

## SPIS TREŚCI

### A. OPIS TECHNICZNY

1. Podstawy techniczne projektu
2. Kryteria projektowania przebudowy stadionu
  - 2.1. Normy i wytyczne
  - 2.2. Obciążenia
  - 2.3. Materiały konstrukcyjne
  - 2.4. Bezpieczeństwo pożarowe
  - 2.5. Trwałość konstrukcji żelbetowej (klasy ekspozycji)
3. Opis konstrukcji istniejącej
4. Opinia dotycząca możliwości przebudowy obiektu
5. Opis przebudowy fragmentu stadionu

### B. OBLICZENIA STATYCZNE

1. Stropodach
  - 1.1. Zestawienie obciążeń
  - 1.2. Schemat dachu
  - 1.3. Żebro
  - 1.4. Podciąg
  - 1.5. Słup stalowy pod podciągami dachowym w wysokości kond. „+1”
2. Strop „+1”
  - 2.1. Obciążenia
  - 2.2. Płyta stropowa istniejąca – sprawdzenie nośności po przebudowie
  - 2.3. Konstrukcja wsporcza stalowa pod stropem, w osi wycinanej belki
3. Sprawdzenie nośności istniejącego słupa żelbetowego  $\phi 350$ , w wysokości parteru
4. Wzmocnienie stóp fundamentowych w osiach L1/F i P1/F

### C. ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik 1 Konstrukcja istniejąca. Rzut stropu „+1” - szalunek
- Załącznik 2 Konstrukcja istniejąca. Strop „+1” - zbrojenie dołem
- Załącznik 3 Konstrukcja istniejąca. Strop „+1” - zbrojenie górą
- Załącznik 4 Konstrukcja istniejąca. Przekrój
- Załącznik 5 Konstrukcja istniejąca. Rzut fundamentów

## OPIS TECHNICZNY

### 1. Podstawy techniczne projektu

1.1. Projekt architektoniczny i uzgodnienia projektowe z ATJ Architekti

1.2. Projekt archiwalny stadionu piłkarskiego w Kielcach, opracowany przez ATJ (architektura) i KiP (konstrukcja)

1.3. Oględziny stanu istniejącego.

### 2. Kryteria projektowania przebudowy stadionu

#### 2.1. Normy i wytyczne

- PN-EN 1990 Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991-1-1 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje - ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- PN-EN 1991-1-3 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje.
- Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem
- PN-EN 1991-1-4 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływanie wiatru.
- PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2 Projektowanie konstrukcji z betonu. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1993-1-1 Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych. Reguły ogólne i reguły dla budynków.

#### 2.2. Obciążenia

Sala bankietowa, tarasy stadionu

**5,0 kN/m<sup>2</sup>**

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu II strefa

**S<sub>k</sub> = 0,9 kN/m<sup>2</sup>**

Obciążenie charakterystyczne ciśnienia wiatru I strefa:

**q<sub>k</sub> = 0,3 kN/m<sup>2</sup>**

#### 2.3. Materiały konstrukcyjne

beton konstrukcyjny – stropy, ściany, słupy

**C25/30**

beton konstrukcyjny fundamenty (istniejące)

**C20/25**

stal zbrojeniowa

**A IIIN (BSt500)**

stal konstrukcyjna do budowy

**St3SX, St3SY, St3S**

#### 2.4. Bezpieczeństwo pożarowe

**klasa odporności ogniowej konstrukcji B:**

- główna konstrukcja nośna (słupy, ściany, belki)
- stropy
- dach
- ściany działowe
- ściany osłonowe

**R 120**

**REI 60**

**R30**

**EI 30**

**EI 60**

Istniejąca konstrukcja żelbetowa i stalowa stadionu, spełnia wymagania odporności przeciwpożarowej.

Zabezpieczenia wymagają nowe konstrukcje, projektowane w ramach rozbudowy strefy VIP.

Projektowane belki i słupy stalowe, podpierające strop, zostaną obetonowane dla uzyskania odporności ogniowej 120 min. (minimalna grubość otuliny betonowej 5cm).

Konstrukcje stalowa stropodachu nad rozbudowaną strefą zaplecza VIP, zostanie zabezpieczona na 30min odporności ogniowej, zestawem farb pęczniejących

### 2.5. Trwałość konstrukcji żelbetowej ze względu na korozję (klasy ekspozycji)

Ze względu na trwałość konstrukcji, przyjęto klasy ekspozycji konstrukcji żelbetowej:

- Konstrukcja nośna we wnętrzu budynku słupy, ściany, stropy **XC1**
- Tarasy zewnętrzne stadionu **XC4**

### 3. Opis konstrukcji istniejącej

Stadion piłkarski został okolony trybunami, z czterech stron. Trybuny dwukondygnacyjne, żelbetowe. Konstrukcję nośną stanowią ramy żelbetowe, monolityczne rozmieszczone co 2-6m. W miejscu wejść na trybuny, ramy zdwojono, okalając schody wejściowe. Na ramach oparto żelbetowe prefabrykowane stopnie trybun.

Stropy pod trybunami i na obejściu wokół trybun żelbetowe, monolityczne, oparte na belkach ram, lokalnie (na zewnętrznym obwodzie stadionu) bezpodciągowo, na słupach żelbetowych. Klatki schodowe wewnętrzne żelbetowe, monolityczne, oparte na ścianach żelbetowych. Schody zewnętrzne, prowadzące z poziomu terenu na poziom obwodowego tarasu )"+1", żelbetowe, monolityczne, oparte na belkach – ścianach policzkowych.

Konstrukcja zadaszenia trybun została zaprojektowana w formie stalowych dźwigarów kratowych, opartych na dwóch podporach, rozsuniętych na odległość 5,4m. i przewieszonych wspornikowo ok. 17,5m, w stronę płyty stadionu, nad trybunami. Dźwigary w formie przestrzennych kratownic o przekroju trójkątnym: składa się ona z pasa dolnego i dwóch pasów górnych, skratowanych w trzech płaszczyznach. Dźwigary kratowe rozstawione zostały co 7m. Rząd podpór wewnętrznych stanowią słupy stalowe, oparte na żelbetowych ramach trybun co 14m. Stanowią one podparcie dla co drugiego dźwigara. Między słupami rurowymi ukształtowano ciągłą bekę kratową, stanowiącą podarcie dla dźwigarów zlokalizowanych między słupami

Drugi, zewnętrzny rząd podpór, stanowią dla każdego dźwigara kratowego stanowią zdwojone stalowe słupy rurowe, połączone z pasami górnymi każdego dźwigara i sprowadzone równolegle, pionowo do fundamentu. Tak rozmieszczone, tworzą wokół zewnętrznych ścian stadionu rytm pionowy, naprzemiennie co 2 i 5m.

Na dźwigarach, oparto płatownie dachowe w rozstawie 2,5m

Budynek posadowiono bezpośrednio, na ruszcie fundamentowym: ławy poprzeczne

pod ramami nośnymi trybun, spięto podłużnymi ławami na skraju trybun oraz ławą w osi głównych słupów konstrukcyjnych (podpierających dach). Ławy rusztu fundamentowego o zróżnicowanej wysokości- od 1m, poprzez 80cm do 60cm, zrównano licem górnym. Poziom posadowienia zróżnicowany -0.75m, -0.95m do -1.15m.

Stopy i ławy zewnętrzne (tarasy, schody), posadowione na rzędnej -1,5m.

Poziom 0.00 budynku odpowiada rzędnej 273,3 m n.p.morza.

Zaplecze konferencyjno- gastronomiczne strefy VIP, umieszczone jest pod górnym obejściem korony trybun trybunami, na osi krótszej stadionu („Y”), w poziomie „+1”. Jest ono zlokalizowane między dwoma dylatacjami konstrukcyjnymi, między osiami L2 i P2 oraz D-E. Stropy : „+1” i „+2” w tym rejonie , oparto na poprzecznych belkach ram trybun. Płyty stropowe monolityczne gr. 20cm. Zaplecze VIP, oddzielone jest od tarasu zewnętrznego przeszkloną ścianą, ustawioną przy osi „E”, na żelbetowej belce 410x750mm, wyniesionej 45cm nad płytę stropową.

Poziom wierzchu konstrukcji stropu „+1”, we wnętrzu zaplecza strefy VIP, znajduje się na poziomie +4,75m. Poziom stropu tarasu, na zewnątrz strefy, poza belką w osi „E”, jest podniesiony o 10cm (rzędna +4,85), przy belce i wykonany ze spadkiem 5cm, do krawędzi tarasu (przy balustradzie rzędna +4,80m).

#### 4. Opinia dotycząca możliwości przebudowy obiektu

Jako autor projektu wykonawczego stadionu piłkarskiego w Kielcach, w oparciu o analizę archiwalnej dokumentacji projektowej, dokumentacji powykonawczej oraz przeprowadzone oględziny obiektu, po niemal 10 latach użytkowania, stwierdzam, że został on wykonany zgodnie z dokumentacją i zasadami wiedzy technicznej oraz znajduje się obecnie w dobrym stanie technicznym.

Przebudowa stadionu, pod kątem rozszerzenia strefy zapleczerwowej VIP jest możliwa. Nośność stropów w tym rejonie spełnia wymagania dla projektowanych pomieszczeń.

Konieczne jest wzmocnienie kilku elementów konstrukcyjnych, w rejonach przebudowywanych, co jest możliwe technicznie.

#### 5. Opis przebudowy fragmentu stadionu

Projektuje się powiększenie strefy VIP, przez zabudowanie części tarasu w poziomie „+1”, przylegającej do obecnego zaplecza strefy VIP (między osiami L2- P2/E-F).

Wymiary zabudowywanej części wynoszą 6m x 24m. Zabudowa tarasu została przewidziana na obszarze między dwoma dylatacjami konstrukcji, zlokalizowanymi w rejonie osi L2 i P2.

##### 5.1. Wzmocnienie stropu „+1”.

Dla poszerzenia zaplecza strefy VIP, barierę stanowi wyniesiona ponad strop belka żelbetowa zlokalizowana wzdłuż osi „E”, oparta na słupach żelbetowych co 7m.

Przewidziano rozebranie fragmentu belki, wystającego ponad strop, na długości 24m, po uprzednim wykonaniu konstrukcji wsporczej pod stropem.

Konstrukcję wsporczą zaprojektowano ze stalowych, jednoprzęsłowych podciągów HEB 360, umieszczanych między istniejącymi słupami żelbetowymi  $\phi 350$ , rozstawionymi co 7m. Dla oparcia podciągów, przewidziano dostawienie po obu stronach każdego z żelbetowych słupów po dwa, obejmujące go słupy stalowe z C300. Słupy te zostaną przykręcone do ław fundamentowych, na których oparta jest istniejąca konstrukcja oraz połączone ze sobą obejmami, w celu usztywnienia.

Ponieważ pod stropem, poprzecznie do projektowanych podciągów stalowych, co 2-5m, zlokalizowane są belki żelbetowe, wystające 20-30 cm pod strop, przewidziano zamontowanie podciągów, tak, by ich wierzch licował się ze spodem belek poprzecznych (poziom wierzchu +4,25m). Przestrzeń między wierzchem podciągu i spodem stropu żelbetowego (30cm), zostanie wypełniona betonem ekspansywnym, dla podbicia belek pod strop.

Dla zapewnienia odporności ogniowej konstrukcja wsporcza- podciągi i słupy stalowe- zostanie obetonowana (minimalna otulina obetonowania 5cm).

Po wykonaniu konstrukcji wsporczej belka wystająca nad strop zostanie rozebrana do poziomu wierzchu stropu („+4,85m). Rozbiórkę należy wykonać w sposób mało inwazyjny – aby nie uszkodzić konstrukcji pozostawianej.

Spadek stropu tarasu włączony do wnętrza rozbudowy zaplecza VIP, zostanie wyrównany warstwami wykończeniowymi.

## 5.2. Zadaszenie rozbudowy strefy VIP

Przewidziano wykonanie lekkiego zadaszenia rozbudowy zaplecza, w konstrukcji stalowej. Konstrukcję stropodachu o wymiarach 6x24m, oparto na istniejącej attyce żelbetowej, zamykającej istniejącą, kubaturową część stadionu oraz na dwóch nowo projektowanych słupach stalowych, HEB 300, ustawionych nad istniejącymi słupami żelbetowymi, podpierającymi taras w osiach L1/E i P1/E. Na słupach, rozstawionych w odległości 14m, oparty zostanie podciąg stalowy HEB 360, przewieszony obustronnie poza słupy po 5m. Poprzecznie do podciągu, co 2,3-2,5m, umieszczone zostaną

płatwie stalowe C180, oparte na attyce żelbetowej i na podciągu, przewieszone poza podciąg o 1,5m. Połaciowo Konstrukcja zostanie stężona cięgnami.

Przekrycie konstrukcyjne dachu stanowi blacha trapezowa T55x188, na której ułożone zostaną warstwy izolacyjne.

Pod stropodachem podwieszony zostaną instalacje i sufit je maskujący.

Konstrukcja stalowa stropodachu zostanie zabezpieczona przeciwpożarowo zestawem farb pęczniejących.

Rozbudowana część zostanie okolona systemową ścianą osłonową, przeszkloną, na konstrukcji metalowej.

### 5.3. Wzmocnienie fundamentów.

Z uwagi na dociążenie słupów w osi L1/F i P1/F, konstrukcją zadaszenia zaplecza VIP, zlokalizowanego na obecnym tarasie oraz dodatkowymi warstwami wykończenia stropu w poziomie „+1”, konieczne jest wzmocnienie dwóch stóp fundamentowych, na których posadowiono te słupy. Istniejące stopy o wymiarach 120x120cm i wysokości 40cm, posadowione na głębokości -1,15m, zostaną poszerzone do wymiaru 1,8x1,8m. Powiększenie stóp fundamentowych, zaprojektowano przez obetonowanie tych stóp, opaską szer. 30cm, z nadbetonowaniem nad stopą istniejącą 30cm warstwy betonu. Scalenie obu części stopy: istniejącej i dobetonowywanej, przewidziano przez zgroszkowanie powierzchni bocznych stopy istniejącej, wklejenie na jej obwodzie 12 prętów  $\phi 25$  (po 3 pręty na każdym boku, w rozstawie 30cm, w połowie wysokości stopy, na głębokość 25cm), a następnie obetonowanie.

## B. OBLICZENIA STATYCZNE.

### 1. Stropodach

#### 1.1. Zestawienie obciążeń

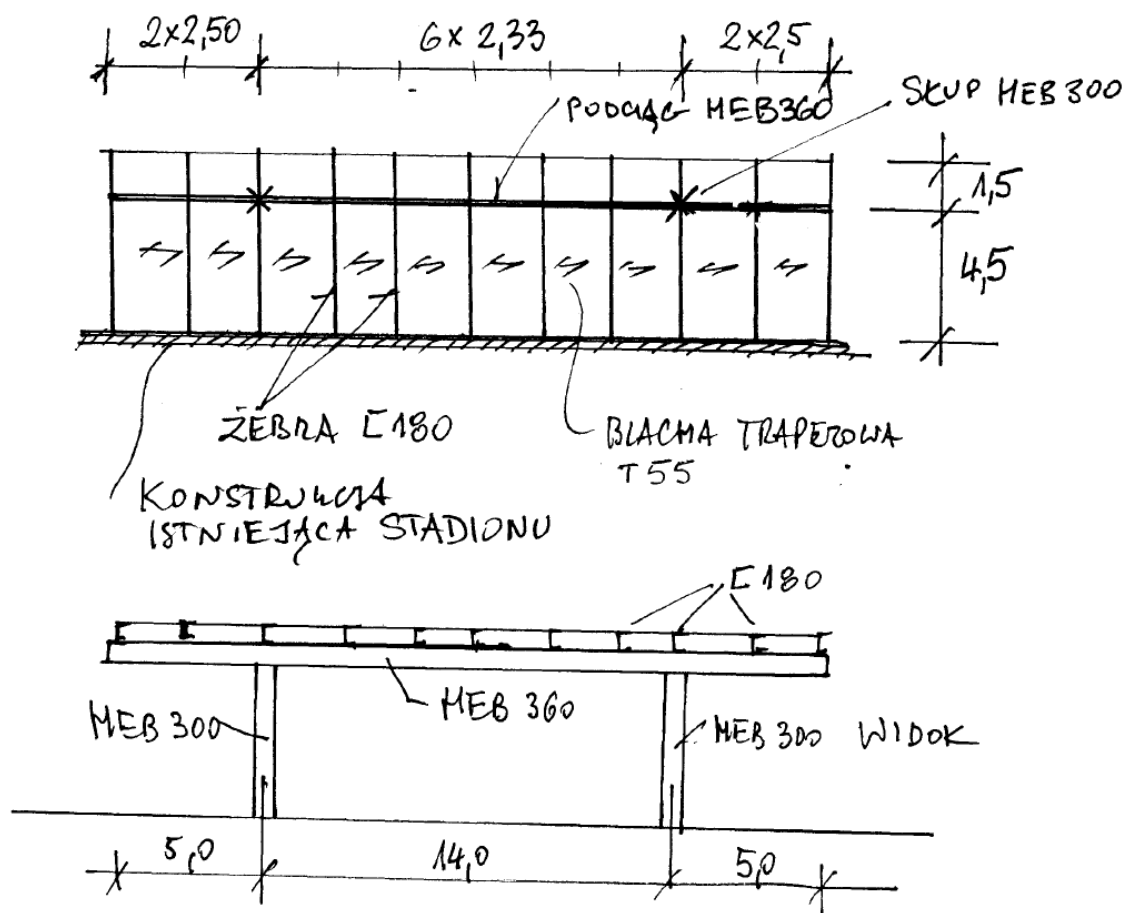
##### OBCIĄŻENIA STAŁE

Warstwy	obciążenie charakterystyczne
hydroizolacja	0,1 kN/m <sup>2</sup>
wełna min. twarda 25cm 0,25*2 =	0,5 kN/m <sup>2</sup>
Blacha trapezowa	0,1 kN/m <sup>2</sup>
Konstrukcja stalowa	0,1 kN/m <sup>2</sup>
sufit podwieszony	0,3 kN/m <sup>2</sup>
Instalacje	0,2 kN/m <sup>2</sup>
<b>RAZEM STAŁE</b>	<b>1,3 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>OBCIĄŻENIA ZMIENNE</b>	
Śnieg 0,9*1,2 =	1,08 kN/m <sup>2</sup>
Obciążenie serwisowe	0,5 kN/m <sup>2</sup>
<b>RAZEM ZMIENNE</b>	<b>1,58 kN/m<sup>2</sup></b>

Kombinacja charakterystyczna  $G_k + S_k + P_k = 2,88 \text{ kN/m}^2$

Sytuacja obliczeniowa STR/GEO  $G * 1,35 + P_k * 1,5 = 4,1 \text{ kN/m}^2$

#### 1.2. Schemat dachu



### 1.3. Żebro co 2,5m, przęsło 4,7m, przewieszona 1,5m

Obciążenia:

Stałe  $g_k = 1,3 \cdot 2,5 = 3,25 \text{ kN/m}$  Zmienne  $p_k = 1,58 \cdot 2,5 = 3,95 \text{ kN/m}$



Momenty gnące  $M_g$  [kNm]

Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)



(2015-12-16) Zadanie: płatew

Firma: KiP Sp.z o.o. (ABC Rama3D)

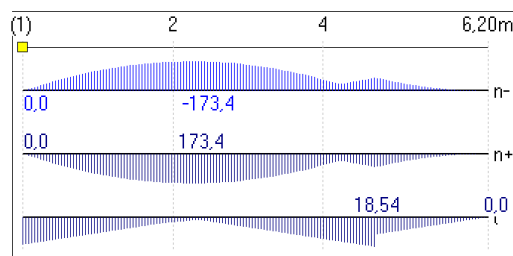
$R_{gk} = 13,3 \text{ kN}$   $R_{pk} = 16,15 \text{ kN}$

Przyjęto C 180

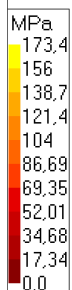
$W_x = 150 \text{ cm}^3$   $J_x = 1350 \text{ cm}^4$

Naprężenia [MPa]

Obwiednia - przez sumowanie (Max - Obliczeniowe)



0,0MPa



(2015-12-16) Zadanie: płatew

Firma: KiP Sp.z o.o. (ABC Rama3D)

$\sigma/f_a = 173,4 \text{ MPa}/215 \text{ MPa} = 0,8$

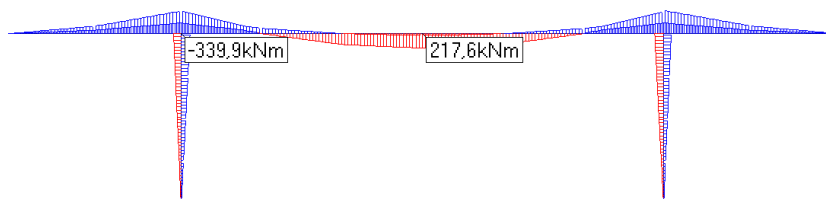
Ugięcia:

Przęsło  $a = 1,14 \text{ cm} < 470/200 = 2,35 \text{ cm}$

Wspornik  $a = 1,3 \text{ cm} < 2 \cdot 150/200 = 1,5 \text{ cm}$

#### 1.4. Podciąg HEB 360, słupy HEB 300

Momenty gnące  $M_g$  [kNm] Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)

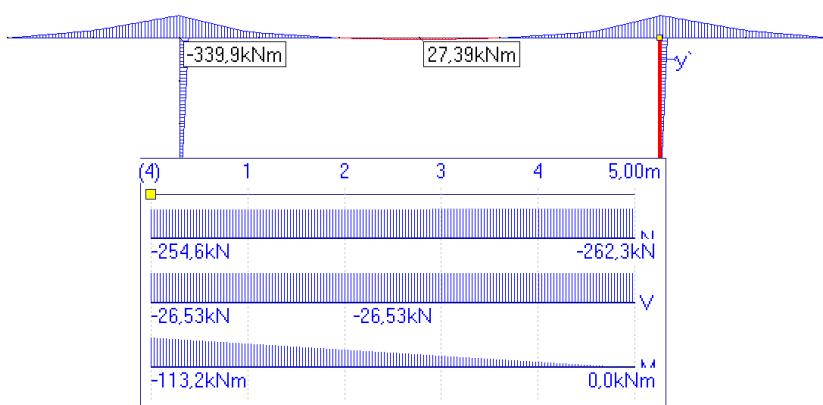


(2015-12-16) Zadanie: podciąg\_dach

Firma: KIP Sp.z o.o. (ABC Rama3D)

#### Siły wewnętrzne w słupie

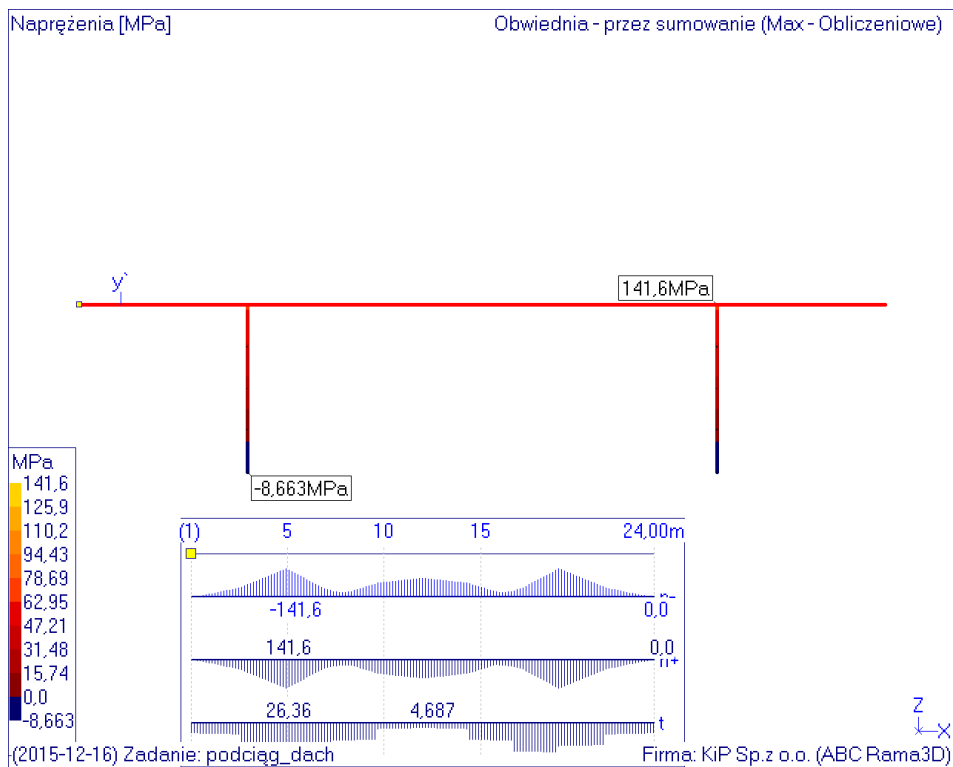
Momenty gnące  $M_g$  [kNm] Obwiednia - przez sumowanie (Min - Obliczeniowe)



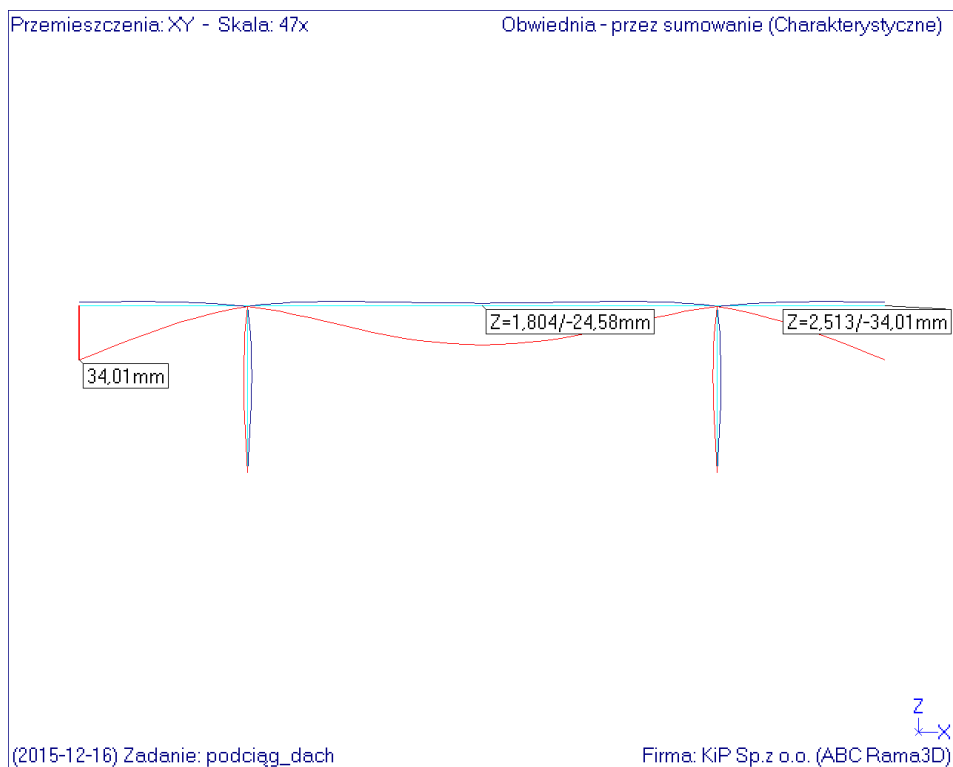
(2015-12-16) Zadanie: podciąg\_dach

Firma: KIP Sp.z o.o. (ABC Rama3D)

#### Naprężenia w podciągu



$$\sigma/f_a = 141,6 \text{ MPa} / 215 \text{ MPa} = 0,66$$



Ugięcia:

Przęsło  $a = 2,58 \text{ cm} < 1400/250 = 5,6 \text{ cm}$

Wspornik  $a = 3,4 \text{ cm} < 2 \cdot 500/250 = 4 \text{ cm}$

### 1.5. Słup stalowy pod podciągami dachowymi w wysokości kond. „+1”

Słup HEB 300, l=5m  $i_y=7,58$  cm  $A=149$  cm<sup>2</sup>  $W_x=1680$  cm<sup>3</sup>  
 $N=263$  kN,  $M=113$  kNm  
 $\lambda=500/7,58=66$   $\lambda/\lambda_p=66/84=0,79$   $\phi=0,68$   
 $\sigma=10*(263/(0,68*149)+11300/1680)=93,2$  MPa

## 2. Strop „+1”

### 2.1. Obciążenia

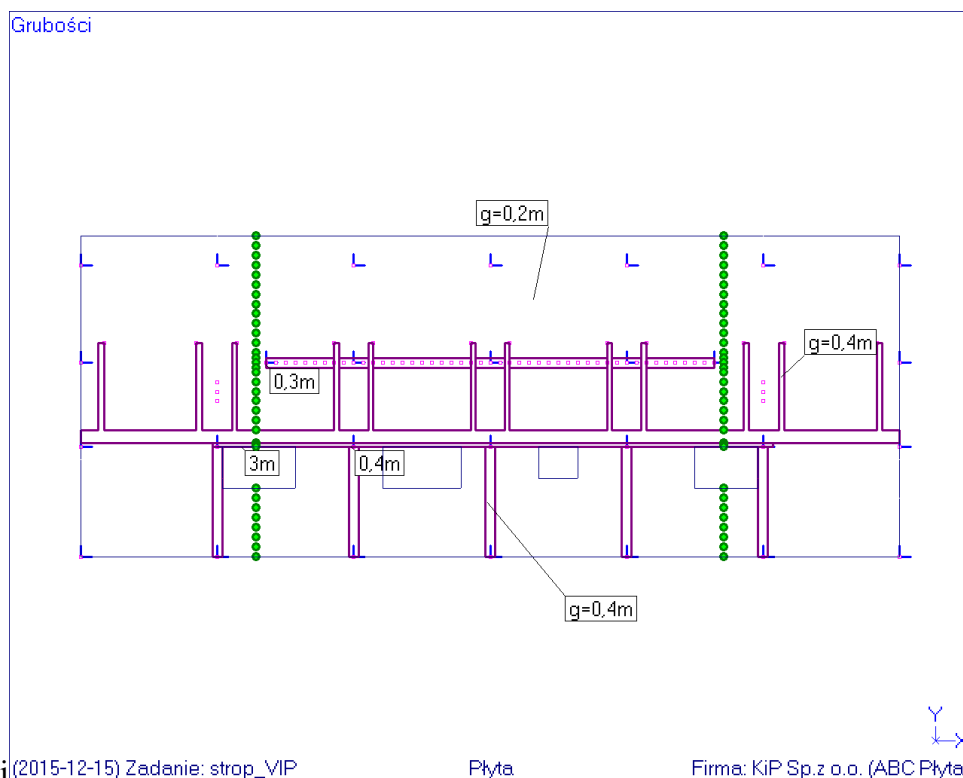
#### OBCIĄŻENIA STAŁE

Warstwy	obciążenie charakterystyczne
Gres 0,012*22	0,26 kN/m <sup>2</sup>
Szlichta ze spadkiem 4-10 cm $21*(0,04+0,1)/2=$	1,5 kN/m <sup>2</sup>
Płyta 20cm $0,2*25=$	5,0 kN/m <sup>2</sup>
Ocieplenie 20cm $0,2*1,2=$	0,24 kN/m <sup>2</sup>
Tynk $0,01*19=$	0,2 kN/m <sup>2</sup>
<b>Warstwy</b>	<b>2,2 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>RAZEM STAŁE</b>	<b>7,2 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>OBCIĄŻENIA ZMIENNE</b>	<b>5,0 kN/m<sup>2</sup></b>

Kombinacja charakterystyczna  $G_k+P_k=$  **12,88 kN/m<sup>2</sup>**  
 Sytuacja obliczeniowa STR/GEO  $G*1,35+P_k*1,5=$  **17,22 kN/m<sup>2</sup>**

### 2.2. Płyta stropowa istniejąca – sprawdzenie nośności po przebudowie

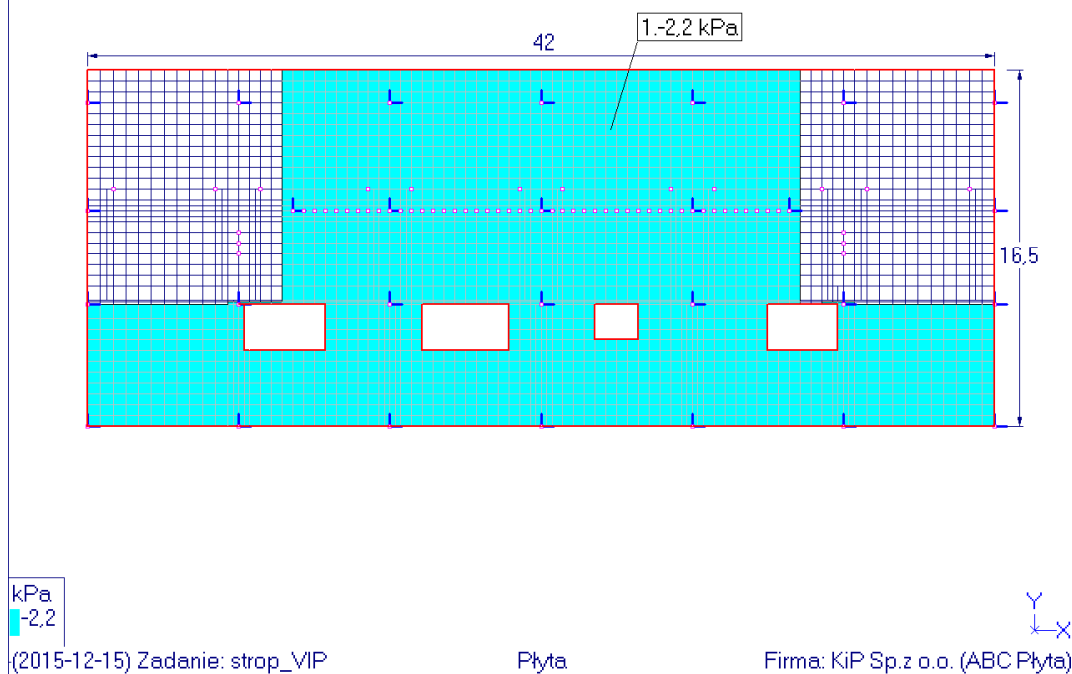
Grubości i układ



Obciążenia stałe:

Schemat 2 (stałe)

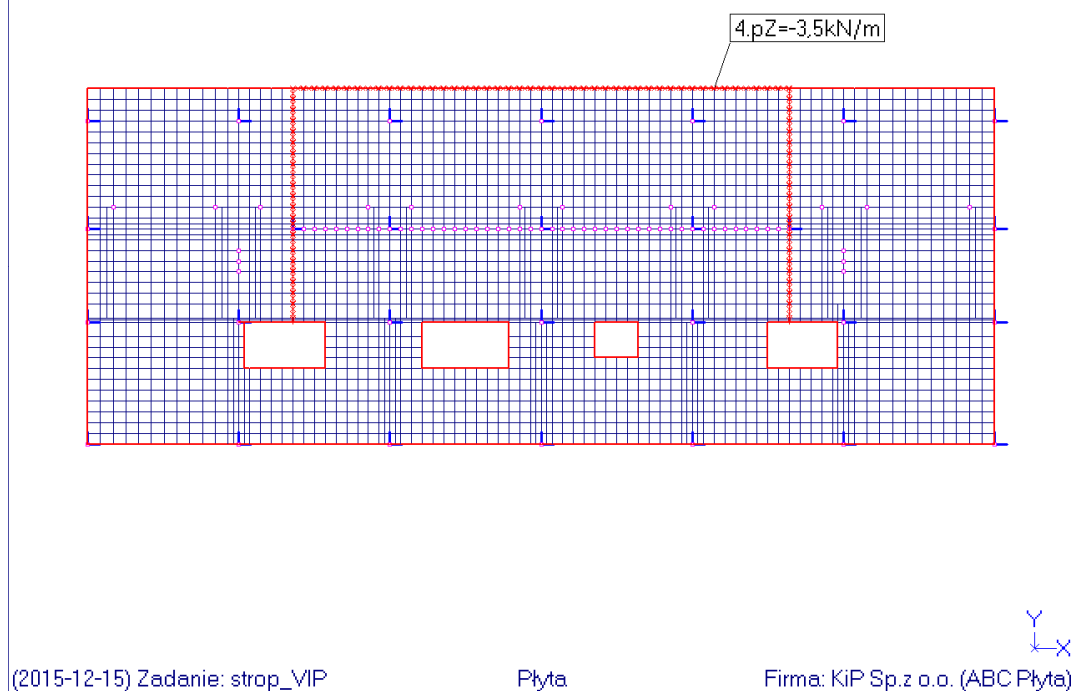
Sumy:  $PZ = -1037 \text{ kN}$



### Obciążenie elewacją przeszkloną

Schemat 3 (elewacja)

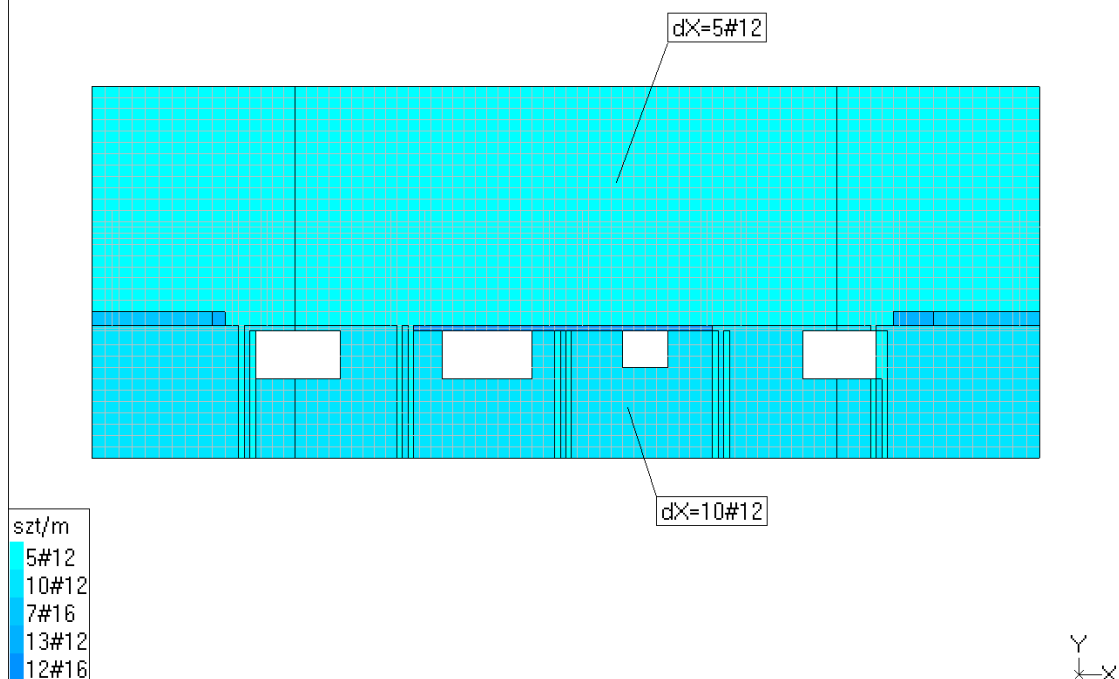
Sumy:  $PZ = -156,4 \text{ kN}$



Zbrojenie potrzebne (wbudowane)

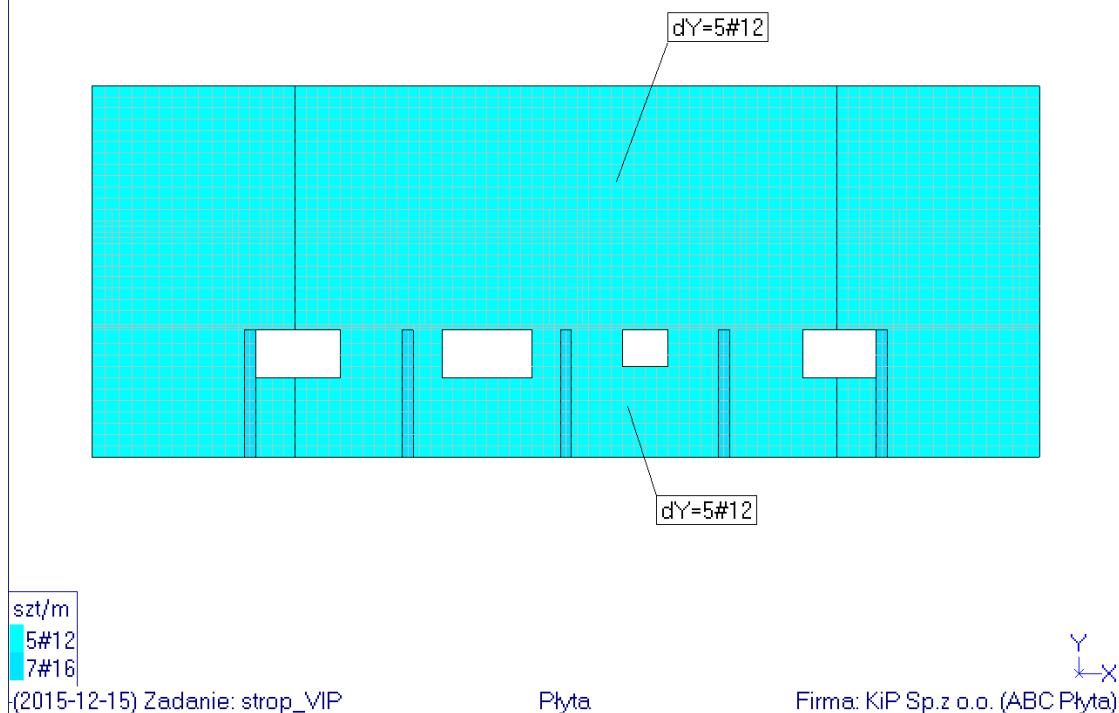
Liczba wkładek szt/m na dole płyty - kierunek X  
Zbrojenie założone i niezbędne (c=20) (B500SP)  
Dane: 1

Obwiednia - przez sumowanie (Max - Obliczeniowe)



Liczba wkładek szt/m na dole płyty - kierunek Y  
Zbrojenie założone i niezbędne (c=32) (B500SP)  
Dane: 1

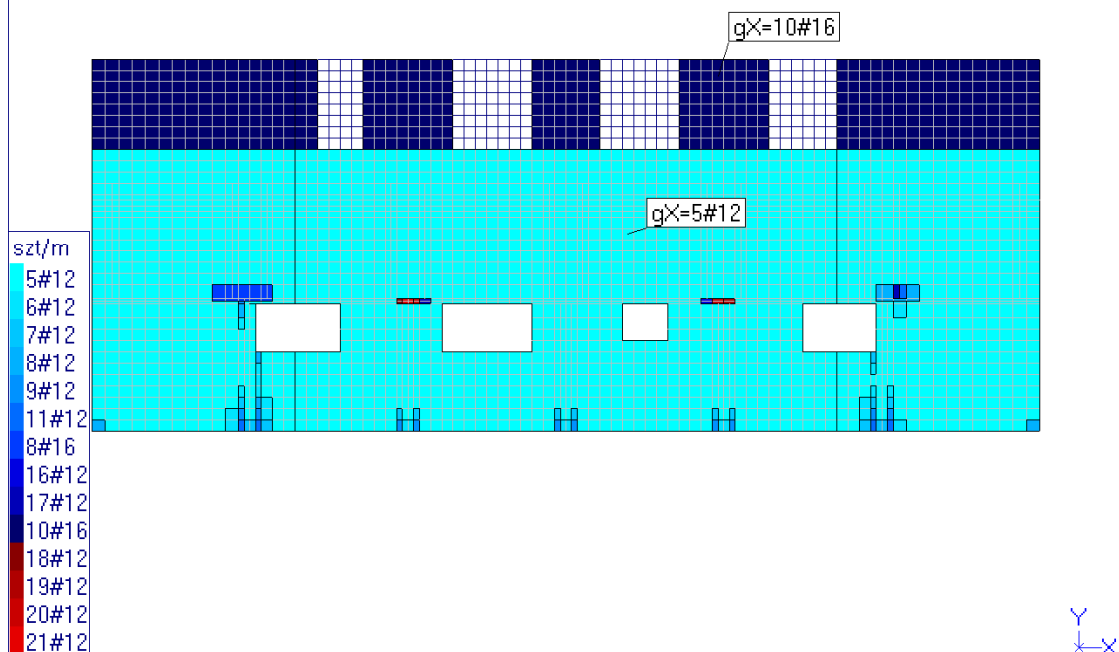
Obwiednia - przez sumowanie (Max - Obliczeniowe)



Liczba wkładek szt/m na górze płyty - kierunek X  
Zbrojenie założone i niezbędne (c=20) (B500SP)

Obwiednia - przez sumowanie (Max - Obliczeniowe)

Dane: 1



(2015-12-15) Zadanie: strop\_VIP

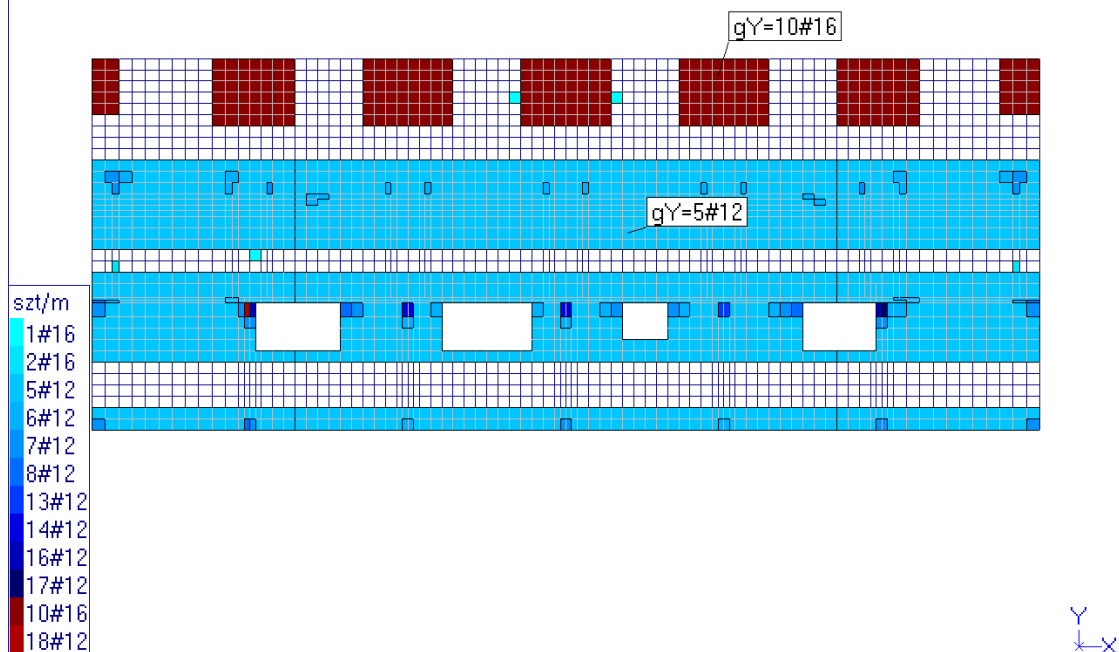
Płyta

Firma: KiP Sp.z o.o. (ABC Płyta)

Liczba wkładek szt/m na górze płyty - kierunek Y  
Zbrojenie założone i niezbędne (c=36) (B500SP)

Obwiednia - przez sumowanie (Max - Obliczeniowe)

Dane: 1



(2015-12-15) Zadanie: strop\_VIP

Płyta

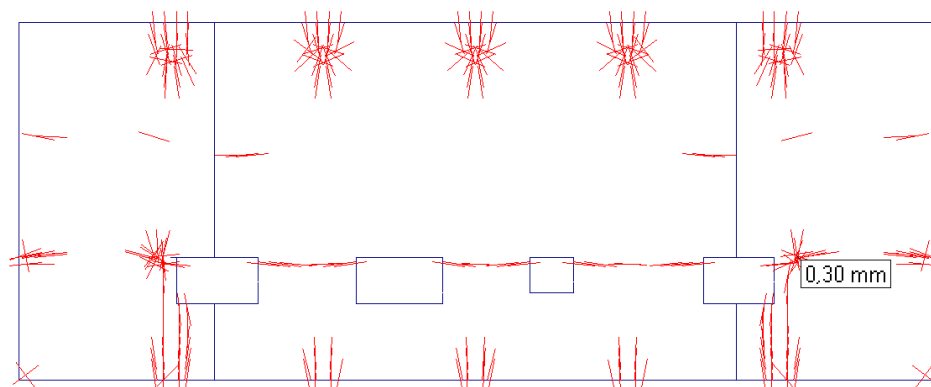
Firma: KiP Sp.z o.o. (ABC Płyta)

## Sprawdzenie SGU

Zarysowanie na górze płyty

Wariant: 28/1 (Dodatkowy)

Dane: 1



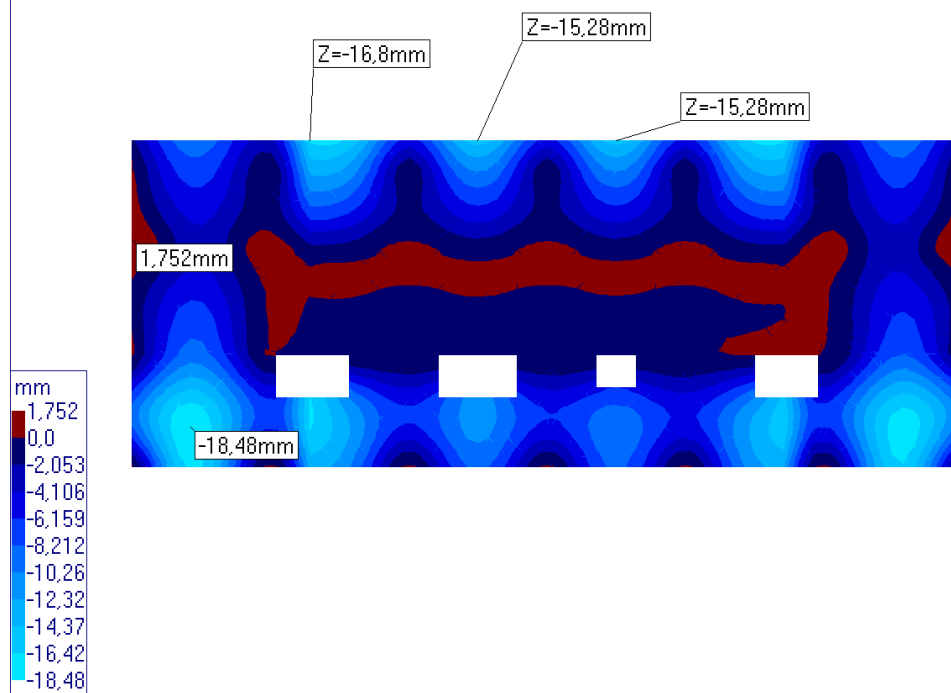
(2015-12-15) Zadanie: strop\_VIP

Płyta

Firma: KIP Sp.z o.o. (ABC Płyta)

Przemieszczenie Z mm

Wariant: 1 (Dodatkowy)



(2015-12-15) Zadanie: strop\_VIPU

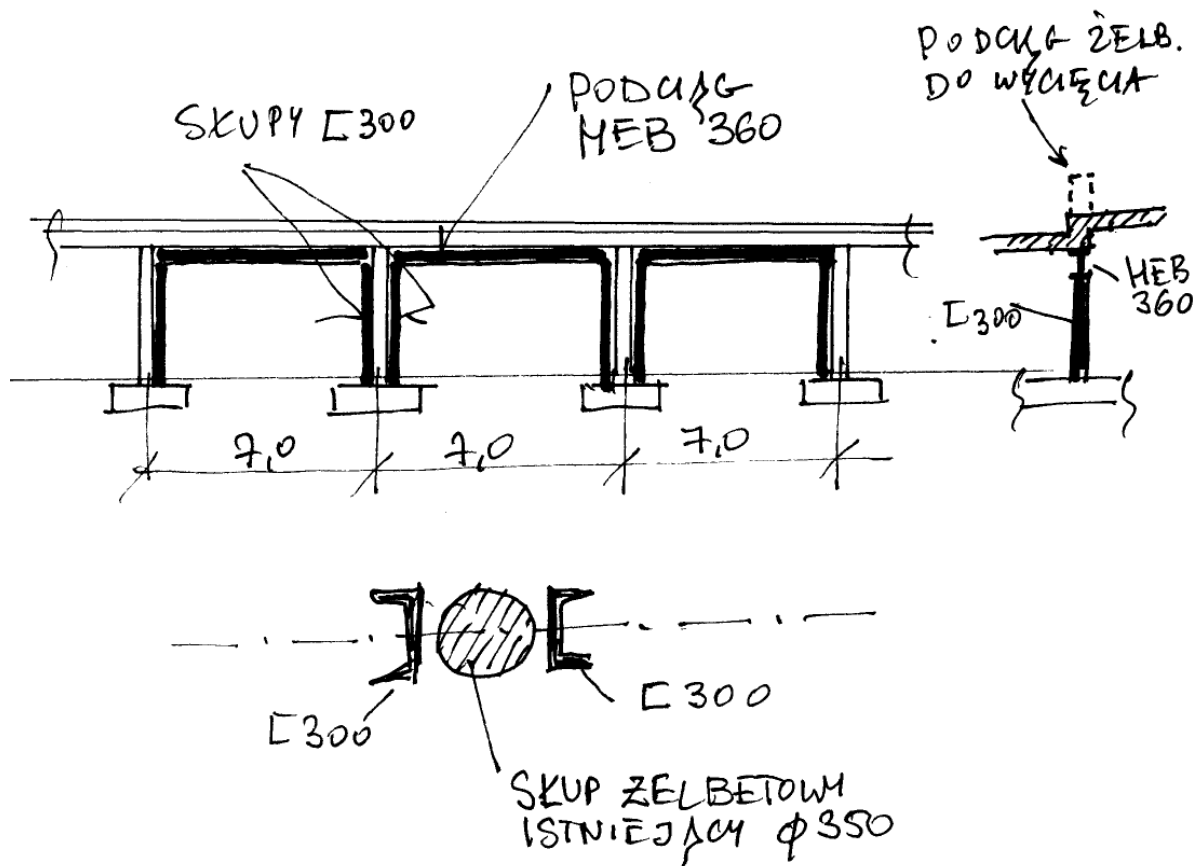
Płyta (ugięcia zarysowanej płyty)

Firma: KIP Sp.z o.o. (ABC Płyta)

$$a=1,85\text{cm} < 700/200 = 3,5\text{cm}$$



### 2.3. Konstrukcja wsporcza stalowa pod stropem, w osi wycinanej belki żelbetowej



#### 2.3.1. Podciąg stalowy l=6,6m

Obciążenia

$$q_k = 12,88 \cdot (4,75 + 4,25) / 2 + 0,3 \cdot 0,2 \cdot 25 + 1,85 = 61,5 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 17,22 \cdot (4,75 + 4,25) / 2 + 0,3 \cdot 0,2 \cdot 25 \cdot 1,35 + 1,17 \cdot 1,35 = 81 \text{ kN/m}$$

$$M = 61,5 \cdot 6,6^2 / 8 = 335 \text{ kNm}$$

$$M_k = 81 \cdot 6,6^2 / 8 = 441 \text{ kNm}$$

$$R = 81 \cdot 6,6 / 2 = 270 \text{ kN}$$

Przyjęto HEB 360

$$W_x = 2400 \text{ cm}^3 \quad J_x = 43190 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = 10 \cdot 44100 / 2400 = 184 \text{ MPa}$$

$$a = 5 \cdot 33500 \cdot 660^2 / (48 \cdot 20500 \cdot 43190) = 1,72 \text{ cm} < 660 / 250 = 2,64 \text{ cm}$$

#### 2.3.2. Słupek stalowy, podpierający podciąg

$$N = 270 \text{ kN}$$

$$\text{Przyjęto C 300} \quad i_{\min} = 2,9 \text{ cm} \quad A = 58,8 \text{ cm}^2 \quad h = 4,5 \text{ m}$$

$$\lambda = 450 \cdot 1 / 2,9 = 155 \quad \lambda_p = 84 \quad \lambda / \lambda_p = 1,85 \quad \phi = 0,246$$

$$\sigma = 10 \cdot 270 / (58,8 \cdot 0,246) = 187 \text{ MPa} < 215 \text{ MPa}$$

### 3. Sprawdzenie nośności istniejącego słupa żelbetowego Ø350, w wysokości parteru h=5,2m

$$N = 263 + 427 + 0,1 \cdot 25 \cdot 5,2 \cdot 1,35 = 710 \text{ kN (dach + strop''+1'' + c.wł.)}$$

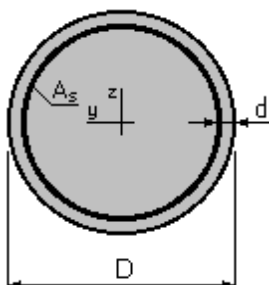
$$M_x = 50 \text{ kNm} \quad M_y = 20 \text{ kNm}$$

## Projektowanie przekroju dla dwukierunkowego ściskania mimośrodowego

### 1. Założenia:

1. Beton klasy B37,  $\alpha_{cc} = 1,00$
2. Stal klasy A-III  $f_{yk} = 410,0$  (MPa)
3. Struktura o węzłach nieprzesuwnych
4. Wysokość słupa  $l = 5,2$  (m)
5. Długość obliczeniowa  $l_0 = 4,2$  (m)
6. Względny udział obciążeń długotrwałych  $N_d/N = 1,00$
7. Współczynnik pełzania betonu  $\phi_p = 2,33$
8. Obliczenia z uwzględnieniem równomiernego rozkładu zbrojenia w przekroju
9. Obliczenia zgodne z PN-B-03264:2002
10. Nośność przekroju sprawdzana w sposób ścisły (z wyznaczenia rozkładu naprężeń)

### 2. Przekrój:



$D = 35,0$  (cm)

$d = 5,0$  (cm)

### 3. Przypadki obciążeniowe:

Przypadek N° N (kN)  $M_y$  (kN\*m)  $M_z$  (kN\*m)

1. 710,00 50,00 20,00

### 4. Wyniki:

Teoretyczna powierzchnia zbrojenia:

$A_s = 11,7$  (cm<sup>2</sup>)

$6 \phi 16 = 12,1$  (cm<sup>2</sup>)

Stopień zbrojenia  $\mu = 1,21$  (%)

- minimalny  $\mu_{min} = 0,32$  (%) maksymalny  $\mu_{max} = 4,00$  (%)

Analiza przypadków obciążeniowych:

Przypadek N° 1 N = 710,00 (kN)  $M_y = 50,00$  (kN\*m)  $M_z = 20,00$  (kN\*m)

Momenty obliczeniowe  $M_y = 87,02$  (kN\*m)  $M_z = 40,66$  (kN\*m)

Względem Y: Względem Z:

Smukłość słupa  $\lambda_y = 48,0 > 25$   $\lambda_z = 48,0 > 25$

Mimośród statyczny siły podłużnej  $e_y = 7,0$  (cm)  $e_z = 2,8$  (cm)

Mimośród niezamierzony  $e_{ay} = 1,2$  (cm)  $e_{az} = 1,2$  (cm)

Mimośród początkowy  $e_{0y} = 8,2$  (cm)  $e_{0z} = 4,0$  (cm)

Siła krytyczna  $N_{kry} = 2150,09$  (kN)  $N_{kry} = 2332,20$  (kN)

Mimośród obliczeniowy  $e = \eta \cdot e_0$   $e_y = 12,3$  (cm)  $e_z = 5,7$  (cm)

Nośność elementu :  $N_n = 710,40$  (kN)

Stopień wykorzystania nośności = 99,9 (%)

**Wykonane słupy są zbrojone 8  $\phi 16$  – zbrojenie jest większe od koniecznego, ze względu na nośność.**

**SGN jest spełniony.**

#### **4. Wzmocnienie stóp fundamentowych w osiach L1/F i P1/F**

##### **4.1. Stan istniejący**

Obciążenie obliczeniowe przekazywane na stopę fundamentową w stanie istniejącym, z uwzględnieniem ciężaru stropu tarasu oraz obciążenia użytkowego, wynosi:

$$N=319 \text{ kN}$$

Wielkość stopy 1,2x1,2x0,4m, poziom posadowienia -1,15m

Naciski jednostkowe na grunt w sytuacji istniejącej przed przebudową:

$$\sigma = (319 + 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 25 + 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,65 \cdot 18) / (1,2 \cdot 1,2) = 250 \text{ kPa}$$

##### **4.2. Stan projektowany**

Obciążenie obliczeniowe przekazywane na stopę fundamentową w stanie projektowanym, z uwzględnieniem ciężaru stropu tarasu, warstw wykończeniowych, obciążenia użytkowego stropu, konstrukcji zadaszenia oraz ściany elewacyjnej, wynosi:

$$N=710 \text{ kN}$$

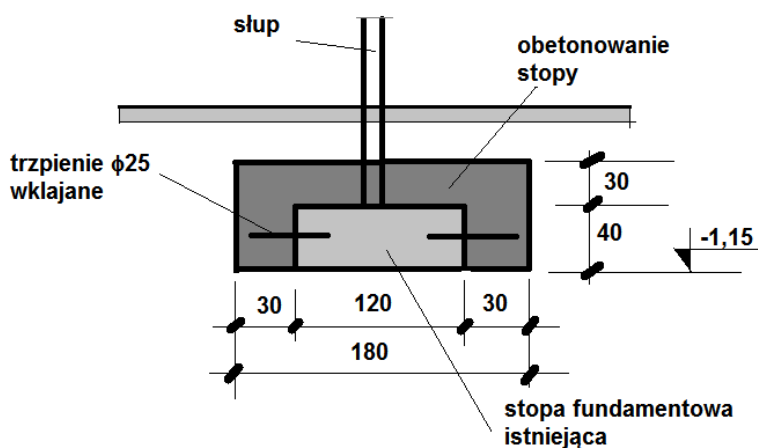
Wzrost obciążenia fundamentu w stosunku do istniejącego wynosi  
 $(710/319-1) \cdot 100 = 120\%$

Konieczne jest wzmocnienie fundamentów dwóch stóp fundamentowych w osiach L1/F i P1/F.

Zaprojektowano powiększenie stopy fundamentowej przez obetonowanie opaską szerokości 30cm i nadbetonowanie 30cm nad stopą oraz scalenie obu części wklejanymi trzpieniami.

Wymiary powiększanej stopy wynoszą:

$$1,2+0,3+0,3 = 1,8 \times 1,8 \text{ m}; \quad \text{wysokość } 0,4+0,3 = 0,7 \text{ m}$$



Naciski jednostkowe na grunt w sytuacji projektowanej, po powiększeniu stopy fundamentowej:

$$\sigma = (710 + 1,8 \cdot 1,8 \cdot 0,7 \cdot 25 \cdot 1,35 + 1,8 \cdot 1,8 \cdot 0,35 \cdot 18 \cdot 1,35) / (1,8 \cdot 1,8) = 251 \text{ kPa}$$

#### Trzpień łączące

Siła ścinająca między starą stopą i częścią dobetonowaną

$$N_t = 710 + 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 25 \cdot 1,35 - (1,8 \cdot 1,8 \cdot 0,7 - 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,4) \cdot 25 \cdot 0,9 - 1,8 \cdot 1,8 \cdot 0,35 \cdot 18 \cdot 0,9 = 673 \text{ kN}$$

Przyjęto 12 trzpieni  $\phi 25$  ze stali BSt500, wklejonych na obwodzie istniejącej stopy, w połowie wysokości krawędzi bocznych, co 30cm (po 3 trzpień na boku)

Siła ścinająca na jeden trzpień

$$N_{t(1)} = 673 / 12 = 56 \text{ kN} < 70,4 \text{ kN}^*$$

\* Nośność obliczeniowa trzpienia na ścinanie, w betonie C20/25, wg katalogu Hilti (kotwa HIT-V 5.8), wklejona na głębokość 21cm, wynosi 70,4 kN

**KONIEC OBLICZEŃ**