

**ROZBUDOWA GARAŻY PRZY  
OCHOTNICZEJ STRAŻY POŻARNEJ W LIDZBARKU**

**PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA  
DZIAŁKI NR EW. 363/1, 362 i 361/6**

**Obręb ewidencyjny: 0003 Lidzbark 3  
Jednostka ewidencyjna: Lidzbark**

# **Opis techniczny do projektu zagospodarowania działki oraz projektu architektoniczno – budowlanego rozbudowy garaży przy Ochotniczej Straży Pożarnej w Lidzbarku.**

## **1.0. PODSTAWA OPRACOWANIA:**

Projekt wykonano na zlecenie Inwestora – Gminy Lidzbark ul. Sądowa 21 13-230 Lidzbark.

## **2.0. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA:**

Przedmiotem opracowania jest projekt rozbudowy garaży przy Ochotniczej Straży Pożarnej w Lidzbarku. Istniejący budynek OSP Lidzbark jest budynkiem jednokondygnacyjnym o konstrukcji murowanej z dachem jednospadowym. Projektuje się dwukondygnacyjną rozbudowę budynku w technologii tradycyjnej murowanej z dachem jednospadowym o konstrukcji drewnianej pokrytym blachą trapezową.

### **2.1. OBSZAR ODDZIAŁYWANIA BUDYNKU:**

Obszar oddziaływania rozbudowy budynku garaży OSP Lidzbark obejmuje działki o numerze ewidencyjnym 363/1, 362, 361/6 oraz ze względu na budowę bezpośrednio przy granicy – działkę nr ewid. 364/2.

## **3.0. ISTNIEJĄCY STAN ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI:**

### **3.1. OPIS TERENU:**

Działkę budowlaną stanowią działki gruntu o numerze ewidencyjnym 363/1, 362 i 361/6. Teren w kształcie nieregularnego wieloboku. Wnioskowana działka o numerze ewidencyjnym 362 zabudowana jest budynkiem Ochotniczej Straży Pożarnej w Lidzbarku. Działka o numerze ewidencyjnym 363/1 jest niezabudowana. Działka o numerze ewidencyjnym 361/6 zabudowana jest budynkiem hali sportowej wraz z infrastrukturą towarzyszącą. Działki znajdują się w miejscowości Lidzbark gm. Lidzbark. Teren działki jest płaski. Średnia rzędna terenu wynosi 141.70 m n.p.m.

### **3.2. UZBROJENIE TERENU**

Teren działki jest uzbrojony w:

- sieć wodociągową,
- sieć energetyczną,
- sieć kanalizacyjną.

### **4.0. PROJEKTOWANE ZAGOSPODAROWANIE DZIAŁKI:**

#### **4.1. PROJEKTOWANE OBIEKTY BUDOWLANE:**

Na działce zaprojektowano rozbudowę budynku Ochotniczej Straży Pożarnej w Lidzbarku. Planowana rozbudowa będzie budynkiem dwukondygnacyjnym. Na parterze zaprojektowano dwa stanowiska dla strażackich samochodów bojowych, pomieszczenie gospodarcze oraz klatkę schodową. Na piętrze zaprojektowano świetlicę, pomieszczenie socjalne, węzeł sanitarny oraz pomieszczenie biurowe. Ponadto na piętrze zaprojektowano lekki taras drewniany na istniejącym budynku garażowym.

#### **4.2. UKŁAD KOMUNIKACYJNY:**

Obsługa komunikacyjna - przedmiotowy teren ma dostęp do drogi publicznej - drogi wojewódzkiej (dz. nr 375) - zjazd istniejący.

#### **4.3. SIEĆ UZBROJENIA TERENU:**

- warunki zaopatrzenia w energię elektryczną - wystarczające, na istniejących zasadach – istniejące przyłącze na działce;
- warunki zaopatrzenia w wodę - wystarczające, na istniejących zasadach – istniejące przyłącze na działce;
- ogrzewanie - wystarczające, na istniejących zasadach – istniejąca kotłownia;
- odprowadzanie ścieków - wystarczające, na istniejących zasadach – istniejące przyłącze na działce;
- wody opadowe z dachów i powierzchni utwardzonych - zostaną zagospodarowane zgodnie z przepisami szczególnymi, a w szczególności z Ustawą Prawo wodne;
- odpady – będą gromadzone w miejscu do tego celu przeznaczonym i wydzielonym zgodnie z przepisami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny

odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. z 2015r. poz. 1422) w pojemnikach, kontenerach lub workach foliowych; odpady będą regularnie wywożone przez zakłady usług porządkowych, posiadające zezwolenie na prowadzenie tych usług;

- miejsca parkingowe - nie dotyczy przedmiotowej inwestycji.

UWAGA: przed planowaną rozbudową należy dokonać według odrębnego opracowania przebudowy wewnętrznej instalacji kanalizacyjnej ks200, biegnącej wzdłuż działki numer ewidencyjny 363/1.

#### **4.4. UKSZTAŁTOWANIE TERENU I ZIELENI:**

Na działce zaprojektowano rozbudowę budynku garaży OSP Lidzbark. Ponadto zaprojektowano utwardzenie terenu z kostki brukowej zgodnie z projektem zagospodarowania działki. Pozostała część działki niezabudowana i nieutwardzona zostanie zagospodarowana jako tereny zielone – powierzchnia biologicznie czynna. Odprowadzenie wód opadowych powierzchniowo w granicach własnej działki poprzez rynny i rury spustowe.

Bilans zagospodarowania działki został przedstawiony na rysunku budowlanym – projekt zagospodarowania.

#### **4.5. STATUS FORMALNY DZIAŁKI:**

Przeznaczony pod zabudowę teren stanowią działki gruntu o numerze ewidencyjnym 363/1, 362 i 361/6. Właścicielem działek jest Gmina Lidzbark. Działki nie wymagają zgody na zmianę przeznaczenia gruntów rolnych na cele nierolnicze.

Przedmiotowy teren nie jest położony w obszarze prawnie chronionym, ustanowionym w trybie przepisów Ustawy z dnia 23 lipca 2003r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (t.j. Dz.U. 2014 poz. 1446 z późn. zm.).

Przedmiotowy teren jest położony w obszarze prawnie chronionym, ustanowionym w trybie przepisów Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004r. o ochronie przyrody (t.j. Dz.U. z 2015r. poz. 1651 z późn. zm.):

- Welski Park Krajobrazowy utworzony rozporządzeniami: Nr 24/95 Wojewody Ciechanowskiego z dnia 18 grudnia 1995 r. w sprawie utworzenia Welskiego Parku Krajobrazowego (Dz. Urz. Nr 24, poz.115) oraz Nr 24/96 Wojewody Toruńskiego z dnia 8 sierpnia 1996 r. w sprawie utworzenia Welskiego Parku Krajobrazowego (Dz. Urz. Nr 18, poz. 101), potwierdzonymi obwieszczeniem Wojewody

Warmińsko-Mazurskiego z dnia 30 marca 1999 r. w sprawie wykazu obowiązujących aktów prawa miejscowego wydanych przed dniem 01 stycznia 1999 r. przez b. Wojewódzkie Rady Narodowe, b. Prezydium Wojewódzkich Rad Narodowych oraz Wojewodów: Olsztyńskiego, Elbląskiego, Suwalskiego, Ciechanowskiego, Ostrołęckiego oraz Toruńskiego (Dz. Urz. Woj. Warm.-Maz. z 1999 r. Nr 15, poz.122) oraz Rozporządzeniem Nr 34 Wojewody Warmińsko-Mazurskiego z dnia 27 września 2005 r. w sprawie Welskiego Parku Krajobrazowego (Dz. Urz. Woj. Warm.-Maz. z 2005 r. Nr 140, poz. 1646).

Przedmiotowa inwestycja nie naruszy zasad ochrony obszaru.

Teren inwestycji nie jest położony na obszarze zagrożonym osuwaniem się mas ziemnych.

Przedmiotowy teren nie jest położony na terenach górniczych w rozumieniu Ustawy z dnia 9 czerwca 2011r Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2015 poz. 196 z późn. zm.).

Ograniczenia w zakresie sposobu przeznaczenia lub korzystania z terenu - przedmiotowy teren nie jest położony na obszarze ograniczonego użytkowania

Według danych udostępnianych przez Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy oraz Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej - Informatyczny System Osłony Kraju (ISOK) - przedmiotowy teren nie jest położony na terenach określanych jako „obszary zagrożone podtopieniem”.

Zgodnie z treścią Ustawy z dnia 24 kwietnia 2015 roku o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu (Dz. U. z 2015 roku, poz. 774) - przedmiotowa inwestycja nie narusza zapisów Ustawy.

## **5.0. WPŁYW INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO ORAZ NA HIGIENĘ I ZDROWIE UŻYTKOWNIKÓW:**

Zgodnie z Ustawą z dnia 3 października 2008r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (tekst jednolity Dz.U. 2013 poz. 1235 z późn. zm.), planowana inwestycja nie jest ujęta w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (tj. Dz. U. z 2016 r. poz. 71).

Ścieki będą odprowadzane do miejskiej sieci kanalizacyjnej, zaś śmieci będą składowane w szczelnych pojemnikach, a następnie wywożone na wysypisko śmieci przez odpowiednie, uprawnione przedsiębiorstwo komunalne.

**PROJEKTANT (b. architektoniczno - konstrukcyjna):**

**mgr inż. arch. Marian Tromski**

**PROJEKTANT (b. konstrukcyjna):**

**mgr inż. Michał Janusz**

**Opracował:**

**mgr inż. Jacek Szynkiewicz**

# **INFORMACJE DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA NA BUDOWIE:**

## **1.0. DANE OGÓLNE:**

### **1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA:**

Informację opracowano na podstawie dokumentacji budowlanej opracowanej na zlecenie Inwestora.

### **1.2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA:**

Przedmiotem opracowania jest informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na budowie do projektu rozbudowy garaży OSP Lidzbark.

W skład opracowania wchodzi:

- podstawowe dane o inwestycji,
- podstawowe zasady bhp przy prowadzeniu i organizacji budowy,
- podstawowe zasady bhp przy wykonywaniu robót budowlanych.

### **1.3. KOLEJNOŚĆ REALIZACJI POSZCZEGÓLNYCH OBIEKTÓW:**

Jednoetapowo.

### **1.4. ELEMENTY ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI LUB TERENU, KTÓRE MOGĄ STWARZAĆ ZAGROŻENIE BEZPIECZEŃSTWA I ZDROWIA LUDZI:**

Uzbrojenie terenu.

### **1.5. SKALA I RODZAJ ZAGROŻENIA ORAZ MIEJSCE ICH WYSTĘPOWANIA:**

Zagrożenie przy wykonywaniu robót należy zaliczyć do przeciętnych. Podczas realizacji robót mogą występować następujące zagrożenia:

- Upadnięcie narzędzi lub materiału z wysokości,
- Upadek człowieka z wysokości pow. 5,0 m.

### **1.6. TELEFONY ALARMOWE:**

W przypadku powstania zagrożenia należy powiadomić odpowiednie jednostki ratownicze. Do przyjazdu jednostek ratunkowych akcją ratunkową kieruje kierownik budowy i robót , a w przypadku jego nieobecności majster.

**POGOTOWIE RATUNKOWE – tel. 999**

**STRAŻ POŻARNA – tel. 998**

**POLICJA – tel. 997**

## **2.0. PODSTAWOWE ZASADY BHP PRZY PROWADZENIU I ORGANIZACJI BUDOWY:**

### **2.1. Informacje ogólne:**

Przed wejściem na teren budowy zobowiązuje się wykonawców poszczególnych etapów robót do posiadania szkolenia BHP w skład, którego wejdą:

- ogólne przeszkolenie wstępne,
- przeszkolenie na określonym stanowisku pracy,
- każdorazowe przeszkolenie przy zmianie stanowiska pracy, lub usprawnieniu technologii i organizacji robót budowlanych.

### **2.2. Ochrona przeciwporażeniowa:**

Ochrona przeciwporażeniowa polega na zabezpieczeniu zdrowia i życia pracowników przed niebezpiecznym, przypadkowym działaniem prądu elektrycznego na organizm ludzki. Podczas budowy zobowiązuje się majstra i kierownika do zapewnienia podstawowej ochrony przeciwporażeniowej polegającej na:

- Bezpośrednim izolowaniu (tzw. izolacją roboczą) przewodów, urządzeń itp.
- Stosowaniu stałych przenośnych osłon uniemożliwiających przypadkowe dotknięcie części pod napięciem,
- Umieszczeniu części pod napięciem poza zasięgiem człowieka,
- Zabezpieczeniu izolowanych przewodów przed uszkodzeniami mechanicznymi.

### **2.3. Ochrona przeciwpożarowa:**

Zapewnienie ochrony przeciwpożarowej na placu budowy polega na:

- Przeszkoleniu wszystkich pracowników w zakresie ochrony przeciwpożarowej,
- Przestrzeganiu przepisów przeciwpożarowych oraz przepisów organizacji placu budowy i wnoszonych obiektów,
- Umieszczeniu w odpowiednich miejscach instrukcji przeciwpożarowej,
- Zaopatrzeniu budowy w sprawny sprzęt gaśniczy,
- Zapewnieniu możliwości zaalarmowania Straży Pożarnej

W przypadku, gdy na placu budowy znajduje się hydrant w żadnym wypadku dostęp do niego nie może być utrudniony przez cały czas prowadzenia budowy.



## **2.4. Ochrona przy transporcie:**

Zgodnie z przepisami bhp, na placu budowy do transportu należy stosować maszyny, urządzenia i sprzęt transportowy w pełni sprawny technicznie, zgodnie z przeznaczeniem i warunkami transportowymi ustalonymi przez producenta.

## **2.5. Praca na wysokościach:**

W przypadku prac na wysokościach przed upadkiem z wysokości bezpieczeństwo należy zapewnić poprzez:

- Urządzenia o działaniu zespołowym: bariery z rur i linowe, balustrady, pokrywy otworów i siatki ochronne,
- Urządzenia ochrony indywidualnej: pas z liną bezpieczeństwa, szelki lub kombinezon z liną bezpieczeństwa, amortyzator, urządzenie samoblokujące.

## **2.6. Informacje o wydzieleniu i oznakowaniu miejsca prowadzenia robót budowlanych stosownie do rodzaju zagrożenia:**

Cały plac budowy wygrodzić taśmami lub ogrodzeniem. Na budowie należy umieścić tablicę informacyjną oraz tablicę z napisem:

**TEREN BUDOWY**

**NIEUPOWAŻNIONYM WSTĘP WZBRONIONY**

W przypadku gdy budowa będzie prowadzona przy chodniku, należy zabezpieczyć plac budowy i chodnik przed ruchem pieszych.

## **3.0. PODSTAWOWE ZASADY BHP PRZY WYKONYWANIU ROBÓT:**

### **3.1. ZIEMNYCH.**

Podczas realizacji robót ziemnych trzeba przestrzegać niżej wymienionych zasad bhp:

- Prace muszą być prowadzone zgodnie z dokumentacją,
- Przed przystąpieniem do robót należy wezwać uprawnionego geodetę w celu wytyczenia budynku,
- Przed przystąpieniem do robót należy bezwzględnie wyznaczyć przebieg instalacji podziemnych, a w szczególności elektrycznych i jeśli istnieją gazowych,

- Roboty w bezpośrednim sąsiedztwie instalacji podziemnych należy prowadzić szczególnie ostrożnie i pod nadzorem kierownika budowy,
- Roboty w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącego budynku należy prowadzić szczególnie ostrożnie i pod nadzorem kierownika budowy,
- W odległości mniejszej niż 0,5 m od istniejących instalacji roboty należy prowadzić ręcznie, bez użycia sprzętu mechanicznego, narzędziami na drewnianych trzonkach,
- Teren na którym prowadzone są roboty ziemne, powinien być ogrodzony i zaopatrzony w odpowiednie tablice informacyjne,
- Wykopu powinny być wygradzone barierami ustawionymi w odległości co najmniej 1,0 m od krawędzi wykopu,
- Wykonywanie wykopów przez podkopywanie jest zabronione,
- Schodzić i wchodzić do wykopów można jedynie po drabinkach lub schodniach,
- Wszelkie roboty zmechanizowane należy prowadzić w obecności kierownika budowy.

### **3.2. MUROWYCH:**

Podczas realizacji robót murowych trzeba przestrzegać niżej wymienionych zasad bhp:

- Wznoszenie murów pasami odpowiedniej wysokości,
- Dobór odpowiednich rusztowań,
- Zaopatrzenie robotników w odpowiedni sprzęt murarski i ochronny.

### **3.3. BETONOWYCH:**

Podczas realizacji robót betonowych trzeba przestrzegać niżej wymienionych zasad bhp:

- Przed betonowaniem należy dokonać sprawdzenia deskowania i szalowania oceniając, czy nie ulegnie uszkodzeniom i przemieszczeniom podczas układania i zagęszczania mieszanki betonowej,

- Przed betonowaniem należy skontrolować zbrojenie. Kontrola polega na sprawdzeniu zgodności ułożonego zbrojenia z projektem oraz wymaganiami norm. Podczas kontroli należy także sprawdzić wymiary zbrojenia, jego usytuowanie (w tym grubość otuliny), rozstaw strzemion, położenie złączy oraz długość zakotwienia.

### **3.4. CIESIELSKICH I DESKOWANIOWYCH ORAZ DEKARSKICH I BLACHARSKICH:**

Podczas realizacji robót ciesielskich i deskowaniowych trzeba przestrzegać niżej wymienionych zasad bhp:

- Każdy pracownik zatrudniony przy robotach ciesielskich powinien być wyposażony w buty i ubranie robocze oraz hełm ochronny,
- Zabronione jest noszenie gwoździ i innych ostrych materiałów w kieszeniach,
- Przed obróbką drewna pochodzącego z rozbiórki należy oczyścić je z resztek betonu lub zaprawy oraz usunąć gwoździe,
- Podczas prac ręcznymi urządzeniami mechanicznymi należy zwrócić uwagę na prawidłowe zamocowanie i unieruchomienie obrabianego drewna,
- Do prac na wysokościach powinni być kierowani tylko ci pracownicy, którzy posiadają odpowiednie świadectwo lekarskie oraz przeszkolenie. Powinni być wyposażeni w pasy bezpieczeństwa i hełmy robocze,
- Roboty związane z impregnacją drewna powinny być wykonywane przez pracowników, którzy mają ważne świadectwo zdrowia,
- Wszystkie prace związane z montażem, demontażem, transportem i składowaniem deskowań należy prowadzić zgodnie z zasadami wiedzy budowlanej,
- Gdy istnieje ryzyko spadania z góry przedmiotów, należy wyznaczyć strefę zagrożenia i wykonać daszki ochronne,

- Podczas rozbiórki deskowań należy podjąć działania zabezpieczające przed ewentualnym zawaleniem się elementów deskowania lub konstrukcji pomocniczej.

Podczas realizacji robót blacharskich i dekarskich trzeba przestrzegać niżej wymienionych zasad bhp:

- Pokrycie dachowe należy wykonać przed usunięciem rusztowań zewnętrznych i górnych pomostów zaopatrzonych w bariery i odbojnice,
- Nie wolno wykonywać na dachu prac przygotowawczych, np. prostowanie dachu.

### **3.5. TYNKOWYCH I OKŁADZINOWYCH:**

Podczas realizacji robót tynkowych i okładzinowych trzeba przestrzegać niżej wymienionych zasad bhp:

- Czynności narzucania zaprawy na ściany, a szczególnie na sufity powinny być wykonywane w okularach ochronnych,
- Zewnętrzne obramowania okien należy tynkować z rusztowań zewnętrznych, a nie z otworów okiennych,
- Podczas tynkowania wewnętrznych ościeży okiennych otwór okienny powinien być zabezpieczony balustradą,
- Reperacje tynków po robotach instalacyjnych mogą być wykonywane z rusztowań przestawnych, nie wolno natomiast stawiać na urządzeniach i rurach wszelkich instalacji.

### **4.0. WARUNKI BHP PRZY MONTAŻU I EKSPLOATACJI RUSZTOWAŃ:**

Podczas montażu i eksploatacji rusztowań należy przestrzegać niżej wymienionych zasad bhp:

- Robotnicy montujący i demontujący rusztowania powinni mieć założone pasy ochronne, które w czasie prac przymocowuje się do stałych części budynku,
- Nie wolno montować ani rozbierać rusztowań; o zmroku bez sztucznego oświetlenia zapewniającego dobrą widoczność, w czasie gęstej mgły lub ulewnego deszczu, podczas burzy i silnego wiatru,

- Rusztowania powinny posiadać odpowiednie zabezpieczenia w postaci barierek i pomostów oraz progów zewnętrznych zabezpieczających przed upadaniem przedmiotów,

#### **5.0. WARUNKI KOŃCOWE:**

- Informacją jest podstawą do opracowania planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, który powinien znajdować się na placu budowy przez cały okres trwania budowy,
- Przed wejściem na teren budowy każdy pracownik powinien zaznajomić się z planem bezpieczeństwa i ochrony zdrowia,
- Kopiowanie i odstępowanie powyższego opracowania do celów nie związanych z wykonaniem przedmiotowej inwestycji jest zabronione bez pisemnej zgody.
- W przypadku jakichkolwiek wątpliwości należy skontaktować się z autorem powyższego planu.

**GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA OBIEKTU  
OPRACOWANE NA PODSTAWIE ROZPORZĄDZENIA MINISTRA  
TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ Z  
DNIA 25 KWIETNIA 2012R**

**OPINIA GEOTECHNICZNA**

**1. Warunki gruntowe:**

Autor projektu określił warunki gruntowe jako proste. Na terenie działki występują jednorodne warstwy gruntu genetycznie i litologicznie, zalegających poziomo, nieobejmujące mineralnych gruntów słabonośnych, gruntów organicznych i nasypów niekontrolowanych. Stwierdzono występowanie zwierciadła wód gruntowych poniżej projektowanego poziomu posadowienia obiektu. Na terenie działki nie stwierdzono występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych.

Na podstawie badań makroskopowych i wykonanych odkrywek stwierdzono, że na terenie działki zalegają grunty nośne. Występują utwory czwartorzędowe, reprezentowane przez osady morenowe, wykształcane w postaci glin piaszczystych. Naprężenia dopuszczalne na głębokości posadowienia fundamentów zachowane.

**2. Kategoria geotechniczna obiektu budowlanego:**

Na podstawie cytowanego rozporządzenia budynek należy zaliczyć do **I kategorii geotechnicznej**. Projektowany budynek to niewielki dwukondygnacyjny budynek o statycznie wyznaczalnym schemacie obliczeniowym, posadowiony w prostych warunkach geotechnicznych.

**PROJEKTANT (b. architektoniczno - konstrukcyjna):**

**mgr inż. arch. Marian Tromski**

**PROJEKTANT (b. konstrukcyjna):**

**mgr inż. Michał Janusz**

**Opracował:**

**mgr inż. Jacek Szynkiewicz**

**ROZBUDOWA GARAŻY PRZY  
OCHOTNICZEJ STRAŻY POŻARNEJ W LIDZBARKU  
PROJEKT ARCHITEKTONICZNO - BUDOWLANY**

**Obręb ewidencyjny: 0003 Lidzbark 3  
Jednostka ewidencyjna: Lidzbark**

## **Opis techniczny do projektu architektoniczno - budowlanego budowy budynku mieszkalnego**

### **1.0. PRZEZNACZENIE BUDYNKU**

Zaprojektowano rozbudowę budynku Ochotniczej Straży Pożarnej w Lidzbarku. Planowana rozbudowa będzie budynkiem dwukondygnacyjnym. Na parterze zaprojektowano dwa stanowiska dla strażackich samochodów bojowych, pomieszczenie gospodarcze oraz klatkę schodową. Na piętrze zaprojektowano świetlicę, pomieszczenie socjalne, węzeł sanitarny oraz pomieszczenie biurowe. Ponadto na piętrze zaprojektowano lekki taras drewniany na istniejącym budynku garażowym.

### **2.0. PROGRAM UŻYTKOWY BUDYNKU:**

#### **2.1. PARAMETRY TECHNICZNE BUDYNKU:**

<b>Powierzchnia zabudowy - istniejąca:</b>	210,19	m <sup>2</sup>
<b>Powierzchnia zabudowy - projektowana:</b>	184,44	m <sup>2</sup>
<b>Łączna powierzchnia zabudowy:</b>	394,63	m <sup>2</sup>
<b>Powierzchnia użytkowa istniejąca:</b>	210,19	m <sup>2</sup>
<b>Powierzchnia użytkowa - projektowana:</b>	292,48	m <sup>2</sup>
<b>Łączna powierzchnia użytkowa:</b>	502,67	m <sup>2</sup>
<b>Kubatura - istniejąca:</b>	1 114,0	m <sup>3</sup>
<b>Kubatura- projektowana:</b>	1 805,0	m <sup>3</sup>
<b>Łączna kubatura:</b>	2 919,0	m <sup>3</sup>



<b>Wysokości projektowanych kondygnacji w świetle:</b>		
• Parter	5,50	m
• Poddasze	3,0	m
<b>Wysokość projektowanej rozbudowy budynku do kalenicy:</b>	10,84 m	
<b>Głębokość posadowienia budynku</b>	1,10	m
<b>Kąt pochylenia głównej połaci:</b>	5	°
<b>Rodzaj pokrycia dachowego:</b>	Blacha trapezowa	

## 2.2. ZESTAWIENIE POMIESZCZEŃ I POWIERZCHNI

Zestawienia pomieszczeń i powierzchni dokonano na rysunkach budowlanych Nr 2 i 3.

## 3.0. OPIS ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH BUDYNKU:

### 3.1. FUNDAMENTY:

Zaprojektowano posadowienie płaskie ścian przyziemia i piętra na ławach fundamentowych o wysokości 40 cm i szerokości 60 cm z betonu C16/20(B20) zbrojonych podłużnie 4 $\phi$  12 (34GS), strzemiona  $\phi$ 6 co 20 cm (A-0).

Zaprojektowano posadowienie płaskie słupów S1 i S2 na stopach fundamentowych o wymiarach 120x120 [cm] i wysokości 40 cm betonu C16/20(B20) zbrojonych górną i dolną krzyżowo prętami  $\phi$  12 (34GS) w rozstawie co 13 cm.

Pręty podłużne na stykach i załamaniach łączyć na pełny zakład, to jest minimum 50 cm, łączyć w jednym miejscu max 2 pręty. Podkład z chudego betonu C7,5/10 (B10) gr. 12 cm.

### 3.2. IZOLACJE:

- Poziome:

1. na górnej płaszczyźnie ław fundamentowych: 2 warstwy papy asfaltowej sklejonej lepikiem lub 1 warstwa folii PCV hydroizolowanej gr. 1mm.

2. na górnej płaszczyźnie ścian fundamentowych: papa zgrzewalna lub 1 warstwa folii PCV hydroizolowanej gr. 1mm.
  3. w poziomie posadzki parteru: folia budowlana lub 1 warstwa folii PCV hydroizolowanej gr. 1mm.
  4. podłogi łazienki: 2 warstwy folii zgrzewalnej lub 1 warstwa folii PCV hydroizolowanej gr. 1mm.
- Pionowe:
1. ściany zewnętrzne fundamentowe stykające się z gruntem zaizolować: w postaci dwóch warstw środka bitumicznego typu DYSPERBIT, styropianem gr. 10cm i folią grzybkową (folię należy ułożyć wytłoczeniami w kierunku ściany).

### **3.3. ŚCIANY:**

#### **3.3.1 ŚCIANY FUNDAMENTOWE:**

Zaprojektowano ściany zewnętrzne fundamentowe jako warstwowe gr. 34 cm, składające się z następujących warstw:

- warstwa nośna: bloczki betonowe gr.24cm na zaprawie cementowo – wapiennej M4;
- warstwa izolacyjna: styrodur wodoodporny twardy gr. 12 cm.

#### **3.3.2 ŚCIANY ZEWNĘTRZNE:**

Zaprojektowano ściany budynku jako dwuwarstwowe składające się z następujących warstw:

- warstwa nośna: bloczki gazobetonowe gr. 24cm na zaprawie cementowo – wapiennej M4;
- warstwa izolacyjna: styropian gr. 15 cm.

Od strony działki o numerze ewidencyjnym 363/1 i 348/7 jako warstwę izolacyjną zaprojektowano wełnę mineralną gr.15 cm.

### **3.4. STROPY:**

Nad parterem i nad piętrem zaprojektowano strop monolityczny żelbetowy gr. 15 cm z betonu C16/20 (B20) wykonany na budowie. Szczegółowy opis zbrojenia stropu na rysunku konstrukcyjnym rzutu parteru i piętra nr 11 i 12.

### **3.5. NADPROŻA I PODCIĄGI:**

Zaprojektowano monolityczne nadproża okienne i drzwiowe żelbetowe wylewane na mokro na budowie, wykonane z betonu C16/20 (B20). Nadproża wykonać nad wszystkimi otworami drzwiowymi i okiennymi. W ścianach działowych wykonać nadproża L-19.

Zaprojektowano monolityczne podciągi żelbetowe wylewane na mokro na budowie, wykonane z betonu C16/20 (B20). Szczegółowy opis nadproży oraz zbrojenia podciągów przedstawiają rysunki konstrukcyjne nr 11 i 12 oraz 15, 16 i 17.

### **3.6. WIEŃCE I SŁUPY ŻELBETOWE:**

Zaprojektowano monolityczne wieńce żelbetowe 24x25cm wylewane na mokro na budowie, wykonane z betonu C16/20 (B20), zbrojone 4 $\phi$  12 (34GS), strzemiona  $\phi$ 6 co 20 cm (A-0).

Zaprojektowano monolityczne słupy żelbetowe 30x30cm wylewane na mokro na budowie, wykonane z betonu C16/20 (B20), zbrojone 4 $\phi$  12 (34GS), strzemiona  $\phi$ 6 (A-0).

Szczegółowy opis słupów oraz podciągów przedstawiają rysunki konstrukcyjne nr 13 i 14.

Pręty podłużne na stykach i załamaniach łączyć na pełny zakład, to jest minimum 50 cm(pręty  $\phi$  12), łączyć w jednym miejscu max 2 pręty.

### **3.7. KONSTRUKCJA DACHU:**

Zaprojektowano dach jednospadowy o konstrukcji płatwiowo - kleszczowej z drewna iglastego klasy C30. Kąt pochylenia głównej połaci dachu wynosi 5°.

Zestawienie elementów więźby dachowej na rysunku konstrukcyjnym więźby dachowej.

Dach pokryty jest blachą trapezową T-35.

Połączenia elementów konstrukcyjnych więźby dachowej zaprojektowano na typowe złącza ciesielskie. Mocowanie murlaty do muru przy pomocy śruby zakotwionej w wieńcu  $\phi$  16 kl. 5.8. w rozstawie co 1,2 m.

W miejscu styku murlaty z wieńcem zabezpieczyć murlatę dwiema warstwami papy na osłonie z włókna szklanego.

### **3.8. RYNNY I OBRÓBKI BLACHARSKIE:**

Odwodnienie dachu rynnami zewnętrznymi PCV o średnicy  $\phi$  120 mm i rurami spustowymi  $\phi$  100 mm.

### **3.9. SCHODY:**

Zaprojektowano schody na piętro jako wewnętrzne żelbetowe dwubiegowe o gr. płyty 15 cm z betonu C16/20 (B20) zbrojonej  $\emptyset$  12 co 12 cm, stal A-III zbrojenie rozdzielcze  $\emptyset$  10 co 20 cm, stal A-I.

### **3.10. KOMINY:**

Zaprojektowano systemowe przewody wentylacyjne typu Schiedel.

### **3.11. ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNE:**

Elementy drewniane drewnianej konstrukcji dachowej zabezpieczyć przed grzybami i owadami oraz przed ogniem środkiem zabezpieczającym FOBOS M2. Prace wykonywać wg instrukcji podanej na opakowaniu. Przestrzegać przepisów BHP.

### **3.12. STOLARKA OKIENNA I DRZWIOWA:**

Stolarka okienna typowa wg katalogu producenta o  $U < 1.3$ .

Stolarka drzwiowa typowa wg katalogu producenta o  $U < 1.7$ .

### **3.13. WYPRAWY WEWNĘTRZNE:**

Budynek tynkowany tynkiem cementowo-wapiennym lub gipsowym nakładanym ręcznie lub maszynowo. Wyprawy malarskie emulsyjne. W pomieszczeniach „mokrych” glazura na całej ścianie.

### **3.14. PODŁOGI I POSADZKI:**

Na warstwie styropianu w posadzce garażu ułożyć 6cm gładzi cementowej zbrojonej przeciwskurczowo siatką  $\phi 3/\phi 3$  w odstępach 15/15cm.

W pozostałych pomieszczeniach płytki typu gres lub terakota.

Posadzki należy dylatować od ścian paskiem styropianu, oraz podzielić dylatacjami na powierzchnie mniejsze od 10m<sup>2</sup>, o boku mniejszym od 4m.

### **3.15. ELEWACJE:**

Budynek wyprawiany mineralnym tynkiem strukturalnym na zaprawie klejowej wzmacnianej siatką.

### **3.16. INSTALACJE:**

Projektuje się następujące instalacje:

- Elektryczną;
- Wodociągową;
- Kanalizacyjną;
- CO.

### **3.17. OCENA TECHNICZNA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU GARAŻY**

#### **OSP LIDZBARK:**

- fundamenty: monolityczne, żelbetowe wylewane na budowie- stan techniczny dobry, brak wyraźnych spękań i zarysowań,
- ściany fundamentowe: monolityczne żelbetowe wylewane na budowie- stan techniczny dobry, brak wyraźnych spękań i zarysowań,
- ściany parteru – murowane i wykonane w technologii tradycyjnej - stan techniczny dobry, brak wyraźnych spękań i zarysowań,
- konstrukcja dachowa –stropodach niewentylowany wykończony płytami korytkowymi i blachą trapezową – stan techniczny dobry, brak wyraźnych ugięć, spękań i zarysowań.
- wieńce i nadproża żelbetowe: monolityczne, żelbetowe wylewane na budowie - stan techniczny dobry, brak wyraźnych spękań i zarysowań,

Budynek w dobrym stanie technicznym i użytkowany zgodnie ze swoim przeznaczeniem. Podczas rozbudowy garaży OSP Lidzbark należy dokonać docieplenia istniejących ścian zewnętrznych metodą lekką moką celem uzyskania odpowiedniej termoizolacyjności ścian.

### **3.18. WYKUCIE OTWORU W ISTNIEJĄCEJ ŚCIANIE**

#### **ZEWNĘTRZNEJ:**

Projektuje się nadproże stalowe z trzech dwuteowników 140 ze stali St3SX. Nadproże wykonać osadzając najpierw dwuteownik w bruzdach nad planowanym otworem. Belki skrócić śrubami M12 przy podporach i dwa razy w przęśle. Belki oprzeć na poduszkach betonowych B15 gr. 15 cm, które należy wykonać 7 dni wcześniej przed osadzeniem belek.

### **3.17. UWAGI KOŃCOWE:**

- nadzór nad budową powierzyć osobie z uprawnieniami budowlanymi
- przestrzegać przepisów BHP dotyczących budownictwa
- wszelkie prace wykonywać zgodnie ze sztuką budowlaną
- w przypadku pracy na wysokościach należy zwrócić uwagę na wymogi dotyczące rusztowań oraz sprzętu ochrony osobistej.
- **W PRZYPADKU JAKICHKOLWIEK WĄTPLIWOŚCI  
SKONTAKTOWAĆ SIĘ Z PROJEKTANTEM.**

**PROJEKTANT (b. architektoniczno - konstrukcyjna):**

**mgr inż. arch. Marian Tromski**

**PROJEKTANT (b. konstrukcyjna):**

**mgr inż. Michał Janusz**

**Opracował:**

**mgr inż. Jacek Szynkiewicz**

## **DANE DOTYCZĄCE WARUNKÓW OCHRONY PRZECIWOPOŻAROWEJ.**

### **Podstawa opracowania:**

- Rozporządzenie ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. Nr 124 z dnia 6 sierpnia 2009 r.),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. Nr 121, poz. 1137; z późn. zm.),

### **Zakres opracowania:**

Dane dotyczące warunków ochrony przeciwpożarowej obiektu budowlanego opracowano na podstawie § 5 ust.1 rozporządzenia MSWiA w sprawie uzgadniania projektu budowlanego.

### **Ogólne wymagania i zasady ustalania wymiarów:**

- zgodnie z „warunkami technicznymi” wymagane wymiary należy rozumieć jako uzyskane z uwzględnieniem wykończenia powierzchni elementów budynku, w odniesieniu do szerokości drzwi — jako wymiary w świetle ościeżnicy, w odniesieniu do schodów – szerokość pomiędzy ścianą, a poręczą,
- grubość skrzydła drzwi po otwarciu nie może pomniejszać wymiaru szerokości otworu w świetle ościeżnicy,
- skrzydła drzwi, stanowiących wyjście na drogę ewakuacyjną nie mogą, po ich całkowitym otwarciu, zmniejszać wymaganej szerokości tej drogi. Alternatywne rozwiązanie stanowi wyposażenie tych drzwi w samozamykacze,
- wszystkie elementy budowlane charakteryzujące się nośnością, szczelnością, izolacyjnością ogniową, dymoszczelnością, muszą być wykonane jako rozwiązania systemowe, potwierdzone stosownymi dokumentami,
- wszystkie drzwi dymoszczelne i przeciwpożarowe muszą być wyposażone w samozamykacze.

Projekt budowlany obejmuje rozbudowę garaży przy OSP Lidzbark. Budynek jest piętrowy, niepodpiwniczony. Parametry budynków:

Lp.	Nazwa budynku - oznaczenie na planie zagospodarowania	Pow. zabudowy [m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia wewnętrzna [m <sup>2</sup> ]	Liczba kondygnacji nadziemnych	Wysokość [m]	Grupa wysokości
1	Budynek OSP Lidzbark	394,63	502,47	2	10,84	Niski

1. **Kategoria zagrożenia ludzi:** Budynek zaliczony jest do kategorii zagrożenia ludzi ZLIII. W poszczególnych pomieszczeniach przebywanie jednocześnie ludzi w grupach do 30 osób. Gęstość obciążenia ogniowego w pomieszczeniach jak i w całym budynku nie przekroczy 500MJ/m<sup>2</sup>.

2. **Lokalizacja:** Istniejący budynek zlokalizowany jest na granicy działki. Projektowaną rozbudowę także projektuje się do granicy działki. W związku powyższym na granicy działki zaprojektowano ścianę oddzielenia p.poż, ocieploną wełną mineralną gr.15 cm. Projektowany budynek znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie hali sportowej i jest usytuowany w odległości 12m od niego.

### 3. Podział na strefy pożarowe.

Budynek stanowi jedną strefę pożarową. Pomieszczenia techniczne zostaną wydzielone przegrodami (ściany, stropy) o odporności ogniowej REI 60, zamykane drzwiami przeciwpożarowymi wyposażonymi w samozamykacze o odporności ogniowej EI30. Przejścia instalacyjne przechodzące przez te przegrody zostaną zabezpieczone do klasy odporności ogniowej EI60.

### 4. Klasa odporności pożarowej.

Wymagana klasa odporności pożarowej dla budynku – „D”. W związku z powyższym poszczególne elementy budynków wykonano z materiałów nie rozprzestrzeniających ognia oraz spełniają następujące warunki w zakresie klasy odporności ogniowej:

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku <sup>5) *)</sup>					
	główna konstrukcja nośna	konstrukcja dachu	strop <sup>1)</sup>	ściana zewnątrzna <sup>1),2)</sup>	ściana wewnętrzna <sup>1)</sup>	przekrycie dachu <sup>3)</sup>
„D”	R 30	(-)	REI 30	EI 30 (o↔i)	(-)	(-)

\*) Z zastrzeżeniem § 219 ust. 1.

Oznaczenia w tabeli:

R — nośność ogniowa (w minutach), określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą zasad ustalania klas odporności ogniowej elementów budynku,



*E — szczelność ogniowa (w minutach), określona jw.,*

*I — izolacyjność ogniowa (w minutach), określona jw.,*

*(-) — nie stawia się wymagań.*

<sup>1)</sup> *Jeżeli przegroda jest częścią głównej konstrukcji nośnej, powinna spełniać także kryteria nośności ogniowej (R) odpowiednio do wymagań zawartych w kol. 2 i 3 dla danej klasy odporności pożarowej budynku.*

<sup>2)</sup> *Klasa odporności ogniowej dotyczy pasa międzykondygnacyjnego wraz z połączeniem ze stropem.*

<sup>3)</sup> *Wymagania nie dotyczą naświetli dachowych, świetlików, lukarn i okien połaciowych (z zastrzeżeniem § 218), jeśli otwory w połaci dachowej nie zajmują więcej niż 20% jej powierzchni; nie dotyczą także budynku, w którym nad najwyższą kondygnacją znajduje się strop albo inna przegroda, spełniająca kryteria określone w kol. 4.*

<sup>4)</sup> *Dla ścian komór zsypu wymaga się klasy E I 60, a dla drzwi komór zsypu klasy E I 30.*

<sup>5)</sup> *Klasa odporności ogniowej dotyczy elementów wraz z uszczelnieniami złączy i dylatacjami.*

- główną konstrukcję nośną stanowią ściany konstrukcyjne zewnętrzne i wewnętrzne murowane, co zapewnia spełnienie stawianych wymagań.
- słupy żelbetowe – REI30.
- ściany zewnętrzne – murowane zapewniają spełnienie stawianych wymagań.
- konstrukcja dachu – nie stawia się wymagań w zakresie klasy odporności ogniowej.
- pokrycie dachu – blacha trapezowa,
- elementy okładzin elewacyjnych powinny być mocowane do konstrukcji budynku w sposób uniemożliwiający ich odpadanie w przypadku pożaru w czasie krótszym niż wynikający z wymaganej klasy odporności ogniowej dla ściany zewnętrznej (30 minut).

## **5. Warunki ewakuacji.**

- Z każdego pomieszczenia w którym może jednocześnie przebywać jednorazowo do 50 osób zapewniono jedno wyjście ewakuacyjne o szerokości 0,9m, prowadzące bezpośrednio na przestrzeń otwartą, lub przez pomieszczenia pomocnicze. Dopuszczalne długości dojsć i przejść ewakuacyjnych dla strefy pożarowej zaliczonej do kategorii ZL III, zostały zachowane.
- w pomieszczeniach, przeznaczonych do jednoczesnego przebywania do 50 osób stosowanie łatwo zapalnych przegród, stałych elementów wyposażenia i wystroju wewnątrz oraz wykładzin podłogowych jest zabronione,
- okładziny sufitów oraz sufity podwieszone należy wykonywać z materiałów niepalnych lub niezapalnych, niekapiących i nieodpadających pod wpływem ognia,
- w strefach pożarowych ZL III stosowanie do wykończenia wewnątrz materiałów i wyrobów łatwo zapalnych, których produkty rozkładu termicznego są bardzo toksyczne lub intensywnie dymiące, jest zabronione.

- na drogach komunikacji ogólnej, służących celom ewakuacji, stosowanie materiałów i wyrobów budowlanych łatwo zapalnych jest zabronione.

## **6. Zabezpieczenie przeciwpożarowe instalacji użytkowych:**

- izolacje cieplne i akustyczne zastosowane w instalacjach wodociągowych, kanalizacyjnych i ogrzewczych, powinny być wykonane w sposób zapewniający nie rozprzestrzenianie ognia,
- przewody wentylacyjne wykonane z materiałów niepalnych, a ewentualnie użyte palne okładziny przewodów wentylacyjnych mogą być stosowane tylko na zewnętrznej ich powierzchni w sposób zapewniający nie rozprzestrzenianie ognia. Drzwiczki rewizyjne stosowane w kanałach i przewodach wentylacyjnych powinny być wykonane z materiałów niepalnych.
- przeciwpożarowy wyłącznik prądu dla każdego budynku, zostanie umieszczony w pobliżu głównego wejścia do obiektu oznakowany wg. PN. Odcięcie dopływu prądu przeciwpożarowym wyłącznikiem nie spowoduje samoczynnego załączenia się drugiego źródła energii elektrycznej, w tym zespołu prądotwórczego, z wyjątkiem źródła zasilającego oświetlenie ewakuacyjne.

## **7. Dobór urządzeń przeciwpożarowych –budynek zostanie wyposażony w:**

- instalację odgromową zapewniającą ochronę podstawowa zgodnie z PN,
- przeciwpożarowy wyłącznik prądu zlokalizowany we widocznym i dostępnym miejscu – oznakowany zgodnie z PN,
- przeciwpożarową wewnętrzną sieć wodociągowa z hydrantami DN52 rozmieszczonymi w taki sposób, aby zasięgiem obejmowały wszystkie pomieszczenia chronione. Rozmieszczone w miejscach dostępnych, przy wejściach. Nominalna wydajność każdego hydrantu 1l/s, przy ciśnieniu 0,2 MPa. Wysokość montażu zaworu hydrantowego od posadzki 135cm. Rury zasilające stalowe, lub z tworzywa obudowane przegrodami o odporności ogniowej EI 60 – warunek ten dotyczy również przyłącza wody do celów przeciwpożarowych – zasilającego przeciwpożarową sieć wodociągowa. Przewody zasilające instalacji wodociągowej przeciwpożarowej muszą być wykonane jako obwodowe zapewniające doprowadzenie wody co najmniej z dwóch stron, w przypadku gdy na przewodach rozprowadzających zainstalowano więcej niż 5 hydrantów wewnętrznych. Jednocześnie poboru wody zapewnić z dwóch hydrantów.
- budynek należy wyposażać w podstawowy sprzęt gaśniczy: minimum 2kg środka gaśniczego przypadające na każde 100m<sup>2</sup> powierzchni (zalecane gaśnice

proszkowe typu ABC). Należy przewidzieć dodatkowo rozmieszczenie gaśnic w pomieszczeniach technicznych.

10. Przed oddaniem budynku do użytkowania należy oznakować zgodnie z PN: drogi, wyjścia, kierunki ewakuacji, miejsca rozmieszczenia podręcznego sprzętu gaśniczego, przeciwpożarowy wyłącznik prądu, hydranty wewnętrzne, We widocznych miejscach umieścić instrukcję postępowania na wypadek powstania pożaru oraz wykaz telefonów alarmowych.
11. Wymagane jest opracowanie dla obiektów „instrukcji bezpieczeństwa pożarowego”.
12. **Zaopatrzenie w wodę do celów zewnętrznego gaszenia pożaru.** Zapewni hydrant DN 80 o wydajności 10l/s każdy, zlokalizowany w w pobliżu budynku (do 50mb).
13. **Dojazd pożarowy.** Do budynku zapewniono dojazd o nawierzchni betonowej, spełniające wymagania w zakresie nośności (100kN). Przylegający do budynku plac umożliwia bezkolizyjny dojazd i dostęp dla jednostek straży pożarnej.

**UWAGA:**

Projekty branżowe w oparciu, o które zostaną wykonane w budynkach urządzenia przeciwpożarowe (instalacja hydrantowa, przeciwpożarowy wyłącznik prądu, awaryjne oświetlenie ewakuacyjne) wymagają uzgodnienia w zakresie zgodności z wymaganiami przepisów ppoż. z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych.

Wszystkie urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu oraz elementy i wyroby budowlane w stosunku do których jest wymagana klasa odporności ogniowej, bądź inne właściwości np. stopień rozprzestrzeniania ognia muszą posiadać potwierdzenie tych parametrów (certyfikat lub aprobatę techniczną wraz z deklaracją zgodności).

## **ANALIZA RACJONALNEGO WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII:**

Na etapie projektu budowlanego przeprowadzono analizę możliwości racjonalnego wykorzystania pod względem technicznym, ekonomicznym i środowiskowym odnawialnych źródeł energii, takich jak: energia geotermalna, energia promieniowania słonecznego, energia wiatru, a także możliwość zastosowania skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepłej oraz zdecentralizowanego systemu zaopatrzenia w energię w postaci bezpośredniego lub blokowego ogrzewania.

Z analizy tej wynika, że na tym terenie nie można zastosować energii wiatru. Nie ma także możliwości zastosowania skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepłej oraz zdecentralizowanego systemu zaopatrzenia w energię w postaci bezpośredniego lub blokowego ogrzewania.

Wprowadzenie innych źródeł ogrzewania nie jest uzasadnione ekonomicznie.

### **Charakterystyka energetyczna budynku (wskaźnikowa)**

#### **Dane klimatyczne:**

Strefa klimatyczna: **III**

Projektowana temperatura zewnętrzna **-22°C**

Rodzaj ogrzewania – **na paliwo stałe (ekogroszek lub pelet)**

#### **Podstawowe wyniki obliczeń budynku:**

Projektowana strata ciepła przez przenikanie  $\Phi_T$  **8113W**

Projektowana wentylacyjna strata ciepła  $\Phi_V$  **804W**

Projektowane obciążenie cieplne budynku  $\Phi_{HL}$  **8918W**

#### **Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:**

Wskaźnik  $\Phi_{HL}$  odniesiony do powierzchni  $\Phi_{HL,A}$  **=33,55W/m<sup>2</sup>**

Dopływające powietrze wentylacyjne  $VV$  **2550m<sup>3</sup>/h**

Temperatura dopływającego powietrza: **0°C**

**Zestawienie przegród:**

Ściana zewnętrzna	$U=0,19 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$< 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Okna	$U=1,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$< 1,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Drzwi zewnętrzne	$U=1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$< 1,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Posadzka na gruncie	$U=0,27 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$< 0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Dach	$U=0,17 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$< 0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

**Sprawdzenie wymagań prawnych:**

Wskaźnik $E_p$ dla budynku projektowanego	129,2 kWh/m <sup>2</sup> rok
Wskaźnik $E_p$ dla budynku nowego wg WT2008	146,6 kWh/m <sup>2</sup> rok
Wskaźnik $E_p$ dla budynku przebudowywanego wg WT2008	170,1 kWh/m <sup>2</sup> rok

**PROJEKTANT (b. architektoniczno - konstrukcyjna):****mgr inż. arch. Marian Tromski****PROJEKTANT (b. konstrukcyjna):****mgr inż. Michał Janusz****Opracował:****mgr inż. Jacek Szynkiewicz**

## OBLICZENIA DO PROJEKTU BUDOWLANEGO

### I. Zebranie obciążeń

Obciążenie z dachu:

L.p.	Opis	Obc. gk kN/m <sup>2</sup>	y
1	Blachodachówka	0,055	1,2
2	Łaty 60x50 mm	0,19	1,1
3	Kontrłaty 50x30mm	0,019	1,1
4	Papa + deskowanie	0,03	1,2
5	Wełna mineralna 15 cm	0,216	1,2
6	Krokiew 8x16 cm	0,089	1,1
<b>A</b>	<b>Suma</b>	<b>0,599</b>	

Obciążenie z konstrukcji stropu:

L.p.	Opis	Obc. gk kN/m <sup>2</sup>	y
1	Posadzka betonowa 2 cm	0,42	1,2
2	Szlichta betonowa 6 cm	0,84	1,3
3	Folia PE	0,003	1,2
4	Styropian FS 20	0,09	1,2
5	Folia PE	0,003	1,2
6	Strop żelbetowy 15 cm	-	-
7	Tynk cem.-wap. 2 cm	0,38	1,3
<b>B</b>	<b>Suma</b>	<b>1,736</b>	

Obciążenie śniegiem: 1,12 kN/m<sup>2</sup>

Obciążenie wiatrem: -0,41 kN/m<sup>2</sup> – nawietrzna; -0,18 kN/m<sup>2</sup> – zawietrzna

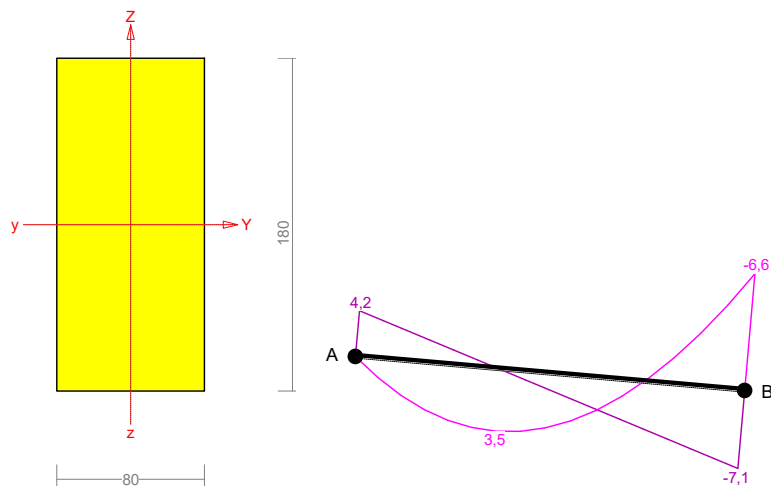
Obciążenie użytkowe:

- poddasze z dostępem klatki schodowej 1,2 kN/m<sup>2</sup>
- pomieszczenia użytkowe 1,5 kN/m<sup>2</sup>
- zastępcze od ścianek działowych 1,25 kN/m<sup>2</sup>

## II. Konstrukcja dachu

### 2.1. Krokiew

#### Pręt nr 1



#### Przekrój: 1 "B 18,0x8,0"

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=80,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_x=3888,0; \quad J_y=768,0 \text{ cm}^4; \quad A=144,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=5,2; \quad i_y=2,3 \text{ cm}; \quad W_x=432,0; \quad W_y=192,0 \text{ cm}^3.$$

#### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 3,51 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

#### Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

#### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=4,50 \text{ m}$ , przy obciążeniach "ASW".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 144,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,1 / 144,00 \times 10 = 0,0 < 11,08 = f_{t,0,d}$$

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=4,50$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AS".

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,846 \times 4,500 = 3,807 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 0,500 \times 4,500 = 2,250 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 3,807 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,250 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,807 / 0,0520 = 73,27$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,250 / 0,0231 = 97,43$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (73,27)^2 = 14,71 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (97,43)^2 = 8,32 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/14,71} = 1,250$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/8,32} = 1,663$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,250 - 0,5) + (1,250)^2] = 1,357$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,663 - 0,5) + (1,663)^2] = 1,999$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,357 + \sqrt{1,357^2 - 1,250^2}) = 0,531$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,999 + \sqrt{1,999^2 - 1,663^2}) = 0,322$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 144,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,8 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{4,55} = 0,322 \times 14,15 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=4,50$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AS":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,531 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{15,2}{18,46} = \mathbf{0,832} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,322 \times 14,15} + \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{15,2}{18,46} = \mathbf{0,589} < \mathbf{1}$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=4,50$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AS".

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem ( $k_{crit} = 1$ ).

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 6,6 / 432,00 \times 10^3 = \mathbf{15,2} < \mathbf{18,5} = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=0,56$  m;  $x_b=3,94$  m, przy obciążeniach "ASW":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{11,08} + \frac{3,8}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{3,8}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,1} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=4,50$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AS":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1^2}{14,15^2} + \frac{15,2}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,8} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{15,2}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,6} < \mathbf{1}$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=3,94$  m;  $x_b=0,56$  m, przy obciążeniach "AS".



Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 5,7 / 144,0 \times 10 = 0,6 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 144,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,0^2} = 0,6 < 1,8 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla  $x_a = 1,97 \text{ m}$ ;  $x_b = 2,53 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 18,0 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas  $u_{\text{net,fin}} = 27,0 \text{ mm}$ .

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "..."):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -0,2 \times (1 + 0,80) = -0,4 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("AS"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

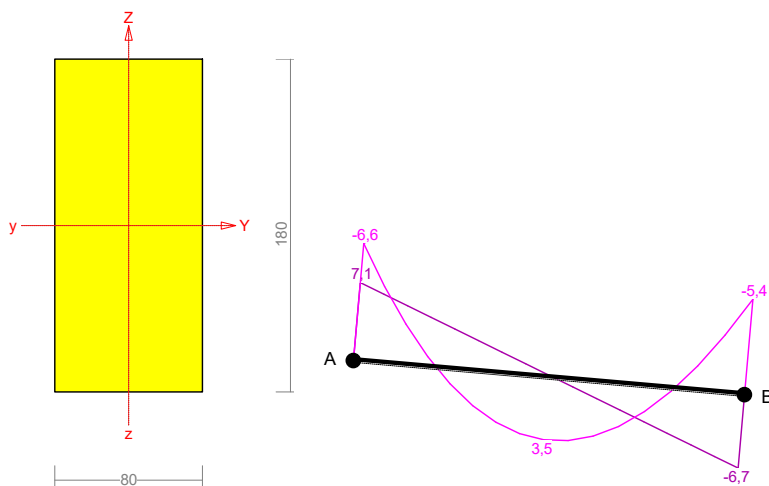
$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -8,0 \times (1 + 0,25) = -10,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,4 + -10,0 = 10,4 < 27,0 = u_{\text{net,fin}}$$

### Pręt nr 2



#### Przekrój: 1 "B 18,0x8,0"

Wymiary przekroju:

$$h = 180,0 \text{ mm} \quad b = 80,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg} = 3888,0; \quad J_{yg} = 768,0 \text{ cm}^4; \quad A = 144,00 \text{ cm}^2; \quad i_x = 5,2; \quad i_y = 2,3 \text{ cm}; \quad W_x = 432,0; \quad W_y = 192,0 \text{ cm}^3.$$

#### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza  $20^\circ$  i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{\text{mod}} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$\begin{aligned}
 f_{m,k} &= 30,00 & f_{m,d} &= 18,46 \text{ MPa} \\
 f_{t,0,k} &= 18,00 & f_{t,0,d} &= 11,08 \text{ MPa} \\
 f_{t,90,k} &= 0,40 & f_{t,90,d} &= 0,25 \text{ MPa} \\
 f_{c,0,k} &= 23,00 & f_{c,0,d} &= 14,15 \text{ MPa} \\
 f_{c,90,k} &= 5,70 & f_{c,90,d} &= 3,51 \text{ MPa} \\
 f_{v,k} &= 3,00 & f_{v,d} &= 1,85 \text{ MPa} \\
 E_{0,\text{mean}} &= 12000 \text{ MPa} \\
 E_{90,\text{mean}} &= 400 \text{ MPa} \\
 E_{0,05} &= 8000 \text{ MPa} \\
 G_{\text{mean}} &= 750 \text{ MPa} \\
 \rho_k &= 380 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

## Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=5,49$  m, przy obciążeniach "AS".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 144,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,5 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{11,08} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=5,49$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ASW".

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,686 \times 5,490 = 3,766 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 0,500 \times 5,490 = 2,745 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 3,766 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,745 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,766 / 0,0520 = 72,48$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,745 / 0,0231 = 118,86$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (72,48)^2 = 15,03 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (118,86)^2 = 5,59 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/15,03} = 1,237$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/5,59} = 2,029$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,237 - 0,5) + (1,237)^2] = 1,339$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (2,029 - 0,5) + (2,029)^2] = 2,711$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,339 + \sqrt{1,339^2 - 1,237^2}) = 0,540$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,711 + \sqrt{2,711^2 - 2,029^2}) = 0,222$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 144,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,4 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{3,14} = 0,222 \times 14,15 = k_{c,z} f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=5,49$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AS":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,540 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{12,4}{18,46} = \mathbf{0,676} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,222 \times 14,15} + \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{12,4}{18,46} = \mathbf{0,479} < \mathbf{1}$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=5,49$  m, przy obciążeniach "AS".

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwłóknieniem ( $k_{crit} = 1$ ).

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 6,6 / 432,00 \times 10^3 = 15,2 < 18,5 = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=5,49$  m, przy obciążeniach "AS":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{11,08} + \frac{15,2}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,8 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{15,2}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,6 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=5,49$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AS":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{14,15^2} + \frac{12,4}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 0,7 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{12,4}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,5 < 1$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=0,34$  m;  $x_b=5,15$  m, przy obciążeniach "AS".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 5,9 / 144,0 \times 10 = 0,6 \text{ MPa}$$

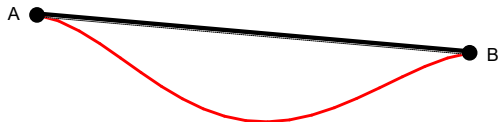
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 144,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,0^2} = 0,6 < 1,8 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla  $x_a=2,74$  m;  $x_b=2,74$  m, przy obciążeniach "AS".

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 250 = 22,0 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas  $u_{net,fin} = 32,9 \text{ mm}$ .

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "s"):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1 + k_{def}) = -0,3 \times (1 + 0,60) = -0,5 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("AS"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

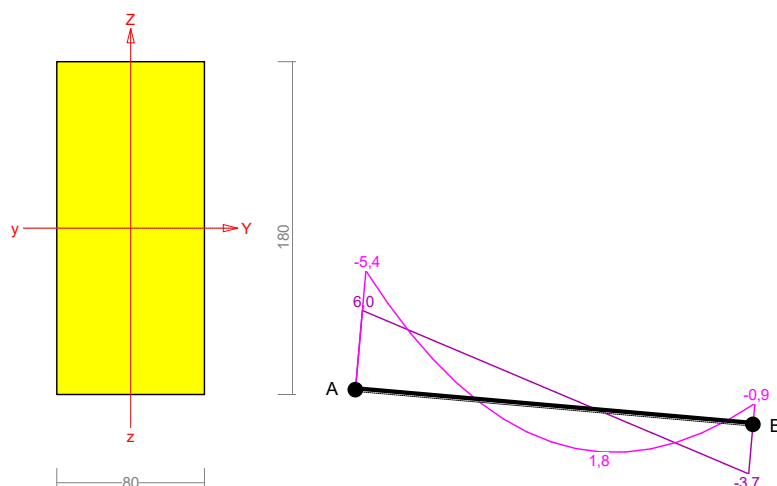
$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1 + k_{def}) = -10,8 \times (1 + 0,25) = -13,5 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,5 + -13,5 = 14,0 < 32,9 = u_{net,fin}$$

### Pręt nr 3



#### Przekrój: 1 "B 18,0x8,0"

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=80,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=3888,0; \quad J_{yg}=768,0 \text{ cm}^4; \quad A=144,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=5,2; \quad i_y=2,3 \text{ cm}; \quad W_x=432,0; \quad W_y=192,0 \text{ cm}^3.$$

#### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 3,51 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

#### Sprawdzenie nośności pręta nr 3

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

#### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=3,88 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 144,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,7 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{11,08} = f_{t,0,d}$$

#### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=3,88 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach "ASW".

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,858 \times 3,880 = 3,329 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 0,500 \times 3,880 = 1,940 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 3,329 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 1,940 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,329 / 0,0520 = 64,06$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,940 / 0,0231 = 84,00$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (64,06)^2 = 19,24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (84,00)^2 = 11,19 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/19,24} = 1,093$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/11,19} = 1,434$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,093 - 0,5) + (1,093)^2] = 1,157$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,434 - 0,5) + (1,434)^2] = 1,621$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,157 + \sqrt{1,157^2 - 1,093^2}) = 0,651$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,621 + \sqrt{1,621^2 - 1,434^2}) = 0,421$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 144,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,0 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{5,95} = 0,421 \times 14,15 = k_{c,z} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a = 3,88 \text{ m}$ ;  $x_b = 0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach "ASW":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,651 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{1,8}{18,46} = \mathbf{0,100} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,421 \times 14,15} + \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{1,8}{18,46} = \mathbf{0,070} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a = 0,00 \text{ m}$ ;  $x_b = 3,88 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem ( $k_{crit} = 1$ ).

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 5,4 / 432,00 \times 10^3 = \mathbf{12,4} < \mathbf{18,5} = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a = 0,00 \text{ m}$ ;  $x_b = 3,88 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{11,08} + \frac{12,4}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,7} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{11,08} + 0,7 \times \frac{12,4}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,5} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a = 3,88 \text{ m}$ ;  $x_b = 0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach "ASW":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{14,15^2} + \frac{1,8}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,1} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{1,8}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,1} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a = 0,48 \text{ m}$ ;  $x_b = 3,39 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 4,8 / 144,0 \times 10 = 0,5 \text{ MPa}$$

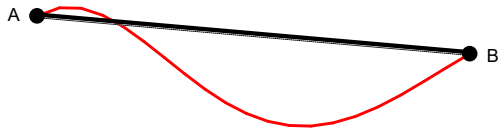
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 144,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,0^2} = 0,5 < 1,8 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**



Wyniki dla  $x_a=2,42$  m;  $x_b=1,45$  m, przy obciążeniach "AS".

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 15,5 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas  $u_{\text{net,fin}} = 23,3$  mm.

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "..."):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -0,1 \times (1 + 0,80) = -0,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("AS"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: *Średniotrwale* (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -2,4 \times (1 + 0,25) = -3,0 \text{ mm}$$

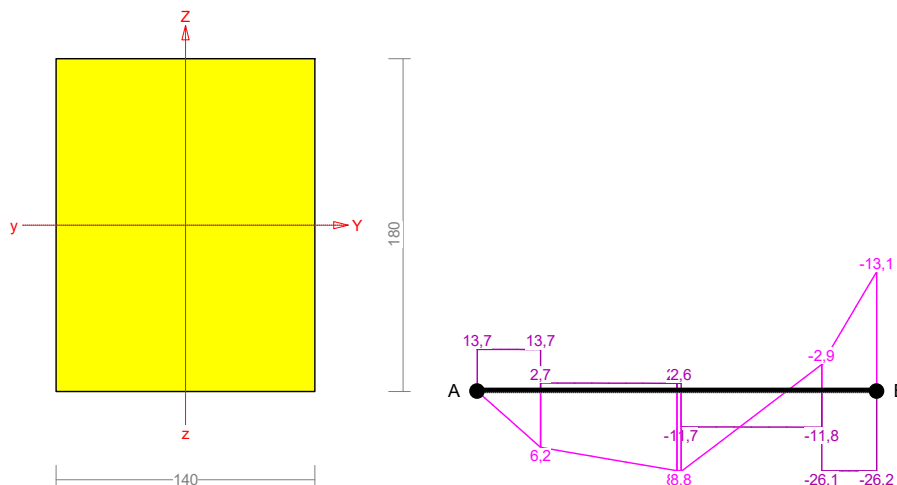
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,1 + -3,0 = 3,2 < 23,3 = u_{\text{net,fin}}$$

## 2.2. Płatew drewniana

### Pręt nr 1



**Przekrój: 2 "B 18,0x14,0"**

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm } b=140,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=6804,0; J_{yg}=4116,0 \text{ cm}^4; A=252,00 \text{ cm}^2; i_x=5,2; i_y=4,0 \text{ cm; } W_x=756,0; W_y=588,0 \text{ cm}^3.$$

**Własności techniczne drewna:**

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 3,51 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

## Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=2,84 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 252,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 3,9 / 252,00 \times 10 = \mathbf{0,2} < \mathbf{11,08} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=2,84 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem ( $k_{crit} = 1$ ).

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 13,1 / 756,00 \times 10^3 = \mathbf{17,4} < \mathbf{18,5} = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,84 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{11,08} + \frac{17,4}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{1,0} = \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{11,08} + 0,7 \times \frac{17,4}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,7} < \mathbf{1}$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=2,45 \text{ m}$ ;  $x_b=0,39 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 26,1 / 252,0 \times 10 = 1,6 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 252,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,6^2 + 0,0^2} = \mathbf{1,6} < \mathbf{1,8} = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla  $x_a=1,30 \text{ m}$ ;  $x_b=1,54 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 250 = 11,4 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas  $u_{net,fin} = 17,0 \text{ mm}$ .

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + “”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (180,0/2840)^2] (1 + 0,80) = -0,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych (“AS”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

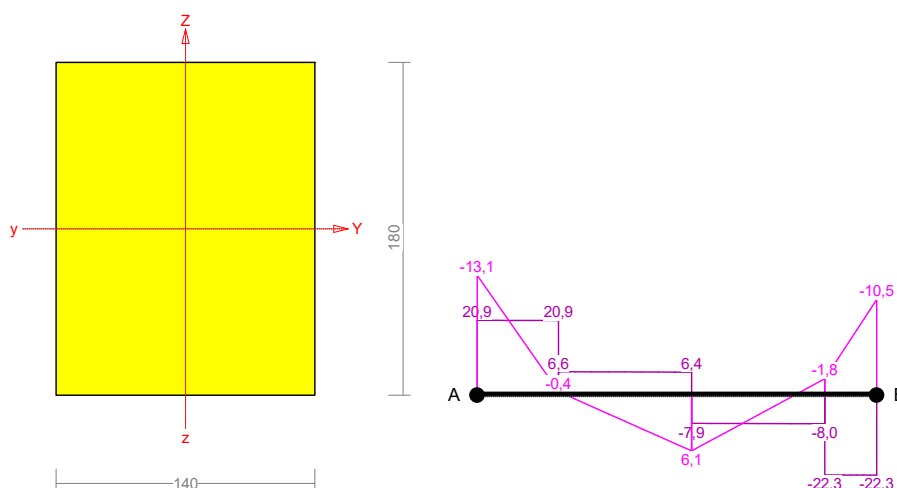
$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -6,7 \times [1 + 19,2 \times (180,0/2840)^2] (1 + 0,25) = -9,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,1 + -9,1 = 9,2 < 17,0 = u_{\text{net,fin}}$$

## Pręt nr 2



**Przekrój: 2** “B 18,0x14,0”

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_x=6804,0; \quad J_y=4116,0 \text{ cm}^4; \quad A=252,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=5,2; \quad i_y=4,0 \text{ cm}; \quad W_x=756,0; \quad W_y=588,0 \text{ cm}^3.$$

**Własności techniczne drewna:**

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{\text{mod}} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 3,51 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,\text{mean}} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,\text{mean}} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{\text{mean}} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

## Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne



wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,00$  m, przy obciążeniach "AS".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 252,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 3,9 / 252,00 \times 10 = 0,2 < 11,08 = f_{t,0,d}$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,00$  m, przy obciążeniach "AS".

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 3000 + 180 + 180 = 3360 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \frac{\sqrt{l_d h f_{m,d}}}{\sqrt{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3360 \times 180 \times 18,46}{3,142 \times 140^2 \times 8000}} \times \sqrt{\frac{12000}{750}} = 0,301$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 13,1 / 756,00 \times 10^3 = 17,4 < 18,5 = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,00$  m, przy obciążeniach "AS":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{11,08} + \frac{17,4}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = 1,0 = 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{11,08} + 0,7 \times \frac{17,4}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = 0,7 < 1$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=3,00$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AS".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 22,3 / 252,0 \times 10 = 1,3 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 252,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,3^2 + 0,0^2} = 1,3 < 1,8 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla  $x_a=1,61$  m;  $x_b=1,39$  m, przy obciążeniach "AS".

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 20,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + "“"):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3000)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("AS"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

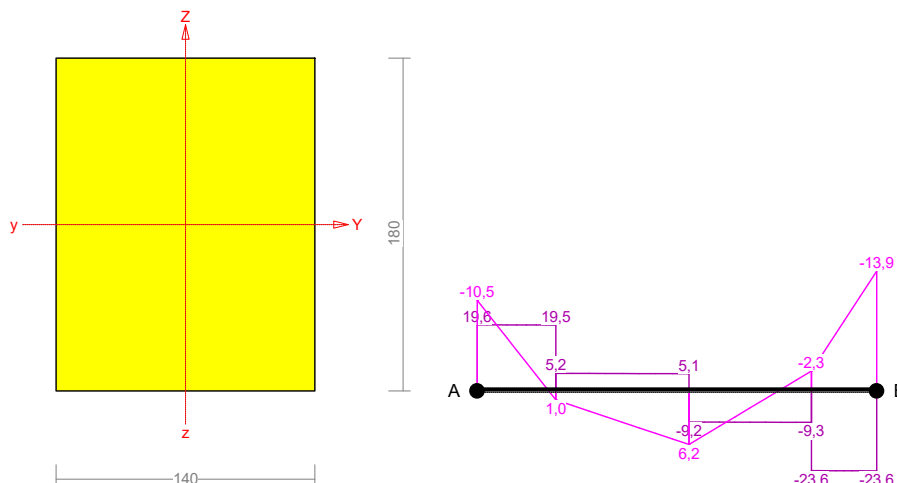
$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -3,1 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3000)^2] (1 + 0,60) = -5,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,0 + -5,3 = 5,4 < 20,0 = u_{net,fin}$$

### Pręt nr 3



#### Przekrój: 2 "B 18,0x14,0"

Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=6804,0; \quad J_{yg}=4116,0 \text{ cm}^4; \quad A=252,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=5,2; \quad i_y=4,0 \text{ cm}; \quad W_x=756,0; \quad W_y=588,0 \text{ cm}^3.$$

#### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Sredniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 20,77 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 15,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 3,95 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 2,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

### Sprawdzenie nośności pręta nr 3

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

#### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=3,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 252,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 3,9 / 252,00 \times 10 = \mathbf{0,2} < \mathbf{12,46} = f_{t,0,d}$$

#### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=3,00$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AS".

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 3000 + 180 + 180 = 3360 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3360 \times 180 \times 20,77}{3,142 \times 140^2 \times 8000}} \times \sqrt{\frac{12000}{750}} = 0,319$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 13,9 / 756,00 \times 10^3 = \mathbf{18,4} < \mathbf{20,8} = 1,000 \times 20,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=3,00$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "AS":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{12,46} + \frac{18,4}{20,77} + 0,7 \times \frac{0,0}{20,77} = \mathbf{0,9} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{12,46} + 0,7 \times \frac{18,4}{20,77} + \frac{0,0}{20,77} = \mathbf{0,6} < \mathbf{1}$$

#### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=2,63$  m;  $x_b=0,37$  m, przy obciążeniach "AS".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 23,6 / 252,0 \times 10 = 1,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 252,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,4^2 + 0,0^2} = \mathbf{1,4} < \mathbf{2,1} = 1,000 \times 2,08 = k_v f_{v,d}$$

#### Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla  $x_a=1,47$  m;  $x_b=1,53$  m, przy obciążeniach "AS" liczone od cięciwy pręta.

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = l / 150 = 20,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń statycznych (ciężar własny + "AS"):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3000)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("AS"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Chwilowe** (np. na skutek awarii).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = -3,3 \times [1 + 19,2 \times (180,0/3000)^2] (1 + 0,00) = -3,5 \text{ mm}$$

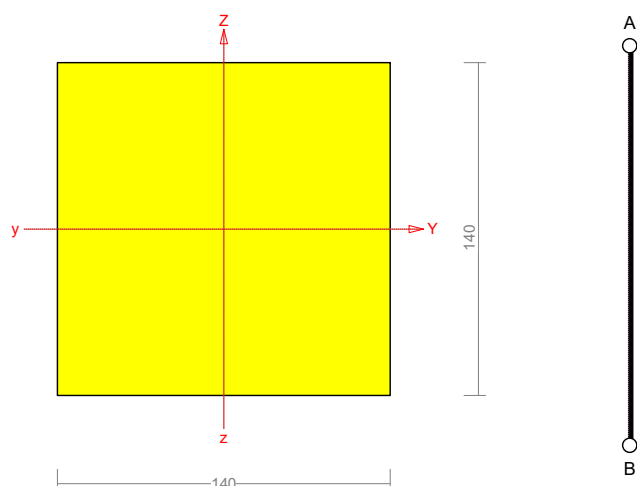
$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 + k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,0 + -3,5 = \mathbf{3,6} < \mathbf{20,0} = u_{net,fin}$$

## 2.3. Słup drewniany

### Pręt nr 4



#### Przekrój: 1 "B 14,0x14,0"

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=3201,3; \quad J_{yg}=3201,3 \text{ cm}^4; \quad A=196,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=4,0; \quad i_y=4,0 \text{ cm}; \quad W_x=457,3; \quad W_y=457,3 \text{ cm}^3.$$

#### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwale** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 3,51 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

#### Sprawdzenie nośności pręta nr 4

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

#### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,68 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 0,680 = 0,680 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 0,680 = 0,680 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 0,680 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 0,680 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 0,680 / 0,0404 = 16,83$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 0,680 / 0,0404 = 16,83$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (16,83)^2 = 278,90 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (16,83)^2 = 278,90 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23 / 278,90} = 0,287$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23 / 278,90} = 0,287$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,287 - 0,5) + (0,287)^2] = 0,520$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,287 - 0,5) + (0,287)^2] = 0,520$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,520 + \sqrt{0,520^2 - 0,287^2}) = 1,049$$

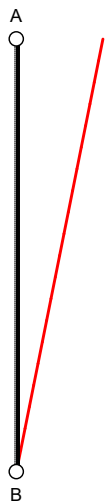
$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,520 + \sqrt{0,520^2 - 0,287^2}) = 1,049$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 196,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 41,9 / 196,00 \times 10 = \mathbf{2,1} < \mathbf{14,85} = 1,049 \times 14,15 = k_{c,f_{c,0,d}}$$

**Stan graniczny użytkowania:**



Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=0,68 \text{ m}$ , przy obciążeniach “AS”.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 250 = 2,7 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + “”):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/680)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/680)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych (“AS”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: *Średniotrwale* (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

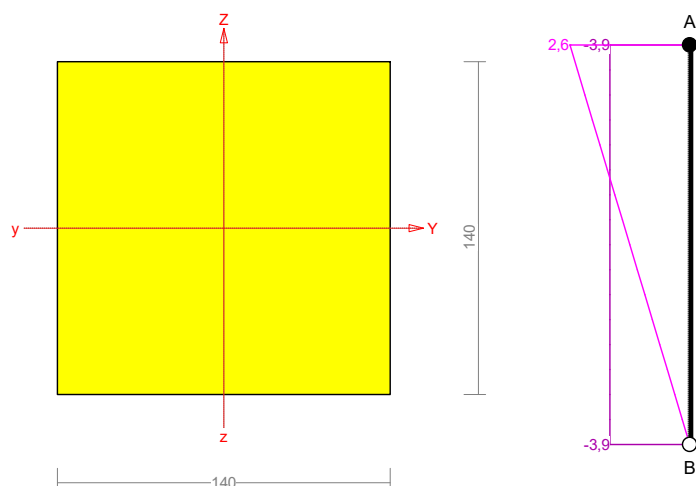
$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,1 \times [1 + 19,2 \times (140,0/680)^2] (1 + 0,25) = 0,2 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/680)^2] (1 + 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,0 + 0,2 = \mathbf{0,2} < \mathbf{2,7} = u_{net,fin}$$

## Pręt nr 5



### Przekrój: 1 "B 14,0x14,0"

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=3201,3; \quad J_{yg}=3201,3 \text{ cm}^4; \quad A=196,00 \text{ cm}^2; \quad i_x=4,0; \quad i_y=4,0 \text{ cm}; \quad W_x=457,3; \quad W_y=457,3 \text{ cm}^3.$$

### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C30.**

$$f_{m,k} = 30,00$$

$$f_{m,d} = 18,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 18,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

$$f_{t,90,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23,00$$

$$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 5,70$$

$$f_{c,90,d} = 3,51 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,00$$

$$f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 400 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 750 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

### Sprawdzenie nośności pręta nr 5

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

#### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,68 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,855 \times 0,680 = 0,581 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 0,680 = 0,680 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 0,581 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 0,680 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\begin{aligned}
\lambda_y &= l_{c,y} / i_y = 0,581 / 0,0404 = 14,39 \\
\lambda_z &= l_{c,z} / i_z = 0,680 / 0,0404 = 16,83 \\
\sigma_{c,crit,y} &= \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 8000 / (14,39)^2 = 381,52 \text{ MPa} \\
\sigma_{c,crit,z} &= \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 8000 / (16,83)^2 = 278,90 \text{ MPa} \\
\lambda_{rel,y} &= \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{23/381,52} = 0,246 \\
\lambda_{rel,z} &= \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{23/278,90} = 0,287 \\
k_y &= 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,246 - 0,5) + (0,246)^2] = 0,505 \\
k_z &= 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,287 - 0,5) + (0,287)^2] = 0,520 \\
k_{c,y} &= 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,505 + \sqrt{0,505^2 - 0,246^2}) = 1,057 \\
k_{c,z} &= 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,520 + \sqrt{0,520^2 - 0,287^2}) = 1,049
\end{aligned}$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 196,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 52,3 / 196,00 \times 10 = \mathbf{2,7 < 14,85} = 1,049 \times 14,15 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=0,68 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS":

$$\begin{aligned}
\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} &= \frac{2,7}{1,057 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{5,8}{18,46} = \mathbf{0,490 < 1} \\
\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} &= \frac{2,7}{1,049 \times 14,15} + \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{5,8}{18,46} = \mathbf{0,398 < 1}
\end{aligned}$$

**Nośność na zginanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=0,68 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 680 + 140 + 140 = 960 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{960 \times 140 \times 18,46}{3,142 \times 140^2 \times 8000}} \times \sqrt{\frac{12000}{750}} = 0,142$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,6 / 457,33 \times 10^3 = \mathbf{5,8 < 18,5} = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=0,68 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS":

$$\begin{aligned}
\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= \frac{0,0}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,0 < 1} \\
k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,0 < 1}
\end{aligned}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=0,68 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS":

$$\begin{aligned}
\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= \frac{2,7^2}{14,15^2} + \frac{5,8}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,3 < 1} \\
\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= \frac{2,7^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{5,8}{18,46} + \frac{0,0}{18,46} = \mathbf{0,3 < 1}
\end{aligned}$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=0,68 \text{ m}$ , przy obciążeniach "AS".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 3,9 / 196,0 \times 10 = 0,3 \text{ MPa}$$

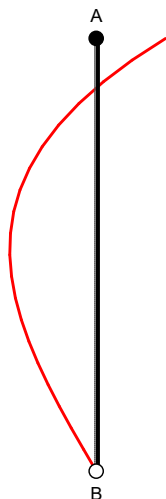
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 196,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,3^2 + 0,0^2} = 0,3 < 1,8 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**



Wyniki dla  $x_a=0,34$  m;  $x_b=0,34$  m, przy obciążeniach “AS”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 4,5 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + “”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/680)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/680)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych (“AS”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,1 \times [1 + 19,2 \times (140,0/680)^2] (1 + 0,60) = -0,4 \text{ mm}$$

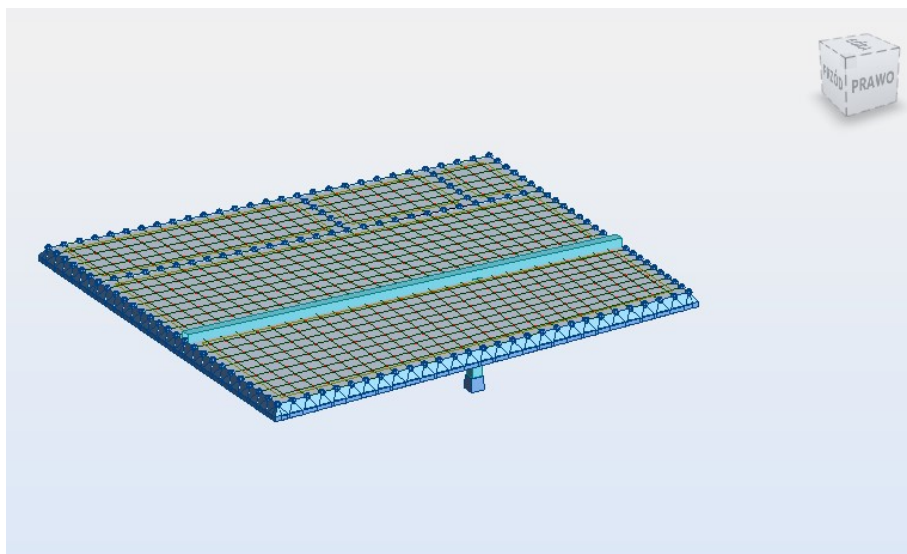
$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/680)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = 0,0 + -0,4 = 0,4 < 4,5 = u_{\text{net,fin}}$$

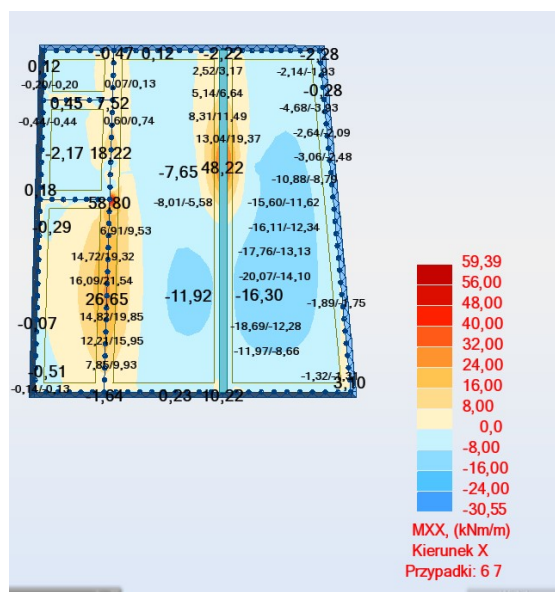
### III. Strop żelbetowy

#### 3.1. Model obliczeniowy





### 3.2. Mapy momentów zginających.



### 3.3. Wymiarowanie.

Dane:  $M_{Sd} = 48,22 \text{ kNm}$ ;

Beton C16/20 (B20):  $f_{cd} = 10,6 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctm} = 1,9 \text{ MPa}$ ;

Stal A-III (34GS):  $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$ ,  $f_{yk} = 410 \text{ MPa}$ ,

$\xi_{lim} = 0,53$ ;

$h = 15 \text{ cm}$ ,  $b = 100 \text{ cm}$ ,  $a_1 = 2,3 \text{ cm}$ ,  $a_2 = 2,3 \text{ cm}$ ;

$\alpha_{cc} = 0,85$ ;

Wysokość użyteczna przekroju:  $d = h - a_1 = 12,7 \text{ cm}$ ;

Moment sprowadzony:

$$\mu = M_{Sd} / (\alpha_{cc} \cdot b_{eff} \cdot f_{cd} \cdot d^2) = 0,3318;$$

Sprowadzona wysokość strefy ściskanej:

$$\xi_{eff} = 1 - \text{PIERW}(1 - 0,5 \cdot \mu) = 0,31 < \xi_{lim} = 0,53 - \text{przekrój pojedynczo zbrojony};$$

Zbrojenie rozciągane:

$$A_{s1} = \xi_{eff} \cdot d \cdot b_{eff} \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{cd} / f_{yd} = 10,03 \text{ cm}^2;$$

Zbrojenie minimalne:

$$A_{min1} = 0,0013 \cdot b_{eff} \cdot d = 1,53 \text{ cm}^2;$$

$$A_{min2} = 0,26 \cdot b_{eff} \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 1,41 \text{ cm}^2;$$

$$A_{min} = 1,53 \text{ cm}^2;$$

Stopień zbrojenia:

$$A_c = b \cdot h = 1500 \text{ cm}^2;$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 15,43 \text{ cm}^2;$$

$$\rho = A_s / A_c = 1,22 \text{ } \%$$

Przyjęto zbrojenie rozciągane:

$$A_s = 10,03 \text{ cm}^2;$$

$$9 \text{ prętów } \varnothing 12 \text{ mm} = 10,18 \text{ cm}^2$$

## IV. Słupy żelbetowe

### Słup S1

#### 4.1 Geometria:

Prostokąt

30,0 x 30,0 (cm)

Wysokość:

= 3,25 (m)

Grubość płyty	= 0,15 (m)
Wysokość belki	= 0,50 (m)
Otulina zbrojenia	= 5,0 (cm)
Ac	= 900,00 (cm <sup>2</sup> )
Icy	= 67500,0 (cm <sup>4</sup> )
Icz	= 67500,0 (cm <sup>4</sup> )
dy	= 25,0 (cm)
dz	= 25,0 (cm)

#### 4.2 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Słup prefabrykowany : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Metoda obliczeń : uproszczona
- Konstrukcja o węzłach nieprzesuwnych

#### 4.3 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	$\gamma_f$	$N_d/N$	N (kN)	Myg (kN*m)	Myd (kN*m)	My (kN*m)	Mzg (kN*m)	Mzd (kN*m)	Mz
	(kN*m)										
KOMB1 13,95	obliczeniowe	7	1,00	1,00	336,46	-6,51	3,25	-2,61	-34,86	17,41	-
KOMB2 18,91	obliczeniowe	7	1,00	1,00	448,12	-9,90	4,95	-3,96	-47,25	23,60	-

$\gamma_f$  - współczynnik obciążenia

#### 4.4 Wyniki obliczeniowe:

##### 4.4.1 Analiza SGN

##### Kombinacja wymiarująca: KOMB2 (A)

Siły przekrojowe:

$$N_{sd} = 448,12 \text{ (kN)} \quad M_{sdy} = -9,90 \text{ (kN*m)} \quad M_{sdz} = -47,25 \text{ (kN*m)}$$

Siły wymiarujące: węzeł górny

$$N_{sd} = 448,12 \text{ (kN)} \quad N_{sd} \cdot e_{totz} = -14,39 \text{ (kN*m)} \quad N_{sd} \cdot e_{toty} = -51,73 \text{ (kN*m)}$$

##### 4.4.1.1 Mimośród:

Mimośród:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
statyczny	ee: -2,2 (cm)	-10,5 (cm)
niezamierzony	ea: -1,0 (cm)	-1,0 (cm)
początkowy	e0: -3,2 (cm)	-11,5 (cm)
całkowity	etot: -3,2 (cm)	-11,5 (cm)

##### 4.4.1.2 Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

##### 4.4.1.2.1 Siła krytyczna (38)

$$N_{crit} = (9 / l_o^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_o / h) + 0.1) + E_s * I_s] = 3063,43 \text{ (kN)}$$

$$l_o = 2,93 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 29890,98 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 67500,0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 452,4 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$klt = 2,00$$

$$\phi = 2,00$$

$$N_d/N = 1,00$$

$$e_o/h = \max(e_o/h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_o/h - 0.01 * f_{cd}) = -0,11$$

$$e_o = -3,2 \text{ (cm)}$$

$$h = 30,0 \text{ (cm)}$$

#### 4.4.1.2.2 Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana

$l_{col}$ (m)	$l_o$ (m)	$\lambda$	$\lambda_{lim}$	$\lambda_{crit}$	
3,25	2,93	33,77	25,00	104,00	Słup smukły

#### 4.4.1.2.3 Analiza wyboczenia

$$M1 = 4,95 \text{ (kN*m)} \quad M2 = -9,90 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), pominięcie wpływu smukłości

$$Msd = -9,90 \text{ (kN*m)}$$

$$ee = Msd/Nsd = -2,2 \text{ (cm)}$$

$$ea = \max(l_{col}/600, h_y/30, 1.0\text{cm}) = -1,0 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 3,25 \text{ (m)}$$

$$h_y = 30,0 \text{ (cm)}$$

$$eo = ee + ea = -3,2 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$etot = \eta * eo = -3,2 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$\eta = 1 \text{ (pominięcie wpływu smukłości)}$$

#### 4.4.1.3 Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

##### 4.4.1.3.1 Siła krytyczna (38)

$$N_{crit} = (9 / l_o^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_o / h) + 0.1) + E_s * I_s] = 2686,28 \text{ (kN)}$$

$$l_o = 2,93 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 29890,98 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 67500,0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 452,4 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$klt = 2,00$$

$$\phi = 2,00$$

$$N_d/N = 1,00$$

$$eo/h = \max(eo/h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_o / h - 0.01 * f_{cd}) = -0,38$$

$$eo = -3,2 \text{ (cm)}$$

$$h = 30,0 \text{ (cm)}$$

##### 4.4.1.3.2 Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana

$l_{col}$ (m)	$l_o$ (m)	$\lambda$	$\lambda_{lim}$	$\lambda_{crit}$	
3,25	2,93	33,77	25,00	104,00	Słup smukły

##### 4.4.1.3.3 Analiza wyboczenia

$$M1 = 23,60 \text{ (kN*m)} \quad M2 = -47,25 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), pominięcie wpływu smukłości

$$Msd = -47,25 \text{ (kN*m)}$$

$$ee = Msd/Nsd = -10,5 \text{ (cm)}$$

$$ea = \max(l_{col}/600, h_z/30, 1.0\text{cm}) = -1,0 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 3,25 \text{ (m)}$$

$$h_z = 30,0 \text{ (cm)}$$

$$eo = ee + ea = -11,5 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$etot = \eta * eo = -11,5 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$\eta = 1 \text{ (pominięcie wpływu smukłości)}$$

#### 4.4.2 Nośność

$$(e_z * b) / (e_y * h) = 3,60$$

$$m_n = 1,00$$

$$N_{Rdz} = 520,06 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rdy} = 1064,57 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rdo} = 1352,30 \text{ (kN)}$$

$$m_n * N_{Sd} = 448,12 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd} = 1 / ((1 / N_{Rdz}) + (1 / N_{Rdy}) - (1 / N_{Rdo})) = 471,09 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd}/N_{Sd} = 1,05$$

#### 4.4.3 Zbrojenie:

Przekrój zbrojony prętami	$\phi 12,0$ (mm)
Całkowita liczba prętów w przekroju	= 4
Liczba prętów na boku b	= 2
Liczba prętów na boku h	= 2
rzeczywista powierzchnia	$A_{sr} = 4,52$ (cm <sup>2</sup> )
Stopień zbrojenia:	$\mu = A_{sr}/A_c = 0,50$ %

#### 4.5 Zbrojenie:

##### Pręty główne (A-III (34GS)):

- 4  $\phi 12$        $l = 3,20$  (m)

### Słup S2

#### 4.6 Geometria:

Prostokąt	30,0 x 30,0 (cm)
Wysokość:	= 5,70 (m)
Grubość płyty	= 0,28 (m)
Wysokość belki	= 0,40 (m)
Otulina zbrojenia	= 5,0 (cm)
$A_c$	= 900,00 (cm <sup>2</sup> )
$I_{cy}$	= 67500,0 (cm <sup>4</sup> )
$I_{cz}$	= 67500,0 (cm <sup>4</sup> )
$d_y$	= 25,0 (cm)
$d_z$	= 25,0 (cm)

#### 4.6 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Słup prefabrykowany : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Metoda obliczeń : uproszczona
- Konstrukcja o węzłach nieprzesuwnych

#### 4.7 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	$\gamma_f$	$N_d/N$	N (kN)	$M_{yg}$ (kN*m)	$M_{yd}$ (kN*m)	$M_y$ (kN*m)	$M_{zg}$ (kN*m)	$M_{zd}$ (kN*m)	Mz
	(kN*m)										
KOMB1 0,24	obliczeniowe	10	1,00	1,00	506,94	-0,41	0,21	-0,17	-0,60	0,30	-
KOMB2 0,26	obliczeniowe	10	1,00	1,00	527,25	-0,42	0,21	-0,17	-0,64	0,32	-
KOMB3 0,25	obliczeniowe	10	1,00	1,00	527,04	-0,45	0,23	-0,18	-0,64	0,32	-
KOMB4 0,27	obliczeniowe	10	1,00	1,00	547,35	-0,46	0,23	-0,18	-0,68	0,34	-
KOMB5 0,28	obliczeniowe	10	1,00	1,00	560,92	-0,46	0,23	-0,18	-0,71	0,35	-
KOMB6 0,28	obliczeniowe	10	1,00	1,00	560,72	-0,49	0,25	-0,20	-0,71	0,35	-
KOMB7 0,30	obliczeniowe	10	1,00	1,00	581,02	-0,50	0,25	-0,20	-0,75	0,37	-
KOMB8 0,30	obliczeniowe	10	1,00	1,00	651,99	-0,51	0,26	-0,20	-0,75	0,37	-
KOMB9 0,30	obliczeniowe	10	1,00	1,00	651,79	-0,54	0,27	-0,22	-0,74	0,37	-
KOMB10 0,31	obliczeniowe	10	1,00	1,00	672,09	-0,55	0,28	-0,22	-0,79	0,39	-

$\gamma_f$  - współczynnik obciążenia

## 4.8 Wyniki obliczeniowe:

### 4.8.1 Analiza SGN

#### Kombinacja wymiarująca: KOMB10 (C)

Siły przekrojowe:

$$N_{sd} = 672,09 \text{ (kN)} \quad M_{sdy} = -0,22 \text{ (kN*m)} \quad M_{sdz} = -0,31 \text{ (kN*m)}$$

Siły wymiarujące: przekrój środkowy słupa

$$N_{sd} = 672,09 \text{ (kN)} \quad N_{sd}^{*etotz} = -12,81 \text{ (kN*m)} \quad N_{sd}^{*etoty} = -12,98 \text{ (kN*m)}$$

#### 4.8.1.1 Mimośród:

Mimośród:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
statyczny	ee: -0,0 (cm)	-0,0 (cm)
niezamierzony	ea: -1,0 (cm)	-1,0 (cm)
początkowy	e0: -1,0 (cm)	-1,0 (cm)
całkowity	etot: -1,9 (cm)	-1,9 (cm)

#### 4.8.1.2 Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

##### 4.8.1.2.1 Siła krytyczna (38)

$$N_{crit} = (9 / l_o^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_o / h) + 0.1) + E_s * I_s] = 1467,56 \text{ (kN)}$$

$$l_o = 4,39 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 29890,98 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 67500,0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 452,4 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$klt = 2,00$$

$$\phi = 2,00$$

$$N_d / N = 1,00$$

$$e_o / h = \max(e_o / h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_o / h - 0.01 * f_{cd}) = 0,22$$

$$e_o = -1,0 \text{ (cm)}$$

$$h = 30,0 \text{ (cm)}$$

##### 4.8.1.2.2 Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana

$l_{col}$ (m)	$l_o$ (m)	$\lambda$	$\lambda_{lim}$	$\lambda_{crit}$	
5,70	4,39	50,68	25,00	104,00	Słup smukły

##### 4.8.1.2.3 Analiza wyboczenia

$$M1 = 0,28 \text{ (kN*m)} \quad M2 = -0,55 \text{ (kN*m)} \quad M3 = -0,22 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój środkowy słupa, uwzględnienie wpływu smukłości

$$ee = (0,6M1sd + 0,4M2sd) / Nsd = -0,0 \text{ (cm)} \quad (32)$$

$$ee_{min} = 0,4M1sd / Nsd \quad (33)$$

$$ea = \max(l_{col}/600, h_y/30, 1.0\text{cm}) = -1,0 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 5,70 \text{ (m)}$$

$$h_y = 30,0 \text{ (cm)}$$

$$eo = ee + ea = -1,0 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$etot = \eta * eo = -1,9 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$\eta = 1 / (1 - Nsd / N_{crit}) = 1,84 \quad (37)$$

$$N_{crit} = 1467,56 \text{ (kN)} \quad (38)$$

#### 4.8.1.3 Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

##### 4.8.1.3.1 Siła krytyczna (38)

$$N_{crit} = (9 / l_o^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_o / h) + 0.1) + E_s * I_s] = 1467,56 \text{ (kN)}$$

$$l_o = 4,39 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 29890,98 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 67500,0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$\begin{aligned}
I_s &= 452,4 \text{ (cm}^4\text{)} \\
k_{lt} &= 2,00 \\
\phi &= 2,00 \\
N_d/N &= 1,00 \\
e_o/h &= \max(e_o/h, 0.05, 0.5 - 0.01 \cdot l_o/h - 0.01 \cdot f_{cd}) = 0,22 \\
e_o &= -1,0 \text{ (cm)} \\
h &= 30,0 \text{ (cm)}
\end{aligned}$$

#### 4.8.1.3.2 Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana					
$l_{col}$ (m)	$l_o$ (m)	$\lambda$	$\lambda_{lim}$	$\lambda_{crit}$	
5,70	4,39	50,68	25,00	104,00	Słup smukły

#### 4.8.1.3.3 Analiza wyboczenia

$$\begin{aligned}
M_1 &= 0,39 \text{ (kN}\cdot\text{m)} & M_2 &= -0,79 \text{ (kN}\cdot\text{m)} & M_3 &= -0,31 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \\
\text{Przypadek: przekrój środkowy słupa, uwzględnienie wpływu smukłości} & & & & & \\
e_e &= (0,6M_1sd + 0,4M_2sd) / N_{sd} = -0,0 \text{ (cm)} & (32) \\
e_{e \min} &= 0,4M_1sd/N_{sd} & (33) \\
e_a &= \max(l_{col}/600, h_z/30, 1.0\text{cm}) = -1,0 \text{ (cm)} \\
l_{col} &= 5,70 \text{ (m)} \\
h_z &= 30,0 \text{ (cm)} \\
e_o &= e_e + e_a = -1,0 \text{ (cm)} & (31) \\
e_{tot} &= \eta \cdot e_o = -1,9 \text{ (cm)} & (36) \\
\eta &= 1/(1 - N_{sd}/N_{crit}) = 1,84 & (37) \\
N_{crit} &= 1467,56 \text{ (kN)} & (38)
\end{aligned}$$

#### 4.8.2 Nośność

$$\begin{aligned}
(e_z \cdot b) / (e_y \cdot h) &= 1,01 \\
m_n &= 1,00 \\
N_{Rdz} &= 1177,18 \text{ (kN)} \\
N_{Rdy} &= 1179,31 \text{ (kN)} \\
N_{Rdo} &= 1352,30 \text{ (kN)} \\
m_n \cdot N_{sd} &= 672,09 \text{ (kN)} \\
N_{Rd} &= 1 / ((1 / N_{Rdz}) + (1 / N_{Rdy}) - (1 / N_{Rdo})) = 1043,88 \text{ (kN)} \\
N_{Rd}/N_{sd} &= 1,38
\end{aligned}$$

#### 4.8.3 Zbrojenie:

Przekrój zbrojony prętami	$\phi 12,0$ (mm)
Całkowita liczba prętów w przekroju	= 4
Liczba prętów na boku b	= 2
Liczba prętów na boku h	= 2
rzeczywista powierzchnia	$A_{sr} = 4,52 \text{ (cm}^2\text{)}$
Stopień zbrojenia:	$\mu = A_{sr}/A_c = 0,50 \%$

#### 4.9 Zbrojenie:

##### Pręty główne (A-III (34GS)):

- 4  $\phi 12$   $l = 5,65$  (m)

### V. Stopa fundamentowa

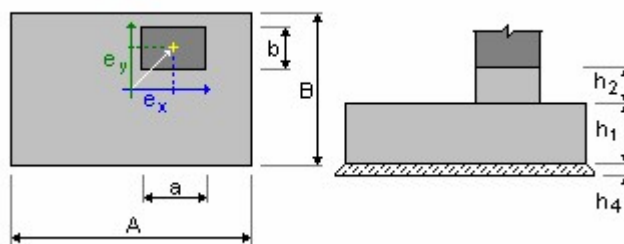
#### 5.1 Dane podstawowe

##### 5.1.1 Założenia

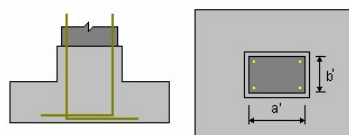
- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-81/B-03020

- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Dobór kształtu : bez ograniczeń

### 5.1.2 Geometria:



A	= 1,20 (m)	a	= 0,30 (m)
B	= 1,20 (m)	b	= 0,30 (m)
h1	= 0,40 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 0,86 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		



a'	= 30,0 (cm)
b'	= 30,0 (cm)
c1	= 5,0 (cm)
c2	= 5,0 (cm)

### 5.1.4 Obciążenia:

#### Obciążenia fundamentu:

Przypadek	Natura	Grupa	N (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
KOMB1	obliczeniowe	----	506,94	-0,11	0,16	-0,30	-0,21
KOMB2	obliczeniowe	----	527,25	-0,11	0,17	-0,32	-0,21
KOMB3	obliczeniowe	----	527,04	-0,12	0,17	-0,32	-0,23
KOMB4	obliczeniowe	----	547,35	-0,13	0,19	-0,34	-0,23
KOMB5	obliczeniowe	----	560,92	-0,13	0,19	-0,35	-0,23
KOMB6	obliczeniowe	----	560,72	-0,13	0,19	-0,35	-0,25
KOMB7	obliczeniowe	----	581,02	-0,14	0,20	-0,37	-0,25
KOMB8	obliczeniowe	----	651,99	-0,14	0,20	-0,37	-0,26
KOMB9	obliczeniowe	----	651,79	-0,15	0,20	-0,37	-0,27
KOMB10	obliczeniowe	----	672,09	-0,15	0,21	-0,39	-0,28

#### Obciążenia naziomu:

Przypadek	Natura	Q1 (kN/m2)
-----------	--------	---------------

## 5.2 Wymiarowanie geotechniczne

### 5.2.1 Założenia

- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: : B  
współczynnik  $m = 0,81$  - do obliczeń nośności  
współczynnik  $m = 0,72$  - do obliczeń poślizgu  
współczynnik  $m = 0,72$  - do obliczeń obrotu
- Wymiarowanie fundamentu na:  
Nośność  
Przesunięcie  
Obrót
- Graniczne położenie wypadkowej obciążeń:  
- długotrwałych: w rdzeniu I

- całkowitych: w rdzeniu II

## 5.2.2 Grunt:

Poziom gruntu:  $N_1 = 0,00$  (m)  
Poziom trzonu słupa:  $N_a = 0,00$  (m)

### 1. Gлина пяс. зв.

- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Miąższość: 1.50 (m)
- Ciężar objętościowy: 2090.42 (kG/m<sup>3</sup>)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2732.84 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 18.2 (Deg)
- Kohezja: 0.03 (MPa)
- IL / ID: 0.39
- Symbol konsolidacji: A
- Typ wilgotności: ----
- Mo: 30.09 (MPa)
- M: 33.44 (MPa)

### 2. Piasek drobny

- Poziom gruntu: -1.50 (m)
- Miąższość: 1.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 1937.46 (kG/m<sup>3</sup>)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 29.9 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)
- IL / ID: 0.40
- Symbol konsolidacji: ----
- Typ wilgotności: mokre
- Mo: 52.00 (MPa)
- M: 65.00 (MPa)

## 5.2.3 Stany graniczne

### Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe

Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB10 N=672,09 Mx=-0,39**  
**My=-0,28 Fx=-0,15 Fy=0,21**

Współczynniki obciążeniowe: **1.10** \* ciężar fundamentu  
**1.20** \* ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 46,19 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 718,28 (kN) Mx = -0,66 (kN\*m) My = -0,47 (kN\*m)

Mimośród działania obciążenia:

eB = 0,00 (m) eL = -0,00 (m)

Wymiary zastępcze fundamentu: B<sub>-</sub> = 1,20 (m) L<sub>-</sub> = 1,20 (m)

Głębokość posadowienia: Dmin = 1,26 (m)

Współczynniki nośności:

NB = 0.78

Nc = 11.92

ND = 4.51

Współczynniki wpływu nachylenia obciążenia:

iB = 1.00

iC = 1.00

iD = 1.00

Parametry geotechniczne:



$c_u = 0.03 \text{ (MPa)}$   $\phi_u = 16,42$   
 $\rho_D = 1881.38 \text{ (kg/m}^3\text{)}$   $\rho_B = 1771.29 \text{ (kg/m}^3\text{)}$   
 Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 1026,78 \text{ (kN)}$   
 Naprężenie w gruncie:  $0.50 \text{ (MPa)}$   
 Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 1.158 > 1$

## Odrywanie

Odrywanie w SGN  
 Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB7 N=581,02 Mx=-0,37**  
**My=-0,25 Fx=-0,14 Fy=0,20**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
 Powierzchnia kontaktu:  $s = -116,10$   
 $s_{lim} = 0,00$

## Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB7 N=581,02 Mx=-0,37**  
**My=-0,25 Fx=-0,14 Fy=0,20**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 35,85 \text{ (kN)}$   
 Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 616,86 \text{ (kN)}$   $M_x = -0,63 \text{ (kN*m)}$   $M_y = -0,42 \text{ (kN*m)}$   
 Wymiary zastępcze fundamentu:  $A_ = 1,20 \text{ (m)}$   $B_ = 1,20 \text{ (m)}$   
 Współczynnik tarcia fundament - grunt:  $\mu = 0,27$   
 Kohezja:  $C = 0.01 \text{ (MPa)}$   
 Współczynnik redukcji spójności gruntu =  $0,20$   
 Wartość siły poślizgu  $F = 0,25 \text{ (kN)}$   
 Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:  
 - na poziomie posadowienia:  $F(stab) = 174,38 \text{ (kN)}$   
 Stateczność na przesunięcie:  $F(stab) \cdot m / F = 511.4 > 1$

## Obrót

Wokół osi OX  
 Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB7 N=581,02 Mx=-0,37**  
**My=-0,25 Fx=-0,14 Fy=0,20**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 35,85 \text{ (kN)}$   
 Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 616,86 \text{ (kN)}$   $M_x = -0,63 \text{ (kN*m)}$   $M_y = -0,42 \text{ (kN*m)}$   
 Moment stabilizujący:  $M_{stab} = 370,12 \text{ (kN*m)}$   
 Moment obracający:  $M_{renv} = 0,63 \text{ (kN*m)}$   
 Stateczność na obrót:  $M_{stab} \cdot m / M = 422.3 > 1$

Wokół osi OY  
 Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB6 N=560,72 Mx=-0,35**  
**My=-0,25 Fx=-0,13 Fy=0,19**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 35,85 \text{ (kN)}$   
 Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 596,56 \text{ (kN)}$   $M_x = -0,59 \text{ (kN*m)}$   $M_y = -0,42 \text{ (kN*m)}$   
 Moment stabilizujący:  $M_{stab} = 357,94 \text{ (kN*m)}$   
 Moment obracający:  $M_{renv} = 0,42 \text{ (kN*m)}$   
 Stateczność na obrót:  $M_{stab} \cdot m / M = 619.6 > 1$

## 5.3 Wymiarowanie żelbetowe

### 5.3.1 Założenia

- Środowisko : X0

### 5.3.2 Analiza przebiecia i ścinania

#### Ścinanie

Kombinacja wymiarująca	<b>SGN : KOMB10 N=672,09 Mx=-0,39</b>	
<b>My=-0,28 Fx=-0,15 Fy=0,21</b>		
Współczynniki obciążeniowe:	<b>0.90</b> * ciężar fundamentu <b>0.90</b> * ciężar gruntu	
Obciążenie wymiarujące:		
Nr = 707,94 (kN)	Mx = -0,66 (kN*m)	My = -0,47 (kN*m)
Długość obwodu krytycznego:	1,20 (m)	
Siła ścinająca:	61,75 (kN)	
Wysokość użyteczna przekroju	heff = 0,34 (m)	
Powierzchnia ścinania:	A = 0,41 (m <sup>2</sup> )	
fctd = 0,89 (MPa)		
Stopień zbrojenia:	ρ = 0.13 %	
Współczynnik bezpieczeństwa:	3.243 > 1	

### 5.3.3 Zbrojenie teoretyczne

#### Stopa:

dolne:

SGN : KOMB10 N=672,09 Mx=-0,39 My=-0,28 Fx=-0,15 Fy=0,21  
My = 42,67 (kN\*m) A<sub>sx</sub> = 4,42 (cm<sup>2</sup>/m)

SGN : KOMB10 N=672,09 Mx=-0,39 My=-0,28 Fx=-0,15 Fy=0,21  
Mx = 42,72 (kN\*m) A<sub>sy</sub> = 4,42 (cm<sup>2</sup>/m)

$$A_{s \min} = 4,42 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

górne:

$$A'_{sx} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A'_{sy} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \min} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

#### Trzon słupa:

Zbrojenie podłużne	A	= 4,52 (cm <sup>2</sup> )	A <sub>min</sub>	= 2,70 (cm <sup>2</sup> )
	A	= 2 * (Asx + Asy)		
	Asx	= 1,13 (cm <sup>2</sup> )	Asy	= 1,13 (cm <sup>2</sup> )

### 5.3.4 Zbrojenie rzeczywiste

#### 2.3.1 Stopa:

##### Dolne i górne:

Wzdłuż osi X:

$$9 \text{ A-III (34GS) } 12 \quad l = 1,10 \text{ (m)} \quad e = 1*-0,55$$

Wzdłuż osi Y:

$$9 \text{ A-III (34GS) } 12 \quad l = 1,10 \text{ (m)} \quad e = 0,25$$

## VI. Belki żelbetowe

### Podciąg P5

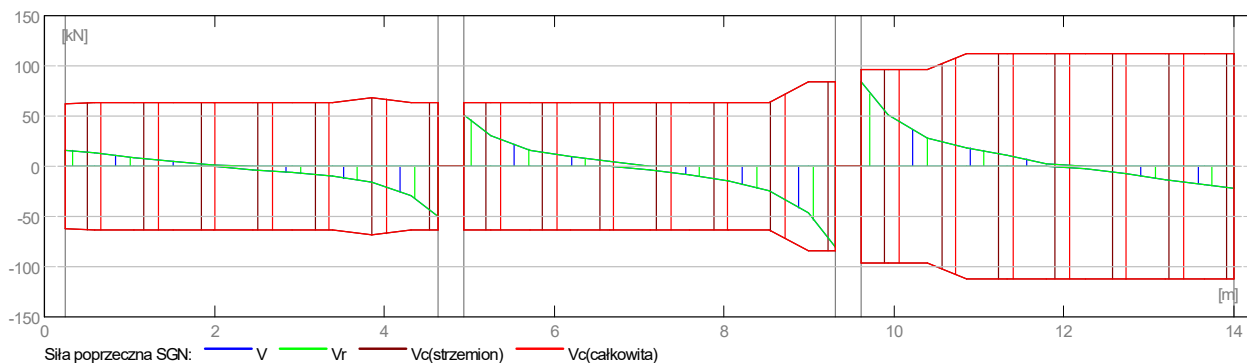
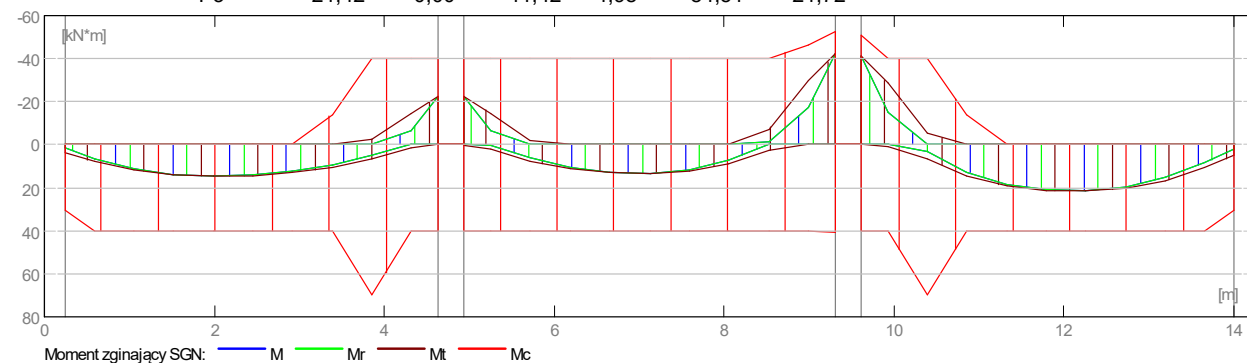
#### 6.1 Opcje obliczeniowe:

- Regulamin kombinacji : PN82
- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Belka prefabrykowana : nie
- Otulina zbrojenia : dolna  $c = 3,0$  (cm)  
: boczna  $c1 = 3,0$  (cm)  
: górna  $c2 = 3,0$  (cm)

#### 6.2 Wyniki obliczeniowe:

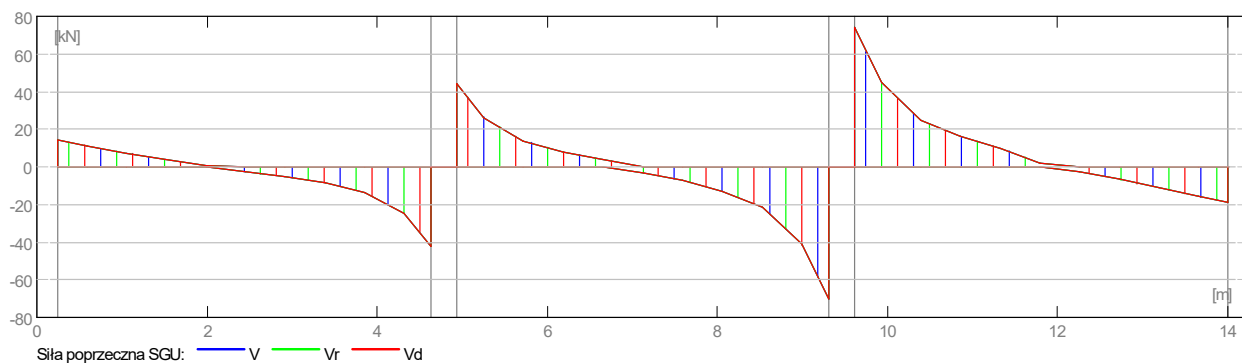
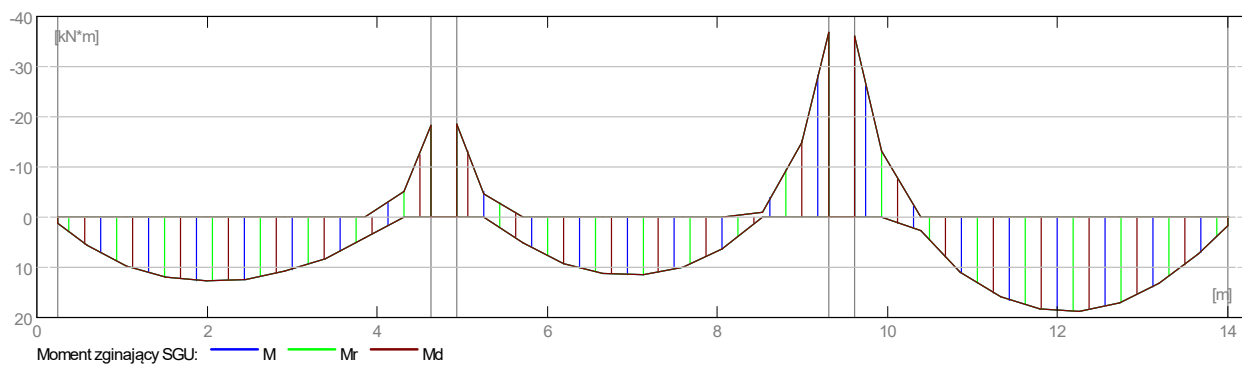
##### 6.2.1 Oddziaływania w SGN

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	14,66	-0,00	3,75	-22,27	16,25	-49,76
P2	13,22	-0,48	-22,48	-42,09	51,68	-80,21
P3	21,42	-0,00	-41,42	4,98	84,51	-21,72



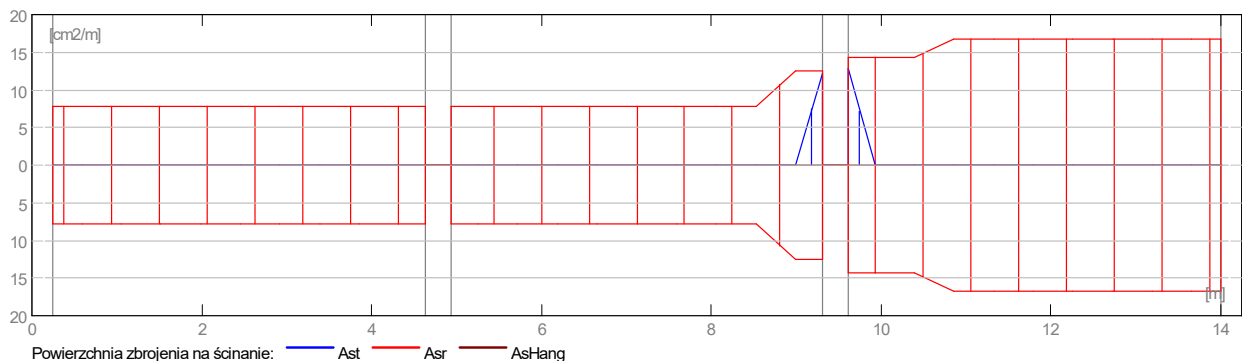
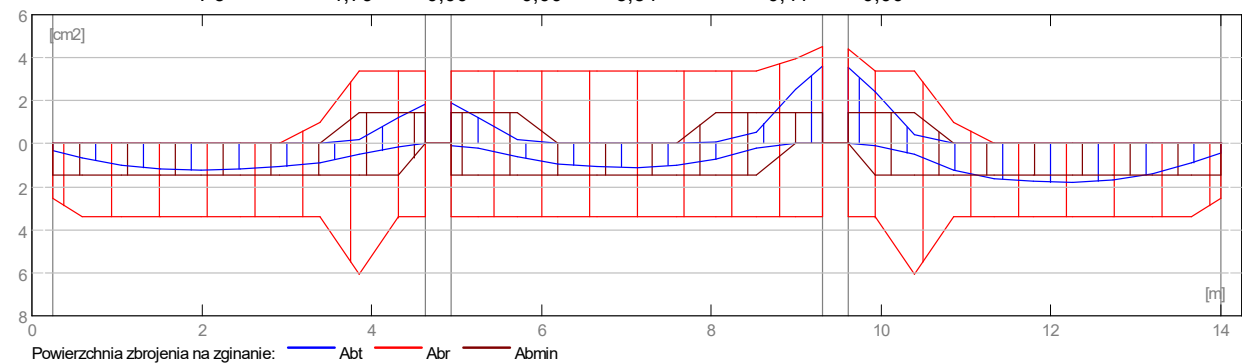
##### 6.2.2 Oddziaływania w SGU

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	12,77	0,00	1,22	-18,31	14,19	-42,31
P2	11,54	0,00	-18,49	-36,74	44,16	-70,08
P3	18,67	0,00	-36,16	1,61	73,83	-18,97



### 6.2.3 Teoretyczna powierzchnia zbrojenia

Przęsło	Przęsłowe (cm <sup>2</sup> )		Podpora lewa (cm <sup>2</sup> )		Podpora prawa (cm <sup>2</sup> )	
	dolne	górne	dolne	górne	dolne	górne
P1	1,22	0,00	0,31	0,00	0,00	1,86
P2	1,09	0,00	0,11	1,88	0,00	3,60
P3	1,79	0,00	0,00	3,54	0,41	0,00

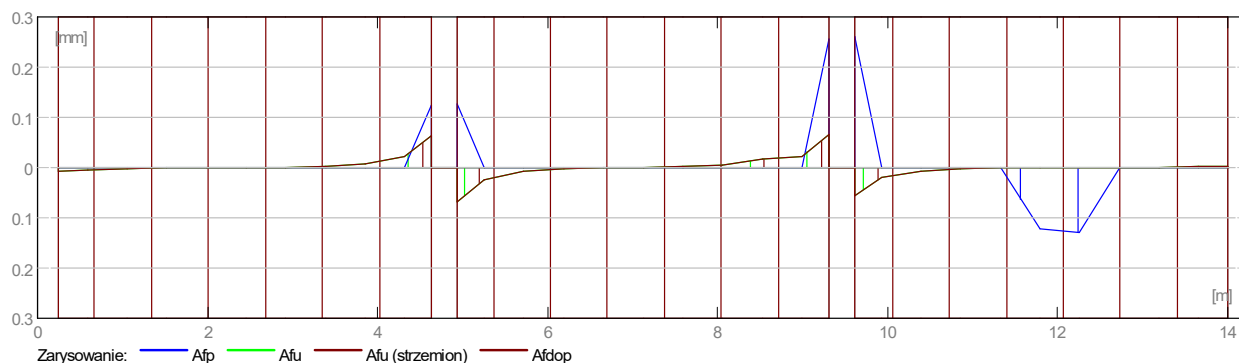
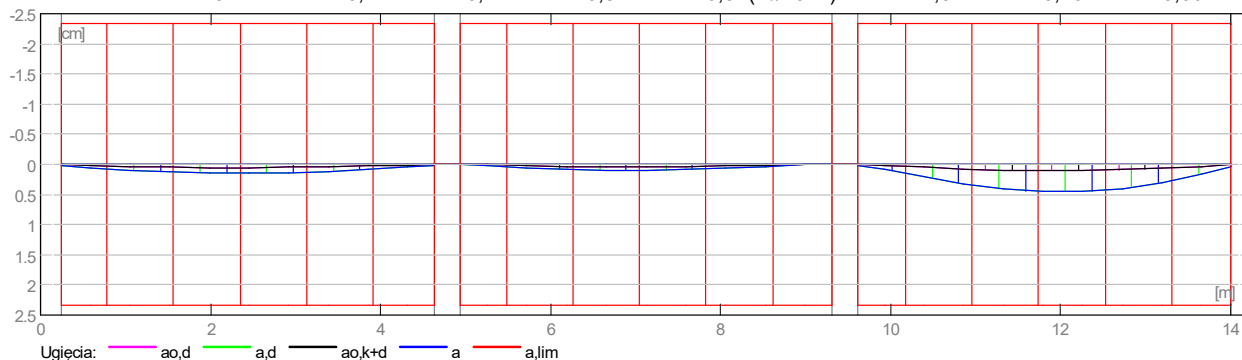


### 6.2.4 Ugięcie i zarysowanie

- ao,k+d - ugięcie początkowe od obciążenia całkowitego
- ao,d - ugięcie początkowe od obciążenia długotrwałego
- a,d - ugięcie długotrwałe od obciążenia długotrwałego

a - ugięcie całkowite  
a,lim - ugięcie dopuszczalne  
afp - szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi elementu  
afu - szerokość rozwarcia rysy ukośnej

Przęsło	ao,k+d (cm)	ao,d (cm)	a,d (cm)	a (cm)	a,lim (cm)	afp (mm)	afu (mm)
P1	0,1	0,1	0,2	$0,2=(L_0/3102)$	2,3	0,12	0,06
P2	0,0	0,0	0,1	$0,1=(L_0/4755)$	2,3	0,26	0,07
P3	0,1	0,1	0,5	$0,5=(L_0/1021)$	2,3	0,26	0,06



## 6.3 Zbrojenie:

### 6.3.1 P1 : Przęsło od 0,24 do 4,64 (m)

#### Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-III (34GS))  
3  $\phi 12$   $l = 4,26$  od 0,04 do 4,22
- montażowe (górne) (A-I (PB240))  
3  $\phi 8$   $l = 3,66$  od 0,03 do 3,69

#### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-I (PB240))  
strzemiona 38  $\phi 8$   $l = 1,04$   
 $e = 1*0,04 + 1*0,08 + 16*0,26 + 1*0,08$  (m)
- szpilki 38  $\phi 8$   $l = 1,04$   
 $e = 1*0,04 + 1*0,08 + 16*0,26 + 1*0,08$  (m)

### 6.3.2 P2 : Przęsło od 4,94 do 9,31 (m)

#### Zbrojenie podłużne:

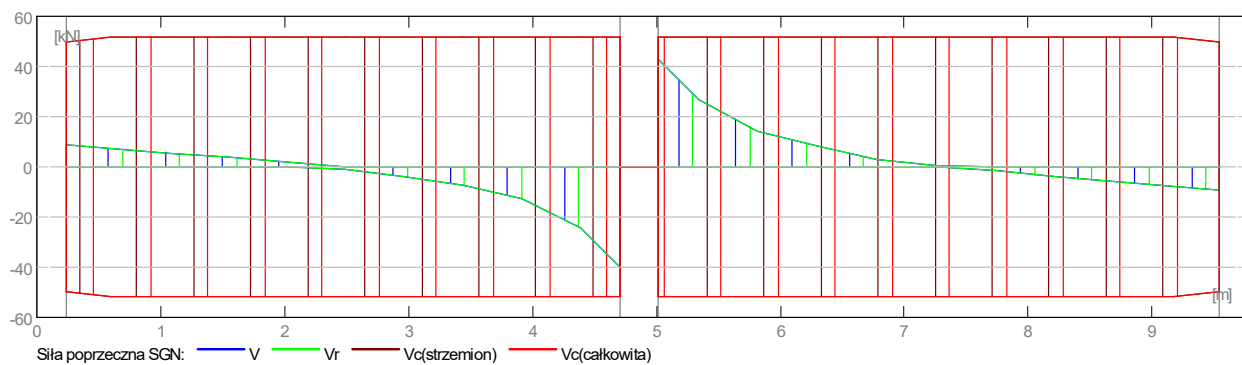
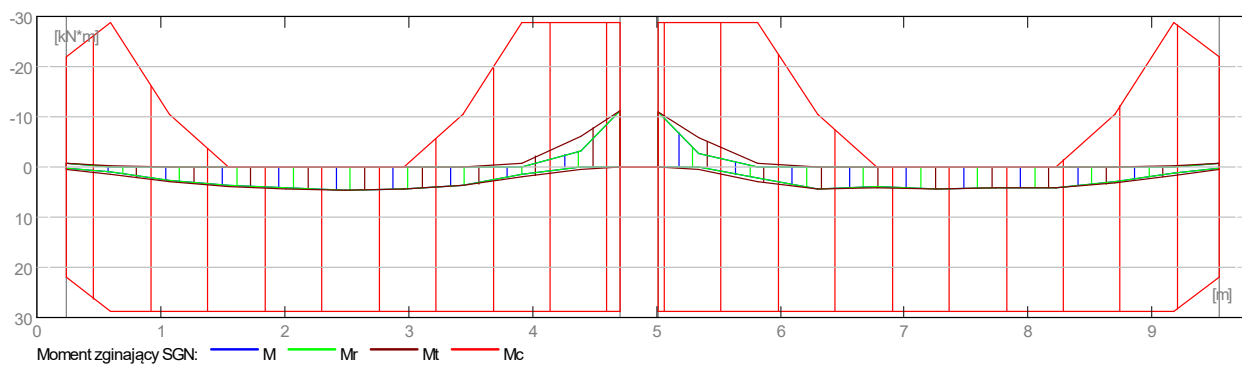
- dolne (A-III (34GS))  
3  $\phi 12$   $l = 7,65$  od 3,30 do 10,95
- podporowe (A-III (34GS))  
3  $\phi 12$   $l = 7,75$  od 3,25 do 11,00  
1  $\phi 12$   $l = 1,26$  od 8,77 do 10,02

#### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-I (PB240))  
strzemiona 38  $\phi 8$   $l = 1,04$

szpilki      38  $\phi 8$        $l = 1,04$   
 $e = 1*0,04 + 1*0,22 + 14*0,26 + 2*0,16 + 1*0,10$  (m)

Przęsło	Mtmax (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	4,53	-0,00	-0,82	-11,13	8,78	-40,18
P2	4,37	-0,00	-11,05	-0,83	42,92	-9,18

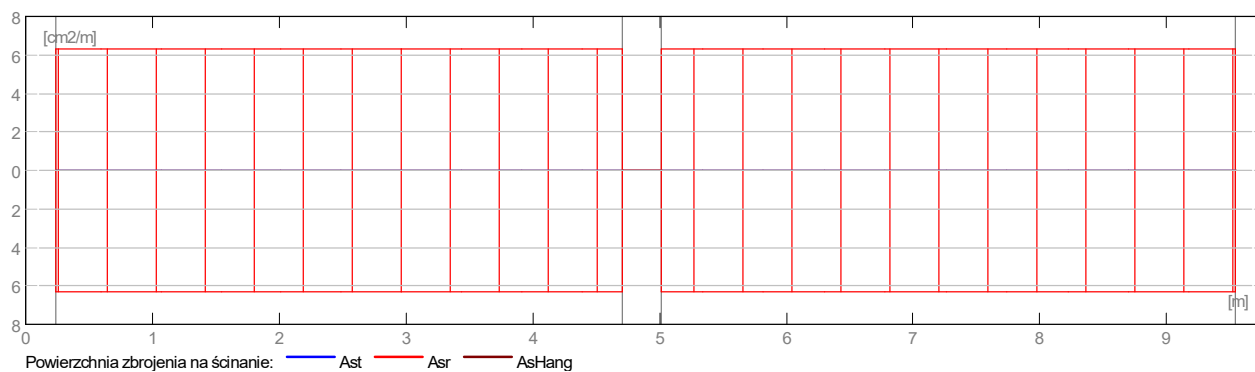
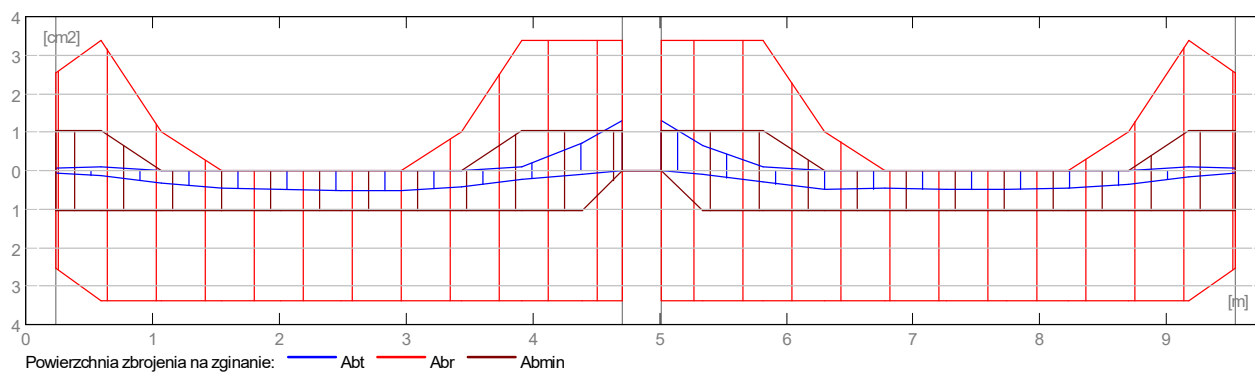


### 6.5.2 Oddziaływania w SGU

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### 6.5.3 Teoretyczna powierzchnia zbrojenia

Przęsło	Przęsłowe (cm <sup>2</sup> )		Podpora lewa (cm <sup>2</sup> )		Podpora prawa (cm <sup>2</sup> )	
	dolne	górne	dolne	górne	dolne	górne
P1	0,52	0,00	0,08	0,08	0,00	1,30
P2	0,50	0,00	0,00	1,29	0,08	0,08

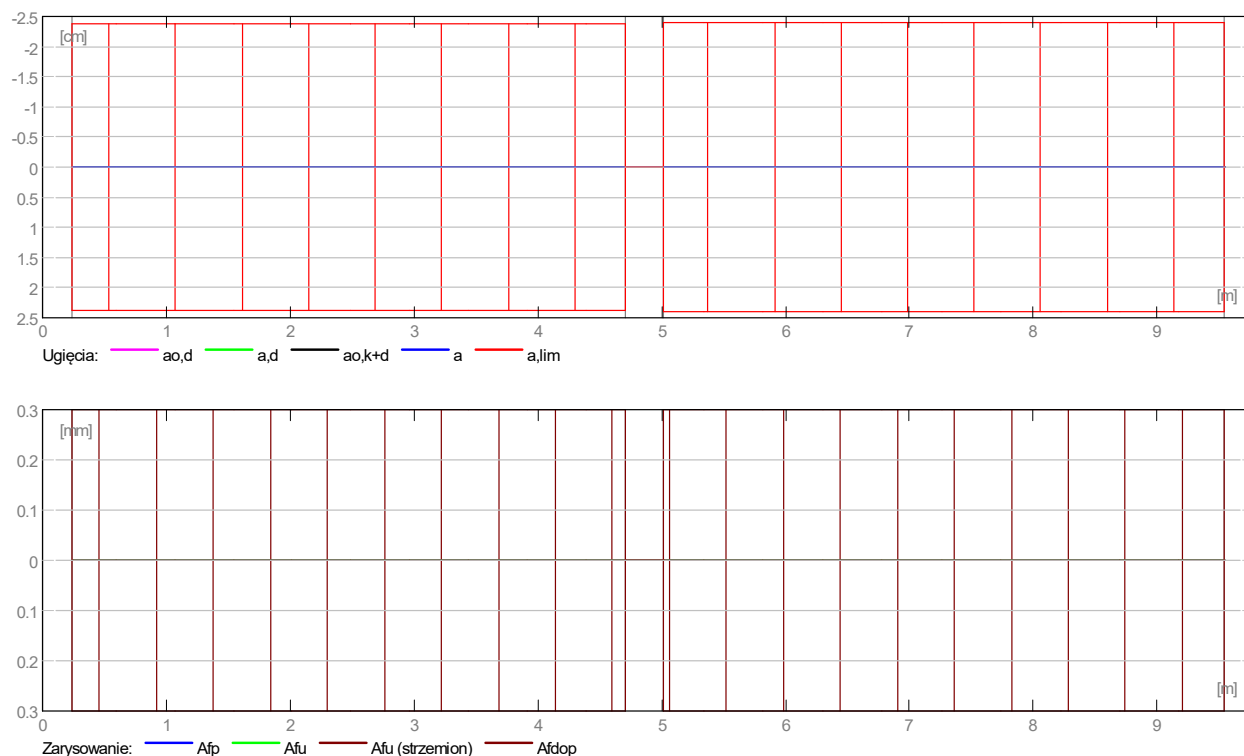


#### 6.5.4 Ugięcie i zarysowanie

- ao,k+d - ugięcie początkowe od obciążenia całkowitego
- ao,d - ugięcie początkowe od obciążenia długotrwałego
- a,d - ugięcie długotrwałe od obciążenia długotrwałego
- a - ugięcie całkowite
- a,lim - ugięcie dopuszczalne
- afp - szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi elementu
- afu - szerokość rozwarcia rysy ukośnej

Przęsło	ao,k+d (cm)	ao,d (cm)	a,d (cm)	a (cm)	a,lim (cm)	afp (mm)	afu (mm)
P1	0,0	0,0	0,0	0,0=(L0/--)	-2,4	0,00	0,00
P2	0,0	0,0	0,0	0,0=(L0/--)	-2,4	0,00	0,00





## 6.6 Wyniki teoretyczne - szczegółowe:

### 6.6.1 P1 : Przęsło od 0,24 do 4,71 (m)

Odcięta (m)	SGN		SGU		A górne (cm <sup>2</sup> )	A dolne (cm <sup>2</sup> )
	M maks (kN*m)	M min (kN*m)	M maks (kN*m)	M min (kN*m)		
0,24	0,51	-0,82	0,00	0,00	0,08	0,08
0,59	1,41	-0,28	0,00	0,00	0,10	0,14
1,07	2,86	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
1,54	3,82	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
2,02	4,33	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
2,49	4,53	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,52
2,96	4,44	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,51
3,44	3,77	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
3,91	2,05	-0,83	0,00	0,00	0,10	0,22
4,39	0,39	-6,20	0,00	0,00	0,70	0,11
4,71	0,00	-11,13	0,00	0,00	1,30	0,00

Odcięta (m)	SGN		SGU		Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)
	Q maks (kN)	Q maks (kN)	afp (mm)	afu (mm)			
0,24	8,78	0,00	0,00	0,00	49,89	256,35	30,64
0,59	7,38	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
1,07	5,60	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
1,54	3,82	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
2,02	1,95	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
2,49	-1,15	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
2,96	-3,76	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
3,44	-7,16	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
3,91	-12,62	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
4,39	-24,29	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
4,71	-40,18	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64

### 6.6.2 P2 : Przęsło od 5,01 do 9,54 (m)

Odcięta (m)	SGN		SGU		A górne (cm <sup>2</sup> )	A dolne (cm <sup>2</sup> )
	M maks (kN*m)	M min (kN*m)	M maks (kN*m)	M min (kN*m)		
5,01	0,00	-11,05	0,00	0,00	1,29	0,00
5,34	0,58	-5,75	0,00	0,00	0,65	0,11

5,82	2,82	-0,67	0,00	0,00	0,10	0,31
6,30	4,32	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
6,78	4,04	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
7,26	4,37	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
7,74	4,18	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,48
8,22	4,06	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
8,70	3,20	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
9,18	1,64	-0,28	0,00	0,00	0,10	0,17
9,54	0,61	-0,83	0,00	0,00	0,08	0,08

Odcięta (m)	SGN	SGU	afp (mm)	afu (mm)	Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)
	Q maks (kN)	Q maks (kN)					
5,01	42,92	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
5,34	26,79	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
5,82	14,27	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
6,30	8,21	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
6,78	2,93	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
7,26	0,58	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
7,74	-1,52	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
8,22	-4,13	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
8,70	-5,92	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
9,18	-7,74	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
9,54	-9,18	0,00	0,00	0,00	49,89	256,35	30,64

## 6.7 Zbrojenie:

### 6.7.1 P1 : Przęsło od 0,24 do 4,71 (m)

#### Zbrojenie podłużne:

- montażowe (górne) (A-I (PB240))  
3  $\phi$ 8  $l = 2,97$  od 0,77 do 3,74
- podporowe (A-III (34GS))  
3  $\phi$ 12  $l = 1,38$  od 0,04 do 1,21

#### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-I (PB240))  
strzemiona 54  $\phi$ 6  $l = 0,83$   
 $e = 1*0,03 + 1*0,05 + 24*0,18 + 1*0,05$  (m)
- szpilki 54  $\phi$ 6  $l = 0,83$   
 $e = 1*0,03 + 1*0,05 + 24*0,18 + 1*0,05$  (m)

### 6.7.2 P2 : Przęsło od 5,01 do 9,54 (m)

#### Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-III (34GS))  
3  $\phi$ 12  $l = 9,85$  od 0,04 do 9,74
- montażowe (górne) (A-I (PB240))  
3  $\phi$ 8  $l = 3,00$  od 6,00 do 9,00
- podporowe (A-III (34GS))  
3  $\phi$ 12  $l = 3,14$  od 3,30 do 6,44  
3  $\phi$ 12  $l = 1,39$  od 8,56 do 9,74

#### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-I (PB240))  
strzemiona 52  $\phi$ 6  $l = 0,83$   
 $e = 1*0,02 + 25*0,18$  (m)
- szpilki 52  $\phi$ 6  $l = 0,83$   
 $e = 1*0,02 + 25*0,18$  (m)

## Podciąg P3

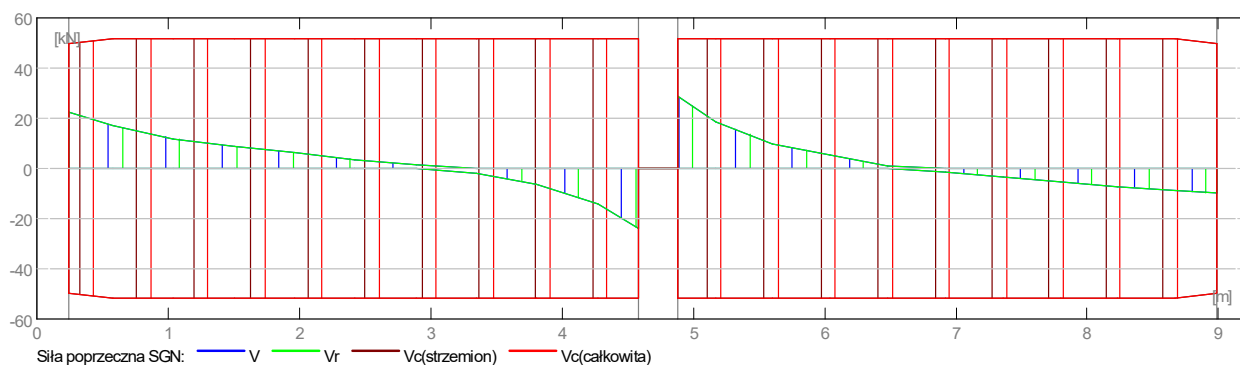
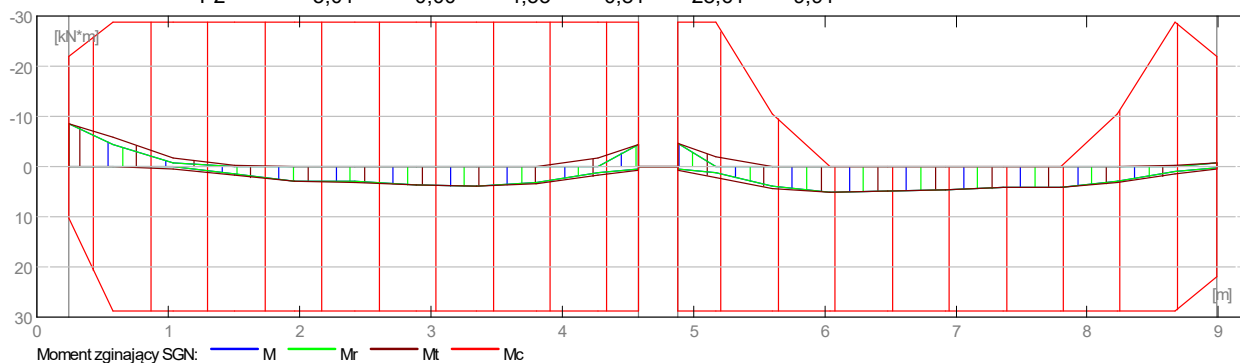
### 6.8 Opcje obliczeniowe:

- Regulamin kombinacji : PN82
- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Belka prefabrykowana : nie
- Otulina zbrojenia : dolna  $c = 3,0$  (cm)  
: boczna  $c1 = 3,0$  (cm)  
: górna  $c2 = 3,0$  (cm)

### 6.9 Wyniki obliczeniowe:

#### 6.9.1 Oddziaływania w SGN

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	Ql (kN)	Qp (kN)
P1	3,88	-0,22	-8,54	-4,37	22,58	-23,88
P2	5,01	-0,00	-4,53	-0,81	28,61	-9,91

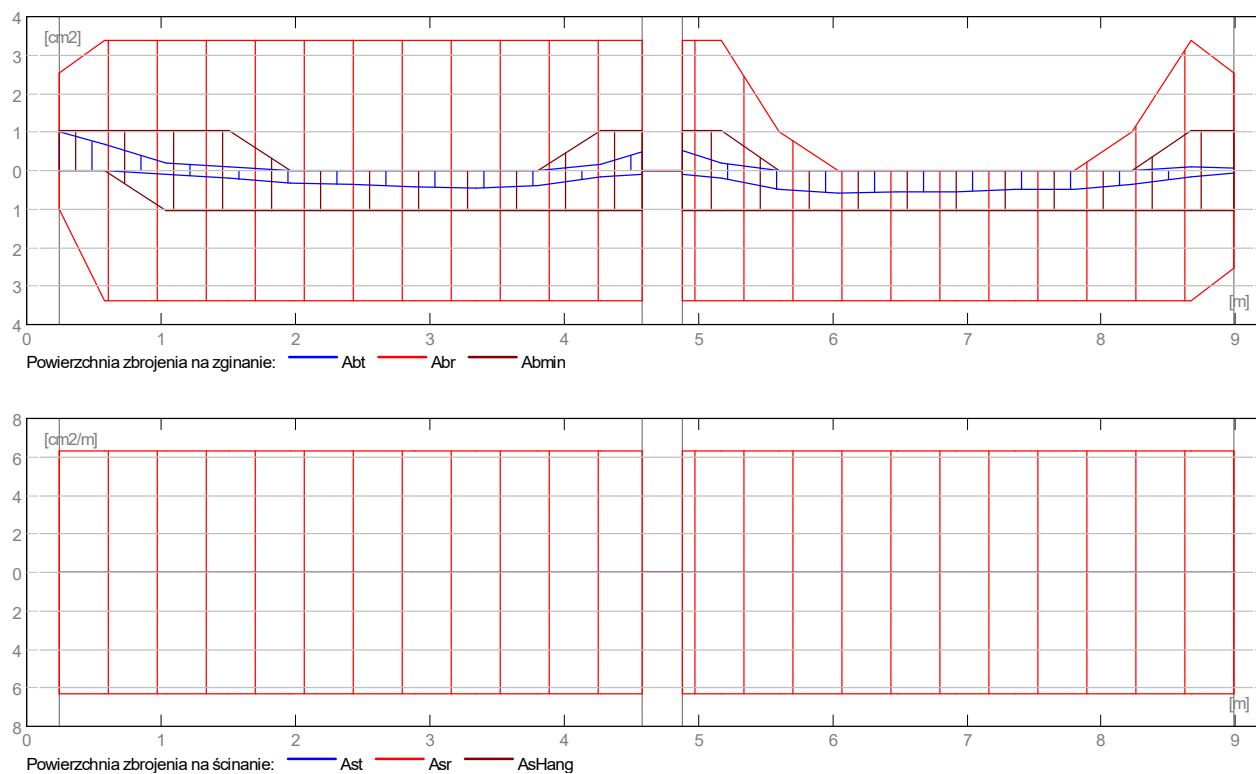


#### 6.9.2 Oddziaływania w SGU

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	Ql (kN)	Qp (kN)
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### 6.9.3 Teoretyczna powierzchnia zbrojenia

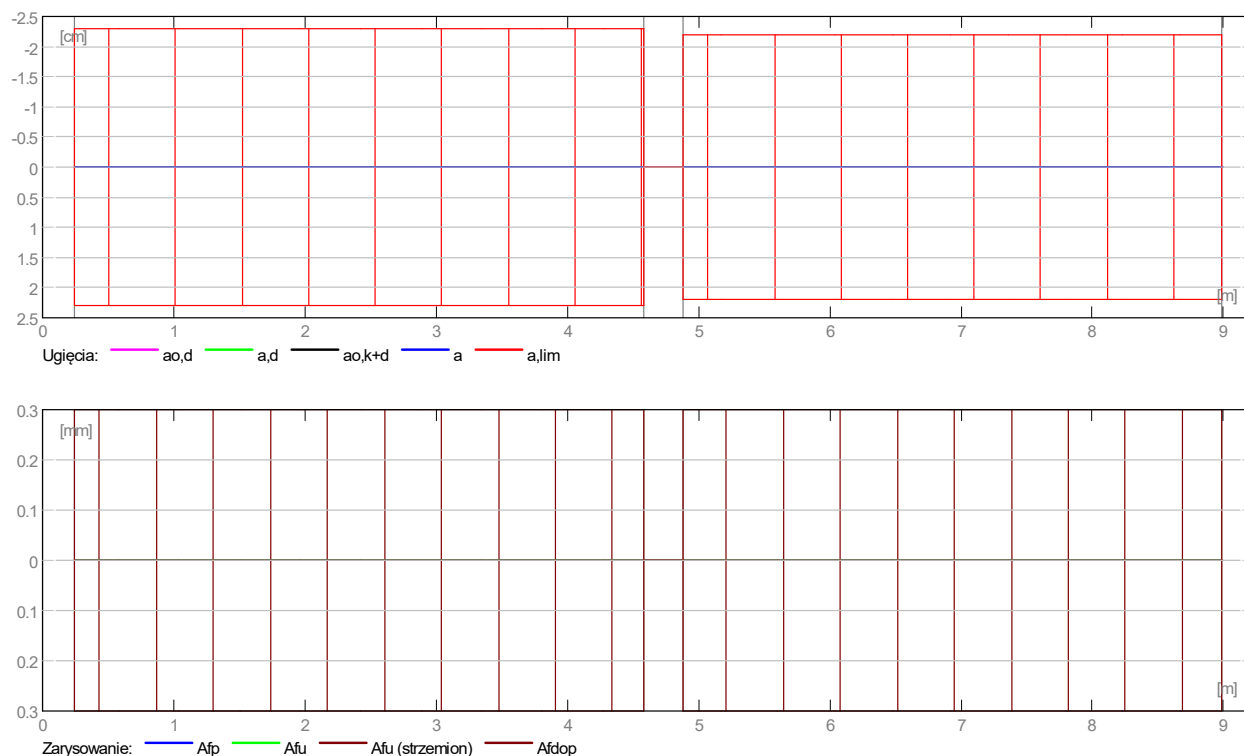
Przęsło	Przęsłowe (cm <sup>2</sup> )		Podpora lewa (cm <sup>2</sup> )		Podpora prawa (cm <sup>2</sup> )	
	dolne	górne	dolne	górne	dolne	górne
P1	0,45	0,00	0,00	0,99	0,11	0,48
P2	0,58	0,00	0,11	0,51	0,08	0,08



#### 6.9.4 Ugięcie i zarysowanie

- ao,k+d - ugięcie początkowe od obciążenia całkowitego
- ao,d - ugięcie początkowe od obciążenia długotrwałego
- a,d - ugięcie długotrwałe od obciążenia długotrwałego
- a - ugięcie całkowite
- a,lim - ugięcie dopuszczalne
- afp - szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi elementu
- afu - szerokość rozwarcia rysy ukośnej

Przęsło	ao,k+d (cm)	ao,d (cm)	a,d (cm)	a (cm)	a,lim (cm)	afp (mm)	afu (mm)
P1	0,0	0,0	0,0	0,0=(L0/--)	-2,3	0,00	0,00
P2	0,0	0,0	0,0	0,0=(L0/--)	-2,2	0,00	0,00



## 6.10 Wyniki teoretyczne - szczegółowe:

### 6.10.1 P1 : Przęsło od 0,24 do 4,58 (m)

Odcięta (m)	SGN		SGU		A górne (cm <sup>2</sup> )	A dolne (cm <sup>2</sup> )
	M maks (kN*m)	M min (kN*m)	M maks (kN*m)	M min (kN*m)		
0,24	0,00	-8,54	0,00	0,00	0,99	0,00
0,58	0,00	-5,81	0,00	0,00	0,67	0,00
1,04	0,38	-1,75	0,00	0,00	0,18	0,10
1,50	1,83	-0,22	0,00	0,00	0,10	0,19
1,96	2,86	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
2,43	3,07	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
2,89	3,72	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
3,35	3,88	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
3,81	3,44	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
4,27	1,72	-1,71	0,00	0,00	0,16	0,17
4,58	0,68	-4,37	0,00	0,00	0,48	0,11

Odcięta (m)	SGN		SGU		Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)
	Q maks (kN)	Q maks (kN)	afp (mm)	afu (mm)			
0,24	22,58	0,00	0,00	0,00	49,89	256,35	30,64
0,58	17,04	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
1,04	11,81	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
1,50	8,68	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
1,96	6,39	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
2,43	3,45	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
2,89	1,42	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
3,35	-2,08	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
3,81	-6,10	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
4,27	-13,95	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
4,58	-23,88	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64

### 6.10.2 P2 : Przęsło od 4,88 do 8,99 (m)

Odcięta (m)	SGN		SGU		A górne (cm <sup>2</sup> )	A dolne (cm <sup>2</sup> )
	M maks (kN*m)	M min (kN*m)	M maks (kN*m)	M min (kN*m)		
4,88	0,83	-4,53	0,00	0,00	0,51	0,11
5,17	2,08	-1,91	0,00	0,00	0,19	0,20

5,61	4,30	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
6,04	5,01	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,58
6,48	4,83	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,56
6,92	4,70	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,54
7,36	4,23	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,49
7,80	4,09	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
8,23	3,17	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,36
8,67	1,57	-0,31	0,00	0,00	0,10	0,16
8,99	0,60	-0,81	0,00	0,00	0,08	0,08

	SGN	SGU					
Odcięta (m)	Q maks (kN)	Q maks (kN)	afp (mm)	afu (mm)	Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)
4,88	28,61	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
5,17	18,74	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
5,61	9,86	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
6,04	5,13	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
6,48	0,90	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
6,92	-1,54	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
7,36	-3,27	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
7,80	-5,48	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
8,23	-7,08	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
8,67	-8,71	0,00	0,00	0,00	51,58	256,35	30,64
8,99	-9,91	0,00	0,00	0,00	49,89	256,35	30,64

## 6.11 Zbrojenie:

### 6.11.1 P1 : Przęsło od 0,24 do 4,58 (m)

#### Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-III (34GS))  
3  $\phi$ 12 l = 9,16 od 0,10 do 9,19
- podporowe (A-III (34GS))  
3  $\phi$ 12 l = 5,92 od 0,04 do 5,74

#### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-I (PB240))  
strzemiona 50  $\phi$ 6 l = 0,83  
e = 1\*0,01 + 24\*0,18 (m)
- szpilki 50  $\phi$ 6 l = 0,83  
e = 1\*0,01 + 24\*0,18 (m)

### 6.11.2 P2 : Przęsło od 4,88 do 8,99 (m)

#### Zbrojenie podłużne:

- montażowe (górne) (A-I (PB240))  
3  $\phi$ 8 l = 3,23 od 5,31 do 8,53
- podporowe (A-III (34GS))  
3  $\phi$ 12 l = 1,31 od 8,10 do 9,19

#### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-I (PB240))  
strzemiona 50  $\phi$ 6 l = 0,83  
e = 1\*0,03 + 1\*0,05 + 22\*0,18 + 1\*0,05 (m)
- szpilki 50  $\phi$ 6 l = 0,83  
e = 1\*0,03 + 1\*0,05 + 22\*0,18 + 1\*0,05 (m)

## Podciąg P1

## 6.12 Opcje obliczeniowe:

- Regulamin kombinacji : PN82
- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Belka prefabrykowana : nie
- Otulina zbrojenia : dolna c = 3,0 (cm)

: boczna c1 = 3,0 (cm)  
: górna c2 = 3,0 (cm)

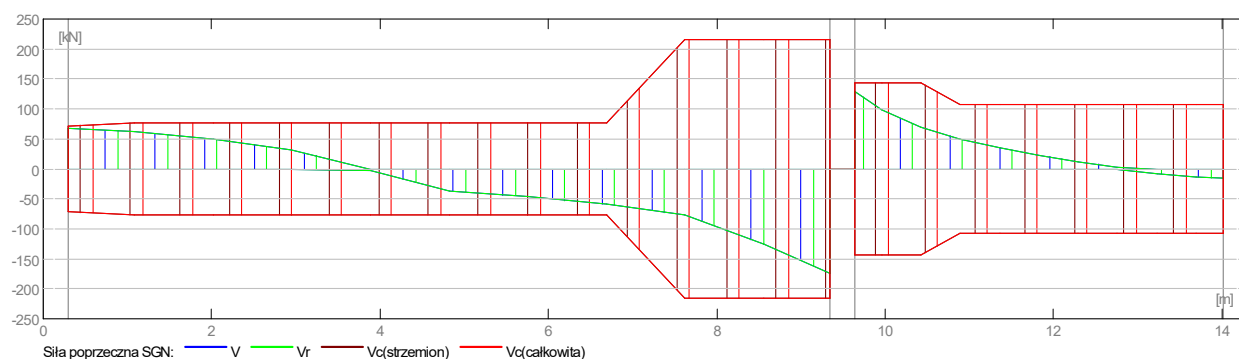
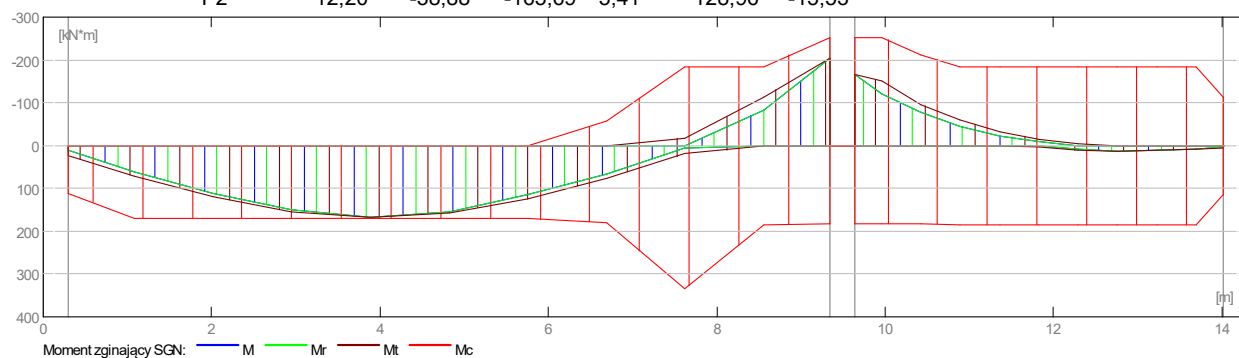
## 6.13 Wyniki obliczeniowe:

Lp.	Typ	Stan	Przęsło	x(m)	Wartość	Nośność	n*
1.	W [cm]	SGU	1	3.89	4.17	3.74	0.90

n\* - Współczynnik bezpieczeństwa

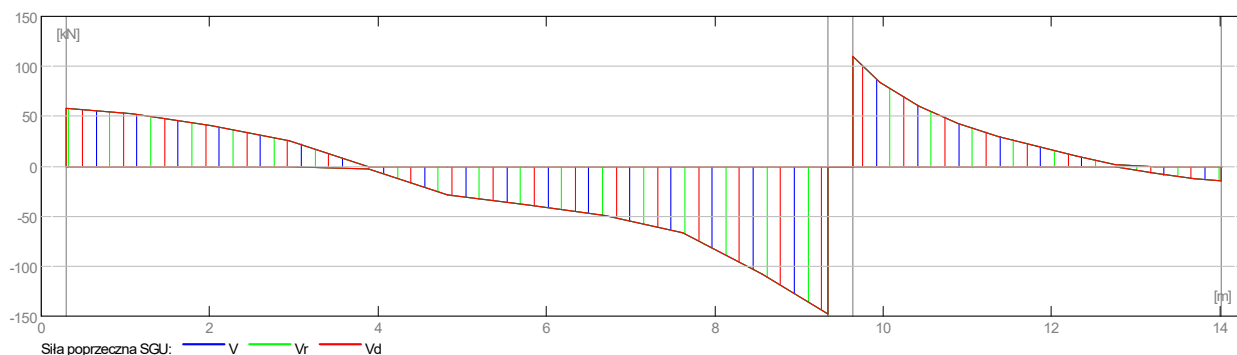
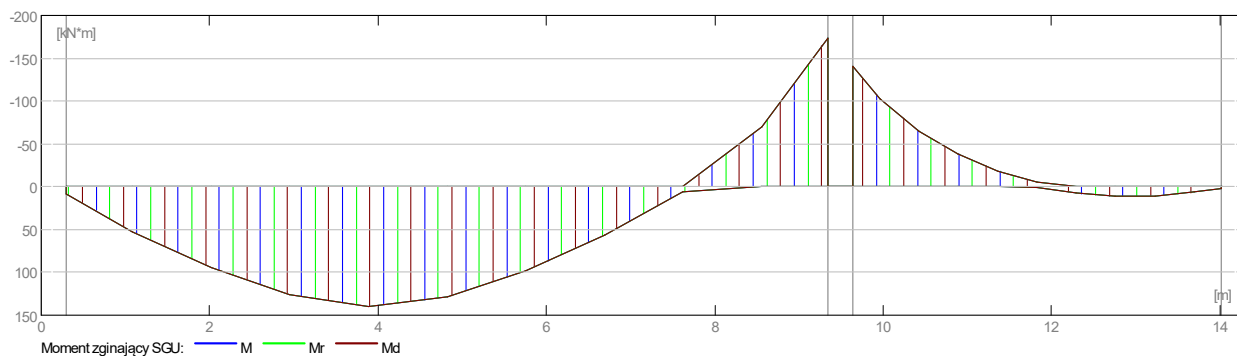
### 6.13.1 Oddziaływania w SGN

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	167,72	-0,00	22,99	-204,75	68,05	-174,11
P2	12,20	-58,88	-165,69	5,41	128,96	-15,53



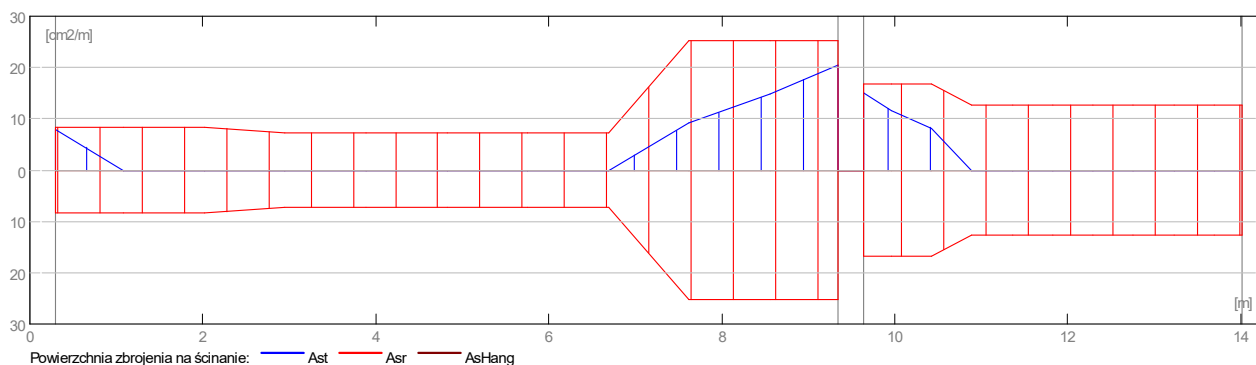
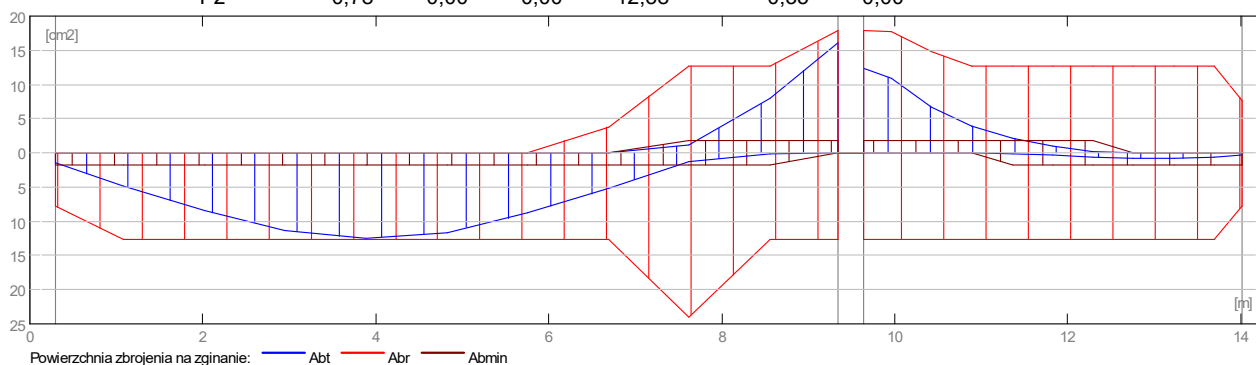
### 6.13.2 Oddziaływania w SGU

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	139,69	0,00	8,31	-173,69	58,28	-147,33
P2	11,09	-37,89	-140,93	2,13	109,51	-14,11



### 6.13.3 Teoretyczna powierzchnia zbrojenia

Przęsło	Przęsłowe (cm <sup>2</sup> )		Podpora lewa (cm <sup>2</sup> )		Podpora prawa (cm <sup>2</sup> )	
	dolne	górne	dolne	górne	dolne	górne
P1	12,57	0,00	1,49	0,00	0,00	16,18
P2	0,78	0,00	0,00	12,38	0,35	0,00



### 6.13.4 Ugięcie i zarysowanie

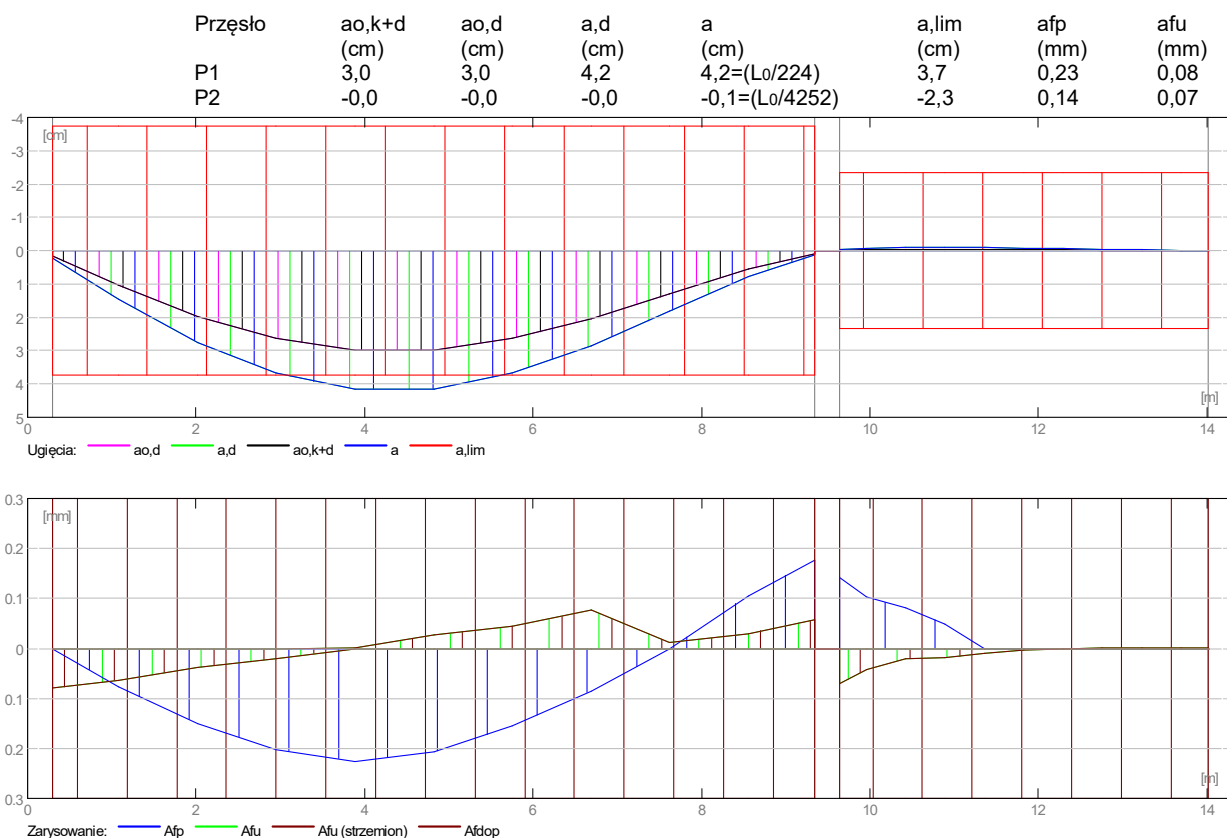
- ao,k+d - ugięcie początkowe od obciążenia całkowitego
- ao,d - ugięcie początkowe od obciążenia długotrwałego
- a,d - ugięcie długotrwałe od obciążenia długotrwałego
- a - ugięcie całkowite



a,lim - ugięcie dopuszczalne

afp - szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi elementu

afu - szerokość rozwarcia rysy ukośnej



## 6.14 Wyniki teoretyczne - szczegółowe:

### 6.14.1 P1 : Przęsło od 0,30 do 9,34 (m)

Odcięta (m)	SGN		SGU		A górne (cm <sup>2</sup> )	A dolne (cm <sup>2</sup> )
	M maks (kN*m)	M min (kN*m)	M maks (kN*m)	M min (kN*m)		
0,30	22,99	-0,00	8,31	0,00	0,00	1,49
1,08	71,94	-0,00	52,12	0,00	0,00	4,85
2,02	119,72	-0,00	94,32	0,00	0,00	8,47
2,95	153,65	-0,00	125,49	0,00	0,00	11,31
3,89	167,72	-0,00	139,69	0,00	0,00	12,57
4,82	157,03	-0,00	128,86	0,00	0,00	11,61
5,75	124,00	-0,00	97,97	0,00	0,00	8,82
6,69	76,78	-0,00	56,83	0,00	0,00	5,20
7,62	19,16	-17,71	5,63	0,00	1,11	1,20
8,56	1,34	-113,49	0,00	-69,36	7,97	0,11
9,34	0,00	-204,75	0,00	-173,69	16,18	0,00

Odcięta (m)	SGN		SGU		Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)
	Q maks (kN)	Q maks (kN)	afp (mm)	afu (mm)			
0,30	68,05	58,28	0,00	0,08	69,23	366,34	71,73
1,08	61,76	52,49	0,08	0,06	76,36	366,34	71,73
2,02	49,00	40,50	0,15	0,04	76,36	366,34	71,73
2,95	31,94	25,49	0,20	0,02	76,36	366,34	61,48
3,89	-2,85	-2,24	0,23	0,00	76,36	366,34	61,48
4,82	-36,23	-28,83	0,21	0,03	76,36	366,34	61,48
5,75	-46,74	-37,97	0,16	0,05	76,36	366,34	61,48
6,69	-58,65	-49,20	0,08	0,08	76,36	366,34	61,48
7,62	-77,51	-66,39	0,00	0,01	77,60	366,34	215,18
8,56	-126,00	-107,45	0,11	0,03	76,36	366,34	215,18
9,34	-174,11	-147,33	0,18	0,06	77,60	366,34	215,18

#### 6.14.2 P2 : Przęsło od 9,64 do 14,01 (m)

Odcięta (m)	SGN		SGU		A górne (cm <sup>2</sup> )	A dolne (cm <sup>2</sup> )
	M maks (kN*m)	M min (kN*m)	M maks (kN*m)	M min (kN*m)		
9,64	0,00	-165,69	0,00	-140,93	12,38	0,00
9,96	0,00	-149,64	0,00	-103,33	10,96	0,00
10,42	0,00	-95,96	0,00	-65,02	6,63	0,00
10,89	0,00	-58,88	0,00	-37,89	3,93	0,00
11,36	0,40	-32,77	0,00	-18,52	2,14	0,11
11,83	4,31	-14,70	0,43	-5,01	0,94	0,27
12,29	10,23	-3,57	7,84	0,00	0,22	0,64
12,76	12,20	-0,00	11,09	0,00	0,00	0,78
13,23	11,84	-0,00	10,50	0,00	0,00	0,76
13,69	9,06	-0,00	6,50	0,00	0,00	0,58
14,01	5,41	-0,00	2,13	0,00	0,00	0,35

Odcięta (m)	SGN		SGU		afp (mm)	afu (mm)	Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)
	Q maks (kN)	Q maks (kN)	Q maks (kN)	Q maks (kN)					
9,64	128,96	109,51	0,14	0,07	77,60	366,34	143,45		
9,96	98,42	84,35	0,10	0,04	77,60	366,34	143,45		
10,42	69,18	60,01	0,08	0,02	77,60	366,34	143,45		
10,89	49,31	43,08	0,05	0,02	76,36	366,34	107,59		
11,36	34,69	30,32	0,00	0,01	76,36	366,34	107,59		
11,83	22,83	19,76	0,00	0,00	76,36	366,34	107,59		
12,29	12,48	10,47	0,00	0,00	76,36	366,34	107,59		
12,76	3,41	2,09	0,00	0,00	76,36	366,34	107,59		
13,23	-8,28	-7,52	0,00	0,00	76,36	366,34	107,59		
13,69	-14,24	-12,95	0,00	0,00	76,36	366,34	107,59		
14,01	-15,53	-14,11	0,00	0,00	69,23	366,34	107,59		

### 6.15 Zbrojenie:

#### 6.15.1 P1 : Przęsło od 0,30 do 9,34 (m)

##### Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-III (34GS))  
5  $\phi 18$   $l = 8,38$  od 0,05 do 8,33
- montażowe (górne) (A-I (PB240))  
4  $\phi 8$   $l = 7,01$  od 0,03 do 7,04

##### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-I (PB240))  
strzemiona 100 $\phi 8$   $l = 1,34$   
 $e = 1*0,03 + 1*0,20 + 7*0,24 + 19*0,28 + 22*0,08$  (m)
- szpilki 100 $\phi 8$   $l = 1,34$   
 $e = 1*0,03 + 1*0,20 + 7*0,24 + 19*0,28 + 22*0,08$  (m)

#### 6.15.2 P2 : Przęsło od 9,64 do 14,01 (m)

##### Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-III (34GS))  
5  $\phi 18$   $l = 7,63$  od 6,73 do 14,26
- podporowe (A-III (34GS))  
5  $\phi 18$   $l = 7,91$  od 6,45 do 14,26  
2  $\phi 18$   $l = 2,31$  od 8,44 do 10,75

##### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-I (PB240))  
strzemiona 60  $\phi 8$   $l = 1,34$   
 $e = 1*0,05 + 8*0,12 + 20*0,16 + 1*0,12$  (m)
- szpilki 60  $\phi 8$   $l = 1,34$   
 $e = 1*0,05 + 8*0,12 + 20*0,16 + 1*0,12$  (m)

**PROJEKTANT (b. architektoniczno - konstrukcyjna):**  
**mgr inż. arch. Marian Tromski**

**PROJEKTANT (b. konstrukcyjna):**  
**mgr inż. Michał Janusz**

**Opracował:**  
**mgr inż. Jacek Szynkiewicz**