

INWESTYCJA:

**BUDOWA CENTRUM DYDAKTYCZNO – NAUKOWEGO  
NOWOCZESNYCH TECHNOLOGII ENERGETYCZNYCH – BUDYNEK NR 2  
WRAZ Z WEWNĘTRZNYMI INSTALACJAMI ELEKTRYCZNYMI,  
SŁABOPRĄDOWYMI, WODOCIĄGOWYMI, KANALIZACYJNYMI,  
CHŁODNICZĄ, WENTYLACJI I KLIMATYZACJI ORAZ INFRASTRUKTURĄ  
ZEWNĘTRZNĄ.**

INWESTOR: **POLITECHNIKA KRAKOWSKA im. T.KOŚCIUSZKI,  
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków**

LOKALIZACJA: **al. Jana Pawła II 37, dz. ew. nr 21/169, 21/245 obr. 6 NOWA HUTA, Kraków**  
.

FAZA: **PROJEKT BUDOWLANY**

BRANŻA: **KONSTRUKCJA**

PROJEKTOWAŁ: **dr inż. Andrzej Bystrzycki**  
  
upr. nr SLK/3238/POOK/10  
spec. konstrukcyjno - budowlana

SPRAWDZIŁ: **mgr inż. Józef Ślimak**  
  
upr. nr MAP/0155/POOK/11  
spec. konstrukcyjno - budowlana

## Oświadczenie

Zgodnie z art. 20 ust. 4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane niniejszym oświadczam, że projekt budowlany **w zakresie konstrukcji** dla zadania inwestycyjnego:

**BUDOWA CENTRUM DYDAKTYCZNO – NAUKOWEGO  
NOWOCZESNYCH TECHNOLOGII ENERGETYCZNYCH – BUDYNEK NR 2  
WRAZ Z WEWNĘTRZNYMI INSTALACJAMI ELEKTRYCZNYMI,  
SŁABOPRĄDOWYMI, WODOCIĄGOWYMI, KANALIZACYJNYMI,  
CHŁODNICZĄ, WENTYLACJI I KLIMATYZACJI ORAZ INFRASTRUKTURĄ  
ZEWNĘTRZNĄ**

Lokalizacja:

**al. Jana Pawła II 37, dz. ew. nr 21/169, 21/245 obr. 6 NOWA HUTA, Kraków**

Sporządzony: **sierpień 2014 r.**

Inwestor:

**POLITECHNIKA KRAKOWSKA im. T.KOŚCIUSZKI  
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków**

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

**Projektant:**

**mgr inż. Andrzej Bystrzycki**

**nr upr. SLK/3238/POOK/10**

**spec. konstrukcyjno – budowlana**

**Sprawdzający:**

**mgr inż. Józef Ślimak**

**nr upr. MAP/0155/POOK/11**

**spec. konstrukcyjno – budowlana**

## **ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:**

### **1. Opis techniczny**

- 1.1 Podstawa opracowania
- 1.2 Zakres opracowania
- 1.3 Warunki geotechniczne
- 1.4 Ogólny opis konstrukcji
- 1.5 Szczegółowy opis konstrukcji
- 1.6 Obciążenia
- 1.7 Materiały konstrukcyjne
- 1.8 Wytyczne do zastosowania

### **2. Statyka i wymiarowanie**

- 2.1 Zestawienie obciążeń
- 2.2 Obliczenia statyczne i wymiarowanie elementów konstrukcji:
  - 2.2.1 Model obliczeniowy konstrukcji
  - 2.2.2 Belki żelbetowe
  - 2.2.3 Słupy żelbetowe
  - 2.2.4 Fundamenty
  - 2.2.5 Płyty stropowe

### **3. Część rysunkowa**

- K-1 RZUT FUNDAMENTÓW
- K-2 SCHEMAT KONSTRUKCJI PARTERU, STROP NAD PARTEREM
- K-3 SCHEMAT KONSTRUKCJI I PIĘTRA, STROP NAD I PIĘTREM
- K-4 SCHEMAT KONSTRUKCJI II PIĘTRA, STROPODACH

# 1. OPIS TECHNICZNY

## 1.1 PODSTAWA OPRACOWANIA

- Projekt branży architektonicznej
- Opinia geotechniczna określająca warunki gruntowo – wodne dla inwestycji „Budowa Centrum Dydaktyczno – Naukowego Nowoczesnych Technologii Energetycznych – Budynek nr 2 przy al. Jana Pawła II 37 w Krakowie (czerwiec 2015, opracował Paweł Drewniak)
- Polskie Normy Budowlane
- Literatura techniczna

### Zestaw norm budowlanych:

[1]	PN-B-02000:1982	Obciążenia budowli. Zasady ustalania obciążeń.
[2]	PN-B-02001:1982	Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
[3]	PN-B-02003:1982	Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.
[4]	PN-B-02014:1988	Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.
[5]	PN-B-02010:1980/Az1	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
[6]	PN-B-02011:1977/Az1	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
[7]	PN-B-03264:2002	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
[8]	PN-B-03002:2007	Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie.
[9]	PN-B-03020:1981	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

## 1.2 ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie niniejsze obejmuje projekt budowlany w zakresie konstrukcji dla budynku „Centrum dydaktyczno – naukowe nowoczesnych technologii energetycznych – budynek nr 2”. Opracowanie zawiera obliczenia statyczno wytrzymałościowe konstrukcji nośnej obiektu oraz jego posadowienia. Część rysunkowa opracowania przedstawia rzut fundamentów i schematy konstrukcji obiektu.

## 1.3 WARUNKI GEOTECHNICZNE

Warunki geotechniczne stwierdzono na podstawie opinii geotechnicznej wg pkt. 1.1. Wg ww. opracowania w rejonie posadowienia stwierdzono występowanie prostych warunków gruntowych. W przypadku stwierdzenia gorszych warunków gruntowych niż przedstawionych w przedmiotowym opracowaniu, należy skonsultować się z projektantem w celu przeprojektowania posadowienia obiektu.

Obiekt posadowiony będzie bezpośrednio na piaskach średnich, oznaczonych jako warstwa geotechniczna nr II ww. opinii geotechnicznej. Bezpośrednio pod warstwą piasków znajduje się warstwa geotechniczna nr I, tj. pyły i gliny.

W przypadku natrafienia w poziomie posadowienia na grunty nienośne, grunty te należy usunąć do poziomu gruntu nośnych. Powstałą przestrzeń należy wypełnić kruszywem 8/32 i zagęścić do wskaźnika zagęszczenia minimum  $I_s = 1,00$ .

Projektowany budynek zaliczono do II (drugiej) kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych.

## 1.4 OGÓLNY OPIS KONSTRUKCJI

Obiekt zaprojektowano w konstrukcji szkieletowej żelbetowej jako trójkondygnacyjny (partem, I piętro, II piętro). Sztywność przestrzenna budynku została zapewniona poprzez sztywne połączenia wzajemne słupów żelbetowych z belkami żelbetowymi oraz poprzez zaprojektowanie żelbetowych

trzonów windowych. Ciężar ścian zewnętrznych przekazywany jest na żelbetową konstrukcję budynku (z wyjątkiem ścian spoczywających bezpośrednio na fundamentach). Stropy i stropodach budynku zaprojektowano jako żelbetowe płytowe gr. 20 cm i 25 cm.

Budynek posadowiony na fundamentach bezpośrednich zaprojektowanych w postaci stóp fundamentowych (słupy żelbetowe) oraz ław fundamentowych (ściany parteru).

W budynku, w połowie jego długości, zaprojektowano przerwę dylatacyjną o szerokości 50 mm. Przerwa dylatacyjna przecina wszystkie elementy konstrukcyjne budynku, od wierzchu fundamentu po stropodach.

Ze względu na klasę odporności pożarowej "B" projektowanego budynku podaną w projekcie architektury, odporność ogniową żelbetowej konstrukcji nośnej budynku zgodnie z warunkami technicznymi zaprojektowano jako R 120 (słupy, belki, stropy, stropodach).

## **1.5 SZCZEGÓŁOWY OPIS KONSTRUKCJI**

### **1.5.1 Stopy fundamentowe**

Stopy fundamentowe zaprojektowano z betonu C25/30 ze zbrojeniem ze stali A-IIIIN. Wymiary stóp dostosowane do panujących obciążeń i lokalizacji w obiekcie. Stopy posadowione na warstwie chudego betonu grubości min. 10 cm. W stopach zaprojektowano łączniki prętowe służące do połączenia zbrojenia stopy ze zbrojeniem słupów. Stopy fundamentowe stykające się z ławami, należy połączyć monolitycznie z tymi ławami (poprzez wzajemne powiązanie zbrojenia).

### **1.5.2 Ławy fundamentowe**

Zaprojektowano ławy fundamentowe żelbetowe posadowione na warstwie chudego betonu gr. min. 10 cm. Ławy z betonu C25/30 z zbrojeniem ze stali A-IIIIN. Ławy należy monolitycznie połączyć z stykającymi się stopami fundamentowymi (zbrojenie ław należy powiązać z zbrojeniem stóp fundamentowych).

### **1.5.3 Ściany fundamentowe**

Ściany fundamentowe zaprojektowano jako żelbetowe z betonu C25/30 ze zbrojeniem ze stali A-IIIIN. Zbrojenie ścian należy wykonać w postaci siatki zbrojeniowej #8 o oczku 25x25 cm dwustronnej (po stronie wewnętrznej i zewnętrznej ściany). Zbrojenie pionowe należy zakotwić w ławach i stopach fundamentowych, zbrojenie poziome należy powiązać ze zbrojeniem słupów żelbetowych.

### **1.5.4 Ściany murowane**

Ściany zewnętrzne zaprojektowano jako wypełnienie szkieletowej żelbetowej konstrukcji nośnej budynku. W związku z tym ściany nie przenoszą obciążeń pionowych z wyjątkiem pochodzących od ciężaru własnego i elementów wypełniających ściany (okna, nadproża, okładziny elewacyjne, itd.). Ściany należy wykonać z pustaków z betonu komórkowego o maksymalnym ciężarze 650 kg/m<sup>3</sup>. Wytyczne dotyczące wykonania ścian wg dostawcy konkretnego typu systemu ściennego.

Ściany i przegrody działowe należy wykonać na podstawie wytycznych producenta konkretnego systemu ściennego, biorąc pod uwagę wytyczne dotyczące maksymalnego ciężaru przedmiotowych ścian podanych w niniejszym projekcie.

### **1.5.5 Ściany żelbetowe**

Zaprojektowano ściany żelbetowe z betonu C25/30 ze zbrojeniem ze stali A-IIIIN gr. 25 cm tworzące szachty instalacyjne. Ściany zaprojektowano jako monolitycznie powiązane ze stropami i stropodachem.

### **1.5.6 Ściany attykowe**

Ściany attykowe zaprojektowano w konstrukcji żelbetowej szkieletowej z wypełnieniem murowanym (parametry i wytyczne jak dla ścian murowanych zewnętrznych). Konstrukcją attyki stanowią słupy żelbetowe 24x24 cm zakotwione w żelbetowych belkach obwodowych. Słupy zwieńczone żelbetową belką obwodową.

### **1.5.7 Słupy żelbetowe**

Słupy żelbetowe zaprojektowano o przekroju 40x40 cm, 40x60 cm oraz 40x100 cm dostosowując sposób zbrojenia do panujących obciążeń i do miejsca występowania w obiekcie. Słupy z betonu C25/30 z zbrojeniem podłużnym i poprzecznym ze stali A-IIIIN.

### **1.5.8 Belki żelbetowe**

Belki żelbetowe zaprojektowano o przekrojach i sposobie zbrojenia dostosowanym do miejsca występowania w obiekcie oraz do przenoszonych obciążeń. Belki zaprojektowano z betonu C25/30 z zbrojeniem poprzecznym i podłużnym ze stali A-IIIIN. Należy zapewnić poprzez zbrojenie konstrukcyjne ramowe (sztywne) połączenia pomiędzy belką a słupem skrajnym.

### **1.5.9 Strop i stropodach żelbetowy**

Zaprojektowano strop i stropodach żelbetowy z betonu C25/30 z zbrojeniem ze stali A-IIIIN grubości 20 cm i 25 cm. Płyta zbrojona krzyżowo oparta na belkach żelbetowych.

### **1.5.10 Płyta żelbetowa podłogi na gruncie**

Na warstwach podbudowy podłogi na gruncie zaprojektowano płytę żelbetową gr. 20 cm i 40 cm z betonu C25/30. Płyta grubości 20 cm zbrojona górą i dołem siatką #8 o oczku 15x15 cm ze stali A-IIIIN. Płyta gr. 40 cm zbrojona górą i dołem siatką #12 co 15 cm. Warstwy podbudowy pod płytą żelbetową w całym obiekcie należy wykonać z kruszywa zagęszczonego mechanicznie do wskaźnika zagęszczenia min.  $I_s = 0,97$ . Na płycie żelbetowej należy następnie wykonać ściany działowe oraz warstwy podłogi wg projektu architektury.

### **1.5.11 Schody żelbetowe**

W obiekcie zaprojektowano żelbetowe schody o konstrukcji płytowej. Grubość płyty biegu i spoczników wynosi 18 cm. Zbrojenie schodów ze stali A-IIIIN, beton C25/30.

### **1.5.12 Nadproża**

W obiekcie należy wykonać nadproża prefabrykowane:

- jako prefabrykowane żelbetowe typu L, lub;
- jako systemowe nadproża systemu ściennego;

Nadproża przenoszą obciążenia od ciężaru własnego oraz od ciężaru ścian pomiędzy nadprożem a belką żelbetową bezpośrednio nad nadprożem.

### **1.5.13 Szyb windy**

Zaprojektowano w obiekcie dwa szyby windy o konstrukcji żelbetowej gr. 25 cm z betonu C25/30 zbrojonego stalą A-IIIIN. Ściany szybu windy należy połączyć monolitycznie ze stropami i stropodachem żelbetowym.

### 1.5.14 Zadaszenie szklane, szklane systemy elewacyjne

Zadaszenie szklane i szklane systemy elewacyjne są poza zakresem niniejszego projektu. Powyższe elementy należy wykonać na podstawie projektów wykonawczych wg konkretnego producenta zadaszenia i systemów elewacyjnych.

## 1.6 OBCIĄŻENIA

Na konstrukcję obiektu działają obciążenia stałe od ciężaru własnego konstrukcji, obciążenia klimatyczne, obciążenia od parcia gruntu oraz obciążenia użytkowe.

Dopuszczalne obciążenia:

- Dopuszczalne obciążenie technologiczne stropodachu obiektu od wszelkiego rodzaju urządzeń wynosi  $150 \text{ kg/m}^2$  stropodachu
- Dopuszczalne obciążenie użytkowe stropów budynku (obciążenie ponad ciężar własny stropu, jego warstw wykończeniowych oraz ciężaru ścian działowych) wynosi  $300 \text{ kg/m}^2$ .
- Ściany zewnętrzne należy wykonać z pustaków z betonu komórkowego o maksymalnym ciężarze  $650 \text{ kg/m}^3$  i maksymalnej szerokości 24 cm, jednocześnie łączny ciężar ściany nie może być większy niż podany w części obliczeniowej projektu (pkt. 2.1).
- Maksymalny ciężar ścian działowych wynosi  $150 \text{ kg/m}^2$  powierzchni ściany, a sumaryczne obciążenie stropu od ścian działowych nie może być większe niż  $100 \text{ kg/m}^2$  w stosunku do rzutu stropu.

**Obiekty zaprojektowano dla następujących warunków:**

- III strefa obciążenia śniegiem
- I strefa obciążenia wiatrem
- granica przemarzania gruntu 1,2 m.

## 1.7 MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE

Wszystkie elementy żelbetowe w obiekcie zaprojektowano z betonu C25/30 zbrojonego stalą A-IIIN.

Wytrzymałości obliczeniowe zastosowanych materiałów:

- beton C25/30  $f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$
- stal zbrojeniowa A-IIIN  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

## 1.8 WYTYCZNE DO ZASTOSOWANIA

- prace budowlane należy prowadzić zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, z uwzględnieniem wytycznych producentów materiałów i urządzeń;
- wszystkie materiały budowlane muszą posiadać aktualne atesty i świadectwa ITB do stosowania w budownictwie;
- roboty zanikające (w szczególności zbrojenie elementów żelbetowych i wykonanie fundamentów) muszą być odebrane przez osobę uprawnioną;
- roboty ziemne wykonywać w taki sposób, aby nie naruszyć struktury gruntu rodzimego;
- **roboty ziemne i fundamentowe muszą być odebrane przez uprawnionego geologa;**
- demontaż deskowania elementów żelbetowych wykonywać po osiągnięciu przez beton pełnej wytrzymałości, tj. po min. 28 dniach;
- projekt konstrukcji należy rozpatrywać łącznie z projektem architektonicznym oraz z projektami branżowymi;
- wszelkie niejasności w projekcie należy zgłaszać przed wykonaniem robót i rozwiązywać w formie nadzoru autorskiego;
- wszystkie elementy żelbetowe w obiekcie należy wykonać na podstawie projektu wykonawczego opracowanego na podstawie niniejszego projektu budowlanego;
- **wszelkie odstępstwa od projektu wymagają pisemnej zgody projektanta;**

## 2. STATYKA I WYMIAROWANIE

### CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

- lokalizacja - Kraków
- wysokość terenu nad poziomem morza  $H_t = 212\text{m}$
- wysokość obliczeniowa obiektu  $H_{ob} = 17.30\text{m}$
- wymiary obliczeniowe obiektu
  - szerokość obiektu  $B_H = 21.0\text{m}$
  - długość obiektu  $L_H = 82.4\text{m}$

### 2.1 ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

#### 1) OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM - [PN-B-02010:1980/Az1]

- strefa obciążenia śniegiem  $\boxed{\text{str}_s = 3}$
- współczynnik obciążenia  $\gamma_{f,s} = 1.5$
- obciążenie charakterystyczne gruntu

$$Q_k = \max\left(0.006 \cdot \frac{H_t}{\text{m}} - 0.6, 1.2\right) \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Q_k = 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- schemat obciążenia śniegiem i wartości współczynnika kształtu dachu

*Ze względu na dużą powierzchnię dachu oraz ze względu na występowanie attyki przez cały obwód obiektu przyjęto jednolicie współczynnik kształtu dachu:*

$$C = 1.0$$

- obciążenie powierzchniowe  $s_k = Q_k \cdot C \quad s_k = 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

#### 2) OBCIĄŻENIE WIATREM - [PN-B-02011:1977/Az1]

##### Parametry obciążenia

- strefa obciążenia wiatrem  $\boxed{\text{str}_w = 1}$
- współczynnik obciążenia  $\gamma_{f,w} = 1.5$
- wartość charakterystyczna prędkości wiatru  $q_k = 0.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- współczynnik ekspozycji - teren typu A  $C_e = 0.8 + 0.02 \cdot \frac{H_{ob}}{\text{m}} \quad C_e = 1.15$
- współczynnik działania porywów wiatru  $\beta = 1.8$  - obiekt niepodatny na dynamiczne działanie wiatru

##### Obciążenie ściany podłużnej

- warunki geometryczne  $\frac{H_{ob}}{L_H} = 0.21 < 2 \quad \frac{B_H}{L_H} = 0.25 < 1$

- współczynnik aerodynamiczny  $C_{p,n.sp} = 0.7$  - ściana nawietrzna (parcie)  
 $C_{p,z.sp} = -0.4$  - ściana zawietrzna (ssanie)

- obciążenie powierzchniowe

$$w_{n.sp} = q_k \cdot C_e \cdot \beta \cdot C_{p,n.sp} \quad w_{n.sp} = 0.43 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{- ściana nawietrzna (parcie)}$$

$$w_{z.sp} = q_k \cdot C_e \cdot \beta \cdot C_{p,z.sp} \quad w_{z.sp} = -0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{- ściana zawietrzna (ssanie)}$$



### Obciążenie ściany szczytowej

- warunki geometryczne	$\frac{H_{ob}}{L_H} = 0.21 < 2$	$\frac{L_H}{B_H} = 3.92 > 1,0$
- współczynnik aerodynamiczny	$C_{p,n.sc} = 0.7$	- ściana nawietrzna (parcie)
- obciążenie powierzchniowe	$C_{p,z.sc} = -0.3$	- ściana zawietrzna (ssanie)
$w_{n.sc} = q_k \cdot C_e \cdot \beta \cdot C_{p,n.sc}$	$w_{n.sc} = 0.43 \cdot \frac{kN}{m^2}$	- ściana nawietrzna (parcie)
$w_{z.sc} = q_k \cdot C_e \cdot \beta \cdot C_{p,z.sc}$	$w_{z.sc} = -0.19 \cdot \frac{kN}{m^2}$	- ściana zawietrzna (ssanie)

### 3) OBCIĄŻENIA STAŁE STROPODACHU

#### 1. Sufit podwieszany

• grubość	$h_1 = 1.3 \cdot 2 \cdot 12.5mm = 32.5 \cdot mm$	
• ciężar obj.	$\gamma_1 = 12 \frac{kN}{m^3}$	
• obc. powierzchniowe	$g_1 = h_1 \cdot \gamma_1$	$g_1 = 0.39 \cdot \frac{kN}{m^2}$
• wsp. obc.	$\gamma_{f,1} = 1.3$	

#### 2. Ciężar własny płyty żelbetowej

• grubość	$h_2 = 20cm$	$h_{2b} = 25cm$
• ciężar obj.	$\gamma_2 = 25 \frac{kN}{m^3}$	
• obc. powierzchniowe	$g_2 = h_2 \cdot \gamma_2$	$g_2 = 5 \cdot \frac{kN}{m^2}$
• wsp. obc.	$\gamma_{f,2} = 1.1$	

#### 3. Izolacja XPS

• grubość	$h_3 = 50cm$	
• ciężar obj.	$\gamma_3 = 0.45 \frac{kN}{m^3}$	
• obc. powierzchniowe	$g_3 = h_3 \cdot \gamma_3$	$g_3 = 0.23 \cdot \frac{kN}{m^2}$
• wsp. obc.	$\gamma_{f,3} = 1.3$	

#### 5. Warstwy wykończeniowe

• grubość	$h_4 = 3cm$	
• ciężar obj.	$\gamma_4 = 25 \frac{kN}{m^3}$	
• obc. powierzchniowe	$g_4 = h_4 \cdot \gamma_4$	$g_4 = 0.75 \cdot \frac{kN}{m^2}$
• wsp. obc.	$\gamma_{f,4} = 1.3$	

#### Razem obciążenia stałe:

• stałe razem	$g_{sp} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4$	$g_{sp} = 6.37 \cdot \frac{kN}{m^2}$
• stałe na płytę	$g_{sp.pl} = g_1 + g_3 + g_4$	$g_{sp.pl} = 1.4 \cdot \frac{kN}{m^2}$

#### 4) OBCIĄŻENIE UŻYTKOWE (TECHNOLOGICZNE) STROPODACHU

- obciążenie  $q_{\text{tech}} = 1.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- współczynnik obciążenia  $\gamma_{f,\text{tech}} = 1.4$
- obciążenie to uwzględnia maksymalny ciężar urządzeń mocowanych na dachu obiektu

#### 5) OBCIĄŻENIE STAŁE STROPU

##### STROP - płyta gr. 20 cm

###### 1. Sufit podwieszany

- grubość  $h_1 = 1.3 \cdot 2 \cdot 12.5 \text{ mm} = 32.5 \cdot \text{mm}$
- ciężar obj.  $\gamma_1 = 12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_1 = h_1 \cdot \gamma_1$   $g_1 = 0.39 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,1} = 1.3$

###### 2. Ciężar własny płyty żelbetowej

- grubość  $h_2 = 20 \text{ cm}$
- ciężar obj.  $\gamma_2 = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_2 = h_2 \cdot \gamma_2$   $g_2 = 5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,2} = 1.1$

###### 3. Izolacja XPS

- grubość  $h_3 = 5 \text{ cm}$
- ciężar obj.  $\gamma_3 = 0.45 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_3 = h_3 \cdot \gamma_3$   $g_3 = 0.02 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,3} = 1.3$

###### 4. Wylewka cementowa zbrojona

- grubość  $h_4 = 5 \text{ cm}$
- ciężar obj.  $\gamma_4 = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_4 = h_4 \cdot \gamma_4$   $g_4 = 1.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,4} = 1.3$

###### 5. Warstwy wykończeniowe

- grubość  $h_5 = 2 \text{ cm}$
- ciężar obj.  $\gamma_5 = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_5 = h_5 \cdot \gamma_5$   $g_5 = 0.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,5} = 1.3$

**Razem obciążenia stałe:**

- stałe razem  $g_{st} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5$   $g_{st} = 7.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- stałe na płytę  $g_{st.pl} = g_1 + g_3 + g_4 + g_5$   $g_{st.pl} = 2.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

**STROP - płyta gr. 25 cm****1. Sufit podwieszany**

- grubość  $h_1 = 1.3 \cdot 2 \cdot 12.5 \text{ mm} = 32.5 \cdot \text{mm}$
- ciężar obj.  $\gamma_1 = 12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_1 = h_1 \cdot \gamma_1$   $g_1 = 0.39 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,1} = 1.3$

**2. Ciężar własny płyty żelbetowej**

- grubość  $h_2 = 25 \text{ cm}$
- ciężar obj.  $\gamma_2 = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_2 = h_2 \cdot \gamma_2$   $g_2 = 6.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,2} = 1.1$

**3. Izolacja XPS**

- grubość  $h_3 = 5 \text{ cm}$
- ciężar obj.  $\gamma_3 = 0.45 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_3 = h_3 \cdot \gamma_3$   $g_3 = 0.02 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,3} = 1.3$

**4. Wylewka cementowa zbrojona**

- grubość  $h_4 = 5 \text{ cm}$
- ciężar obj.  $\gamma_4 = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_4 = h_4 \cdot \gamma_4$   $g_4 = 1.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,4} = 1.3$

**5. Warstwy wykończeniowe**

- grubość  $h_5 = 2 \text{ cm}$
- ciężar obj.  $\gamma_5 = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- obc. powierzchniowe  $g_5 = h_5 \cdot \gamma_5$   $g_5 = 0.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obc.  $\gamma_{f,5} = 1.3$

**Razem obciążenia stałe:**

- stałe razem  $g_{st,2} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5$   $g_{st,2} = 8.41 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- stałe na płytę  $g_{st.pl,2} = g_1 + g_3 + g_4 + g_5$   $g_{st.pl,2} = 2.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

## 6) OBCIĄŻENIA ZMIENNE - [PN-B-02003:1982]

### Obciążenie użytkowe wszystkich stropów

- obciążenie stropu  $q_1 = 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obciążenia  $\gamma_{f,q1} = 1.3$

### Obciążenie użytkowe posadzki na gruncie

- obciążenie stropu  $q_2 = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obciążenia  $\gamma_{f,q2} = 1.3$

### Obciążenie zastępcze od ścian działowych

- ściany działowe w lekkiej konstrukcji g-k
- ciężar ścian działowych do  $150 \text{ kg/m}^2$  powierzchni ściany
- wysokość ścian działowych  $h_s = 3.8\text{m}$
- obciążenie ścianami działowymi  $q_3 = 0.75 \cdot \frac{h_s}{2.65\text{m}} \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_3 = 1.08 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obciążenia  $\gamma_{f,q3} = 1.4$

### Obciążenie użytkowe klatek schodowych

- obciążenie schodów  $q_4 = 4.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- wsp. obciążenia  $\gamma_{f,q4} = 1.3$

## 7) OBCIĄŻENIA OD ZEWNĘTRZNYCH ŚCIAN WYPEŁNIAJĄCYCH

- okładzina zewnętrzna  $b_1 = 2\text{cm} \quad \gamma_{b1} = 17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- wełna mineralna  $b_2 = 20\text{cm} \quad \gamma_{b2} = 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- pustaki  
(przyjęto ciężar jak dla pustaków ceramicznych)  $b_3 = 25\text{cm} \quad \gamma_{b3} = 14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
- wykończenie wewnętrzne  $b_4 = 2\text{cm} \quad \gamma_{b4} = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

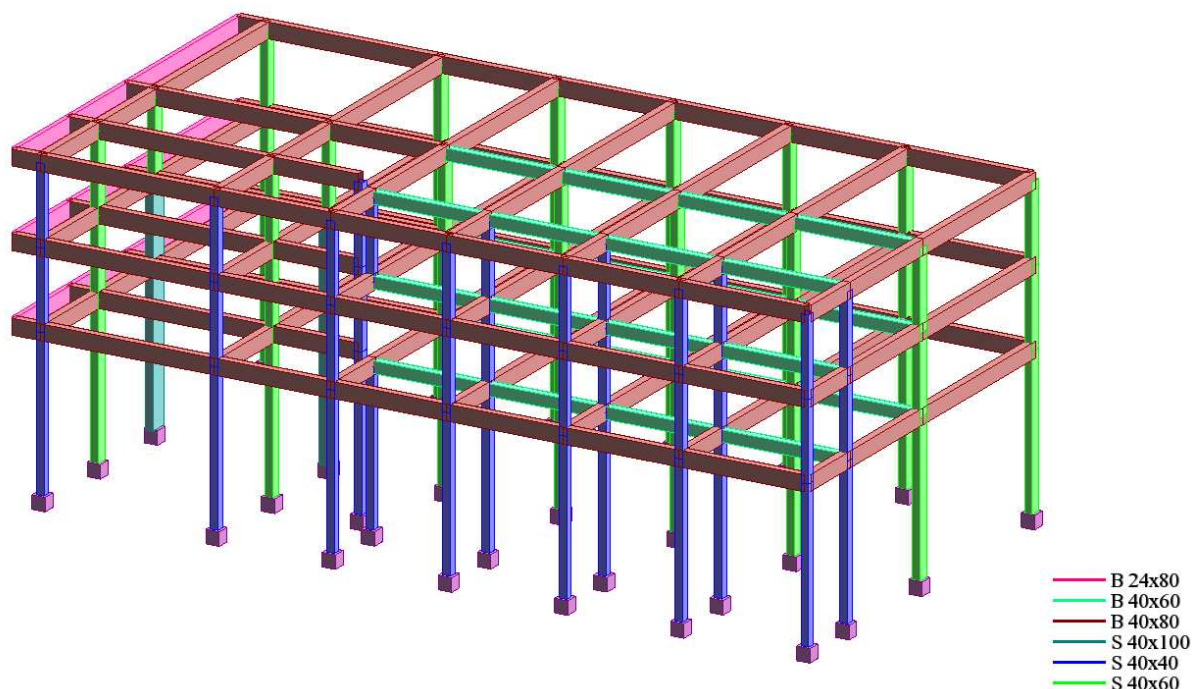
Ciężar ściany całkowity  $g_{sc} = b_1 \cdot \gamma_{b1} + b_2 \cdot \gamma_{b2} + b_3 \cdot \gamma_{b3} + b_4 \cdot \gamma_{b4} = 4.66 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

## 8) OBCIĄŻENIE CIĘŻAREM WŁASNYM KONSTRUKCJI

Obciążenie to jest uwzględniane w programie obliczeniowym ze wsp. obciążenia 1,1.

## 2.2 OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCJI

### 2.2.1 MODEL OBLICZENIOWY KONSTRUKCJI



### 2.2.2 BELKI ŻELBETOWE

#### BELKA ŻELBETOWA poz. B-1.1

##### 1 Charakterystyka:

- Wilgotność względna środowiska: 45 %
- Klasa środowiska: XC1
- Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 (dni)
- Dopuszczalne rozwarście rys: 0,30 (mm)
- Współczynnik pełzania betonu:  $\phi_p = 2,90$

##### 2 Wymiarowanie

##### 2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton: C25/30  $f_{cd} = 16,667$  (MPa)
- Zbrojenie podłużne :A-IIIN
- Zbrojenie poprzeczne: A-IIIN

##### 2.2 Geometria:

2.2.1	Przęsło	Pozycja	Pl (m)	L (m)	Pp (m)
	<b>P1</b>	<b>Przęsło</b>	<b>0,400</b>	<b>4,450</b>	<b>0,600</b>
		Rozpiętość obliczeniowa: $L_0 = 4,950$ (m)			
	Przekrój	od 0,000 do 4,450 (m)			
		40,0 x 80,0 (cm)			
2.2.2	Przęsło	Pozycja	Pl (m)	L (m)	Pp (m)
	<b>P2</b>	<b>Przęsło</b>	<b>0,600</b>	<b>4,300</b>	<b>1,000</b>
		Rozpiętość obliczeniowa: $L_0 = 5,100$ (m)			
	Przekrój	od 0,000 do 4,300 (m)			
		40,0 x 80,0 (cm)			

2.2.3	Przęsło	Pozycja	Pl (m)	L (m)	Pp (m)
	<b>P3</b>	<b>Przęsło</b>	<b>1,000</b>	<b>9,250</b>	<b>0,600</b>
	Rozpiętość obliczeniowa: $L_0 = 10,050$ (m)				
	Przekrój od 0,000 do 9,250 (m)				
	40,0 x 80,0 (cm)				

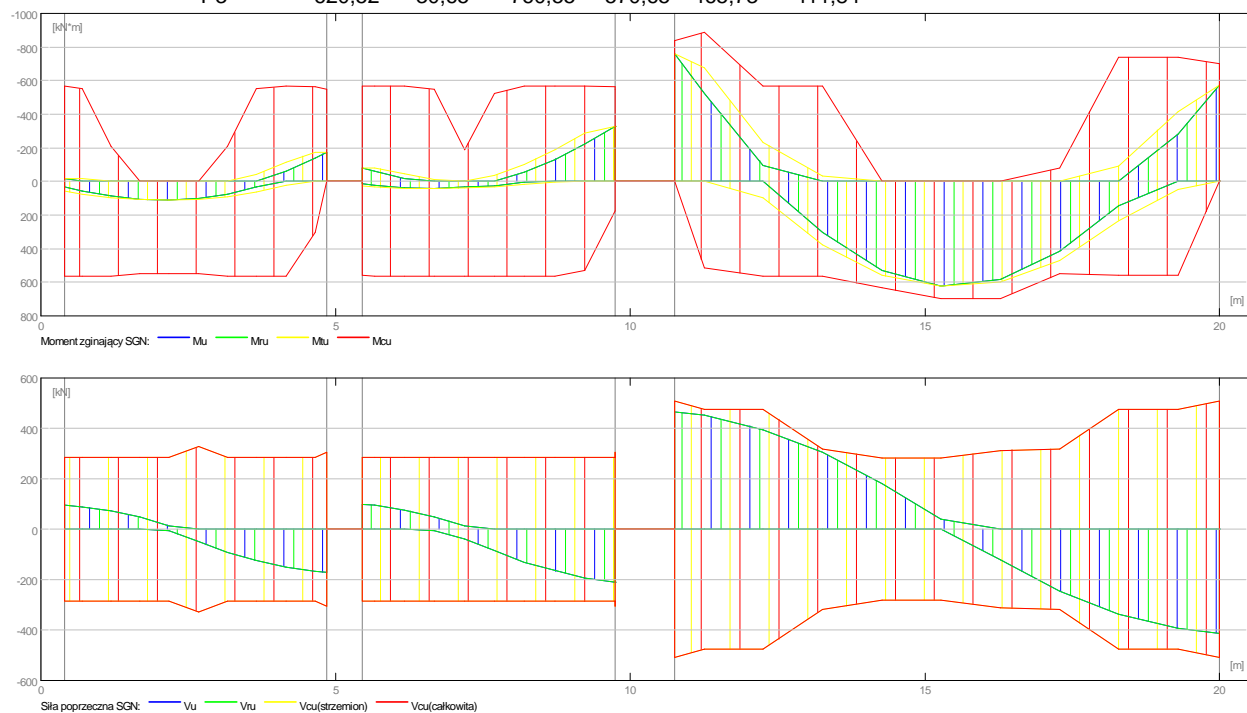
## 2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Belka prefabrykowana : nie
- Otulina zbrojenia : 3,0 (cm)

## 2.4 Wyniki obliczeniowe:

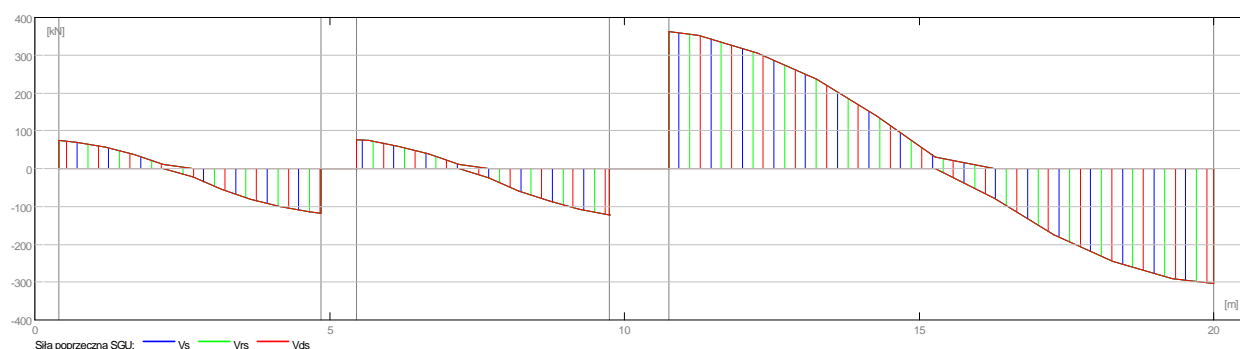
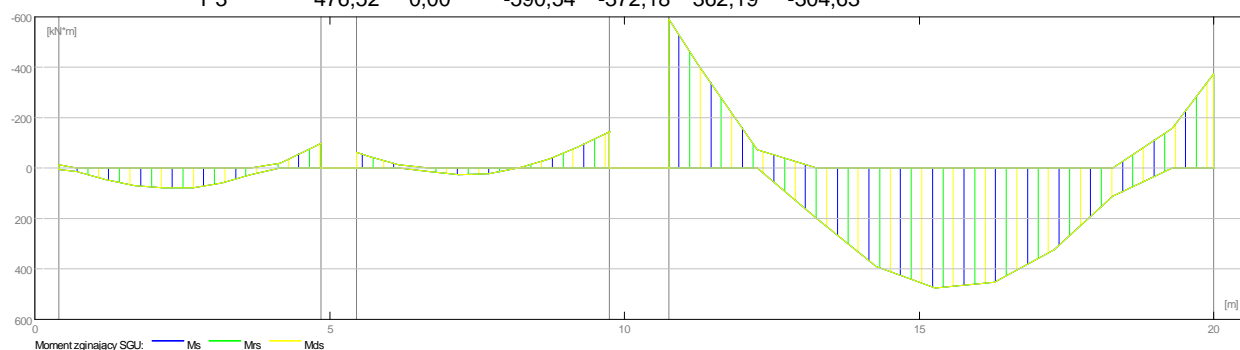
### 2.4.1 Oddziaływania w SGN

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	110,49	-40,59	58,28	-174,95	95,02	-171,18
P2	43,92	-102,28	-81,06	-326,34	97,69	-209,97
P3	620,52	-30,65	-760,55	-570,65	465,73	-411,84



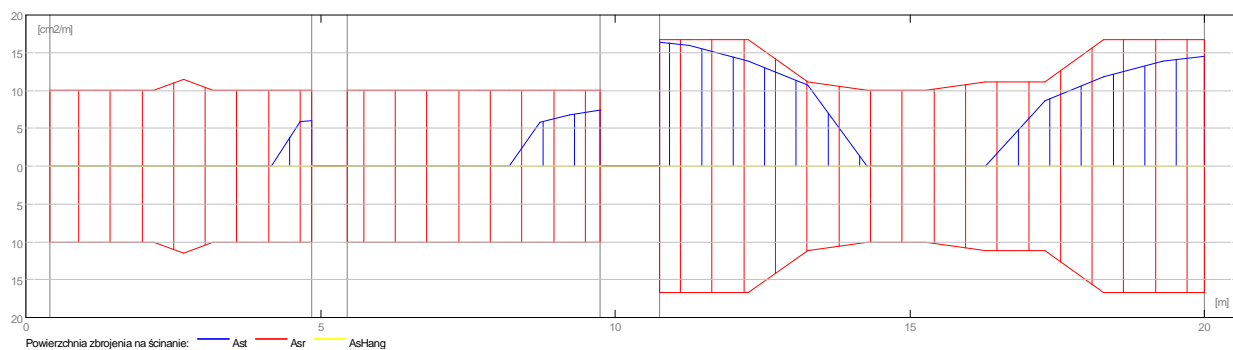
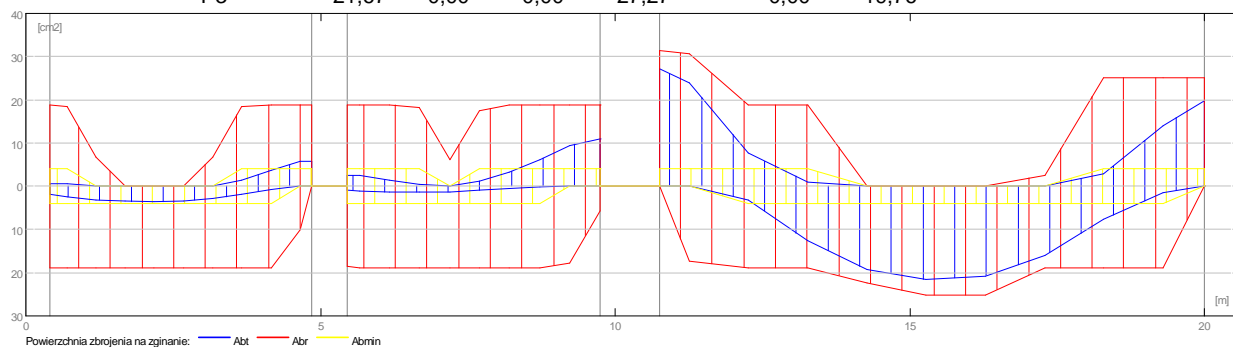
## 2.4.2 Oddziaływania w SGU

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	80,28	0,00	-14,57	-97,24	74,91	-117,27
P2	25,71	0,00	-63,51	-145,32	77,07	-121,71
P3	476,52	0,00	-590,54	-372,18	362,19	-304,63



## 2.4.3 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	3,56	0,00	1,86	0,59	0,00	5,69
P2	1,40	0,00	0,86	2,60	0,00	10,85
P3	21,67	0,00	0,00	27,27	0,00	19,76

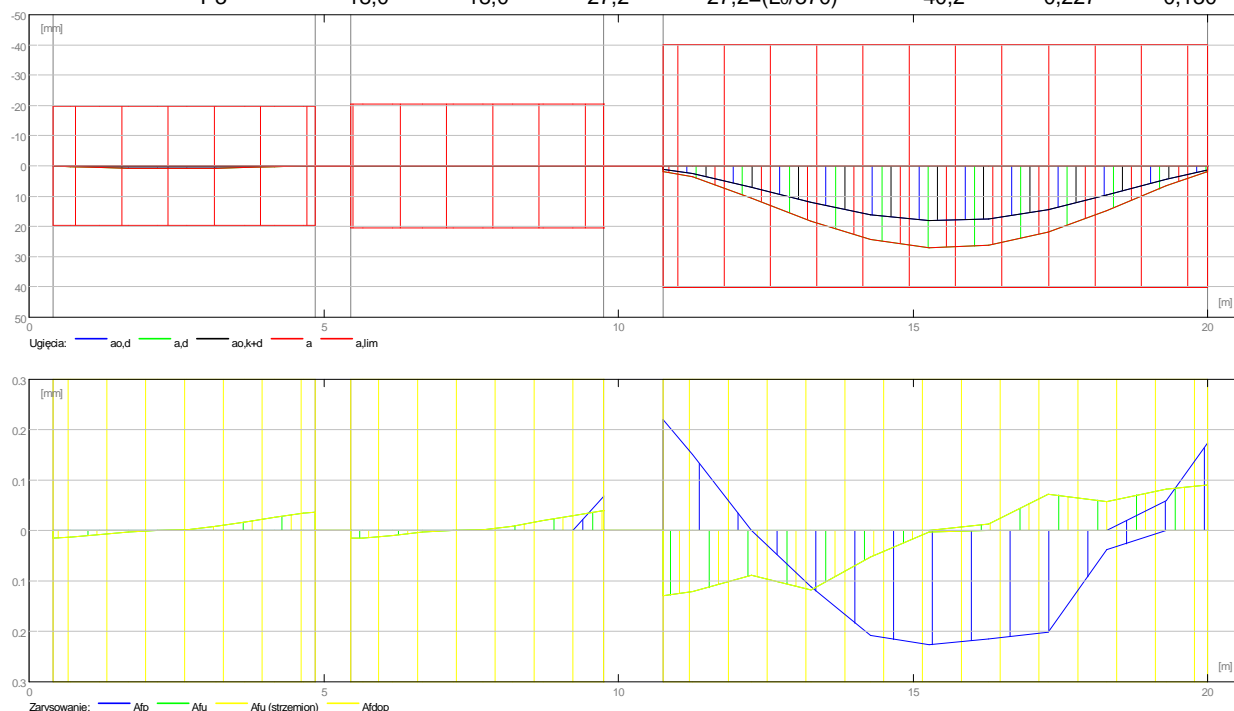


## 2.4.4 Ugięcie i zarysowanie

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 (mm)	ao,d (mm)	a,d (mm)	a (mm)	a,lim (mm)	afp (mm)	afu (mm)
P1	0,3	0,3	0,8	$0,8=(L_0/5982)$	19,8	0,000	0,036
P2	0,0	0,0	0,0	$0,0=(L_0/-)$	-20,4	0,069	0,039
P3	18,0	18,0	27,2	$27,2=(L_0/370)$	40,2	0,227	0,130



## 2.5 Wyniki teoretyczne - szczegółowe:

### 2.5.1 P1 : Przęsło od 0,400 do 4,850 (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)		
0,400	58,28	-18,53	5,08	-14,57	0,59	1,86
0,695	76,05	-18,53	12,57	0,00	0,59	2,44
1,190	99,02	-0,00	44,48	0,00	0,00	3,19
1,685	108,84	-0,00	68,11	0,00	0,00	3,51
2,180	110,49	-0,00	80,28	0,00	0,00	3,56
2,675	106,69	-0,00	77,82	0,00	0,00	3,44
3,170	91,00	-0,00	58,61	0,00	0,00	2,92
3,665	59,95	-40,59	24,76	0,00	1,29	1,91
4,160	20,68	-113,88	0,00	-20,54	3,67	0,66
4,655	0,00	-174,95	0,00	-74,13	5,69	0,00
4,850	0,00	-174,95	0,00	-97,24	5,69	0,00

Odcięta (m)	SGN		SGU		afp (mm)	afu (mm)	Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)
	Q maks (kN)	Q maks (kN)	afp (mm)	afu (mm)					
0,400	95,02	74,91	0,000	0,015	182,81	1218,24	285,77		
0,695	89,97	70,69	0,000	0,013	182,81	1218,24	285,77		
1,190	73,10	57,17	0,000	0,009	182,81	1218,24	285,77		
1,685	47,83	37,24	0,000	0,004	182,81	1218,24	285,77		
2,180	14,15	10,88	0,000	0,000	182,81	1218,24	285,77		
2,675	-49,95	-21,89	0,000	0,001	182,81	1218,24	326,59		
3,170	-92,02	-54,67	0,000	0,008	182,81	1218,24	285,77		
3,665	-125,69	-81,02	0,000	0,017	182,81	1218,24	285,77		



4,160	-150,97	-100,96	0,000	0,027	182,81	1218,24	285,77
4,655	-167,84	-114,47	0,000	0,034	182,81	1218,24	285,77
4,850	-171,18	-117,27	0,000	0,036	192,46	1296,00	304,01

## 2.5.2 P2 : Przęsło od 5,450 do 9,750 (m)

Odcięta (m)	SGN		SGU		A górne (cm2)	A dolne (cm2)
	M maks (kN*m)	M min (kN*m)	M maks (kN*m)	M min (kN*m)		
5,450	26,92	-81,06	0,00	-63,51	2,60	0,86
5,660	33,49	-81,06	0,00	-47,07	2,59	1,06
6,170	42,24	-44,25	0,00	-12,66	1,40	1,34
6,680	43,92	-10,43	12,76	0,00	0,33	1,40
7,190	39,81	-0,00	25,71	0,00	0,00	1,27
7,700	31,23	-34,46	22,71	0,00	1,09	0,98
8,210	18,80	-102,28	1,46	0,00	3,29	0,60
8,720	0,91	-187,98	0,00	-35,74	6,13	0,11
9,230	0,00	-286,69	0,00	-85,41	9,48	0,00
9,740	0,00	-326,34	0,00	-144,06	10,85	0,00
9,750	0,00	-326,34	0,00	-145,32	10,85	0,00

Odcięta (m)	SGN		SGU		Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)
	Q maks (kN)	Q maks (kN)	afp (mm)	afu (mm)			
5,450	97,69	77,07	0,000	0,016	182,81	1218,24	285,77
5,660	94,04	74,01	0,000	0,014	182,81	1218,24	285,77
6,170	76,26	59,79	0,000	0,009	182,81	1218,24	285,77
6,680	49,57	38,75	0,000	0,004	182,81	1218,24	285,77
7,190	-40,66	10,90	0,000	0,000	182,81	1218,24	285,77
7,700	-85,18	-23,77	0,000	0,001	182,81	1218,24	285,77
8,210	-129,71	-58,44	0,000	0,009	182,81	1218,24	285,77
8,720	-165,32	-86,30	0,000	0,019	182,81	1218,24	285,77
9,230	-192,01	-107,34	0,000	0,030	182,81	1218,24	285,77
9,740	-209,79	-121,56	0,067	0,039	182,81	1218,24	285,77
9,750	-209,97	-121,71	0,069	0,039	192,46	1296,00	304,01

## 2.5.3 P3 : Przęsło od 10,750 do 20,000 (m)

Odcięta (m)	SGN		SGU		A górne (cm2)	A dolne (cm2)
	M maks (kN*m)	M min (kN*m)	M maks (kN*m)	M min (kN*m)		
10,750	0,00	-760,55	0,00	-590,54	27,27	0,00
11,255	0,00	-675,77	0,00	-406,60	23,84	0,00
12,260	98,30	-233,35	0,00	-73,77	7,66	3,16
13,265	377,64	-30,65	200,53	0,00	0,98	12,65
14,270	559,54	-0,00	390,98	0,00	0,00	19,33
15,275	620,52	-0,00	476,52	0,00	0,00	21,67
16,280	596,06	-0,00	452,92	0,00	0,00	20,73
17,285	471,64	-0,00	324,40	0,00	0,00	16,06
18,290	232,00	-90,89	112,05	0,00	2,92	7,61
19,295	46,27	-414,63	0,00	-158,84	13,96	1,48
20,000	0,00	-570,65	0,00	-372,18	19,76	0,00

Odcięta (m)	SGN		SGU		Vrd1 (kN)	Vrd2 (kN)	Vrd3 (kN)
	Q maks (kN)	Q maks (kN)	afp (mm)	afu (mm)			
10,750	465,73	362,19	0,219	0,130	213,52	1296,00	506,68
11,255	453,10	351,90	0,151	0,122	201,63	1218,24	476,28
12,260	395,01	306,25	0,000	0,088	182,81	1218,24	476,28
13,265	303,98	235,42	0,111	0,117	182,81	1218,24	317,52
14,270	180,01	139,41	0,208	0,052	187,30	1206,73	283,07
15,275	39,57	30,82	0,227	0,003	191,08	1200,02	281,49
16,280	-121,11	-77,78	0,215	0,013	191,08	1200,02	312,77
17,285	-245,08	-173,79	0,202	0,072	182,81	1218,24	317,52
18,290	-336,11	-244,62	0,038	0,058	182,81	1218,24	476,28
19,295	-394,20	-290,27	0,058	0,082	193,34	1218,24	476,28
20,000	-411,84	-304,63	0,174	0,090	202,99	1296,00	506,68

## 2.6 Zbrojenie:

### 2.6.1 P1 : Przęsło od 0,400 do 4,850 (m)

#### Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-IIIN (RB500W))  
6  $\phi$ 20,0 l = 5,496 od -0,100 do 4,930

- montażowe (górne) (A-IIIN (RB500W))  
4  $\phi 20,0$   $l = 3,580$  od 0,390 do 3,970
- podporowe (A-IIIN (RB500W))  
6  $\phi 20,0$   $l = 2,131$  od -0,100 do 1,326

#### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-IIIN (RB500W))  
strzemiona 23  $\phi 8,0$   $l = 2,256$   
 $e = 1*0,050 + 10*0,200 + 2*0,175 + 10*0,200$  (m)  
23  $\phi 8,0$   $l = 2,013$   
 $e = 1*0,050 + 10*0,200 + 2*0,175 + 10*0,200$  (m)

### 2.6.2 P2 : Przęsło od 5,450 do 9,750 (m)

#### Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-IIIN (RB500W))  
6  $\phi 20,0$   $l = 5,340$  od 4,650 do 9,990
- montażowe (górne) (A-IIIN (RB500W))  
4  $\phi 20,0$   $l = 1,600$  od 6,390 do 7,990
- podporowe (A-IIIN (RB500W))  
6  $\phi 20,0$   $l = 4,589$  od 2,874 do 7,463

#### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-IIIN (RB500W))  
strzemiona 22  $\phi 8,0$   $l = 2,256$   
 $e = 1*0,050 + 21*0,200$  (m)  
22  $\phi 8,0$   $l = 2,013$   
 $e = 1*0,050 + 21*0,200$  (m)

### 2.6.3 P3 : Przęsło od 10,750 do 20,000 (m)

#### Zbrojenie podłużne:

- dolne (A-IIIN (RB500W))  
6  $\phi 20,0$   $l = 9,730$  od 10,510 do 20,240  
2  $\phi 20,0$   $l = 3,330$  od 13,810 do 17,140
- montażowe (górne) (A-IIIN (RB500W))  
4  $\phi 20,0$   $l = 4,615$  od 13,470 do 18,085
- podporowe (A-IIIN (RB500W))  
6  $\phi 20,0$   $l = 7,560$  od 6,950 do 14,510  
4  $\phi 20,0$   $l = 2,160$  od 9,850 do 12,010  
6  $\phi 20,0$   $l = 4,001$  od 17,205 do 20,700  
2  $\phi 20,0$   $l = 4,151$  od 17,105 do 20,650

#### Zbrojenie poprzeczne:

- główne (A-IIIN (RB500W))  
strzemiona 63  $\phi 8,0$   $l = 2,256$   
 $e = 1*0,050 + 17*0,120 + 2*0,150 + 2*0,180 + 9*0,200 + 2*0,125 + 1*0,200 + 12*0,180 + 17*0,120$  (m)  
63  $\phi 8,0$   $l = 2,013$   
 $e = 1*0,050 + 17*0,120 + 2*0,150 + 2*0,180 + 9*0,200 + 2*0,125 + 1*0,200 + 12*0,180 + 17*0,120$  (m)

## 2.2.3 SŁUPY ŻELBETOWE

### 2.2.3.1 SŁUP poz. S-1.1

#### 1 Charakterystyka:

- Wilgotność względna środowiska : 45 %
- Współczynnik pękania betonu :  $\phi_p = 2,900$
- Wiek betonu w chwili obciążenia : 28 (dni)
- Klasa środowiska : XC1
- Wiek betonu : 5 (lat)

#### 2 Wymiarowanie

##### 2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton: C25/30  $f_{cd} = 16,667$  (MPa)
- Zbrojenie podłużne : A-IIIN
- Zbrojenie poprzeczne: A-IIIN

##### 2.2 Geometria:

2.2.1	Prostokąt	100,0 x 40,0 (cm)
2.2.2	Wysokość:	= 8,150 (m)
2.2.3	Grubość płyty	= 0,000 (m)
2.2.4	Wysokość belki	= 0,800 (m)
2.2.5	Otulina zbrojenia	= 3,0 (cm)
2.2.6	Ac	= 4000,00 (cm <sup>2</sup> )

##### 2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Słup prefabrykowany : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Metoda obliczeń : uproszczona
- Konstrukcja o węzłach przesuwnych
- Nr kondygnacji (licząc od góry):  $n = 3$

##### 2.4 Obciążenia:

Przypadek	N	Myg	Myd	My	Mzg	Mzd	Mz
	(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
KOMB1	3608,23	-37,92	16,61	-16,11	234,16	-136,92	93,66
KOMB2	3660,32	-37,52	16,08	-16,08	-40,50	237,05	126,03

##### 2.5 Wyniki obliczeniowe:

###### 2.5.1 Analiza SGN

###### Kombinacja wymiarująca: KOMB1 (A)

Siły przekrojowe:

$$N_{sd} = 3608,23 \text{ (kN)} \quad M_{sdy} = -37,92 \text{ (kN*m)} \quad M_{sdz} = 234,16 \text{ (kN*m)}$$

Siły wymiarujące: węzeł górny

$$N_{sd} = 3608,23 \text{ (kN)} \quad N_{sd}^{*etotz} = -366,89 \text{ (kN*m)} \quad N_{sd}^{*etoty} = 425,43 \text{ (kN*m)}$$

###### 2.5.1.1 Mimośród:

Mimośród:		ez (My/N)	ey (Mz/N)
statyczny	ee:	-1,1 (cm)	6,5 (cm)
niezamierzony	ea:	-1,8 (cm)	3,3 (cm)
początkowy	e0:	-2,9 (cm)	9,8 (cm)
całkowity	etot:	-10,2 (cm)	11,8 (cm)

###### 2.5.2 Nośność

$$(e_z * b) / (e_y * h) = 2,899$$

$$m_n = 1,000$$

$$N_{Rdz} = 6263,81 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rdy} = 4623,40 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rdo} = 8187,20 \text{ (kN)}$$

$$mn \cdot N_{Sd} = 3608,23 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd} = 1 / ((1 / N_{Rdz}) + (1 / N_{Rdy}) - (1 / N_{Rdo})) = 3940,17 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd} / N_{Sd} = 1,037$$

### 2.5.3 Zbrojenie:

Przekrój zbrojony prętami	$\phi 20,0 \text{ (mm)}$
Całkowita liczba prętów w przekroju	= 12
Liczba prętów na boku b	= 6
Liczba prętów na boku h	= 2
rzeczywista powierzchnia	$A_{sr} = 37,70 \text{ (cm}^2\text{)}$
Stopień zbrojenia:	$\mu = A_{sr} / A_c = 0,942 \%$

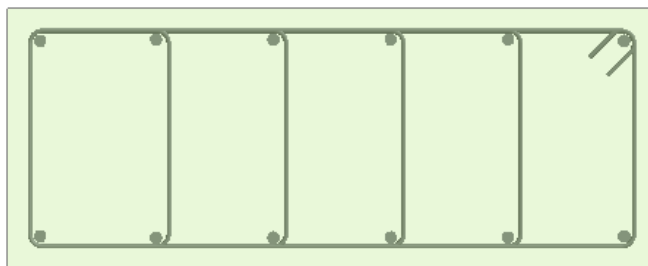
## 2.6 Zbrojenie:

### Pręty główne (A-IIIN (RB500W)):

- 12  $\phi 20,0$   $l = 8,120$  (m)

### Zbrojenie poprzeczne (A-IIIN (RB500W)):

- strzemiona: 30  $\phi 8$



### 2.2.3.1 SŁUP poz. S-1.2

#### 1 Charakterystyka:

- jak dla S-1.1

#### 2 Wymiarowanie

##### 2.1 Charakterystyki materiałów:

- jak dla S-1.1

##### 2.2 Geometria:

2.2.1	Prostokąt	60,0 x 40,0 (cm)
2.2.2	Wysokość:	= 8,150 (m)
2.2.3	Grubość płyty	= 0,000 (m)
2.2.4	Wysokość belki	= 0,800 (m)
2.2.5	Otulina zbrojenia	= 3,0 (cm)
2.2.6	$A_c$	= 2400,00 (cm <sup>2</sup> )

##### 2.3 Opcje obliczeniowe:

jak dla S-1.1

## 2.4 Obciążenia:

Przypadek	N	Myg	Myd	My	Mzg	Mzd	Mz
	(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
KOMB1	2885,45	9,15	-5,73	3,66	89,78	-57,64	35,91
KOMB2	2887,84	9,46	-6,06	3,78	-31,09	75,94	33,13

## 2.5 Wyniki obliczeniowe:

### 2.5.1 Analiza SGN

#### Kombinacja wymiarująca: KOMB1 (A)

Siły przekrojowe:

$$N_{Sd} = 2885,45 \text{ (kN)} \quad M_{Sdy} = 9,15 \text{ (kN*m)} \quad M_{Sdz} = 89,78 \text{ (kN*m)}$$

Siły wymiarujące: węzeł górny

$$N_{Sd} = 2885,45 \text{ (kN)} \quad N_{Sd}^{*etotz} = 183,03 \text{ (kN*m)} \quad N_{Sd}^{*etoty} = 273,35 \text{ (kN*m)}$$

#### 2.5.1.1 Mimośród:

Mimośród:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
statyczny	ee: 0,3 (cm)	3,1 (cm)
niezamierzony	ea: 1,8 (cm)	2,0 (cm)
początkowy	e0: 2,1 (cm)	5,1 (cm)
całkowity	etot: 6,3 (cm)	9,5 (cm)

### 2.5.2 Nośność

$$(e_z * b) / (e_y * h) = 2,240$$

$$m_n = 1,000$$

$$N_{Rdz} = 3920,05 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rdy} = 4131,24 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rdo} = 5773,95 \text{ (kN)}$$

$$m_n * N_{Sd} = 2885,45 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd} = 1 / ((1 / N_{Rdz}) + (1 / N_{Rdy}) - (1 / N_{Rdo})) = 3086,75 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd} / N_{Sd} = 1,037$$

### 2.5.3 Zbrojenie:

Przekrój zbrojony prętami	φ20,0 (mm)
Całkowita liczba prętów w przekroju	= 14
Liczba prętów na boku b	= 7
Liczba prętów na boku h	= 2
rzeczywista powierzchnia	Asr = 43,98 (cm <sup>2</sup> )
Stopień zbrojenia:	μ = Asr / Ac = 1,833 %

## 2.6 Zbrojenie:

#### Pręty główne (A-IIIN (RB500W)):

- 14 φ20,0    l = 8,120    (m)

#### Zbrojenie poprzeczne (A-IIIN (RB500W)):

- strzemiona:    30 φ8,0 l = 1,856 (m)
- szpilki    30 φ8,0 l = 0,495 (m)

## 2.2.4 FUNDAMENTY

### 2.2.4.1 Stopa fundamentowa poz. F-1 (dla słupa poz. S-1.1)

#### 1 Charakterystyka:

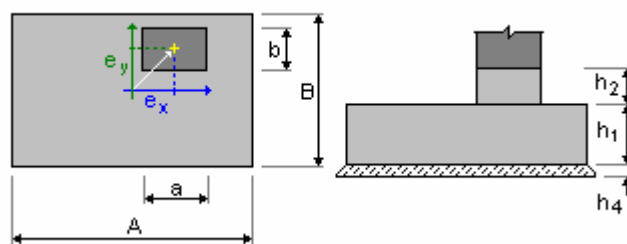
- Zarysowanie : nieszkodliwe
- Środowisko : XC2

#### 2 Wymiarowanie

##### 2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton: C25/30
- Stal : A-IIIN

##### 2.2 Geometria:



A	= 4,000 (m)	a	= 0,400 (m)
B	= 4,000 (m)	b	= 1,000 (m)
h1	= 0,700 (m)	ex	= 0,000 (m)
h2	= 0,000 (m)	ey	= 0,000 (m)
h4	= 0,100 (m)		

##### 2.3 Opcje obliczeniowe:

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

- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Dobór kształtu : bez ograniczeń
- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: : A
- Wymiarowanie fundamentu na:
  - Nośność
  - Osiadanie średnie
  - Przesunięcie
  - Obrót
  - Przebiecie / Ścinanie
- Graniczne położenie wypadkowej obciążeń:
  - długotrwałych: w rdzeniu I
  - całkowitych: w rdzeniu I

##### 2.4 Obciążenia:

###### Obciążenia fundamentu:

Przypadek	N	Fx	Fy	Mx	My	Nd/Nc
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)	
KOMB1	3608,23	7,04	-47,88	136,92	16,61	1,000
KOMB2	3660,32	6,92	35,81	-237,05	16,08	1,000
KOMB3	o2825,90	5,42	-37,12	106,36	12,75	1,000

##### 2.5 Grunt:

Poziom gruntu:	N <sub>1</sub>	= 0,000 (m)
Poziom trzonu słupa:	N <sub>a</sub>	= -1,400 (m)

### 1. Gлина pylasta

- Poziom gruntu: 0.000 (m)
- Mięszczość: 2.000 (m)
- Ciężar objętościowy: 2050.00 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 15.5 (Deg)
- Kohezja: 0.019 (MPa)
- IL / ID: 0.150
- Symbol konsolidacji: C
- 

### 2. Piasek średni

- Poziom gruntu: -2.000 (m)
- Mięszczość: 0.400 (m)
- Ciężar objętościowy: 2100.00 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 32.4 (Deg)
- Kohezja: 0.000 (MPa)
- IL / ID: 0.400
- Symbol konsolidacji: ----

### 3. Gлина pylasta

- Poziom gruntu: -2.400 (m)
- Mięszczość: 1.000 (m)
- Ciężar objętościowy: 1950.00 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 13.2 (Deg)
- Kohezja: 0.013 (MPa)
- IL / ID: 0.300
- Symbol konsolidacji: C

## 2.6 Wyniki obliczeniowe:

### 2.6.1 Zbrojenie teoretyczne

SGN : KOMB2 N=3660,32 Mx=-237,05 My=16,08 Fx=6,92 Fy=35,81  
My = 1115,21 (kN\*m) A<sub>sx</sub> = 12,64 (cm<sup>2</sup>/m)

SGN : KOMB2 N=3660,32 Mx=-237,05 My=16,08 Fx=6,92 Fy=35,81  
Mx = 780,39 (kN\*m) A<sub>sy</sub> = 8,38 (cm<sup>2</sup>/m)

A<sub>s min</sub> = 8,38 (cm<sup>2</sup>/m)

**2.6.2 Rzeczywisty poziom posadowienia** = -2,100 (m)

### 2.6.3 Analiza stateczności

#### Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe

Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB2 N=3660,32 Mx=-237,05 My=16,08 Fx=6,92 Fy=35,81**

Współczynniki obciążeniowe:

**1.10** \* ciężar fundamentu

**1.20** \* ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie stropu warstwy nr 3

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 958,90 (kN)

Obciążenie wymiarujące: Nr = 4619,23 (kN) Mx = -272,86 (kN\*m) My = 23,00 (kN\*m)

Mimośród działania obciążenia: e<sub>B</sub> = 0,059 (m) e<sub>L</sub> = 0,005 (m)

Wymiary zastępcze fundamentu: B<sub>-</sub> = 3,982 (m) L<sub>-</sub> = 4,090 (m)

Głębokość posadowienia: D<sub>min</sub> = 2,400 (m)

Współczynniki nośności:

N<sub>B</sub> = 0.224

N<sub>C</sub> = 8.595

N<sub>D</sub> = 2.602

Współczynniki wpływu nachylenia obciążenia:

i<sub>B</sub> = 0.977

i<sub>C</sub> = 0.980

i<sub>D</sub> = 0.996

#### Parametry geotechniczne:

$c_u = 0.010$  (MPa)  $\phi_u = 10,560$   
 $\rho_D = 1646.67$  (kG/m<sup>3</sup>)  $\rho_B = 1560.00$  (kG/m<sup>3</sup>)  
Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 6034,79$  (kN)  
Napężenie w gruncie:  $0.284$  (MPa)  
Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 1.176 > 1$

#### Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe

Kombinacja wymiarująca **SGU : KOMB3 sgu N=2825,90 Mx=106,36 My=12,75 Fx=5,42 Fy=-37,12**

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu

**1.00** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 713,80$  (kN)

Średnie napężenie od obciążenia wymiarującego:  $q = 0,221$  (MPa)

Mięszość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 7,300$  (m)

Napężenie na poziomie z:

- dodatkowe:  $\sigma_{zd} = 0,026$  (MPa)

- wywołane ciężarem gruntu:  $\sigma_{z\gamma} = 0,182$  (MPa)

Osiadanie:

- pierwotne  $s' = 1,8$  (cm)

- wtórne  $s'' = 0,0$  (cm)

- CAŁKOWITE  $S = 1,8$  (cm) <  $S_{adm} = 2,0$  (cm)

Współczynnik bezpieczeństwa:  $1.141 > 1$

#### Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB2 N=3660,32 Mx=-237,05 My=16,08 Fx=6,92 Fy=35,81**

Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu

**0.90** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 724,49$  (kN)

Obciążenie wymiarujące:  $N_r = 4384,82$  (kN)  $M_x = -272,86$  (kN\*m)  $M_y = 23,00$  (kN\*m)

Wymiary zastępcze fundamentu:  $A_- = 4,075$  (m)  $B_- = 4,075$  (m)

Współczynnik tarcia gruntu (w gruncie 3):  $\mu = 0,186$

Kohezja:  $C = 0.010$  (MPa)

Współczynnik redukcji spójności gruntu =  $0,200$

Uwzględnione parcie gruntu:

$H_x = 6,92$  (kN)  $H_y = 35,81$  (kN)

$P_{px} = 0,00$  (kN)  $P_{py} = 0,00$  (kN)

$P_{ax} = 0,00$  (kN)  $P_{ay} = 0,00$  (kN)

Wartość siły poślizgu  $F = 0,00$  (kN)

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:

- na poziomie posadowienia:  $F(\text{stab}) = 1691,26$  (kN)

- w gruncie:  $F(\text{stab}) = 990,13$  (kN)

Stateczność na przesunięcie:  $F(\text{stab}) \cdot m / F = \infty$

#### Obrót

Wokół osi OX

Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB2 N=3660,32 Mx=-237,05 My=16,08 Fx=6,92 Fy=35,81**

Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu

**0.90** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 642,42$  (kN)

Obciążenie wymiarujące:  $N_r = 4302,74$  (kN)  $M_x = -262,12$  (kN\*m)  $M_y = 20,93$  (kN\*m)

Moment stabilizujący:  $M_{\text{stab}} = 8605,49$  (kN\*m)

Moment obracający:  $M_{\text{renv}} = 262,12$  (kN\*m)

Stateczność na obrót:  $M_{\text{stab}} \cdot m / M = 26.26 > 1$

Wokół osi OY

Kombinacja wymiarująca: **SGN : KOMB1 N=3608,23 Mx=136,92 My=16,61 Fx=7,04 Fy=-47,88**

Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu

**0.90** \* ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 642,42$  (kN)



Obciążenie wymiarujące:  $N_r = 4250,65 \text{ (kN)}$      $M_x = 170,44 \text{ (kN*m)}$      $M_y = 21,53 \text{ (kN*m)}$   
Moment stabilizujący:  $M_{stab} = 8501,31 \text{ (kN*m)}$   
Moment obracający:  $M_{renv} = 21,53 \text{ (kN*m)}$   
Stateczność na obrót:  $M_{stab} * m / M = 315.8 > 1$

### Ścinanie

Kombinacja wymiarująca **SGN : KOMB2 N=3660,32 Mx=-237,05 My=16,08 Fx=6,92 Fy=35,81**

Współczynniki obciążeniowe:

**0.90** \* ciężar fundamentu

**0.90** \* ciężar gruntu

Obciążenie wymiarujące:  $N_r = 4302,74 \text{ (kN)}$      $M_x = -262,12 \text{ (kN*m)}$      $M_y = 20,93 \text{ (kN*m)}$

Długość obwodu krytycznego:

4,000 (m)

Siła ścinająca: 1065,02 (kN)

Wysokość użyteczna przekroju

$h_{eff} = 0,640 \text{ (m)}$

Powierzchnia ścinania:  $A = 2,560 \text{ (m}^2\text{)}$

$F_{tj} = 1,197 \text{ (MPa)}$

Stopień zbrojenia:  $\rho = 0.198 \%$

Współczynnik bezpieczeństwa:  $1.288 > 1$

## 2.7

### Zbrojenie:

#### Dolne:

Wzdłuż osi X:

26 A-IIIN (RB500W) 16,0     $l = 3,900 \text{ (m)}$      $e = 1*-1,950$

Wzdłuż osi Y:

26 A-IIIN (RB500W) 16,0     $l = 3,900 \text{ (m)}$      $e = 0,150$

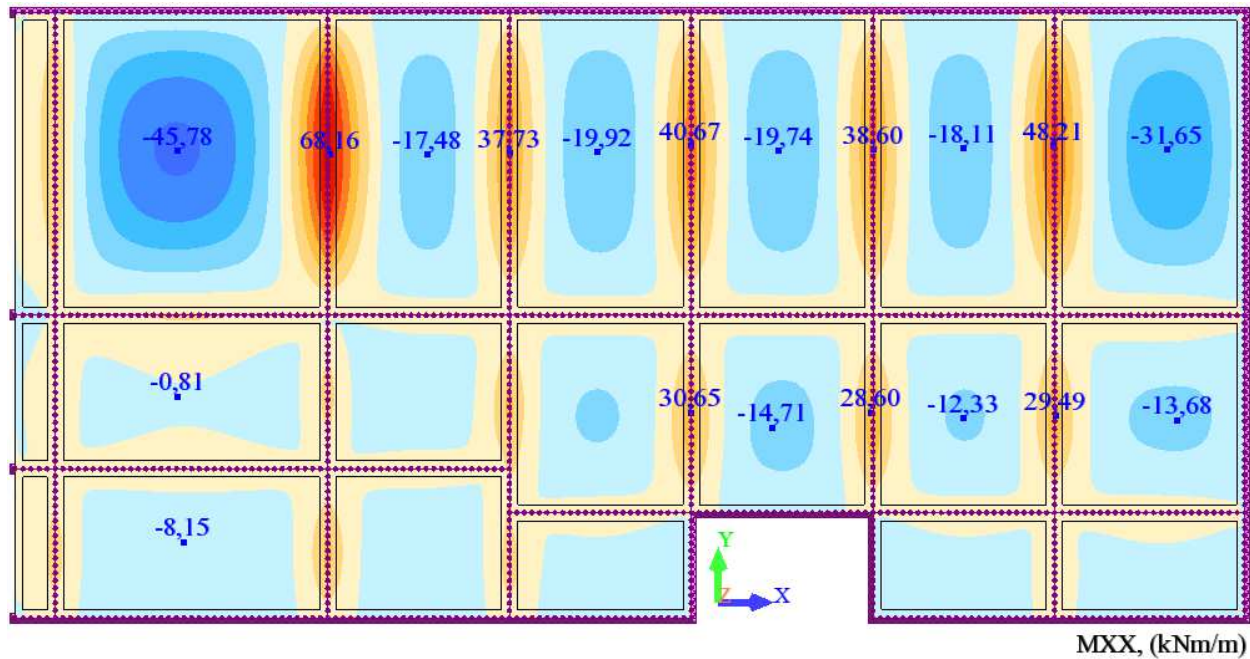
**Górne:** konstrukcyjne

## 2.2.5 PŁYTA STROPOWA ZASTOSOWANE MATERIAŁY

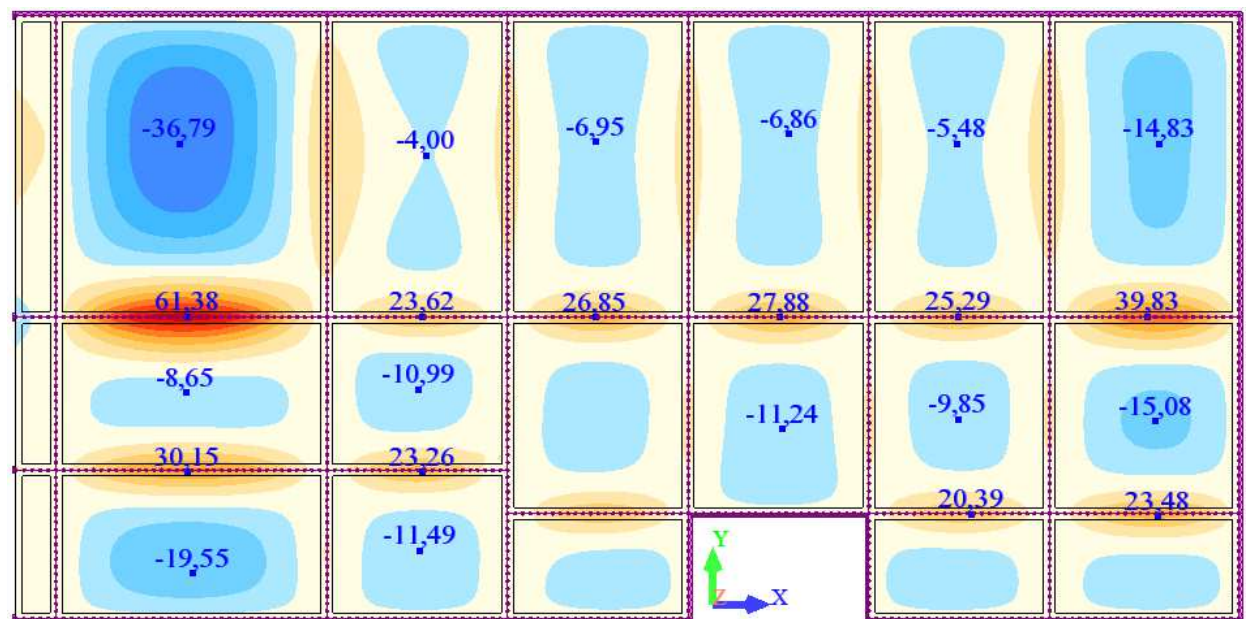
- BETON C25/30**      $f_{ck} = 25\text{MPa}$       $f_{cd} = 16.7\text{MPa}$       $E_{cm} = 31\text{GPa}$       $f_{cube} = 30\text{MPa}$   
 $f_{ctd} = 1.2\text{MPa}$       $f_{ctk} = 1.8\text{MPa}$       $f_{ctm} = 2.6\text{MPa}$
- STAL A-IIIN**      $f_{yk} = 500\text{MPa}$       $E_s = 200\text{GPa}$       $f_{yd} = 420\text{MPa}$       $\xi_{eff.lim} = 0.50$

### MOMENTY ZGINAJĄCE

Momenty zginające [kNm] dla kombinacji wymiarujących:



$M_{XX}$ , (kNm/m)



$M_{YX}$ , (kNm/m)

### 2.5.5.1 PŁYTA - gr. 25 cm

#### STAN GRANICZNY NOŚNOŚCI

- grubość płyty  $h = 25\text{cm}$
- moment obliczeniowy  $M = \begin{pmatrix} 45.8 \\ 68.2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$    
 - moment przęsłowy maksymalny   
 - moment podporowy maksymalny
- pasmo płyty  $b = 1\text{m}$
- zastosowana średnica pręta  $\phi = 16\text{mm}$
- otulina zbrojenia  $c_{\text{nom}} = 25\text{mm}$
- wysokość użyteczna przekroju  $d = h - c_{\text{nom}} - 0.5 \cdot \phi$   $d = 21.7 \cdot \text{cm}$
- algorytm obliczeniowy  $s_c = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}$   $s_c = \begin{pmatrix} 0.06 \\ 0.09 \end{pmatrix}$    
  $\xi_{\text{eff}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_c}$   $\xi_{\text{eff}} = \begin{pmatrix} 0.06 \\ 0.09 \end{pmatrix} < \xi_{\text{eff.lim}} = 0.5$    
  $A_{s1} = \frac{\xi_{\text{eff}} \cdot d \cdot b \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$   $A_{s1} = \begin{pmatrix} 5.18 \\ 7.84 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^2$
- pole przekroju pręta  $F_d = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4}$   $F_d = 2.01 \cdot \text{cm}^2$
- potrzebna ilość prętów (na 1 mb)  $n = \frac{A_{s1}}{F_d}$   $n = \begin{pmatrix} 2.58 \\ 3.9 \end{pmatrix}$
- wymagany obl. rozstaw zbrojenia  $s_w = \frac{b}{n}$   $s_w = \begin{pmatrix} 38.81 \\ 25.65 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}$
- rozstaw maksymalny prętów:   
 - dla płyty jednokier. zbrojonej  $s_{\text{max.I}} = 1.2 \cdot h$   $s_{\text{max.I}} = 30 \cdot \text{cm}$    
 - dla płyty dwukier. zbrojonej  $s_{\text{max.II}} = 2.5 \cdot h$   $s_{\text{max.II}} = 62.5 \cdot \text{cm}$
- przyjęty rozstaw prętów  $s_z = \begin{pmatrix} 15 \\ 15 \end{pmatrix} \text{cm}$
- zastosowane pole przekroju prętów  $A_{s.z} = \frac{b}{s_z} \cdot F_d$   $A_{s.z} = \begin{pmatrix} 13.4 \\ 13.4 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^2$
- ostateczny rozstaw prętów zbrojeniowych uwzględnia również wyniki stanu granicznego użytkowania

#### Przyjęte zbrojenie płyty:

- > zbrojenie dolne krzyżowe #16 co 15
- > zbrojenie górne podporowe #16 co 15
- > zbrojenie górne obwodowe #12 co 25
- > zbrojenie rozdzielcze zbrojenia górnego #8 co 20

#### STAN GRANICZNY UŻYTKOWALNOŚCI - UGIĘCIE I ZARYSOWANIE PŁYTY

- obliczeniowa szerokość rys  $w_k = 0.16 \text{ mm} < w_{k.lim} = 0.3 \text{ mm}$
- ugięcie sprężyste  $a_{\text{spr}} = 5.9 \text{ mm}$
- ugięcie w stanie niezarysowanym  $a_{\text{nz}} = 19.1 \text{ mm}$
- ugięcie w stanie zarysowanym  $a_z = 35.9 \text{ mm} < a_{\text{lim}} = 36 \text{ mm}$

### 2.5.5.2 PŁYTA - gr. 20 cm

#### STAN GRANICZNY NOŚNOŚCI

- grubość płyty  $h = 20\text{cm}$
- moment obliczeniowy  $M = \begin{pmatrix} 31.7 \\ 48.2 \end{pmatrix} \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$    
 - moment przęsłowy maksymalny   
 - moment podporowy maksymalny
- pasmo płyty  $b = 1\text{m}$
- zastosowana średnica pręta  $\phi = 12\text{mm}$
- otulina zbrojenia  $c_{\text{nom}} = 25\text{mm}$
- wysokość użyteczna przekroju  $d = h - c_{\text{nom}} - 0.5 \cdot \phi$   $d = 16.9 \cdot \text{cm}$
- algorytm obliczeniowy  $s_c = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}$   $s_c = \begin{pmatrix} 0.07 \\ 0.1 \end{pmatrix}$    
  $\xi_{\text{eff}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot s_c}$   $\xi_{\text{eff}} = \begin{pmatrix} 0.07 \\ 0.11 \end{pmatrix} < \xi_{\text{eff.lim}} = 0.5$    
  $A_{s1} = \frac{\xi_{\text{eff}} \cdot d \cdot b \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$   $A_{s1} = \begin{pmatrix} 4.63 \\ 7.17 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^2$
- pole przekroju pręta  $F_d = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4}$   $F_d = 1.13 \cdot \text{cm}^2$
- potrzebna ilość prętów (na 1 mb)  $n = \frac{A_{s1}}{F_d}$   $n = \begin{pmatrix} 4.09 \\ 6.34 \end{pmatrix}$
- wymagany obl. rozstaw zbrojenia  $s_w = \frac{b}{n}$   $s_w = \begin{pmatrix} 24.45 \\ 15.77 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}$
- rozstaw maksymalny prętów:   
 - dla płyty jednokier. zbrojonej  $s_{\text{max.I}} = 1.2 \cdot h$   $s_{\text{max.I}} = 24 \cdot \text{cm}$    
 - dla płyty dwukier. zbrojonej  $s_{\text{max.II}} = 2.5 \cdot h$   $s_{\text{max.II}} = 50 \cdot \text{cm}$
- przyjęty rozstaw prętów  $s_z = \begin{pmatrix} 15 \\ 15 \end{pmatrix} \text{cm}$
- zastosowane pole przekroju prętów  $A_{s.z} = \frac{b}{s_z} \cdot F_d$   $A_{s.z} = \begin{pmatrix} 7.54 \\ 7.54 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}^2$
- ostateczny rozstaw prętów zbrojeniowych uwzględnia również wyniki stanu granicznego użytkowania

#### Przyjęte zbrojenie płyty:

- > zbrojenie dolne krzyżowe #12 co 15
- > zbrojenie górne podporowe #12 co 15
- > zbrojenie górne obwodowe #12 co 25
- > zbrojenie rozdzielcze zbrojenia górnego #8 co 25

#### STAN GRANICZNY UŻYTKOWALNOŚCI - UGIĘCIE I ZARYSOWANIE PŁYTY

- obliczeniowa szerokość rys  $w_k = 0.22 \text{ mm} < w_{k.lim} = 0.3 \text{ mm}$
- ugięcie sprężyste  $a_{\text{spr}} = 2.5 \text{ mm}$
- ugięcie w stanie niezarysowanym  $a_{\text{nz}} = 8.7 \text{ mm}$
- ugięcie w stanie zarysowanym  $a_z = 20.1 \text{ mm} < a_{\text{lim}} = 30 \text{ mm}$