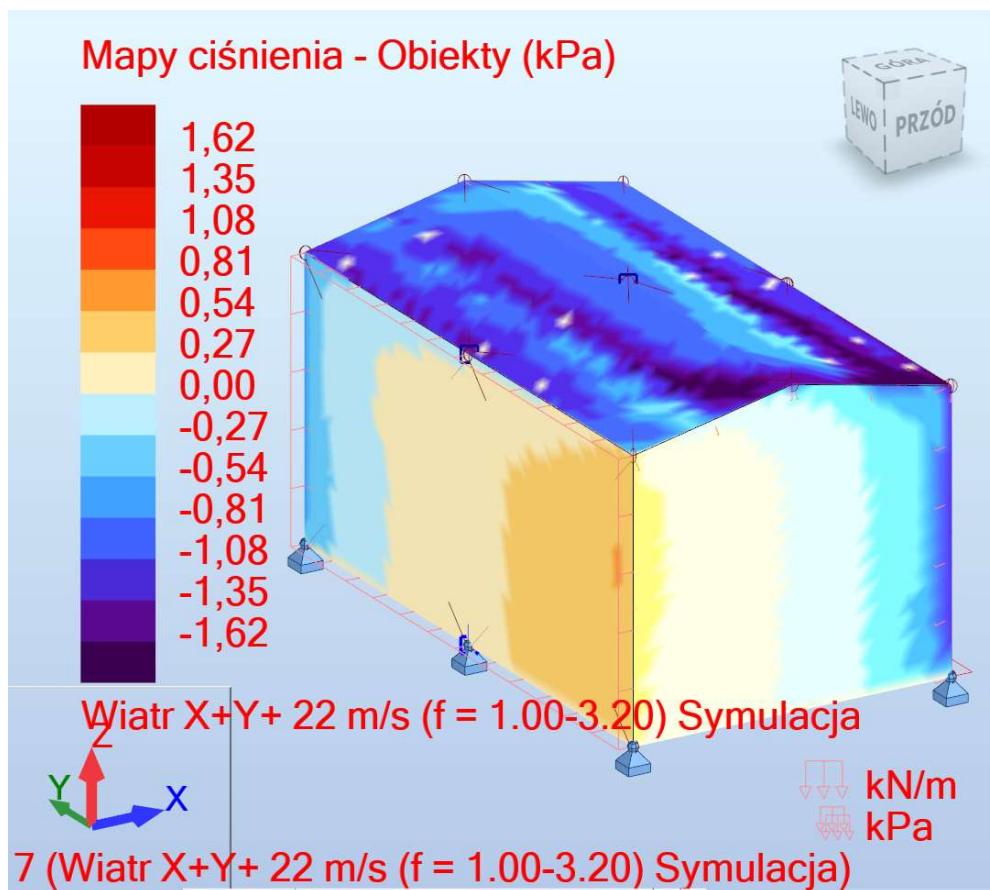


Diagram 4 – symulacja obciążenia wiatrem kierunek X+Y+

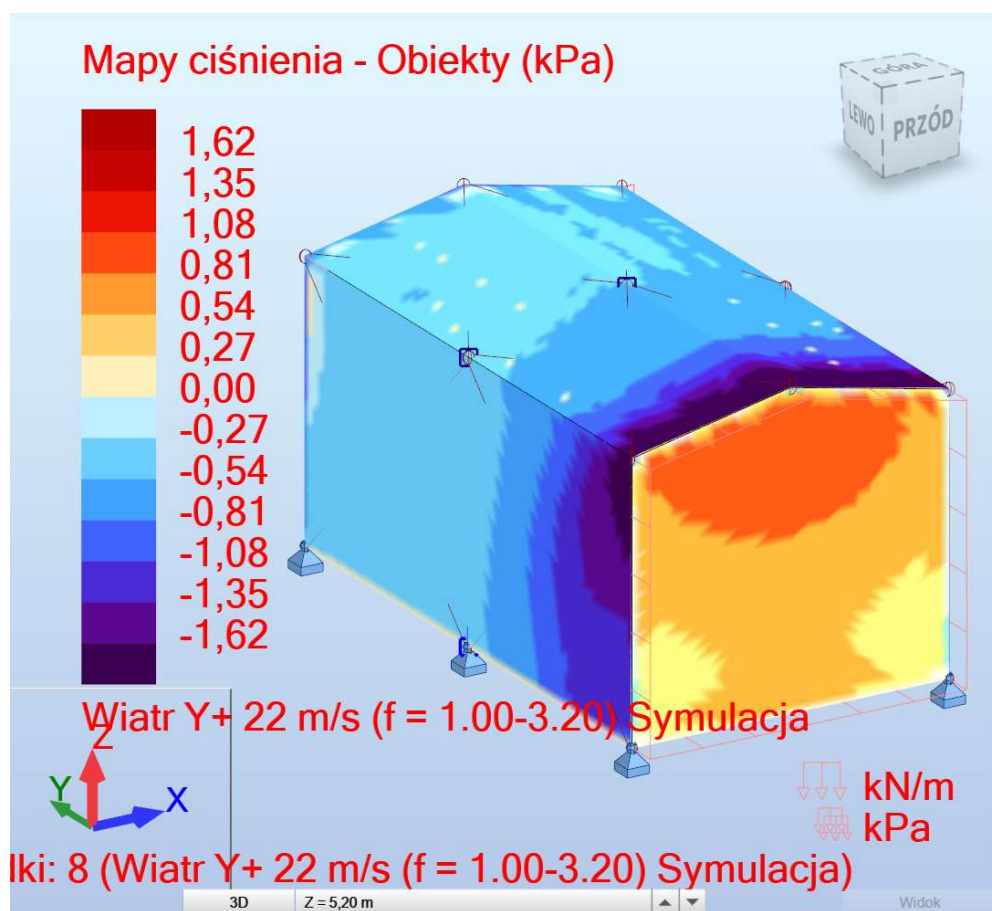


Diagram 5 – symulacja obciążenia wiatrem kierunek Y+

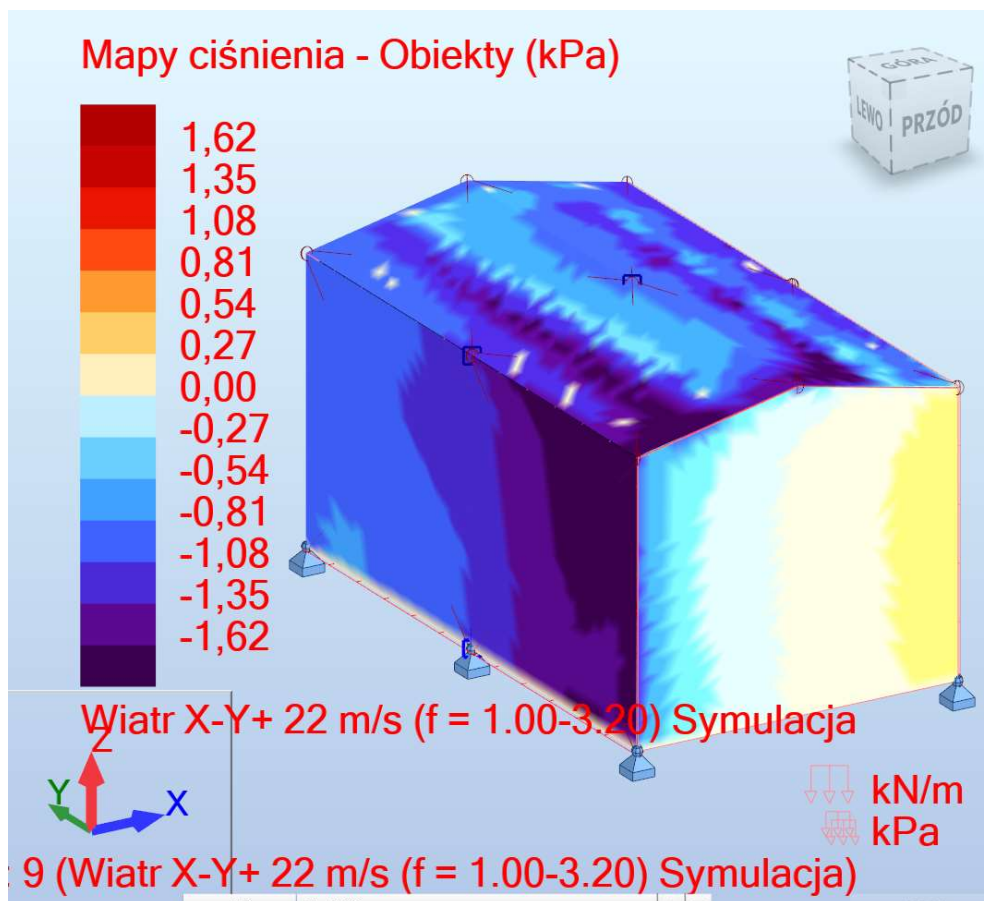


Diagram 6 – symulacja obciążenia wiatrem kierunek X-Y+

### 2.8.2. Obliczenia statyczne

Stosując kombinacje normowe przyjętych obciążeń przeprowadzono obliczenia statyczne

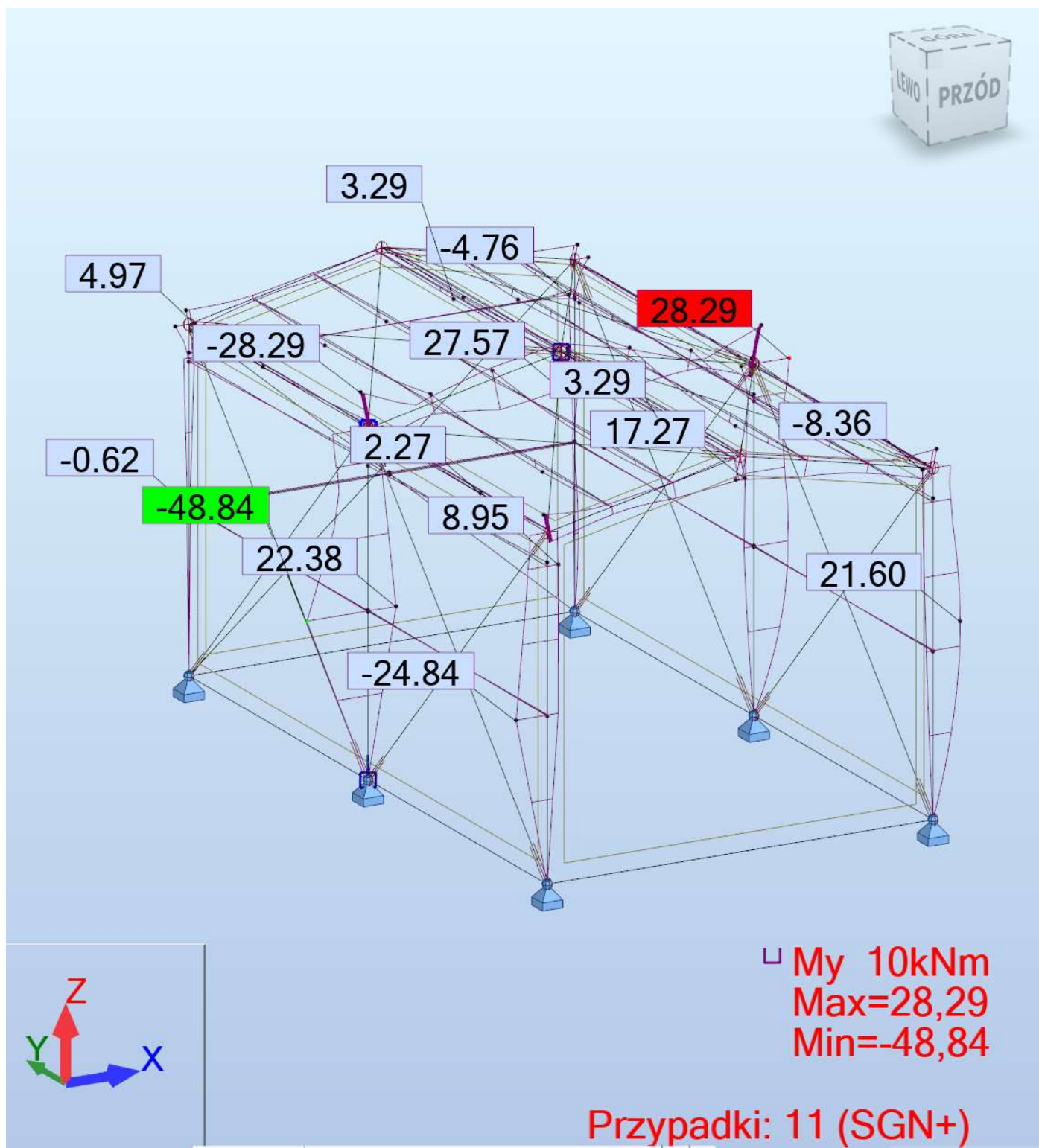


Diagram 7 – rezultaty, wykres momentów  $M_y$  dla kombinacji wymiarującej

## 2.8.3. Wymiarowanie prętów głównych ramy

### 2.8.3.1. Rygiel ramy

## 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:** 12 Belka\_ramy\_12

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.98 L = 3.09 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 10 SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.15 + 3\*1.05 + 4\*1.50

**MATERIAŁ:**

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



**PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 200**

h=20.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=10.0 cm	Ay=19.60 cm <sup>2</sup>	Az=14.02 cm <sup>2</sup>	Ax=28.50 cm <sup>2</sup>
tw=0.6 cm	Iy=1940.00 cm <sup>4</sup>	Iz=142.00 cm <sup>4</sup>	Ix=7.00 cm <sup>4</sup>
tf=0.9 cm	Wply=220.64 cm <sup>3</sup>	Wplz=44.61 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N <sub>Ed</sub> = 23.31 kN	My <sub>Ed</sub> = -26.24 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = -0.00 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = 0.15 kN	
Nc,Rd = 669.75 kN	My <sub>Ed,max</sub> = -28.29 kN*m		Mz <sub>Ed,max</sub> = -0.00 kN*m	Vy,T,Rd =
265.71 kN				
Nb,Rd = 598.92 kN	My,c,Rd = 51.85 kN*m	Mz,c,Rd = 10.48 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = -41.03 kN	
	MN <sub>y,Rd</sub> = 51.85 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 10.48 kN*m	Vz,T,Rd = 190.09 kN	
	Mb,Rd = 33.96 kN*m		Tt <sub>Ed</sub> = 0.00 kN*m	
			KLASA PRZEKROJU = 1	



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

z = 1.00	Mcr = 43.18 kN*m	Krzywa,LT - b	XLT = 0.64
Lcr,low=3.14 m	Lam_LT = 1.10	fi,LT = 1.07	XLT,mod = 0.65

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

Ly = 3.14 m	Lam_y = 0.41
Lcr,y = 3.14 m	Xy = 0.95
Lamy = 38.09	kyy = 1.01



względem osi z:

Lz = 3.14 m	Lam_z = 0.48
Lcr,z = 1.00 m	Xz = 0.89
Lamz = 44.80	kyz = 1.58

wyoboczenie skrętne:

Krzywa,T=b	alfa,T=0.34
Lt=3.14 m	fi,T=0.89
Ncr,T=1147.86 kN	X,T=0.75
Lam_T=0.76	Nb,T,Rd=499.95 kN

wyoboczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=b	alfa,TF=0.34
Ncr,y=4070.49 kN	fi,TF=0.89
Ncr,TF=1147.86 kN	X,TF=0.75
Lam_TF=0.76	Nb,TF,Rd=499.95 kN

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00$ (6.2.4.(1))
$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.51 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.26 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.22 < 1.00$ (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)

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\Lambda_{y} = 38.09 < \Lambda_{y,max} = 210.00$        $\Lambda_{z} = 44.80 < \Lambda_{z,max} = 210.00$       STABILNY

$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{t,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.05 < 1.00$       (6.3.1)

$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.83 < 1.00$       (6.3.2.1.(1))

$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.88 < 1.00$       (6.3.3.(4))

$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.48 < 1.00$       (6.3.3.(4))

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

Uwzględnienie strzałki wstępnej  $u_{cy} = 0.0$  cm

$u_y = u_{ty} - u_{cy} = 0.0 - 0.0 = 0.0$  cm  $< u_{y,max} = L/200.00 = 1.6$  cm      Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 13 SGU /21/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 8 \cdot 1.00$

Uwzględnienie strzałki wstępnej  $u_{cz} = 0.0$  cm

$u_z = u_{tz} - u_{cz} = 0.3 - 0.0 = 0.3$  cm  $< u_{z,max} = L/200.00 = 1.6$  cm      Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 13 SGU /34/  $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.70 + 4 \cdot 1.00$

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

**Profil poprawny !!!**

## 2.8.3.2. Słup ramy

**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:** 14 Słup\_ramy\_14

**PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.24 L = 1.25$  m

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 10 SGN /77/  $1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.05 + 4 \cdot 0.75 + 6 \cdot 1.50$

**MATERIAŁ:**

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

**PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 180**

$h = 17.1$  cm

$gM0 = 1.00$

$gM1 = 1.00$

$b = 18.0$  cm

$A_y = 37.98$  cm<sup>2</sup>

$A_z = 14.52$  cm<sup>2</sup>

$A_x = 45.30$  cm<sup>2</sup>

$t_w = 0.6$  cm

$I_y = 2510.00$  cm<sup>4</sup>

$I_z = 925.00$  cm<sup>4</sup>

$I_x = 14.90$  cm<sup>4</sup>

$t_f = 0.9$  cm

$W_{ply} = 324.85$  cm<sup>3</sup>

$W_{plz} = 156.49$  cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 32.47$  kN

$M_{y,Ed} = 1.97$  kN\*m

$M_{z,Ed} = 1.23$  kN\*m

$V_{y,Ed} = 0.26$  kN

$N_{c,Rd} = 1064.55$  kN

$M_{y,Ed,max} = 2.79$  kN\*m

$M_{z,Ed,max} = 1.55$  kN\*m

$V_{y,T,Rd} = 296.18$  kN

$N_{b,Rd} = 267.49$  kN

$M_{y,c,Rd} = 76.34$  kN\*m

$M_{z,c,Rd} = 36.78$  kN\*m

$V_{z,Ed} = -0.24$  kN

$MN_{y,Rd} = 76.34$  kN\*m

$MN_{z,Rd} = 36.78$  kN\*m

$V_{z,T,Rd} = 149.65$  kN

$T_{t,Ed} = -1.78$  kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1

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

względem osi y:

$L_y = 5.20$  m

$\Lambda_{m,y} = 1.80$

$L_{cr,y} = 12.61$  m

$X_y = 0.25$



względem osi z:

$L_z = 5.20$  m

$\Lambda_{m,z} = 1.23$

$L_{cr,z} = 5.20$  m

$X_z = 0.42$



Lamy = 169.35

kyy = 0.80

Lamz = 115.08

kysz = 0.72

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

#### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

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

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

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.84 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.53 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

#### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{y} = 169.35 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 115.08 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.18 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.13 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



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



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

$$v_x = 0.7 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 3.5 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 13 SGU /23/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*0.70 + 9\*1.00

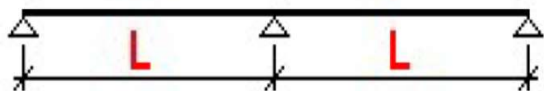
$$v_y = 0.4 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 3.5 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 13 SGU /18/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*0.70 + 4\*0.50 + 7\*1.00

**Profil poprawny !!!**

#### 2.8.3.3. Płatwie cienkościenne



**L = 5,000 m**

Pokrycie płytami PWx-W

Obciążenia:

Przypadek 1: Obciążenie obliczeniowe (typ 1)  $Q_d = 3,300 \text{ kN/m}$

Przypadek 2: Obciążenie obliczeniowe (typ 2)  $Q_{dN} = 3,300 \text{ kN/m}$   $N = 5,000 \text{ kN}$

Przypadek 3: Ssanie wiatru  $w = 0,500 \text{ kN/m}$

Przypadek 4: Obciążenie charakterystyczne (dla ugięcia  $L/200$ )  $q = 2,500 \text{ kN/m}$

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

### Wyniki:

Płatew C200x48x3.00

Stal S390GD

Ciężar 0,071 kN/m

Wykorzystanie nośności

Przypadek 1 92%

Przypadek 2 97%

Przypadek 3 8%

Przypadek 4 69%

Wymagana liczba łąników w każdym przęśle: 2 (liczba łąników określona przez użytkownika)

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

Minimalna sztywność tarczy usztywniającej:  $S \geq 0,9 \text{ kN}$

Obliczenia wykonane w oparciu o PN-EN 1993-1-3: Sierpień 2008



## **BELKA**

Profil:	IPE 200		
Nr pręta:	12		
$\alpha =$	-11,9	[Deg]	Kąt nachylenia
$h_{br} =$	200	[mm]	Wysokość przekroju belki
$b_{fbr} =$	100	[mm]	Szerokość przekroju belki
$t_{wbr} =$	6	[mm]	Grubość środnika przekroju belki
$t_{fbr} =$	8	[mm]	Grubość półki przekroju belki
$r_{br} =$	12	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju belki
$A_{br} =$	28,50	[cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju belki
$I_{xbr} =$	1940,00	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju belki
Materiał:	S 235		
$f_{yb} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

## **ŚRUBY**

Płaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

$d =$	16	[mm]	Średnica śruby
Klasa =	8.8		Klasa śruby
$F_{tRd} =$	90,43	[kN]	Nośność śruby na rozciąganie
$n_h =$	2		Ilość kolumn śrub
$n_v =$	4		Ilość rzędów śrub
$h_1 =$	50	[mm]	Odległość pierwszej śruby od górnej krawędzi blachy czołowej
Rozstaw poziomy $e_i =$	50	[mm]	
Rozstaw pionowy $p_i =$	90;100;90	[mm]	

## **BLACHA**

$h_{pr} =$	364	[mm]	Wysokość blachy
$b_{pr} =$	100	[mm]	Szerokość blachy
$t_{pr} =$	20	[mm]	Grubość blachy
Materiał:	S 235		
$f_{ypr} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

## **BLACHA DOLNA WZMACNIAJĄCA**

$w_{rd} =$	100	[mm]	Szerokość blachy
$t_{f rd} =$	8	[mm]	Grubość półki
$h_{rd} =$	160	[mm]	Wysokość blachy
$t_{w rd} =$	6	[mm]	Grubość środnika
$l_{rd} =$	450	[mm]	Długość blachy
$\alpha_d =$	8,6	[Deg]	Kąt nachylenia
Materiał:	S 235		
$f_{ybu} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

## **SPOINY PACHWINOWE**

$a_w =$	4	[mm]	Spoina środnika
$a_f =$	6	[mm]	Spoina półki
$a_{fd} =$	5	[mm]	Spoina pozioma

## **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]

## **OBCIĄŻENIA**

Stan graniczny nośności

Przypadek: 10: SGN /115/ 1\*1.15 + 2\*1.15 + 3\*1.05 + 4\*1.50

$M_{b1,Ed} = -27,08$  [kN\*m] Moment zginający w belce prawej  
 $V_{b1,Ed} = 2,06$  [kN] Siła ścinająca w belce prawej  
 $N_{b1,Ed} = -15,91$  [kN] Siła osiowa w belce prawej

## REZULTATY

### NOŚNOŚCI BELKI

#### ŚCISKANIE

$A_b = 28,50$  [cm<sup>2</sup>] Pole powierzchni EN1993-1-1:[6.2.4]

$N_{cb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$

$N_{cb,Rd} = 669,75$  [kN] Nośność obliczeniowa przekroju na ściskanie EN1993-1-1:[6.2.4]

#### ŚCINANIE

$A_{vb} = 23,62$  [cm<sup>2</sup>] Pole powierzchni przy ścinaniu EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$

$V_{cb,Rd} = 320,42$  [kN] Nośność obliczeniowa przekroju na ścinanie EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$   $0,01 < 1,00$  zweryfikowano (0,01)

#### ZGINANIE - MOMENT PLASTYCZNY (BEZ WZMOCNIEŃ)

$W_{plb} = 220,64$  [cm<sup>3</sup>] Wskaźnik plastyczny przekroju EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd} = 51,85$  [kN\*m] Nośność plastyczna przekroju przy zginaniu (bez wzmocnień) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

#### ZGINANIE NA STYKU Z PŁYTĄ LUB ELEMENTEM ŁĄCZONYM

$W_{pl} = 467,75$  [cm<sup>3</sup>] Wskaźnik plastyczny przekroju EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd} = 109,92$  [kN\*m] Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu EN1993-1-1:[6.2.5]

#### PÓŁKA I ŚRODNIK PRZY ŚCISKANIU

$M_{cb,Rd} = 109,92$  [kN\*m] Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_f = 356$  [mm] Odległość między środkami ciężkości pól EN1993-1-1:[6.2.6.7.(1)]

$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$

$F_{c,fb,Rd} = 308,74$  [kN] Nośność ściskanej półki i środka [6.2.6.7.(1)]

#### ŚRODNIK LUB PÓŁKA WZMOCNIENIA PRZY ŚCISKANIU - POZIOM DOLNEJ PÓŁKI BELKI

Docisk:

$\beta = 11,9$  [Deg] Kąt pomiędzy płytą czołową a belką

$\gamma = 8,6$  [Deg] Kąt nachylenia blachy wzmocnienia

$b_{eff,c,wb} = 142$  [mm] Szerokość efektywna środka przy ściskaniu [6.2.6.2.(1)]

$A_{vb} = 14,02$  [cm<sup>2</sup>] Pole powierzchni przy ścinaniu EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$\omega = 0,84$  Współczynnik redukcyjny przy interakcji ze ścinaniem [6.2.6.2.(1)]

$\sigma_{com,Ed} = 0,00$  [MPa] Maksymalne naprężenie ściskające w środku [6.2.6.2.(2)]

$k_{wc} = 1,00$  Współczynnik redukcyjny zależny od naprężeń ściskających [6.2.6.2.(2)]

$F_{c,wb,Rd1} = [\omega k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd1} = 441,80$  [kN] Nośność środka belki [6.2.6.2.(1)]

Wyboczenie:

$d_{wb} = 159$  [mm] Wysokość ściskanego środka [6.2.6.2.(1)]

$\lambda_p = 0,84$  Smukłość płytowa elementu [6.2.6.2.(1)]

$\rho = 0,91$  Współczynnik redukcyjny przy wyboczeniu elementu [6.2.6.2.(1)]

$F_{c,wb,Rd2} = [\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd2} = 401,63$  [kN] Nośność środka belki [6.2.6.2.(1)]

Nośność końcowa:

$F_{c,wb,Rd,low} = \min(F_{c,wb,Rd1}, F_{c,wb,Rd2})$

$F_{c,wb,Rd,low} = 401,63$  [kN] Nośność środka belki [6.2.6.2.(1)]

### 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	18	-	25	-	90	111	112	111	112	146	107	107	107
2	18	-	25	-	95	111	102	102	102	190	95	95	95
3	18	-	25	-	95	111	102	102	102	190	95	95	95

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>
4	18	-	25	-	90	111	102	102	102	146	96	96	96
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 pojedynczego rzędu śrub w cyklicznym trybie zniszczenia												
l <sub>eff,nc</sub>	– Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w niecyklicznym trybie zniszczenia												
l <sub>eff,1</sub>	– Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 1												
l <sub>eff,2</sub>	– Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2												
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												

## NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ŚCISKANIE

$$N_{j,Rd} = \text{Min} ( N_{cb,Rd} 2 F_{c,wb,Rd,low} )$$

$$N_{j,Rd} = 669,75 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność połączenia na ściskanie} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,02 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,02)$$

## NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ZGINANIE

$$F_{t,Rd} = 90,43 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność śruby na rozciąganie} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

$$B_{p,Rd} = 260,58 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność śruby na przeciągnięcie łba} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

$$F_{t,fc,Rd} \text{ – nośność półki słupa przy zginaniu}$$

$$F_{t,wc,Rd} \text{ – nośność środka słupa przy rozciąganiu}$$

$$F_{t,ep,Rd} \text{ – nośność zginanej blachy czołowej przy zginaniu}$$

$$F_{t,wb,Rd} \text{ – nośność środka przy rozciąganiu}$$

$$F_{t,fc,Rd} = \text{Min} ( F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd} ) \quad [6.2.6.4], [\text{Tab.6.2}]$$

$$F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} \quad [6.2.6.3.(1)]$$

$$F_{t,ep,Rd} = \text{Min} ( F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd} ) \quad [6.2.6.5], [\text{Tab.6.2}]$$

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0} \quad [6.2.6.8.(1)]$$

### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 1

F <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> )	146,14	Nośność rzędu śrub
F <sub>t,ep,Rd(1)</sub> = 180,86	180,86	Płyta czołowa - rozciąganie
F <sub>t,wb,Rd(1)</sub> = 146,14	146,14	Środek belki - rozciąganie
B <sub>p,Rd</sub> = 521,15	521,15	Śruby na przeciągnięcie łba
F <sub>c,fb,Rd</sub> = 308,74	308,74	Półka belki - ściskanie

### NOŚNOŚĆ 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> )	119,05	Nośność rzędu śrub
F <sub>t,ep,Rd(2)</sub> = 180,86	180,86	Płyta czołowa - rozciąganie
F <sub>t,wb,Rd(2)</sub> = 134,16	134,16	Środek belki - rozciąganie
B <sub>p,Rd</sub> = 521,15	521,15	Śruby na przeciągnięcie łba
F <sub>c,fb,Rd</sub> - $\sum 1^1 F_{tj,Rd}$ = 308,74 - 146,14	162,60	Półka belki - ściskanie
F <sub>t,ep,Rd(2+1)</sub> - $\sum 1^1 F_{tj,Rd}$ = 361,73 - 146,14	215,58	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
F <sub>t,wb,Rd(2+1)</sub> - $\sum 1^1 F_{tj,Rd}$ = 265,19 - 146,14	119,05	Środek belki - rozciąganie - grupa

### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 3

F <sub>t3,Rd,comp</sub> - Formuła	F <sub>t3,Rd,comp</sub>	Komponent
F <sub>t3,Rd</sub> = Min ( F <sub>t3,Rd,comp</sub> )	43,55	Nośność rzędu śrub
F <sub>t,ep,Rd(3)</sub> = 180,86	180,86	Płyta czołowa - rozciąganie
F <sub>t,wb,Rd(3)</sub> = 134,16	134,16	Środek belki - rozciąganie
B <sub>p,Rd</sub> = 521,15	521,15	Śruby na przeciągnięcie łba
F <sub>c,fb,Rd</sub> - $\sum 1^2 F_{tj,Rd}$ = 308,74 - 265,19	43,55	Półka belki - ściskanie
F <sub>t,ep,Rd(3+2)</sub> - $\sum 2^2 F_{tj,Rd}$ = 361,73 - 119,05	242,68	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa

<b>F<sub>t3,Rd,comp</sub> - Formuła</b>	<b>F<sub>t3,Rd,comp</sub></b>	<b>Komponent</b>
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 250,04 - 119,05$	130,99	Środek belki - rozciąganie - grupa
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 542,59 - 265,19$	277,40	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 390,21 - 265,19$	125,02	Środek belki - rozciąganie - grupa

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 4

<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub> - Formuła</b>	<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub></b>	<b>Komponent</b>
$F_{t4,Rd} = \text{Min}(F_{t4,Rd,comp})$	0,00	Nośność rzędu śrub
$F_{t,ep,Rd(4)} = 180,86$	180,86	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(4)} = 134,16$	134,16	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 521,15$	521,15	Śruby na przeciągnięcie łba
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 308,74 - 308,74$	0,00	Półka belki - ściskanie
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 361,73 - 43,55$	318,18	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 251,32 - 43,55$	207,77	Środek belki - rozciąganie - grupa
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 542,59 - 162,60$	380,00	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 376,34 - 162,60$	213,75	Środek belki - rozciąganie - grupa
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 723,46 - 308,74$	414,71	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 516,51 - 308,74$	207,77	Środek belki - rozciąganie - grupa

#### SUMARYCZNE ZESTAWIENIE SIŁ

Nr	h <sub>j</sub>	F <sub>tj,Rd</sub>	F <sub>t,fc,Rd</sub>	F <sub>t,wc,Rd</sub>	F <sub>t,ep,Rd</sub>	F <sub>t,wb,Rd</sub>	F <sub>t,Rd</sub>	B <sub>p,Rd</sub>
1	326	146,14	-	-	180,86	146,14	180,86	521,15
2	236	119,05	-	-	180,86	134,16	180,86	521,15
3	136	43,55	-	-	180,86	134,16	180,86	521,15
4	46	-	-	-	180,86	134,16	180,86	521,15

#### NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ZGINANIE M<sub>j,Rd</sub>

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 81,71 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad \text{Nośność połączenia na zginanie} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,33 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,33)$$

#### NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ŚCINANIE

$\alpha_v = 0,60$	Współczynnik do obliczeń F <sub>v,Rd</sub>	[Tablica 3.4]
$\beta_{Lf} = 0,99$	Współczynnik redukcyjny dla długich połączeń	[3.8]
$F_{v,Rd} = 76,24 \quad [\text{kN}]$	Nośność pojedynczej śruby na ścinanie	[Tablica 3.4]
$F_{t,Rd,max} = 90,43 \quad [\text{kN}]$	Nośność pojedynczej śruby na rozciąganie	[Tablica 3.4]
$F_{b,Rd,int} = 201,73 \quad [\text{kN}]$	Nośność wewnętrznej śruby na docisk	[Tablica 3.4]
$F_{b,Rd,ext} = 126,71 \quad [\text{kN}]$	Nośność skrajnej śruby na docisk	[Tablica 3.4]

Nr	F <sub>tj,Rd,N</sub>	F <sub>tj,Ed,N</sub>	F <sub>tj,Rd,M</sub>	F <sub>tj,Ed,M</sub>	F <sub>tj,Ed</sub>	F <sub>vj,Rd</sub>
1	180,86	-3,98	146,14	48,43	44,45	125,72
2	180,86	-3,98	119,05	39,45	35,47	131,12
3	180,86	-3,98	43,55	14,43	10,45	146,19
4	180,86	-3,98	0,00	0,00	-3,98	152,49

F<sub>tj,Rd,N</sub> – Nośność rzędu śrub przy czystym rozciąganiu

F<sub>tj,Ed,N</sub> – Siła w rzędzie śrub od siły osiowej

F<sub>tj,Rd,M</sub> – Nośność rzędu śrub przy czystym zginaniu

F<sub>tj,Ed,M</sub> – Siła w rzędzie śrub od momentu

F<sub>tj,Ed</sub> – Maksymalna siła rozciągająca w rzędzie śrub

F<sub>vj,Rd</sub> – Zredukowana nośność rzędu śrub

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \text{Min}(n_h F_{v,Ed} / (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum 1^n F_{vj,Rd} \quad [Tablica 3.4]$$

$$V_{j,Rd} = 555,52 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność połączenia na ścinanie} \quad [Tablica 3.4]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,00 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,00)$$

## WYTRZYMAŁOŚĆ SPOIN

$A_w =$	43,92	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni wszystkich spoin	[4.5.3.2(2)]
$A_{wy} =$	18,77	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin poziomych	[4.5.3.2(2)]
$A_{wz} =$	25,15	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin pionowych	[4.5.3.2(2)]
$I_{wy} =$	5245,46	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności układu spoin wzgl. osi poz.	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_{\perp \max} = \tau_{\perp \max} =$	-65,32	[MPa]	Napężenie normalne w spoinie	[4.5.3.2(6)]
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	-62,12	[MPa]	Napężenia w spoinie pionowej	[4.5.3.2(5)]
$\tau_{II} =$	0,82	[MPa]	Napężenie styczne	[4.5.3.2(5)]
$\beta_w =$	0,80		Współczynnik korelacji	[4.5.3.2(7)]
$\sqrt{[\sigma_{\perp \max}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp \max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$		130,64 < 360,00	zweryfikowano	(0,36)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$		124,25 < 360,00	zweryfikowano	(0,35)
$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$		65,32 < 259,20	zweryfikowano	(0,25)

## SZTYWNOŚĆ POŁĄCZENIA

$t_{wash} =$	4	[mm]	Grubość podkładki	[6.2.6.3.(2)]
$h_{head} =$	12	[mm]	Wysokość główki śruby	[6.2.6.3.(2)]
$h_{nut} =$	16	[mm]	Wysokość nakrętki śruby	[6.2.6.3.(2)]
$L_b =$	50	[mm]	Długość śruby	[6.2.6.3.(2)]
$k_{10} =$	5	[mm]	Współczynnik sztywności śrub	[6.3.2.(1)]

### SZTYWNOŚCI RZĘDÓW ŚRUB

Nr	$h_j$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_{eff,j}$	$k_{eff,j} h_j$	$k_{eff,j} h_j^2$
					Suma	34,41	845,75
1	326			139	5	15,14	493,78
2	236			124	5	10,87	256,79
3	136			124	5	6,27	85,36
4	46			125	5	2,13	9,82

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum_{i=1}^5 (1 / k_{i,j})) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$Z_{eq} = \sum k_{eff,j} h_j^2 / \sum k_{eff,j} h_j$$

$$Z_{eq} = 246 \quad [mm] \quad \text{Zastępcze ramię sił} \quad [6.3.3.1.(3)]$$

$$k_{eq} = \sum k_{eff,j} h_j / Z_{eq}$$

$$k_{eq} = 14 \quad [mm] \quad \text{Zastępczy współczynnik sztywności układu śrub} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$S_{j,ini} = E Z_{eq}^2 k_{eq} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_{j,ini} = 177607,73 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Początkowa sztywność obrotowa} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$\mu = 1,00 \quad \text{Współczynnik sztywności połączenia} \quad [6.3.1.(6)]$$

$$S_j = S_{j,ini} / \mu \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 177607,73 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Końcowa sztywność obrotowa} \quad [6.3.1.(4)]$$

### Klasyfikacja połączenia ze względu na sztywność.

$$S_{j,rig} = 10369,88 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Sztywność połączenia sztywnego} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 648,12 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Sztywność połączenia przegubowego} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,ini} \geq S_{j,rig} \quad \text{SZTYWNE}$$

## NAJSŁABSZY KOMPONENT:

SPOINY

## UWAGI

Połączenie zgodne z normą

Proporcja 0,36



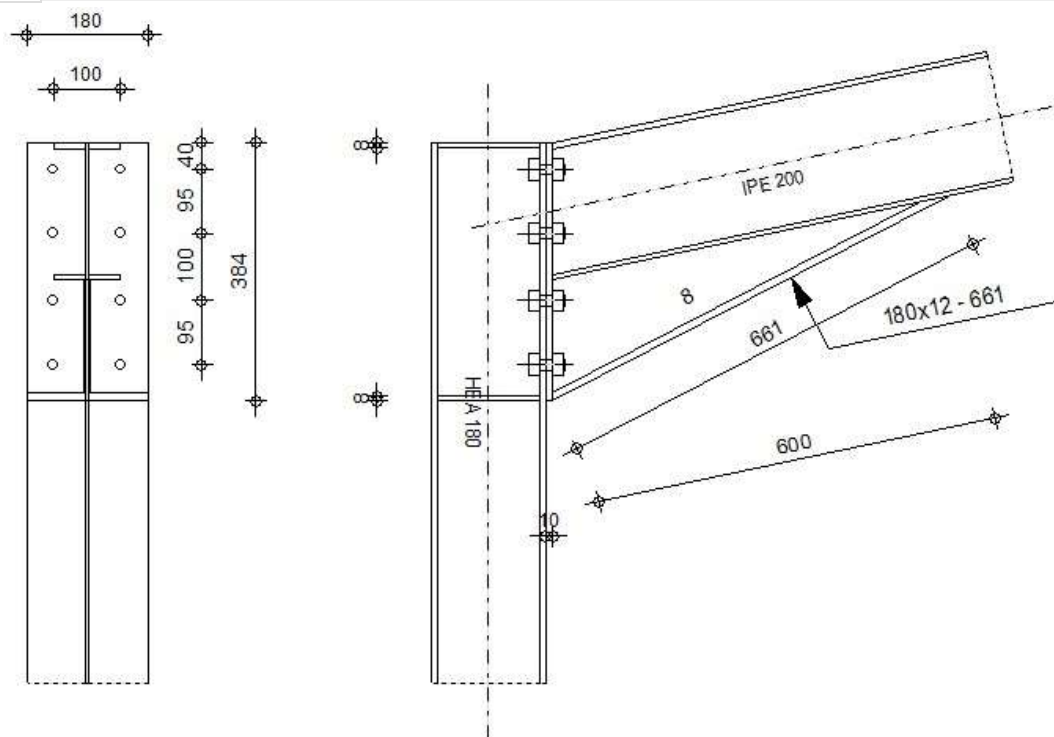


## Obliczenia połączenia zamocowanego Belka - Słup

PN-EN 1993-1-8:2006/NA:2011



Proporcja  
0,51



## OGÓLNE

Nr połączenia: 1  
 Nazwa połączenia: Naroże ramy  
 Węzeł konstrukcji: 12  
 Pręty konstrukcji: 9, 11

## GEOMETRIA

### SŁUP

Profil:	HEA 180		
Nr pręta:	9		
$\alpha =$	-90,0	[Deg]	Kąt nachylenia
$h_c =$	171	[mm]	Wysokość przekroju słupa
$b_{fc} =$	180	[mm]	Szerokość przekroju słupa
$t_{wc} =$	6	[mm]	Grubość środnika przekroju słupa
$t_{fc} =$	10	[mm]	Grubość półki przekroju słupa
$r_c =$	15	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju słupa
$A_c =$	45,30	[cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju słupa
$I_{xc} =$	2510,00	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju słupa
Materiał:	S 235		
$f_{yc} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

### BELKA

Profil:	IPE 200
Nr pręta:	11



$\alpha =$	11,9	[Deg]	Kąt nachylenia
$h_b =$	200	[mm]	Wysokość przekroju belki
$b_f =$	100	[mm]	Szerokość przekroju belki
$t_{wb} =$	6	[mm]	Grubość środnika przekroju belki
$t_{fb} =$	8	[mm]	Grubość półki przekroju belki
$r_b =$	12	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju belki
$r_b =$	12	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju belki
$A_b =$	28,50	[cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju belki
$I_{xb} =$	1940,00	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju belki
Materiał:	S 235		
$f_{yb} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

## **ŚRUBY**

Plaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

$d =$	16	[mm]	Średnica śruby
Klasa =	8.8		Klasa śruby
$F_{tRd} =$	90,43	[kN]	Nośność śruby na rozciąganie
$n_h =$	2		Ilość kolumn śrub
$n_v =$	4		Ilość rzędów śrub
$h_1 =$	40	[mm]	Odległość pierwszej śruby od górnej krawędzi blachy czołowej
Rozstaw poziomy $e_i =$	100	[mm]	
Rozstaw pionowy $p_i =$	95;100;95	[mm]	

## **BLACHA**

$h_p =$	384	[mm]	Wysokość blachy
$b_p =$	180	[mm]	Szerokość blachy
$t_p =$	10	[mm]	Grubość blachy
Materiał:	S 235		
$f_{yp} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

## **BLACHA DOLNA WZMACNIAJĄCA**

$w_d =$	180	[mm]	Szerokość blachy
$t_{fd} =$	12	[mm]	Grubość półki
$h_d =$	180	[mm]	Wysokość blachy
$t_{wd} =$	8	[mm]	Grubość środnika
$l_d =$	600	[mm]	Długość blachy
$\alpha =$	27,4	[Deg]	Kąt nachylenia
Materiał:	S 235		
$f_{ybu} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

## **ŻEBRO SŁUPA**

### **Górne**

$h_{su} =$	152	[mm]	Wysokość żebra
$b_{su} =$	87	[mm]	Szerokość żebra
$t_{hu} =$	8	[mm]	Grubość żebra
Materiał:	S 235		
$f_{ysu} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

### **Dolne**

$h_{sd} =$	152	[mm]	Wysokość żebra
$b_{sd} =$	87	[mm]	Szerokość żebra
$t_{hd} =$	8	[mm]	Grubość żebra
Materiał:	S 235		
$f_{ysu} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

## **SPOINY PACHWINOWE**

$a_w =$	4	[mm]	Spoina środnika
$a_f =$	6	[mm]	Spoina półki

$a_w =$	4	[mm]	Spoina środka
$a_s =$	4	[mm]	Spoina żebra
$a_{fd} =$	5	[mm]	Spoina pozioma

## 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]

## OBCIĄŻENIA

### Stan graniczny nośności

Przypadek: 10: SGN /115/  $1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 3 \cdot 1.05 + 4 \cdot 1.50$

$M_{b1,Ed} =$	28,29	[kN*m]	Moment zginający w belce prawej
$V_{b1,Ed} =$	44,98	[kN]	Siła ścinająca w belce prawej
$N_{b1,Ed} =$	-14,32	[kN]	Siła osiowa w belce prawej
$M_{c1,Ed} =$	28,29	[kN*m]	Moment zginający w słupie dolnym
$V_{c1,Ed} =$	5,71	[kN]	Siła ścinająca w słupie dolnym
$N_{c1,Ed} =$	-42,10	[kN]	Siła osiowa w słupie dolnym

## REZULTATY

### NOŚNOŚCI BELKI

#### ŚCISKANIE

$A_b =$	28,50	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni	EN1993-1-1:[6.2.4]
$N_{cb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$N_{cb,Rd} =$	669,75	[kN]	Nośność obliczeniowa przekroju na ściskanie	EN1993-1-1:[6.2.4]

#### ŚCINANIE

$A_{vb} =$	28,42	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni przy ścinaniu	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$				
$V_{cb,Rd} =$	385,54	[kN]	Nośność obliczeniowa przekroju na ścinanie	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$	0,12	$< 1,00$	zweryfikowano	(0,12)

#### ZGINANIE - MOMENT PLASTYCZNY (BEZ WZMOCNIEŃ)

$W_{plb} =$	220,64	[cm <sup>3</sup> ]	Wskaźnik plastyczny przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$M_{b,pl,Rd} =$	51,85	[kN*m]	Nośność plastyczna przekroju przy zginaniu (bez wzmocnień)	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

#### ZGINANIE NA STYKU Z PŁYTĄ LUB ELEMENTEM ŁĄCZONYM

$W_{pl} =$	692,63	[cm <sup>3</sup> ]	Wskaźnik plastyczny przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5]
$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$				
$M_{cb,Rd} =$	162,77	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]

#### PÓŁKA I ŚRODNIK PRZY ŚCISKANIU

$M_{cb,Rd} =$	162,77	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_f =$	373	[mm]	Odległość między środkami ciężkości półek	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$				
$F_{c,fb,Rd} =$	436,00	[kN]	Nośność ściskanej półki i środka	[6.2.6.7.(1)]

#### ŚRODNIK LUB PÓŁKA WZMOCNIENIA PRZY ŚCISKANIU - POZIOM DOLNEJ PÓŁKI BELKI

Docisk:

$\beta =$	11,9	[Deg]	Kąt pomiędzy płytą czołową a belką	
$\gamma =$	27,4	[Deg]	Kąt nachylenia blachy wzmocnienia	
$b_{eff,c,wb} =$	165	[mm]	Szerokość efektywna środka przy ściskaniu	[6.2.6.2.(1)]
$A_{vb} =$	14,02	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni przy ścinaniu	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$\omega =$	0,80		Współczynnik redukcji przy interakcji ze ścinaniem	[6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed} =$	120,95	[MPa]	Maksymalne naprężenie ściskające w środku	[6.2.6.2.(2)]
$k_{wc} =$	1,00		Współczynnik redukcji zależny od naprężeń ściskających	[6.2.6.2.(2)]
$F_{c,wb,Rd1} = [\omega k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$				
$F_{c,wb,Rd1} =$	577,50	[kN]	Nośność środka belki	[6.2.6.2.(1)]

**Wyboczenie:**

$d_{wb} =$	159	[mm]	Wysokość ściskanego środnika	[6.2.6.2.(1)]
$\lambda_p =$	0,90		Smukłość płytowa elementu	[6.2.6.2.(1)]
$\rho =$	0,86		Współczynnik redukcyjny przy wyboczeniu elementu	[6.2.6.2.(1)]

$$F_{c,wb,Rd2} = [\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$$

$$F_{c,wb,Rd2} = 498,90 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność środnika belki} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

**Nośność końcowa:**

$$F_{c,wb,Rd,low} = \text{Min} (F_{c,wb,Rd1}, F_{c,wb,Rd2})$$

$$F_{c,wb,Rd,low} = 498,90 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność środnika belki} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

**NOŚNOŚCI SŁUPA****PANEL ŚRODNIKA PRZY ŚCINANIU**

$M_{b1,Ed} =$	28,29	[kN*m]	Moment zginający w belce prawej	[5.3.(3)]
$M_{b2,Ed} =$	0,00	[kN*m]	Moment zginający w belce lewej	[5.3.(3)]
$V_{c1,Ed} =$	5,71	[kN]	Siła ścinająca w słupie dolnym	[5.3.(3)]
$V_{c2,Ed} =$	0,00	[kN]	Siła ścinająca w słupie górnym	[5.3.(3)]
$z =$	290	[mm]	Ramię dźwigni	[6.2.5]

$$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$$

$$V_{wp,Ed} = 94,64 \text{ [kN]} \quad \text{Siła ścinająca panel środnika} \quad [5.3.(3)]$$

$$A_{vs} = 14,52 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Pole powierzchni przy ścinaniu środnika słupa} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$A_{vc} = 14,52 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Pole powierzchni przy ścinaniu} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$d_s = 376 \text{ [mm]} \quad \text{Odległość pomiędzy środkami ciężkości żeber} \quad [6.2.6.1.(4)]$$

$$M_{pl,fc,Rd} = 0,95 \text{ [kN*m]} \quad \text{Nośność plastyczna półki słupa przy zginaniu} \quad [6.2.6.1.(4)]$$

$$M_{pl,stu,Rd} = 0,68 \text{ [kN*m]} \quad \text{Nośność plastyczna górnego żebra poprzecznego przy zginaniu} \quad [6.2.6.1.(4)]$$

$$M_{pl,sti,Rd} = 0,68 \text{ [kN*m]} \quad \text{Nośność plastyczna dolnego żebra poprzecznego przy zginaniu} \quad [6.2.6.1.(4)]$$

$$V_{wp,Rd} = 0.9 (A_{vs} f_{y,wc}) / (\sqrt{3} \gamma_{M0}) + \text{Min}(4 M_{pl,fc,Rd} / d_s, (2 M_{pl,fc,Rd} + M_{pl,stu,Rd} + M_{pl,sti,Rd}) / d_s)$$

$$V_{wp,Rd} = 185,97 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność panelu środnika słupa przy ścinaniu} \quad [6.2.6.1]$$

$$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \leq 1,0 \quad 0,51 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,51)$$

**ŚRODNIK PRZY ŚCISKANIU POPRZECZNYM - POZIOM DOLNEJ PÓŁKI BELKI****Docisk:**

$$t_{wc} = 6 \text{ [mm]} \quad \text{Grubość efektywna środnika słupa} \quad [6.2.6.2.(6)]$$

$$b_{eff,c,wc} = 173 \text{ [mm]} \quad \text{Szerokość efektywna środnika przy ściskaniu} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$A_{vc} = 14,52 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Pole powierzchni przy ścinaniu} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$\omega = 0,78 \quad \text{Współczynnik redukcyjny przy interakcji ze ścinaniem} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\sigma_{com,Ed} = 78,04 \text{ [MPa]} \quad \text{Maksymalne naprężenie ściskające w środniku} \quad [6.2.6.2.(2)]$$

$$k_{wc} = 1,00 \quad \text{Współczynnik redukcyjny zależny od naprężeń ściskających} \quad [6.2.6.2.(2)]$$

$$A_s = 13,92 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Pole powierzchni żebra usztywniającego środnik} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.4]}$$

$$F_{c,wc,Rd1} = \omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s f_{ys} / \gamma_{M0}$$

$$F_{c,wc,Rd1} = 516,19 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność środnika słupa} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

**Wyboczenie:**

$$d_{wc} = 122 \text{ [mm]} \quad \text{Wysokość ściskanego środnika} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\lambda_p = 0,75 \quad \text{Smukłość płytowa elementu} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\rho = 0,97 \quad \text{Współczynnik redukcyjny przy wyboczeniu elementu} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\lambda_s = 2,31 \quad \text{Smukłość żebra} \quad \text{EN1993-1-1:[6.3.1.2]}$$

$$\chi_s = 1,00 \quad \text{Współczynnik wyboczeniowy żebra} \quad \text{EN1993-1-1:[6.3.1.2]}$$

$$F_{c,wc,Rd2} = \omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s \chi_s f_{ys} / \gamma_{M1}$$

$$F_{c,wc,Rd2} = 511,22 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność środnika słupa} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

**Nośność końcowa:**

$$F_{c,wc,Rd,low} = \text{Min} (F_{c,wc,Rd1}, F_{c,wc,Rd2})$$

$$F_{c,wc,Rd} = 511,22 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność środnika słupa} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

**ŚRODNIK PRZY ŚCISKANIU POPRZECZNYM - POZIOM GÓRNEJ PÓŁKI BELKI****Docisk:**

$$t_{wc} = 6 \text{ [mm]} \quad \text{Grubość efektywna środnika słupa} \quad [6.2.6.2.(6)]$$

$$b_{eff,c,wc} = 168 \text{ [mm]} \quad \text{Szerokość efektywna środnika przy ściskaniu} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$A_{vc} = 14,52 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Pole powierzchni przy ścinaniu} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$\omega = 0,78 \quad \text{Współczynnik redukcyjny przy interakcji ze ścinaniem} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\sigma_{com,Ed} = 78,04 \text{ [MPa]} \quad \text{Maksymalne naprężenie ściskające w środniku} \quad [6.2.6.2.(2)]$$

$$k_{wc} = 1,00 \quad \text{Współczynnik redukcyjny zależny od naprężeń ściskających} \quad [6.2.6.2.(2)]$$

$$A_s = 13,92 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Pole powierzchni żebra usztywniającego środnik} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.4]}$$

$$t_{wc} = 6 \text{ [mm]} \quad \text{Grubość efektywna środnika słupa} \quad [6.2.6.2.(6)]$$

$$F_{c,wc,Rd1} = \omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s f_{ys} / \gamma_{M0}$$

$$F_{c,wc,Rd1} = 512,97 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność środnika słupa} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

Wyboczenie:

$$d_{wc} = 122 \text{ [mm]} \quad \text{Wysokość ściskanego środnika} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\lambda_p = 0,74 \quad \text{Smukłość płytowa elementu} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\rho = 0,98 \quad \text{Współczynnik redukcji przy wyboczeniu elementu} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$\lambda_s = 2,31 \quad \text{Smukłość żebra} \quad \text{EN1993-1-1:[6.3.1.2]}$$

$$\chi_s = 1,00 \quad \text{Współczynnik wyboczeniowy żebra} \quad \text{EN1993-1-1:[6.3.1.2]}$$

$$F_{c,wc,Rd2} = \omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s \chi_s f_{ys} / \gamma_{M1}$$

$$F_{c,wc,Rd2} = 509,72 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność środnika słupa} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

Nośność końcowa:

$$F_{c,wc,Rd,upp} = \text{Min} (F_{c,wc,Rd1}, F_{c,wc,Rd2})$$

$$F_{c,wc,Rd,upp} = 509,72 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność środnika słupa} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

## PARAMETRY GEOMETRYCZNE POŁĄCZENIA

### DŁUGOŚCI EFEKTYWNE I PARAMETRY - PÓŁKA SŁUPA

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	35	–	40	–	95	220	227	220	227	205	179	179	179
2	35	–	40	–	98	220	190	190	190	195	98	98	98
3	35	–	40	–	98	220	190	190	190	195	98	98	98
4	35	–	40	–	95	220	213	213	213	205	166	166	166

### 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	43	–	40	–	95	268	268	268	268	229	205	205	205
2	43	–	40	–	98	268	221	221	221	195	98	98	98
3	43	–	40	–	98	268	221	221	221	195	98	98	98
4	43	–	40	–	95	268	221	221	221	229	158	158	158

m – Odległość śruby od środnika

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 pojedynczego rzędu śrub w cyklicznym trybie zniszczenia

l<sub>eff,nc</sub> – Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w niecyklicznym trybie zniszczenia

l<sub>eff,1</sub> – Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 1

l<sub>eff,2</sub> – Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2

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

## NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ŚCISKANIE

$$N_{j,Rd} = \text{Min} (N_{cb,Rd} / 2, F_{c,wb,Rd,low} / 2, F_{c,wc,Rd,low} / 2, F_{c,wc,Rd,upp} / 2)$$

$$N_{j,Rd} = 669,75 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność połączenia na ściskanie} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,02 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,02)$$

## NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ZGINANIE

$$F_{t,Rd} = 90,43 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność śruby na rozciąganie} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

$$B_{p,Rd} = 123,77 \text{ [kN]} \quad \text{Nośność śruby na przeciągnięcie łba} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

F<sub>t,fc,Rd</sub> – nośność półki słupa przy zginaniu

F<sub>t,wc,Rd</sub> – nośność środnika słupa przy rozciąganiu

F<sub>t,ep,Rd</sub> – nośność zginanej blachy czołowej przy zginaniu

F<sub>t,wb,Rd</sub> – nośność środnika przy rozciąganiu

$$F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd}) \quad [6.2.6.4], [\text{Tab.6.2}]$$

$$F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / \gamma_{M0} \quad [6.2.6.3.(1)]$$

$$F_{t,ep,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd}) \quad [6.2.6.5], [\text{Tab.6.2}]$$

$$F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,fc,Rd} , F_{T,2,fc,Rd} , F_{T,3,fc,Rd})$$

[6.2.6.4] , [Tab.6.2]

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

[6.2.6.8.(1)]

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 1

<b>F<sub>t1,Rd,comp</sub> - Formuła</b>	<b>F<sub>t1,Rd,comp</sub></b>	<b>Komponent</b>
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	125,54	Nośność rzędu śrub
$F_{t,fc,Rd(1)} = 128,51$	128,51	Półka słupa - rozciąganie
$F_{t,wc,Rd(1)} = 215,33$	215,33	Środek słupa - rozciąganie
$F_{t,ep,Rd(1)} = 125,54$	125,54	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(1)} = 352,13$	352,13	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 247,55$	247,55	Śruby na przeciągnięcie łba
$V_{wp,Rd}/\beta = 185,97$	185,97	Panel środka - ścinanie
$F_{c,wc,Rd} = 511,22$	511,22	Środek słupa - ściskanie
$F_{c,fb,Rd} = 436,00$	436,00	Półka belki - ściskanie
$F_{c,wb,Rd} = 498,90$	498,90	Środek belki - ściskanie

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 2

<b>F<sub>t2,Rd,comp</sub> - Formuła</b>	<b>F<sub>t2,Rd,comp</sub></b>	<b>Komponent</b>
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	40,90	Nośność rzędu śrub
$F_{t,fc,Rd(2)} = 115,13$	115,13	Półka słupa - rozciąganie
$F_{t,wc,Rd(2)} = 199,61$	199,61	Środek słupa - rozciąganie
$F_{t,ep,Rd(2)} = 118,87$	118,87	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(2)} = 290,44$	290,44	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 247,55$	247,55	Śruby na przeciągnięcie łba
$V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^1 F_{ti,Rd} = 185,97 - 125,54$	60,43	Panel środka - ścinanie
$F_{c,wc,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 511,22 - 125,54$	385,69	Środek słupa - ściskanie
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 436,00 - 125,54$	310,47	Półka belki - ściskanie
$F_{c,wb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 498,90 - 125,54$	373,36	Środek belki - ściskanie
$F_{t,fc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 167,66 - 125,54$	42,13	Półka słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 237,45 - 125,54$	111,92	Środek słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 166,43 - 125,54$	40,90	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 397,73 - 125,54$	272,20	Środek belki - rozciąganie - grupa

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 3

<b>F<sub>t3,Rd,comp</sub> - Formuła</b>	<b>F<sub>t3,Rd,comp</sub></b>	<b>Komponent</b>
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	19,54	Nośność rzędu śrub
$F_{t,fc,Rd(3)} = 115,13$	115,13	Półka słupa - rozciąganie
$F_{t,wc,Rd(3)} = 199,61$	199,61	Środek słupa - rozciąganie
$F_{t,ep,Rd(3)} = 118,87$	118,87	Płyta czołowa - rozciąganie
$F_{t,wb,Rd(3)} = 290,44$	290,44	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 247,55$	247,55	Śruby na przeciągnięcie łba
$V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^2 F_{ti,Rd} = 185,97 - 166,43$	19,54	Panel środka - ścinanie
$F_{c,wc,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 511,22 - 166,43$	344,79	Środek słupa - ściskanie
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 436,00 - 166,43$	269,57	Półka belki - ściskanie
$F_{c,wb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 498,90 - 166,43$	332,47	Środek belki - ściskanie
$F_{t,fc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 118,16 - 40,90$	77,27	Półka słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 202,47 - 40,90$	161,58	Środek słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,fc,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 226,74 - 166,43$	60,31	Półka słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wc,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 260,31 - 166,43$	93,88	Środek słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 107,38 - 40,90$	66,49	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 256,62 - 40,90$	215,72	Środek belki - rozciąganie - grupa
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 220,12 - 166,43$	53,69	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 526,04 - 166,43$	359,61	Środek belki - rozciąganie - grupa

#### NOŚNOŚĆ RZĘDU ŚRUB NUMER 4

<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub> - Formuła</b>	<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub></b>	<b>Komponent</b>
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	0,00	Nośność rzędu śrub
$F_{t,fc,Rd(4)} = 126,58$	126,58	Półka słupa - rozciąganie
$F_{t,wc,Rd(4)} = 211,99$	211,99	Środek słupa - rozciąganie
$F_{t,ep,Rd(4)} = 118,87$	118,87	Płyta czołowa - rozciąganie

<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub> - Formuła</b>	<b>F<sub>t4,Rd,comp</sub></b>	<b>Komponent</b>
$F_{t,wb,Rd(4)} = 290,44$	290,44	Środek belki - rozciąganie
$B_{p,Rd} = 247,55$	247,55	Śruby na przeciągnięcie lba
$V_{wp,Rd}/\beta - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 185,97 - 185,97$	0,00	Panel środka - ścinanie
$F_{c,wc,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 511,22 - 185,97$	325,25	Środek słupa - ściskanie
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 436,00 - 185,97$	250,03	Półka belki - ściskanie
$F_{c,wb,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 498,90 - 185,97$	312,93	Środek belki - ściskanie
$F_{t,fc,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 159,37 - 19,54$	139,84	Półka słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wc,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 232,89 - 19,54$	213,35	Środek słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,fc,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 218,46 - 60,43$	158,02	Półka słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wc,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 257,89 - 60,43$	197,46	Środek słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,fc,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 327,04 - 185,97$	141,07	Półka słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wc,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 278,51 - 185,97$	92,54	Środek słupa - rozciąganie - grupa
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 140,62 - 19,54$	121,08	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 336,04 - 19,54$	316,50	Środek belki - rozciąganie - grupa
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 194,31 - 60,43$	133,87	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 464,35 - 60,43$	403,91	Środek belki - rozciąganie - grupa
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 307,05 - 185,97$	121,08	Płyta czołowa - rozciąganie - grupa
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 733,77 - 185,97$	547,80	Środek belki - rozciąganie - grupa

#### SUMARYCZNE ZESTAWIENIE SIŁ

Nr	h <sub>j</sub>	F <sub>tj,Rd</sub>	F <sub>t,fc,Rd</sub>	F <sub>t,wc,Rd</sub>	F <sub>t,ep,Rd</sub>	F <sub>t,wb,Rd</sub>	F <sub>t,Rd</sub>	B <sub>p,Rd</sub>
1	338	125,54	128,51	215,33	125,54	352,13	180,86	247,55
2	243	40,90	115,13	199,61	118,87	290,44	180,86	247,55
3	143	19,54	115,13	199,61	118,87	290,44	180,86	247,55
4	48	–	126,58	211,99	118,87	290,44	180,86	247,55

#### NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ZGINANIE M<sub>j,Rd</sub>

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 55,10 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad \text{Nośność połączenia na zginanie} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,51 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,51)$$

#### NOŚNOŚĆ POŁĄCZENIA NA ŚCINANIE

$\alpha_v = 0,60$	Współczynnik do obliczeń F <sub>v,Rd</sub>	[Tablica 3.4]
$\beta_{Lf} = 0,98$	Współczynnik redukcji dla długich połączeń	[3.8]
$F_{v,Rd} = 76,00$	[kN] Nośność pojedynczej śruby na ścinanie	[Tablica 3.4]
$F_{t,Rd,max} = 90,43$	[kN] Nośność pojedynczej śruby na rozciąganie	[Tablica 3.4]
$F_{b,Rd,int} = 109,44$	[kN] Nośność wewnętrznej śruby na docisk	[Tablica 3.4]
$F_{b,Rd,ext} = 81,07$	[kN] Nośność skrajnej śruby na docisk	[Tablica 3.4]

Nr	F <sub>tj,Rd,N</sub>	F <sub>tj,Ed,N</sub>	F <sub>tj,Rd,M</sub>	F <sub>tj,Ed,M</sub>	F <sub>tj,Ed</sub>	F <sub>vj,Rd</sub>
1	180,86	-3,58	125,54	64,45	60,87	115,46
2	180,86	-3,58	40,90	21,00	17,42	141,55
3	180,86	-3,58	19,54	10,03	6,45	148,13
4	180,86	-3,58	0,00	0,00	-3,58	152,00

F<sub>tj,Rd,N</sub> – Nośność rzędu śrub przy czystym rozciąganiu

F<sub>tj,Ed,N</sub> – Siła w rzędzie śrub od siły osiowej

F<sub>tj,Rd,M</sub> – Nośność rzędu śrub przy czystym zginaniu

F<sub>tj,Ed,M</sub> – Siła w rzędzie śrub od momentu

F<sub>tj,Ed</sub> – Maksymalna siła rozciągająca w rzędzie śrub

F<sub>vj,Rd</sub> – Zredukowana nośność rzędu śrub

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} / (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum 1^n F_{vj,Rd} \quad [Tablica 3.4]$$

$$V_{j,Rd} = 557,14 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność połączenia na ścinanie} \quad [Tablica 3.4]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,08 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,08)$$

## WYTRZYMAŁOŚĆ SPOIN

$A_w =$	49,65	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni wszystkich spoin	[4.5.3.2(2)]
$A_{wy} =$	23,33	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin poziomych	[4.5.3.2(2)]
$A_{wz} =$	26,32	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin pionowych	[4.5.3.2(2)]
$I_{wy} =$	7022,04	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności układu spoin wzgl. osi poz.	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_{\perp \max} = \tau_{\perp \max} =$	59,28	[MPa]	Napężenie normalne w spoinie	[4.5.3.2(6)]
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	56,49	[MPa]	Napężenia w spoinie pionowej	[4.5.3.2(5)]
$\tau_{II} =$	17,09	[MPa]	Napężenie styczne	[4.5.3.2(5)]
$\beta_w =$	0,80		Współczynnik korelacji	[4.5.3.2(7)]
$\sqrt{[\sigma_{\perp \max}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp \max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$				118,56 < 360,00 <span>zweryfikowano</span> (0,33)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)]} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$				116,80 < 360,00 <span>zweryfikowano</span> (0,32)
$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$				59,28 < 259,20 <span>zweryfikowano</span> (0,23)

## SZTYWNOŚĆ POŁĄCZENIA

$t_{wash} =$	4	[mm]	Grubość podkładki	[6.2.6.3.(2)]
$h_{head} =$	12	[mm]	Wysokość główki śruby	[6.2.6.3.(2)]
$h_{nut} =$	16	[mm]	Wysokość nakrętki śruby	[6.2.6.3.(2)]
$L_b =$	42	[mm]	Długość śruby	[6.2.6.3.(2)]
$k_{10} =$	6	[mm]	Współczynnik sztywności śrub	[6.3.2.(1)]

### SZTYWNOŚCI RZĘDÓW ŚRUB

Nr	$h_j$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_{eff,j}$	$k_{eff,j} h_j$	$k_{eff,j} h_j^2$
					Suma	5,38	145,31
1	338	5	3	2	1	3,07	103,74
2	243	3	2	1	1	1,22	29,56
3	143	3	2	1	1	0,72	10,22
4	48	5	3	2	1	0,38	1,79

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum 3^5 (1 / k_{i,j})) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$Z_{eq} = \sum k_{eff,j} h_j^2 / \sum k_{eff,j} h_j \quad [6.3.3.1.(3)]$$

$$k_{eq} = \sum k_{eff,j} h_j / Z_{eq} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$k_{eq} = 2 \quad [mm] \quad \text{Zastępczy współczynnik sztywności układu śrub} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$A_{vc} = 14,52 \quad [cm^2] \quad \text{Pole powierzchni przy ścinaniu} \quad EN1993-1-1: [6.2.6.(3)]$$

$$\beta = 1,00 \quad \text{Parametr transformacji} \quad [5.3.(7)]$$

$$z = 270 \quad [mm] \quad \text{Ramię dźwigni} \quad [6.2.5]$$

$$k_1 = 2 \quad [mm] \quad \text{Współczynnik sztywności ścinanego panelu środknika słupa} \quad [6.3.2.(1)]$$

$$k_2 = \infty \quad \text{Współczynnik sztywności ściskanego środknika słupa} \quad [6.3.2.(1)]$$

$$S_{j,ini} = E Z_{eq}^2 / \sum (1 / k_1 + 1 / k_2 + 1 / k_{eq}) \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_{j,ini} = 15446,24 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Początkowa sztywność obrotowa} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$\mu = 1,00 \quad \text{Współczynnik sztywności połączenia} \quad [6.3.1.(6)]$$

$$S_j = S_{j,ini} / \mu \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 15446,24 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Końcowa sztywność obrotowa} \quad [6.3.1.(4)]$$

### Klasyfikacja połączenia ze względu na sztywność.

$$S_{j,rig} = 10369,88 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Sztywność połączenia sztywnego} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 648,12 \quad [kN \cdot m] \quad \text{Sztywność połączenia przegubowego} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,ini} \geq S_{j,rig} \quad \text{SZTYWNE}$$

## NAJSŁABSZY KOMPONENT:

PANEL ŚRODNIA SŁUPA PRZY ŚCINANIU

**Połączenie zgodne z normą** Proporcja 0,51

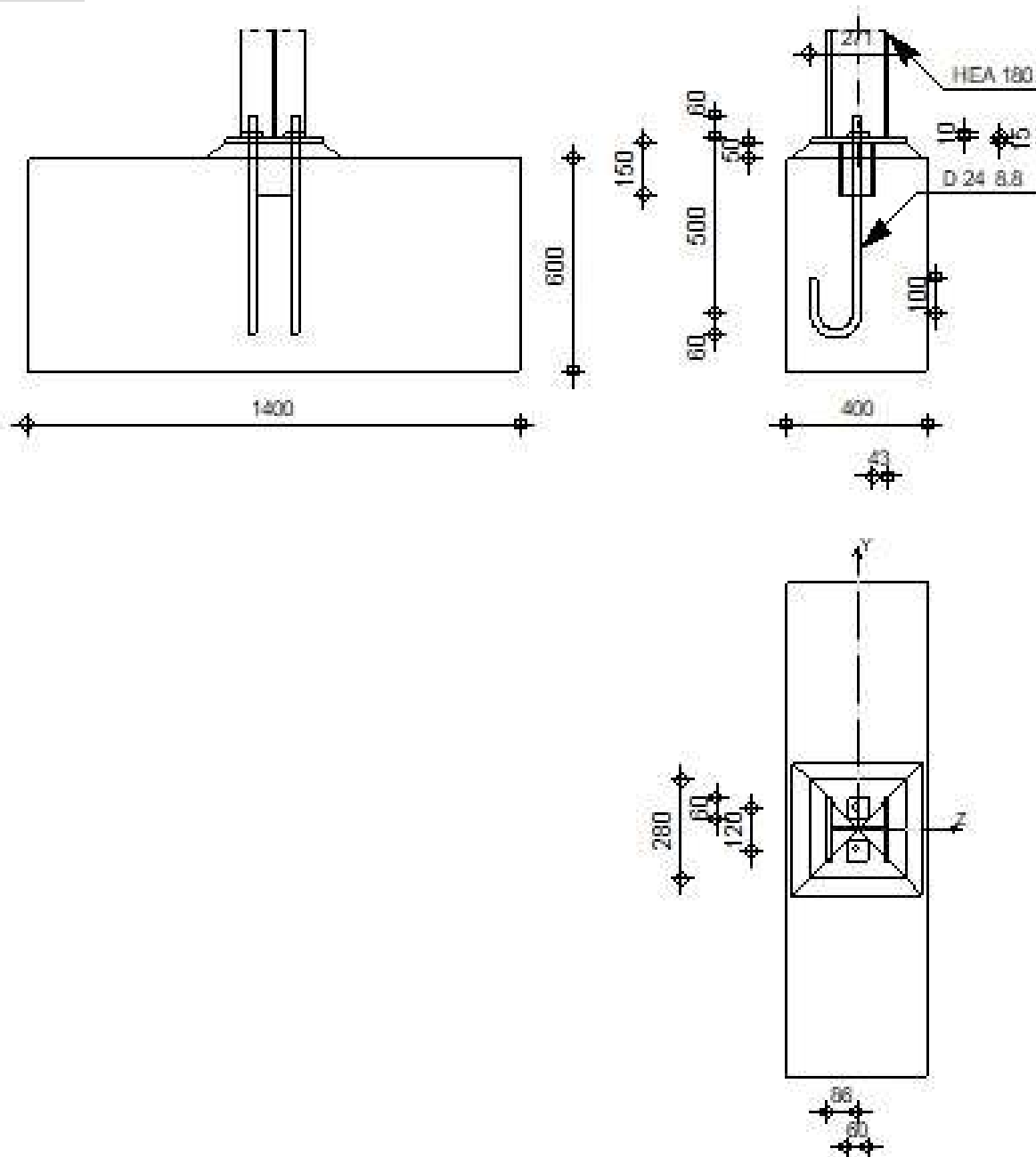


## Obliczenia stóp słupów przegubowych

Eurocode 3: PN-EN 1993-1-8:2006/NA:2011 + CEB Design Guide:  
Design of fastenings in concrete



Proporcja  
0,55



## OGÓLNE

Nr połączenia: 4  
Nazwa połączenia: Stopa przegubowa  
Węzeł konstrukcji: 11  
Pręty konstrukcji: 9



Nr połączenia: 4

## GEOMETRIA

### SŁUP

Profil:	HEA 180		
Nr pręta:	9		
$L_c =$	5,20	[m]	Długość słupa
$\alpha =$	0,0	[Deg]	Kąt nachylenia
$h_c =$	171	[mm]	Wysokość przekroju słupa
$b_{fc} =$	180	[mm]	Szerokość przekroju słupa
$t_{wc} =$	6	[mm]	Grubość środnika przekroju słupa
$t_{fc} =$	10	[mm]	Grubość półki przekroju słupa
$r_c =$	15	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju słupa
$A_c =$	45,30	[cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju słupa
$I_{yc} =$	2510,00	[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

### PODSTAWA STOPY SŁUPA

$l_{pd} =$	271	[mm]	Długość
$b_{pd} =$	280	[mm]	Szerokość
$t_{pd} =$	15	[mm]	Grubość
Materiał:	S 235		
$f_{ypd} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość
$f_{upd} =$	360,00	[MPa]	Granica wytrzymałości materiału

### 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
$n =$	2	Ilość rzędów śrub	
$e_v =$	120	[mm]	Rozstaw pionowy

#### Wymiary kotew

$L_1 =$	60	[mm]
$L_2 =$	500	[mm]
$L_3 =$	120	[mm]
$L_4 =$	100	[mm]

#### Podkładka

$l_{wd} =$	60	[mm]	Długość
$b_{wd} =$	60	[mm]	Szerokość
$t_{wd} =$	10	[mm]	Grubość

### KLIN

Profil:	HEA 100		
$l_w =$	150	[mm]	Długość
Materiał:	S 235		
$f_{yw} =$	235,00	[MPa]	Wytrzymałość

## WSPÓŁCZYNNIKI MATERIAŁOWE

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

## STOPA FUNDAMENTOWA

L =	400	[mm]	Długość stopy
B =	1400	[mm]	Szerokość stopy
H =	600	[mm]	Wysokość stopy

### **Beton**

Klasa C25/30

$f_{ck}$  = 25,00 [MPa] Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie

### **Warstwa wyrównawcza**

$t_g$ =	50	[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

## SPOINY

$a_p$ =	5	[mm]	Płyta główna stopy słupa
$a_w$ =	4	[mm]	Klin

## OBCIĄŻENIA

Przypadek: 9: Wiatr X-Y+ 22 m/s ( $f = 1.00-3.20$ ) Symulacja

$N_{j,Ed}$ =	22,96	[kN]	Siła osiowa
$V_{j,Ed,y}$ =	23,56	[kN]	Siła ścinająca
$V_{j,Ed,z}$ =	10,34	[kN]	Siła ścinająca

## REZULTATY

## 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]
$\beta$ =	0,85		Współczynnik redukcyjny nośności śruby	[3.6.1.(3)]
$F_{t,Rd,s1} = \beta \cdot 0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_b / \gamma_{M2}$				
$F_{t,Rd,s1}$ =	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	

### **WYRWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ Z BETONU**

$f_{ck}$ =	25,00	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie	EN 1992-1:[3.1.2]
$f_{ctd} = 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_C$				
$f_{ctd}$ =	1,20	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$\eta_1$ =	1,00		Wsp. zależny od warunków betonowania i przyczepności	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$\eta_2$ =	1,00		Wsp. zależny od średnicy kotwi	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$				
$f_{bd}$ =	2,69	[MPa]	Dopuszczalna przyczepność obliczeniowa	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$h_{ef}$ =	450	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$F_{t,Rd,p} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot f_{bd}$				
$F_{t,Rd,p}$ =	91,38	[kN]	Nośność obl. ze względu na wyrwanie	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]

### **WYŁAMANIE STOŻKA BETONU**

$h_{ef} =$	427	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.4]
$N_{Rk,c}^0 = 7.5[N^{0.5}/mm^{0.5}] * f_{ck}^{0.5} * h_{ef}^{1.5}$				
$N_{Rk,c}^0 =$	330,49	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.2.4]
$s_{cr,N} =$	1280	[mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.4]
$c_{cr,N} =$	640	[mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.4]
$A_{c,N0} =$	16384,00	[cm <sup>2</sup> ]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]
$A_{c,N} =$	2800,00	[cm <sup>2</sup> ]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]

$$\psi_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$$

$\psi_{A,N} =$	0,17		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.4]
----------------	------	--	---	-------------

$c =$	200	[mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.4]
-------	-----	------	---------------------------------------	-------------

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N} \leq 1.0$$

$\psi_{s,N} =$	0,79		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]
-----------------	------	--	---------------------------------------	---------------

$$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c}^0 * \psi_{A,N} * \psi_{s,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ucr,N} / \gamma_{Mc}$$

$F_{t,Rd,c} =$	20,76	[kN]	Nośność obliczeniowa kotwi na wyłamanie stożka betonu	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
----------------	-------	------	---	-----------------------

### ROZSADZANIE BETONU

$h_{ef} =$	450	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.5]
------------	-----	------	-----------------------------------	-------------

$$N_{Rk,c}^0 = 7.5[N^{0.5}/mm^{0.5}] * f_{ck}^{0.5} * h_{ef}^{1.5}$$

$N_{Rk,c}^0 =$	357,97	[kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie	CEB [9.2.5]
----------------	--------	------	-------------------------------------	-------------

$s_{cr,N} =$	900	[mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.5]
--------------	-----	------	-----------------------------------	-------------

$c_{cr,N} =$	450	[mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.5]
--------------	-----	------	--	-------------

$A_{c,N0} =$	8100,00	[cm <sup>2</sup> ]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
--------------	---------	--------------------	------------------------------------	-------------

$A_{c,N} =$	2040,00	[cm <sup>2</sup> ]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
-------------	---------	--------------------	-------------------------------------	-------------

$$\psi_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$$

$\psi_{A,N} =$	0,25		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.5]
----------------	------	--	---	-------------

$c =$	200	[mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.5]
-------	-----	------	---------------------------------------	-------------

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N} \leq 1.0$$

$\psi_{s,N} =$	0,83		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]
------------------	------	--	---	-------------

$$\psi_{h,N} = (h/(2 * h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$$

$\psi_{h,N} =$	0,76		Wsp. zależny od wysokości fundamentu	CEB [9.2.5]
----------------	------	--	--------------------------------------	-------------

$\gamma_{M,sp} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
-------------------	------	--	---------------------------------------	---------------

$$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c}^0 * \psi_{A,N} * \psi_{s,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ucr,N} * \psi_{h,N} / \gamma_{M,sp}$$

$F_{t,Rd,sp} =$	26,54	[kN]	Nośność obliczeniowa kotwi na rozsadzanie betonu	CEB [9.2.5]
-----------------	-------	------	--	-------------

### NOŚNOŚĆ KOTWI NA ROZCIĄGANIE

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$$

$F_{t,Rd} =$	20,76	[kN]	Nośność kotwi na rozciąganie	
--------------	-------	------	------------------------------	--

### ZGINANIE PŁYTY PODSTAWY

$l_{eff,1} =$	243	[mm]	Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 1	[6.2.6.5]
---------------	-----	------	--	-----------

$l_{eff,2} =$	243	[mm]	Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2	[6.2.6.5]
---------------	-----	------	--	-----------

$m =$	51	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
-------	----	------	--	-----------

$M_{pl,1,Rd} =$	3,21	[kN*m]	Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia	[6.2.4]
-----------------	------	--------	--	---------

$M_{pl,2,Rd} =$	3,21	[kN*m]	Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.4]
-----------------	------	--------	--	---------

$F_{T,1,Rd} =$	250,12	[kN]	Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia	[6.2.4]
----------------	--------	------	---	---------

$F_{T,2,Rd} =$	78,64	[kN]	Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia	[6.2.4]
----------------	-------	------	---	---------

$F_{T,3,Rd} =$	41,51	[kN]	Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia	[6.2.4]
----------------	-------	------	---	---------

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

$F_{t,pl,Rd} =$	41,51	[kN]	Nośność płyty przy rozciąganiu	[6.2.4]
-----------------	-------	------	--------------------------------	---------

### NOŚNOŚĆ ŚRODNIAKA SŁUPA PRZY ROZCIĄGANIU

$t_{wc} =$	6	[mm]	Grubość efektywna średnika słupa	[6.2.6.3.(8)]
------------	---	------	----------------------------------	---------------

$b_{eff,t,wc} =$	243	[mm]	Szerokość efektywna średnika przy rozciąganiu	[6.2.6.3.(2)]
------------------	-----	------	---	---------------

$A_{vc} =$	14,52	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni przy ścinaniu	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
------------	-------	--------------------	--------------------------------	------------------------

## NOŚNOŚĆ ŚRODNIAKA SŁUPA PRZY ROZCIĄGANIU

$t_{wc} =$	6	[mm]	Grubość efektywna środnika słupa	[6.2.6.3.(8)]
$\omega =$	0,66		Współczynnik redukcji przy interakcji ze ścinaniem	[6.2.6.3.(4)]
$F_{t,wc,Rd} = \omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{yc} / \gamma_{M0}$				
$F_{t,wc,Rd} =$	225,35	[kN]	Nośność środnika słupa	[6.2.6.3.(1)]
<b>NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ROZCIĄGANEJ</b>				
$N_{j,Rd} =$	41,51	[kN]	Nośność stopy przy rozciąganiu osiowym	[6.2.8.3]

## KONTROLA NOŚNOŚCI POŁĄCZENIA

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)	$0,55 < 1,00$	zweryfikowano	(0,55)
---------------------------------------	---------------	---------------	--------

## ŚCINANIE

### DOCISK ŚRUBY KOTWIĄCEJ DO PŁYTY PODSTAWY

#### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$\alpha_{d,y} =$	1,03	Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$\alpha_{b,y} =$	1,00	Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$	[Tablica 3.4]
$k_{1,y} =$	2,50	Wsp. położenia śrub prostopadle do kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \alpha_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,y} =$	259,20	[kN]	Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy
			[6.2.2.(7)]

#### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$\alpha_{d,z} =$	1,74	Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$\alpha_{b,z} =$	1,00	Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$	[Tablica 3.4]
$k_{1,z} =$	2,50	Wsp. położenia śrub prostopadle do kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,z} =$	259,20	[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)]
$\alpha_M =$	2,00	Wsp. zależny od zamocowania kotwi w fundamencie	CEB [9.3.2.2]
$M_{Rk,s} =$	1,22	[kN*m] Nośność charakterystyczna kotwi na zginanie	CEB [9.3.2.2]
$l_{sm} =$	70	[mm] Długość ramienia dźwigni	CEB [9.3.2.2]
$\gamma_{Ms} =$	1,20	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.2]
$F_{v,Rd,sm} = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / (l_{sm} \cdot \gamma_{Ms})$			
$F_{v,Rd,sm} =$	29,34	[kN]	Nośność śruby na ścięcie - z efektem dźwigni CEB [9.3.1]

### WYWAŻANIE STOŻKA BETONU

$N_{Rk,c} =$	44,83	[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]
$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$				
$F_{v,Rd,cp} =$	41,51	[kN]	Nośność betonu na wyważanie	CEB [9.3.1]

### ZNISZCZENIE KRAWĘDZI BETONU

#### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 =$	443,96	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,y} =$	0,07		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.3.4]
$\psi_{h,V,y} =$	1,17		Wsp. zależny od grubości fundamentu	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,y} =$	0,74		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]
$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 \cdot \psi_{A,V,y} \cdot \psi_{h,V,y} \cdot \psi_{s,V,y} \cdot \psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{\alpha,V,y} \cdot \psi_{ucr,V,y} / \gamma_{Mc}$				
$F_{v,Rd,c,y} =$	13,19	[kN]	Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi	CEB [9.3.1]

#### Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z}^0 =$	33,60	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,z} =$	1,00		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)]
$\psi_{s,V,z} =$	1,00		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]

$$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^0 \cdot \psi_{A,V,z} \cdot \psi_{h,V,z} \cdot \psi_{s,V,z} \cdot \psi_{ec,V,z} \cdot \psi_{\alpha,V,z} \cdot \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$$

$F_{v,Rd,c,z} =$	15,55	[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)]
-------------	------	--	---	-------------

$N_{c,Ed} =$	0,00	[kN]	Siła ściskająca	[6.2.2.(6)]
--------------	------	------	-----------------	-------------

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$$

$F_{f,Rd} =$	0,00	[kN]	Nośność na poślizg	[6.2.2.(6)]
--------------	------	------	--------------------	-------------

#### DOCISK KLINA OPOROWEGO DO BETONU

$$F_{v,Rd,wg,y} = 1.4 \cdot l_w \cdot b_{wy} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

$F_{v,Rd,wg,y} =$	336,00	[kN]	Nośność na docisk klina oporowego do betonu	
-------------------	--------	------	---	--

$$F_{v,Rd,wg,z} = 1.4 \cdot l_w \cdot b_{wz} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

$F_{v,Rd,wg,z} =$	350,00	[kN]	Nośność na docisk klina oporowego do betonu	
-------------------	--------	------	---	--

#### KONTROLA ŚCINANIA

$$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$$

$V_{j,Rd,y} =$	362,37	[kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
----------------	--------	------	--------------------------------	-------------

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$	0,07 < 1,00	zweryfikowano	(0,07)
------------------------------------	-------------	---------------	--------

$$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$$

$V_{j,Rd,z} =$	381,11	[kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
----------------	--------	------	--------------------------------	-------------

$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,03 < 1,00	zweryfikowano	(0,03)
------------------------------------	-------------	---------------	--------

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,09 < 1,00	zweryfikowano	(0,09)
--	-------------	---------------	--------

#### SPOINY MIĘDZY SŁUPEM I PŁYTĄ PODSTAWY

$\sigma_{\perp} =$	3,21	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
--------------------	------	-------	-------------------------------	-------------

$\tau_{\perp} =$	3,21	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
------------------	------	-------	--------------------------------	-------------

$\tau_{yII} =$	6,66	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
----------------	------	-------	---	-------------

$\tau_{zII} =$	6,81	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,z}$	[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)	0,01 < 1,00	zweryfikowano	(0,01)
---	-------------	---------------	--------

$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,04 < 1,00	zweryfikowano	(0,04)
--	-------------	---------------	--------

$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,04 < 1,00	zweryfikowano	(0,04)
--	-------------	---------------	--------

#### NAJSŁABSZY KOMPONENT:

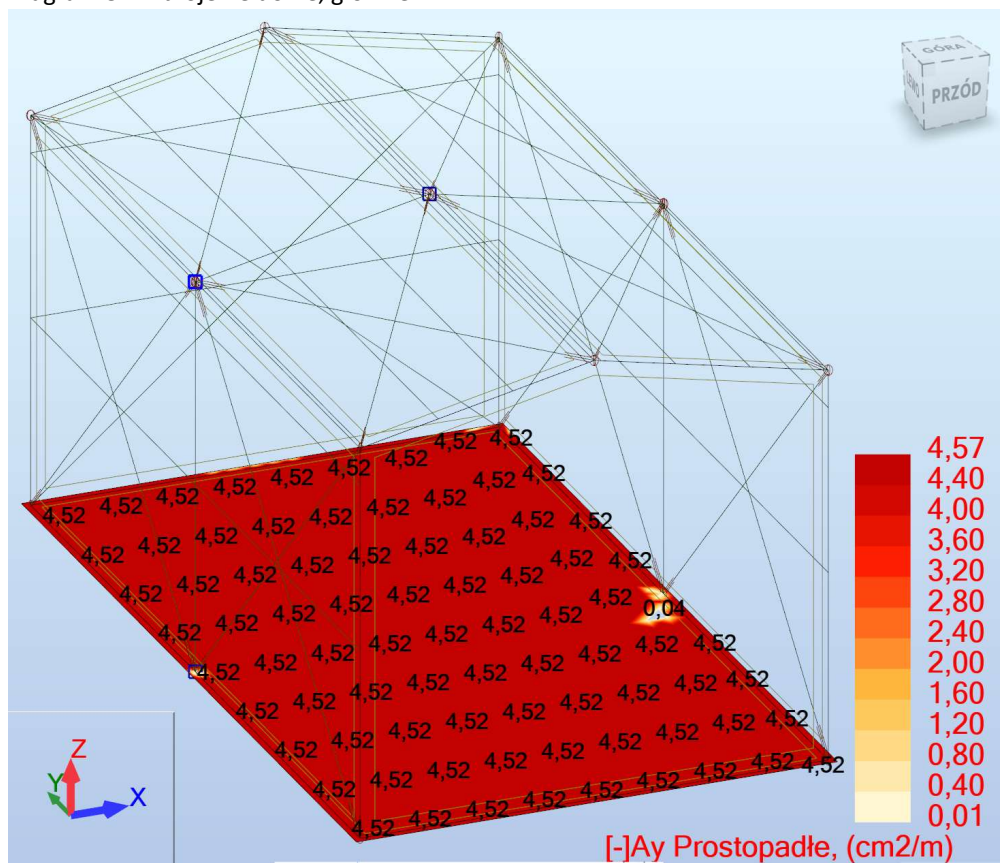
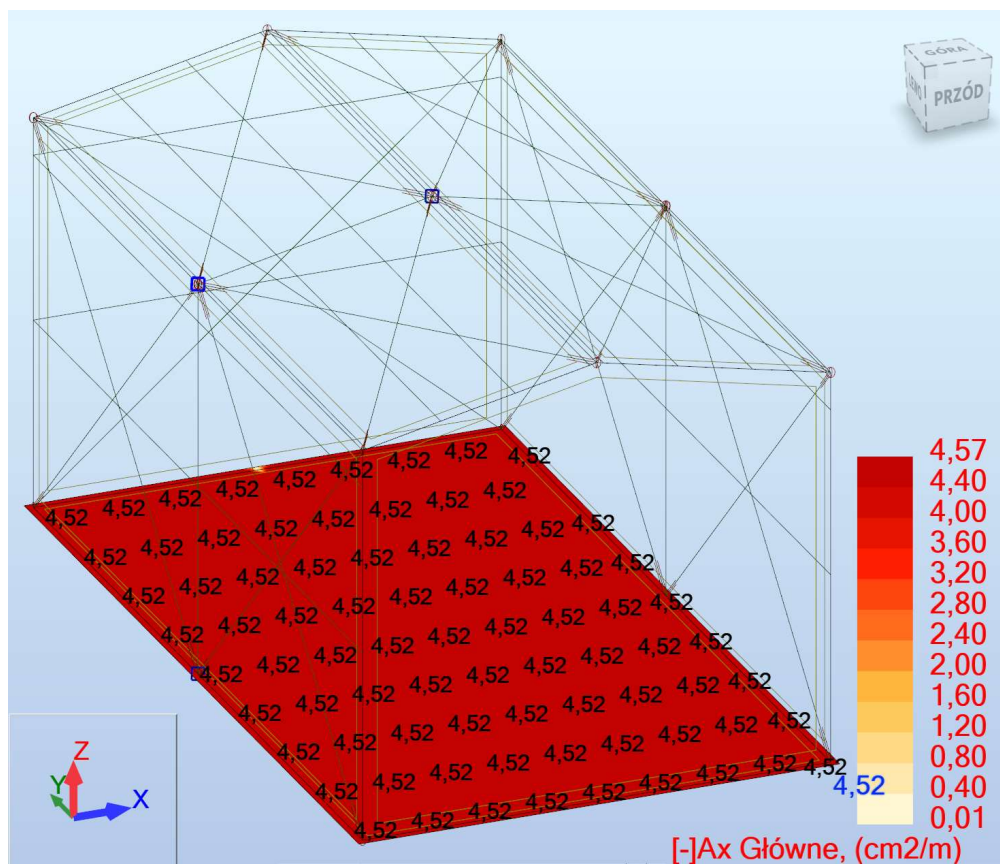
FUNDAMENT NA WYRYWANIE STOŻKA BETONU

#### UWAGI

**Połączenie zgodne z normą** Proporcja 0,55

### 2.8.5. Wymiarowanie zbrojenia płyty fundamentowej

Dla płyty fundamentowej zamodelowanej na podporach sprężystych (grunt), obciążonej reakcjami od słupów konstrukcji stalowej oraz obciążeniem użytkowym rzędu  $5\text{ kN/m}^2$  wykonano obliczenia zbrojenia:







## 2.9. Spis rysunków

- K-01 – zbrojenie płyty fundamentowej hali do magazynowania
- K-02 – zbrojenie płyty fundamentowej hali do piaskowania
- K-03 – konstrukcje stalowe hal
-



### 3. GEOTECHNICZNE WARUNKI I SPOSÓB POSADOWIENIA OBIEKTU BUDOWLANEGO

Dla przedmiotowego zamierzenia budowlanego na podstawie opinii geotechnicznej ustalam **I kategorię geotechniczną w prostych warunkach gruntowych dla hali do magazynowania oraz II kategorię geotechniczną w prostych warunkach gruntowych dla hali do piaskowania**. Opinia geotechniczna stanowi załącznik do niniejszego projektu.

### 4. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE WEWNĘTRZNYCH I ZEWNĘTRZNYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

#### 4.1. Okładziny zewnętrzne

Ściany i dach hal kryte płytami warstwowymi z ukrytym mocowaniem i wypełnieniem wełną mineralną, parametry płyt nie gorsze niż opisane poniżej. Płyty ściennie mocowane w układzie pionowym do pomocniczych profili RHS 100x5. Płyty dachowe mocowane do płatwi cienkościennych. Należy zastosować obróbki blacharskie zgodnie z zaleceniami systemu producenta oraz detalami w części rysunkowej. Parametry płyt warstwowych:

- Grubość rdzenia izolacyjnego: 100mm
- Grubość okładzin zew./wew: 0,6 mm / 0,5 mm
- Współczynnik U [W/(m<sup>2</sup>K)]: 0,47
- Stopień rozprzestrzeniania ognia: NRO
- Reakcja na ogień: A2-s1,d0
- Odporność ogniowa: EI60
- blacha stalowa powlekana ogniowo cynkiem zgodnie z PN-EN 14509;
- rdzeń izolacyjny z wełny mineralnej klasy A;
- powłoka zewnętrzna PVD(F) 2 warstwowa - kategoria korozyjności do C3
- powłoka wewnętrzna PVD(F) 2 warstwowa - kategoria korozyjności do C3
- kolor RAL 9006 (do ustalenia z Inwestorem)

#### 4.2. Stolarka

##### 4.2.1. Bramy segmentowe

Bramy przemysłowe, segmentowe, o parametrach nie gorszych niż wyszczególnione poniżej, przed wykonaniem ramy z profili RK 120x10 uwzględnionej w rysunkach konstrukcyjnych należy skonsultować jej ostateczny kształt z producentem bramy i w razie konieczności dokonać stosownych korekt.

- wym. światła otworu szer. 5500 mm x wys. 4500 mm,
- sprężyny skrętne,
- grubość panelu 40 mm,
- prowadzenie standard 450 mm,
- kolor grafitowy,
- otwieranie za pomocą mechanizmu automatycznego (automatyka przemysłowa 400 V Impuls montowana na wale w opcji z listwą krawędziową, możliwość zastosowania pilotów)
- z dostawą na miejsce i montażem do przygotowanego otworu.
- drzwi przejściowe z samozamykaczem listwowym, szer. 900 mm
- Odbiornik radiowy

- Pilot dwukanałowy
- Okna w panelu górnym wg rysunku PAB

#### 4.2.2. Okna

Okna projektowanych hal wykonane z PCV, uchylne, dedykowane do montażu w halach wykończonych płytą warstwową (bez parapetów zewnętrznych). Zaprojektowano 4 okna o wymiarach 4,0 m x 1,0m dla każdej z hal. Minimalne parametry techniczne okien:

- **Uchylne**
- **Liczba komór:** 5-komorowe profile ram i skrzydeł
- **Głębokość zabudowy:** 73 mm
- **Współczynnik przenikania ciepła pakietu szybowego:** Pakiet 2-szybowy 1-komorowy  
o  $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}^*$
- **Uszczelki:** 2 uszczelki dwukomorowe, termozgrzewalne, elastyczne w narożach
- **Współczynnik przenikania ciepła okna:**  $U_w = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}^{**}$
- **Okucia:** Do klasy RC2
- **Wzmocnienia:** stalowe ocynkowane wzmocnienia o grubości od 1,5 mm do 2 mm w zależności od rozmiaru okna
- **Odporność na włamanie:** Do klasy RC2
- **Klamka:** Aluminiowa

\*\* Dotyczy okna referencyjnego 1230/1480.

#### 4.3. Pozostałe

Pozostałe, nie opisane tutaj prace, np. izolacje ze styroduru XPS, opaska przeciw-wysadzinowa, folie izolacyjne, opaska i podjazdy z kostki betonowej itp. – wg. projektu architektoniczno-budowlanego.

## 5. Rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego, w szczególności instalacji i urządzeń budowlanych – INSTALACJE ELEKTRYCZNE HALI DO MAGAZYNOWANIA

### 5.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt techniczny (wykonawczy) instalacji elektrycznych budowy hali do magazynowania na działce 1462/10 obr. 009 Słupna przy ul. Stadionowej 7a, 41-400 Mysłowice.

### 5.2. Podstawa opracowania

Podstawą do opracowania są:

- Projekt architektoniczno-budowlany,
- Projekt branży sanitarnej,
- Uzgodnienia z Inwestorem,
- Ustawa z dnia 7.07.1994 r. Prawo Budowlane (Dz.U. Nr 207/2003 poz. 2016 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24.09.1998 w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. Nr. 126 poz. 839),
- Norma branżowa: N SEP-E-004. „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”,
- PN-HD 60364-4-41:2009. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym,
- PN-HD 60364-4-43:2010. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym,
- PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa - Część 1: Wymagania ogólne,
- PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem,
- Inne normy i przepisy branżowe.

### 5.3. Zakres opracowania

Zakres niniejszego opracowania instalacji elektrycznych obejmuje:

- Instalację siłową,
- Instalacje oświetlenia podstawowego,
- Uziemień i połączeń wyrównawczych,

- Instalacji odgromowej,
- WLZ zasilające

#### 5.4. Ogólne dane energetyczne

Moc zapotrzebowana dla przedmiotowego zadania to 15,0kW – zgodnie z warunkami przyłączeniowymi nr WP/156639/2021/O07R05 z dnia 20-12-2021 r.

Układ pomiarowy: bezpośredni.

Zasilanie projektowanej wiaty projektuje się kablem YAKY 4x25mm<sup>2</sup> z projektowanej szafki pomiarowej oznaczonej jako ZL2.

Projekt przyłącza jest wg odrębnego opracowania – w zakresie TAURON Dystrybucja S.A.

#### 5.5. Plan zagospodarowania terenu

Zasilanie rozdzielnic głównej RG2 hali do magazynowania projektuje się kablem typu YAKY 4x25mm<sup>2</sup>, układanym w ziemi oraz w rurach osłonowych, których typ pokazano na rysunkach.

W terenie brak innych odbiorników wymagających zasilania elektrycznego.

#### 5.6. Rozdzielnica zasilająca RG2

Tablica główna RG2 będzie zlokalizowana w hali do magazynowania.

Minimalne parametry rozdzielnic:

- obudowa w II klasie izolacji,
- stopień ochrony min. IP54,
- natynkowa.

Ochrona przepięciowa będzie realizowana poprzez zastosowanie ogranicznika przepięć (stopień B+C).

W rozdzielniczy należy przewidzieć min. 25% rezerwy w aparatach i miejscu.

Lokalizację pokazano na rzutach.

#### 5.7. Instalacja zasilająca i gniazd wtyczkowych

Instalację 1-faz. oraz 3-faz. projektuje się przewodami typu YKY wg załączonego schematu. Stosować gniazda oraz wypusty zasilające w zależności od umiejscowienia i typu odbioru. Instalację zasilającą projektuje się przewodami układanymi w rurkach ochronnych do konstrukcji hali magazynowej.

Zaleca się układanie przewodów w określonych strefach instalacyjnych zgodnie z normą SEP-E-002.

Należy stosować osprzęt elektroinstalacyjny o stopniu min. IP44 wewnątrz hali oraz min. IP65 na zewnątrz hali.

Wszystkie gniazda stosować ze stykiem ochronnym, przyłączonym oddzielną żyłą do szyny PE w istniejącej tablicy elektrycznej.

UWAGA: Przejścia instalacyjne przez istniejące i projektowane ściany oraz stropy stanowiące granicę stref pożarowych zabezpieczyć przeciwpożarowo przed rozprzestrzenianiem się ognia oraz dymu. Zabezpieczenie wykonać za pomocą farb/mas ogniochronnych pęczniejących, bezrozpuszczalnikowych, wolnych od związków halogenowych oraz o niskiej zawartości lotnych związków organicznych (LZO)

#### 5.8. Instalacja oświetlenia hali do magazynowania

Projektuje się instalację oświetlenia podstawowego. W hali do piaskowania projektuje się oprawy liniowe typu LED. Oświetlenie sterowane za pomocą ręczny łączników oświetleniowych – zgodnie z częścią rysunkową.

Oświetlenie na zewnątrz hali projektuje się za pomocą naświetlacza typu LED, zamontowanego na elewacji hali. Sterowanie za pomocą łączników ręcznych z możliwością pracy automatycznej.

Należy stosować osprzęt elektroinstalacyjny o stopniu min. IP65.

#### 5.9. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP)

Dla przedmiotowego zadania nie jest wymagany PWP.

#### 5.10. Instalacja uziemiająca

W projektowanym obiekcie należy wykonać uziom fundamentowy oraz połączenia wyrównawcze z bednarki FeZn i podłączyć do niej wszystkie metalowe części konstrukcji hali oraz innych instalacji.

Wykonać wypusty uziemiające dla rozdzielnic elektrycznej oraz wykonać połączenia wyrównawcze.

#### 5.11. Połączenia wyrównawcze

Do istniejących połączeń wyrównawczych należy przyłączyć:

- metalowe części konstrukcji budynku,
- szynę PE rozdzielni,
- metalowe części innych instalacji

#### 5.12. Instalacja przeciwprzepięciowa

W ramach ochrony przepięciowej wykorzystuje się istniejącej ograniczniki przepięć klasy B+C w projektowanej tablicy elektrycznej, jako pierwszy i drugi stopień zabezpieczenia.

#### 5.13. Instalacja ochrony od porażeń

Instalacja odbiorcza pracuje w układzie sieciowym TN-S. Ochronę podstawową stanowi izolacja robocza przewodów, osprzętu i urządzeń elektrycznych. Jako ochronę przy uszkodzeniu (przed dotykem pośrednim) zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania zgodnie z wymaganiami normy PN-HD-60364-4-41.

Jako ochronę uzupełniającą zastosowano wyłączniki różnicowoprądowe o czułości członu różnicowego nie większej niż 30mA oraz system głównych i miejscowych połączeń wyrównawczych.

#### 5.14. Instalacje niskoprądowe

Instalacje niskoprądowe są poza zakresem projektu elektrycznego.

#### 5.15. Uwagi końcowe

Całość instalacji wykonać zgodnie z normami, przepisami BHP oraz w koordynacji z pozostałymi branżami procesu budowlanego obiektu.

Przed przystąpieniem do robót zapoznać się dokładnie z niniejszym projektem. Roboty elektryczne wykonywać sukcesywnie, po uzyskaniu uzgodnień od Inwestora oraz po uzyskaniu pozwolenia na budowę. Prace należy prowadzić zgodnie z przedstawionym projektem oraz aktualnie obowiązującymi przepisami i normami.

Przed przystąpieniem do prac Wykonawca ma obowiązek zapoznać ze spisem z natury i wszelkie rozbieżności uzgodnić z Projektantem.

Obowiązkiem wykonawcy jest stworzenie projektów warsztatowych oraz dokumentacji powykonawczej.

#### 5.16. Spis rysunków

Numer rysunku	Tytuł rysunku
SCH-211	SCHEMAT UKŁADU POMIAROWEGO – HALA DO MAGAZYNOWANIA
SCH-212	SCHEMAT RODZIELNICY RG2
EL-311	INSTALACJE ELEKTRYCZNE – HALA DO MAGAZYNOWANIA
EL-312	INSTALACJA UZIEMIAJĄCA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH – HALA DO
EL-313	INSTALACJA ODGROMOWA – HALA DO MAGAZYNOWANIA
EL-111	PZT – hala do magazynowania

## 6. Rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego, w szczególności instalacji i urządzeń budowlanych – INSTALACJE ELEKTRYCZNE HALI DO PIASKOWANIA

### 6.1. Przedmiot i podstawa opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt techniczny (wykonawczy) instalacji elektrycznych budowy hali do piaskowania na działce 1191/16 obr. 009 Słupna przy ul. Stadionowej 7a, 41-400 Mysłowice.

### 6.2. Podstawa opracowania

Podstawą do opracowania są:

- Projekt architektoniczno-budowlany,
- Projekt branży sanitarnej,
- Uzgodnienia z Inwestorem,
- Ustawa z dnia 7.07.1994 r. Prawo Budowlane (Dz.U. Nr 207/2003 poz. 2016 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24.09.1998 w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. Nr. 126 poz. 839),
- Norma branżowa: N SEP-E-004. „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”,
- PN-HD 60364-4-41:2009. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym,
- PN-HD 60364-4-43:2010. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym,
- PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa - Część 1: Wymagania ogólne,
- PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem,
- Inne normy i przepisy branżowe.

### 6.3. Zakres opracowania

Zakres niniejszego opracowania instalacji elektrycznych obejmuje:

- Instalację siłową,
- Instalacje oświetlenia podstawowego,
- Uziemień i połączeń wyrównawczych,



- Instalacji odgromowej,
- WLZ zasilające

#### 6.4. Ogólne dane energetyczne

Moc zapotrzebowana dla przedmiotowego zadania to 30,0kW – zgodnie z warunkami przyłączeniowymi nr WP/156624/2021/o07R05 z dnia 20-12-2021 r.

Układ pomiarowy: bezpośredni.

Zasilanie projektowanej wiaty projektuje się kablem YAKY 4x50mm<sup>2</sup> z projektowanej szafki pomiarowej oznaczonej jako ZL1 – należy wybudować złącze pomiarowe ZP1 (zgodne ze standardami TAURON Dystrybucja S.A.) przeznaczone jest do zabudowy układu pomiarowego trójfazowego dla jednego odbiorcy oraz zabezpieczeń przed i zalicznikowych. Złącze przystosowane jest do montażu wolnostojącego .

Projekt przyłącza jest wg odrębnego opracowania – w zakresie TAURON Dystrybucja S.A.

#### 6.5. Plan zagospodarowania terenu

Zasilanie rozdzielnic głównej RG1 hali do piaskowania projektuje się kablem typu YAKY 4x50mm<sup>2</sup>, układanym w ziemi oraz w rurach osłonowych, których typ pokazano na rysunkach.

W terenie brak innych odbiorników wymagających zasilania elektrycznego.

#### 6.6. Rozdzielnica zasilająca RG1

Tablica główna RG1 będzie zlokalizowana w hali do piaskowania.

Minimalne parametry rozdzielnic:

- obudowa w II klasie izolacji,
- stopień ochrony min. IP54,
- natynkowa.

Ochrona przepięciowa będzie realizowana poprzez zastosowanie ogranicznika przepięć (stopień B+C).

W rozdzielnicie należy przewidzieć min. 25% rezerwy w aparatach i miejscu.

Lokalizację pokazano na rzutach.

#### 6.7. Instalacja zasilająca i gniazd wtyczkowych

Instalację 1-faz. oraz 3-faz. projektuje się przewodami typu YKY wg załączonego schematu. Stosować gniazda oraz wypusty zasilające w zależności od umiejscowienia i typu odbioru. Instalację zasilającą projektuje się przewodami układanymi w rurkach ochronnych do konstrukcji hali magazynowej.

Zaleca się układanie przewodów w określonych strefach instalacyjnych zgodnie z normą SEP-E-002.

Należy stosować osprzęt elektroinstalacyjny o stopniu min. IP44 wewnątrz hali oraz min. IP65 na zewnątrz hali. Wszystkie gniazda stosować ze stykiem ochronnym, przyłączonym oddzielną żyłą do szyny PE w istniejącej tablicy elektrycznej.

Do zasilania odciągu przyjęta następujące dane: 11,0 kW.

UWAGA: Przejścia instalacyjne przez istniejące i projektowane ściany oraz stropy stanowiące granicę stref pożarowych zabezpieczyć przeciwpożarowo przed rozprzestrzenianiem się ognia oraz dymu. Zabezpieczenie wykonać za pomocą farb/mas ogniochronnych pęczniących, bezrozpuszczalnikowych, wolnych od związków halogenowych oraz o niskiej zawartości lotnych związków organicznych (LZO)

#### 6.8. Instalacja oświetlenia hali do piaskowania

Projektuje się instalację oświetlenia podstawowego. W hali do piaskowania projektuje się oprawy liniowe typu LED. Oświetlenie sterowane za pomocą ręczny łączników oświetleniowych – zgodnie z częścią rysunkową.

Oświetlenie na zewnątrz hali projektuje się za pomocą naświetlacza typu LED, zamontowanego na elewacji hali. Sterowanie za pomocą łączników ręcznych z możliwością pracy automatycznej.

Należy stosować osprzęt elektroinstalacyjny o stopniu min. IP65.

#### 6.9. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP)

Dla przedmiotowego zadania nie jest wymagany PWP.

#### 6.10. Instalacja uziemiająca

W projektowanym obiekcie należy wykonać uziom fundamentowy oraz połączenia wyrównawcze z bednarki FeZn i podłączyć do niej wszystkie metalowe części konstrukcji hali oraz innych instalacji.

Wykonać wypusty uziemiające dla rozdzielnic elektrycznej oraz wykonać połączenia wyrównawcze.

#### 6.11. Połączenia wyrównawcze

Do istniejących połączeń wyrównawczych należy przyłączyć:

- metalowe części konstrukcji budynku,
- szynę PE rozdzielni,
- metalowe części innych instalacji

#### 6.12. Instalacja przeciwprzepięciowa

W ramach ochrony przepięciowej wykorzystuje się istniejącej ograniczniki przepięć klasy B+C w projektowanej tablicy elektrycznej, jako pierwszy i drugi stopień zabezpieczenia.

#### 6.13. Instalacja ochrony od porażeń

Instalacja odbiorcza pracuje w układzie sieciowym TN-S. Ochronę podstawową stanowi izolacja robocza przewodów, osprzętu i urządzeń elektrycznych. Jako ochronę przy

uszkodzeniu (przed dotykiem pośrednim) zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania zgodnie z wymaganiami normy PN-HD-60364-4-41.

Jako ochronę uzupełniającą zastosowano wyłączniki różnicowoprądowe o czułości członu różnicowego nie większej niż 30mA oraz system głównych i miejscowych połączeń wyrównawczych.

#### 6.14. Instalacje niskoprądowe

Instalacje niskoprądowe są poza zakresem projektu elektrycznego.

#### 6.15. Uwagi końcowe

Całość instalacji wykonać zgodnie z normami, przepisami BHP oraz w koordynacji z pozostałymi branżami procesu budowlanego obiektu.

Przed przystąpieniem do robót zapoznać się dokładnie z niniejszym projektem. Roboty elektryczne wykonywać sukcesywnie, po uzyskaniu uzgodnień od Inwestora oraz po uzyskaniu pozwolenia na budowę. Prace należy prowadzić zgodnie z przedstawionym projektem oraz aktualnie obowiązującymi przepisami i normami.

Przed przystąpieniem do prac Wykonawca ma obowiązek zapoznać ze spisem z natury i wszelkie rozbieżności uzgodnić z Projektantem.

Obowiązkiem wykonawcy jest stworzenie projektów warsztatowych oraz dokumentacji powykonawczej.

#### 6.16. Spis rysunków

Numer rysunku	Tytuł rysunku
SCH-201	SCHEMAT UKŁADU POMIAROWEGO – HALA DO PIASKOWANIA
SCH-202	SCHEMAT RODZIELNICY RG1
EL-301	INSTALACJE ELEKTRYCZNE – HALA DO PIASKOWANIA
EL-302	INSTALACJA UZIEMIAJĄCA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH – HALA DO PIASKOWANIA
EL-303	INSTALACJA ODGROMOWA – HALA DO PIASKOWANIA
EL-101	PZT – hala do piaskowania

## 7. Rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego, w szczególności instalacji i urządzeń budowlanych – INSTALACJE SANITARNE

### 7.1. Instalacja odwodnienia dachu (dot. obu hal)

W celu odwodnienia dachu proponuje się zastosowanie systemu bezciśnieniowej kanalizacji deszczowej. Przewody spustowe prowadzone będą po ścianach budynku. Miejsca sprowadzenia rur spustowych pokazano na rysunkach architektonicznych.

Pod projektowany rury spustowe należy podłączyć zbiorniki naziemne o pojemności 500l. Połączenie rynny naziemne zbiornikiem odbywać się będzie poprzez zestaw połączeniowy. Nadmiar wody opadowej odprowadzone zostaną przez korytko odwodnieniowe na teren zielony należący do Inwestora. Szacowana ilość odprowadzanych wód opadowych dla budynku wynosi ok. 1,16 dm<sup>3</sup> na sekundę.

### 7.2. Instalacja pneumatyczna w hali do piaskowania

W hali do piaskowania zaprojektowane instalację sprężonego powietrza. Instalacje należy wykonać z rur aluminiowych o średnicy 25x1,5mm. Przewody należy podłączyć do istniejącej instalacji wyprowadzonej z istniejącego budynku 1m nad posadzką. Instalację należy poprowadzić pod strop i rozejść trójnikiem w 2 strony do połowy długości budynku. Należy ją zakończyć zaworem odcinającym około 30cm nad posadzką. Szczegóły prowadzenia instalacji pokazano w części rysunkowej dokumentacji.

### 7.3. Instalacja wentylacji odciągowej w hali do piaskowania

W hali do piaskowania zaprojektowano wentylację odciągową. System będzie oparty o odciąg pyłu o wydajności 10100m<sup>3</sup>/h wyposażonym w filtry IFA. Przed odciąganiem zamontować separator ścierniwa o odpowiedniej wydajności. Powietrze będzie transportowane do separatora przewodami o średnicy 200mm z blachy o grubości co najmniej 2mm. Przebieg instalacji kanałowej przedstawiono na rysunkach. Dla zmniejszenia strat ciśnienia stosować trójniki z odejściami 45°. Zaprojektowano 4 punkty wyciągowe. Dwa punkty zlokalizowano pod sufitem pomieszczenia w formie kratek wyciągowych montowanych na kanałach. Dwa punkty zaprojektowano po bokach pomieszczenia w formie ruchomych ramion odciągowych. Ramiona będą umożliwiać miejscowy odciąg w możliwie najbliższej odległości od pojazdu.

### **Odciąg pyłu**

Urządzenie powinno być przystosowane to pracy w trybie ciągłym. W miejscu jego lokalizacji należy utrzymać porządek oraz nie powinno być przeszkód utrudniających prawidłowy dostęp oraz wykonywanie czynności technologicznych. Odciąg przeznaczony jest do pracy z komorami do obróbki strumieniowo – ścierniej wykorzystującej takie materiały ściernie jak: piasek kwarcowy, granulat szklany lub ceramiczny, korund, śrut, łupiny orzechów.

Urządzenie powinno zapewnić:

- przepływ powietrza 10100m<sup>3</sup>/h,
- prędkość obrotową 2850 obr/mm,
- poziom hałasu nie powinien przekraczać 92 dB(A)

### **Separator ścierniwa**

Zadaniem urządzenia jest oddzielenie drobnych, rozbitych cząstek materiału ściernego od nierozbitego ścierniwa, które nadaje się do ponownego wykorzystania w oczyszczarce.

Urządzenie powinno zapewnić przepływ powietrza do 12400 m<sup>3</sup>/h

### **Ramiona odciągowe**

Ich zadaniem jest najskuteczniejsze odbieranie szkodliwych pyłów, które mają znaczący wpływ na widoczność w miejscu wykonywania robót, a perspektywie długoterminowej – negatywnie oddziałujący na zdrowie pracowników oraz osób niezaangażowanych, a przebywających w pomieszczeniu.

Średnica ramienia ssącego powinno być o średnicy 160mm, a jego długość około 4m.

#### **7.4. Spis rysunków**

IS-01: Hala do piaskowania - Instalacja spr. powietrza oraz odwodnienie dachu (rzut)

IS-02: Hala do piaskowania - Instalacja spr. powietrza oraz odwodnienie dachu (przekrój)

IS-03: Hala do piaskowania – wentylacja odciągowa (rzut)

IS-04: Hala do piaskowania – wentylacja odciągowa (przekroje)