

# **Moduł**

# **Fundamenty bezpośrednie**

# Spis treści

<b>255.</b>	<b>FUNDAMENTY BEZPOŚREDNIE</b> .....	<b>3</b>
255.1.	WIADOMOŚCI OGÓLNE.....	3
255.2.	OPIS OGÓLNY PROGRAMU.....	4
255.2.1.	<i>Sprawdzenie nośności gruntu</i> .....	4
255.2.2.	<i>Naprężenia w narożach fundamentu</i> .....	4
255.2.3.	<i>Odrywanie</i> .....	5
255.2.4.	<i>Wymiarowanie</i> .....	5
255.2.5.	<i>Przebicie</i> .....	5
255.2.6.	<i>Stateczność</i> .....	6
255.2.7.	<i>Osiadanie</i> .....	6
255.3.	WPROWADZANIE DANYCH.....	7
255.3.1.	<i>Zakładka „Geometria”</i> .....	8
255.3.1.1	<i>Ława fundamentowa</i> .....	8
255.3.1.2	<i>Stopa prostopadłościenna</i> .....	9
255.3.1.3	<i>Stopa trapezowa</i> .....	10
255.3.1.4	<i>Stopa kielichowa</i> .....	11
255.3.1.5	<i>Stopa schodkowa</i> .....	12
255.3.1.6	<i>Stopa kołowa</i> .....	13
255.3.2.	<i>Zakładka „Warunki gruntowe”</i> .....	14
255.3.3.	<i>Zakładka „Obciążenia”</i> .....	17
255.4.	EKRAN GRAFICZNY MODULU „FUNDAMENTY BEZPOŚREDNIE”.....	19
255.5.	OKNO DRZEWA PROJEKTU.....	20
255.6.	OKNO WIDOKU 3D.....	21
255.7.	OKNO KONFIGURACJI RAPORTU.....	21
255.8.	LITERATURA.....	22
255.9.	PRZYKŁADY:.....	23

## 255. Fundamenty bezpośrednie

### 255.1. Wiadomości ogólne

Moduł **Konstruktora – Fundamenty bezpośrednie** przeznaczony jest do kompleksowego projektowania pojedynczych żelbetowych stóp i ław fundamentowych usytuowanych bezpośrednio na gruncie. Za pomocą programu można wykonać projekt następujących podstawowych typów fundamentów:

- Ławy żelbetowej.
- Stopy żelbetowej prostopadłościowej.
- Stopy żelbetowej trapezowej.
- Stopy żelbetowej kielichowej.
- Stopy żelbetowej schodkowej.
- Stopy żelbetowej kołowej.

W ogólnym przypadku program może wykonać następujące obliczenia i sprawdzenia:

- Sprawdzenie nośności gruntu w dwóch kierunkach, w poziomie posadowienia i na stropie każdej warstwy gruntu dla wszystkich schematów obciążeń, zgodnie z PN-81/B-03020 „Grнты budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli”.
- Obliczenia ekstremalnych naprężeń w czterech narożach fundamentu (z uwzględnieniem ich wzrostu przy wystąpieniu odrywania) dla wszystkich schematów obciążeń.
- Sprawdzenie warunku normowego na dopuszczalny zasięg strefy odrywania dla poszczególnych schematów obciążeń.
- Wymiarowanie bloku fundamentu na zginanie wywołane odporem gruntu, liczone dla ekstremalnych naprężeń w kierunku  $x$  i  $y$  (wg PN-B03264: 2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone) wraz ze sprawdzeniem warunków konstrukcyjnych na zbrojenie minimalne i odpowiednim doбором prętów.
- Sprawdzenie nośności na przebicie we wszystkich charakterystycznych przekrojach danego typu fundamentu, dla kolejnych schematów obciążeń, a także dla stopy kielichowej sprawdzenie przebicia w kielichu dla podanej siły montażowej.
- Sprawdzenie stateczności na obrót i przesuw w poziomie posadowienia oraz na kolejnych warstwach, dla kolejnych schematów obciążeń, z możliwością uwzględnienia tarcia i oporu bocznego gruntu.
- Obliczenia średniej wartości osiadania pierwotnego i wtórnego bloku fundamentu na podłożu warstwowym oraz jego obrotu, dla wszystkich schematów obciążeń, zgodnie z PN-81/B-03020 „Grнты budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli”.
- Dla stopy kielichowej wykonuje wymiarowanie zbrojenia poziomego i pionowego kielicha wraz z odpowiednim doбором prętów.

Poza szerokim zakresem obliczeń moduł dodatkowo charakteryzuje się następującymi parametrami:

- Pozwala na wprowadzenie nawodnionych warstw gruntu.
- W przypadku metody ustalania parametrów gruntowych - B, na podstawie jednego parametru wodącego automatycznie wylicza wszystkie pozostałe parametry dla danej warstwy oraz pozwala na dalszą ich edycję.
- W przypadku wystąpienia odrywania, ustala na podstawie mimośrodków względnych maksymalną wielkość naprężenia w narożu, a następnie metodą iteracyjną, z sumy rzutów sił i momentów w dwóch kierunkach ustala naprężenia w pozostałych narożach fundamentu w celu pełnego określenia bryły naprężeń.
- Przy sprawdzaniu stateczności fundamentu uwzględnia siły tarcia na spodzie fundamentu a na życzenie użytkownika może uwzględnić opór gruntu i jego tarcie boczne o blok fundamentowy.
- Poza wprowadzonymi oddziaływaniami od słupa (ściany) moduł pozwala na dwukierunkowe (dla ściany jednokierunkowe) mimośrodkowe ustawienie słupa (ściany) na bloku fundamentu.
- Przy tak wielu typach fundamentów, podłożu warstwowym i różnorodności obliczeń i sprawdzeń, do minimum ograniczono ilość koniecznych do wprowadzenia danych.

## 255.2. Opis ogólny programu

### 255.2.1. Sprawdzenie nośności gruntu

Moduł „Fundamenty bezpośrednie” sprawdza nośność gruntów zgodnie z PN-81/B-03020 „Grнты budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli” – Załącznik 1, dla wartości obliczeniowych sił i parametrów gruntowych. Sprawdzane są warunki dla obu kierunków:

$$N_{\max}^r \leq m \times Q_{\text{fNB}} ;$$

$$N_{\max}^r \leq m \times Q_{\text{fNL}} ;$$

w poziomie posadowienia oraz na podstawie przyjętego fundamentu zastępczego na stropie każdej kolejnej warstwy.

#### Uwaga:

*W programie podawana jest jedynie minimalna wysokość posadowienia  $D_{\min}$ . W przypadku wystąpienia różnych głębokości posadowienia dla jednego fundamentu, w programie należy podać wartość minimalną, a ewentualną różnicę w poziomach gruntu przyłożyć na fundament jako dodatkowe obciążenie sprowadzone do osi słupa w postaci momentu i siły osiowej.*

### 255.2.2. Naprężenia w narożach fundamentu

Naprężenia pod fundamentem (w przypadku braku odrywania) wyliczane są z ogólnego wzoru:

$$q_i = \frac{N}{B * L} * \left( 1 \pm 6 * \frac{e_x}{L} \pm 6 * \frac{e_y}{B} \right)$$

W przypadku gdy występuje pod fundamentem odrywanie procedura obliczania naprężeń jest bardziej skomplikowana i trwa znacznie dłużej. W ogólnym zarysie polega ona na ustaleniu

maksymalnego naprężenia w narożu a następnie z równań równowagi (suma rzutów na oś pionową i sumy momentów na oś x i y) metodą iteracyjną ustalany jest kształt bryły naprężeń i pozostałe wartości naprężeń w narożach. W przypadku jednokierunkowego ściskania mimośrodowego ( $e_x = 0$  lub  $e_y = 0$ ), naprężenia w narożach wyliczane są z wzorów dokładnych. Cztery wartości naprężeń w narożach fundamentu pozwalają na wykonanie wykresu bryły naprężeń wraz z pokazaniem zasięgu strefy odrywania.

### 255.2.3. Odrywanie

Program na podstawie wyliczonych naprężeń w narożach sprawdza normowy warunek na maksymalny zasięg strefy odrywanej  $C$ , który nie może być większy niż połowa odległości między prostą przechodzącą równoległe do osi obojętnej przez środek ciężkości całej podstawy, a narożem podstawy przeciwnym do miejsca w którym występuje naprężenie maksymalne:

$$C \leq 0.5 \times C' \quad (\text{patrz rysunek nr 2 normy PN-81/B03020})$$

W wyniku obliczeń otrzymuje się wykres bryły naprężeń z naniesioną osią obojętną.

### 255.2.4. Wymiarowanie

Wymiarowania fundamentów na zginanie obejmuje następujące działania programu:

- Ustalenie naprężeń od oporu gruntu w narożach fundamentu (z pominięciem ciężaru własnego fundamentu i ciężaru gruntu na fundamencie) – w przypadku odrywania zakładane jest naprężenie o wartości zero.
- Do wymiarowania momentu dla danej krawędzi stopy brane jest średnie naprężenie od oporu dla sąsiednich naroży, lecz nie mniejsze niż wartość średnia liczona jako  $N/(B \cdot L)$ , rozłożone (dla stóp) na powierzchni trapezu utworzonego przez linie wyprowadzone z wierzchołków przekroju słupa do odpowiednich wierzchołków spodu fundamentu.
- Dla tak wyliczonego momentu i odpowiednio dobranego przekroju ustalane jest zbrojenie na zginanie w kierunku x i y dla wszystkich schematów obciążenia.
- Po wybraniu maksymalnego pola przekroju zbrojenia w obu kierunkach, oraz sprawdzeniu warunków konstrukcyjnych na zbrojenie minimalne program dobiera odpowiednie ilości prętów w kierunku L i B.
- W przypadku stóp kielichowych dodatkowo wymiarowane jest zbrojenie pionowe kielicha oraz zbrojenie poziome w postaci odpowiednio rozłożonych warstw po cztery pręty (dwa strzemiona) ułożonych w danym kierunku.

Wymiarowanie fundamentów na zginanie wykonywane jest dla przekroju prostokątnego – metodą uproszczoną wg PN-B03264: 2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.

### 255.2.5. Przebicie

Do sprawdzenia nośności na przebicie przyjmowane są naprężenia od oporu gruntu ustalone jak pkt. [255.2.4](#) przyjmowane jako stałe dla danej krawędzi, rozłożone na powierzchniach podstawy poza stożkami rozchodzenia się naprężeń w fundamencie. Po zsumowaniu odpowiednich naprężeń w strefach przebicia otrzymywana jest siła przebijająca dla każdej krawędzi, następnie z dwóch przeciwnych krawędzi przyjmowana jest dla danego kierunku większa siła, której wartość porównywana jest z nośnością odpowiedniego przekroju na przebicie. Sprawdzenie przekroju betonowego na przebicie wykonane jest wg PN-B03264: 2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone dla dwóch kierunków, we wszystkich charakterystycznych dla danego fundamentu przekrojach oraz dla każdego schematu

obciążenia. W przypadku przekroczenia nośności na przebicie należy zmienić wymiary bloku fundamentowego (zalecane) lub dołożyć odpowiednie zbrojenie na przebicie obliczone indywidualnie przez użytkownika tak aby przeniosło ono podaną przez program siłę przebijającą.

W przypadku stóp kielichowych dodatkowo sprawdzane jest przebicie wewnątrz kielicha na siłę montażową.

#### 255.2.6. Stateczność

Moduł „Fundamenty bezpośrednie” sprawdza stateczność bloku fundamentowego na obrót w poziomie posadowienia oraz na przesuw w kierunku  $x$  i  $y$  w poziomie posadowienia i na stropie każdej warstwy (także w kierunku wypadkowej siły poziomej). Przy obliczaniu stateczności na przesuw uwzględniana jest siła tarcia fundamentu o grunt, a współczynnik tarcia uzależniony jest od rodzaju gruntu, jego stanu ( jeżeli stopień plastyczności  $IL > 0.25$  – grunt plastyczny lub miękkoplastyczny to współczynnik tarcia  $\mu=0$ ), oraz tego czy spód fundamentu jest gładki, czy chropowaty.

Zasyпка fundamentu może być uwzględniona przy obliczeniu stateczności na obrót i przesuw pod następującymi warunkami:

- Fundament (w czasie eksploatacji i występowania sił na które jest liczony) nie może być odkopany (decyduje o tym użytkownik).
- Fundament w całości jest obsypany gruntem  $D_{\min} \geq H_F$  gdzie  $D_{\min}$  – minimalna głębokość posadowienia;  $H_F$  – wysokość całkowita fundamentu – warunek sprawdzany przez program.
- Zasypkę stanowi grunt niespoisty o minimalnym wskaźniku zagęszczenia  $I_s=0.9$  – warunek podawany przy określaniu danych.

Przy uwzględnianiu zasyпки podczas liczenia stateczności uwzględniany jest odpór gruntu, oraz tarcie gruntu na bocznych powierzchniach fundamentu.

#### 255.2.7. Osiadanie

Obliczenia prowadzone są według metody naprężeń, zgodnie z polską normą PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie. Program wyznacza średnie osiadania pod fundamentem, tangensy kątów obrotu względem osi  $x$ ,  $y$  oraz maksymalną przechyłkę.

Grunt zalegający pod stopą fundamentową jest dzielony na warstwy, których grubość nie przekracza  $0,5 \times B$  oraz uwzględnia się naturalny rozkład warstw geotechnicznych. Naprężenia pionowe w dowolnym punkcie pod fundamentem obliczanie są wg normowego wzoru Boussinesqua:

$$\sigma_z = \frac{3 \times Q}{2 \times \pi} \times \frac{z^3}{R_0^5}, \text{ gdzie } Q = \sigma(x_s, y_s) \times dx \times dy,$$

przy uwzględnieniu rozkładu naprężeń pod całym fundamentem. Dla uzyskania poprawnych wyników wymaga się aby był spełniony warunek  $R_0 \geq 2 \times b$ . Z tego powodu grubość pierwszej warstwy nie powinna być mniejsza niż 0,4 m. Następnie wyznaczane są osiadania pierwotne i wtórne zgodnie z wzorami 20 i 21 wyżej wspomnianej normy. Osiadania wtórne są uwzględniane tylko w przypadku gdy czas wznoszenia budowli (od wykonania wykopów fundamentowych do zakończenia stanu surowego, z montażem urządzeń stanowiących

obciążenia) jest dłuższy niż 1 rok. Osiadanie w poszczególnej warstwie jest sumą osiadania wtórnego i pierwotnego. Sumowanie osiadań poszczególnych warstw w celu wyznaczenia całkowitego osiadania fundamentu przeprowadzane jest do głębokości  $z_{\max}$ , na której jest spełniony warunek:

$$\sigma_{z_{\max}d} \leq 0,3 \times \sigma_{z_{\max}\rho}$$

W przypadku gdy głębokość  $z_{\max}$  wypada w obrębie warstwy geotechnicznej o module ścisłości  $M_0$  przynajmniej dwukrotnie mniejszym niż w warstwie geotechnicznej zalegającej bezpośrednio głębiej, to głębokość ta jest zwiększona do spągu warstwy słabszej. W ten sposób wyznaczane są osiadania dla siatki punktów równomiernie rozłożonych pod fundamentem. Następnie powierzchnia osiadań aproksymowana jest do płaszczyzny przy użyciu metody najmniejszych kwadratów. Współczynniki tej płaszczyzny są tangensami kątów obrotu względem poszczególnych osi, oraz średnim osiadaniem.

### 255.3. Wprowadzanie danych

Nawiasy klamrowe używane poniżej oznaczają, że parametr bądź wielkość w nich zawarta jest:

[...] jednostką, w jakiej podawana jest poszczególne wielkość,

<...> parametrem opcjonalnym, tj. takim, który w pewnych sytuacjach może nie występować,

{...} zakresem, w jakim występuje dana wielkość.

Głównym oknem do wprowadzania danych w module Fundamenty bezpośrednie jest okno dialogowe *Fundamenty bezpośrednie* składające się z szeregu zakładek: Geometria, Warunki gruntowe, Obciążenia.

Aby Włączyć/wyłączyć okienko dialogowe *Fundamenty bezpośrednie* naciskamy przycisk



lub z menu **WIDOK** wybierz polecenie **Okno do wprowadzania danych**.

### 255.3.1. Zakładka „Geometria”

Okienko wprowadzania geometrii fundamentu składa się z następujących elementów:

- Opisu projektu fundamentów.
- Okna rysunku bryły fundamentu wraz z opisem oznaczeń.
- Grupy ikon wyboru rodzaju fundamentu.
- Okna podstawowych parametrów geometrycznych.
- Przycisku przywracającego wartości domyślne dla danego typu fundamentu.
- Okienka poprawności geometrycznej danych przyjętych do obliczeń.

W przypadku wprowadzenia danych geometrycznych niezgodnych z ich zakresem w okienku dolnym zakładki pojawia się odpowiedni komunikat: „Geometria niepoprawna – brak rysunku”, co oznacza, że program nie może wykonać skalowalnego rysunku w dole ekranu i przejść danych do obliczeń. W ramach modułu przewidziano następujące typy brył fundamentowych:

- Ława fundamentowa prostopadłościenna.
- Stopa fundamentowa prostopadłościenna.
- Stopa fundamentowa trapezowa.
- Stopa fundamentowa kielichowa.
- Stopa fundamentowa 3-schodkowa.
- Stopa fundamentowa kołowa.

#### 255.3.1.1 Ława fundamentowa

**Fundamenty bezpośrednie** ● ● ● INTERsoft

Geometria | Warunki gruntowe | Obciążenia

Opis projektu: Fundament

Bryła fundamentowa

Podzaj fundamentu

Parametry podstawowe ( m )

B = 2	H <sub>1</sub> = 0
L = 6	B <sub>1</sub> = 0
H <sub>f</sub> = 0.5	L <sub>1</sub> = 0
b = 0.38	B <sub>k</sub> = 0
h = 0	L <sub>k</sub> = 0
e <sub>x</sub> = 0	H <sub>k</sub> = 0
e <sub>y</sub> = 0	

Dane przyjęte do obliczeń

Geometria poprawna

Przywróć wymiary domyślne



**Parametry podstawowe:**

Parametr <b>B</b> :	[m]	Szerokość ławy.	{ $B > 0$ }
Parametr <b>L</b> :	[m]	Długość ławy.	{ $L > 0$ }
Parametr <b>H<sub>f</sub></b> :	[m]	Wysokość ławy.	{ $H_f > 0$ }
Parametr <b>b</b> :	[m]	Szerokość ściany na ławie.	{ $b > 0; b < B$ }
Parametr <b>e<sub>y</sub></b> :	[m]	Mimośród ustawienia ściany na ławie. Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi.	{ $ e_y  < (0.5 \times B - b/2)$ }

**255.3.1.2 Stopa prostokątnościenna**
**Parametry podstawowe:**

Parametr <b>B</b> :	[m]	Szerokość stopy.	{ $B > 0$ }
Parametr <b>L</b> :	[m]	Długość stopy.	{ $L > 0$ }
Parametr <b>H<sub>f</sub></b> :	[m]	Wysokość stopy.	{ $H_f > 0$ }
Parametr <b>b</b> :	[m]	Szerokość słupa na stopie.	{ $b > 0; b < B$ }
Parametr <b>h</b> :	[m]	Wysokość słupa na stopie.	{ $h > 0; b < L$ }
Parametr <b>e<sub>y</sub></b> :	[m]	Mimośród ustawienia słupa wzdłuż osi y. Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi.	{ $ e_y  < (0.5 \times B - b/2)$ }
Parametr <b>e<sub>x</sub></b> :	[m]	Mimośród ustawienia słupa wzdłuż osi x. Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi.	{ $ e_x  < (0.5 \times L - h/2)$ }

## 255.3.1.3 Stopa trapezowa

Fundamenty bezpośrednie **INTERsoft**

Geometria | Warunki gruntowe | Obciążenia

Opis projektu: Fundament

Była fundamentowa

Podzaj fundamentu

Parametry podstawowe ( m )

B = 1.8	H <sub>1</sub> = 0.2
L = 2.4	B <sub>1</sub> = 0.5
H <sub>f</sub> = 0.8	L <sub>1</sub> = 0.5
b = 0.4	B <sub>k</sub> = 0
h = 0.4	L <sub>k</sub> = 0
e <sub>x</sub> = 0	H <sub>k</sub> = 0
e <sub>y</sub> = 0	

Dane przyjęte do obliczeń

Geometria poprawna

Przywróć wymiary domyślne

**Parametry podstawowe:**

- Parametr **B**: [m] Szerokość stopy. {B>0}
- Parametr **L**: [m] Długość stopy. {L>0}
- Parametr **H<sub>f</sub>**: [m] Wysokość stopy. {H<sub>f</sub>>0}
- Parametr **b**: [m] Szerokość słupa na stopie. {b>0; b<B}
- Parametr **h**: [m] Wysokość słupa na stopie. {h>0; h<L}
- Parametr **e<sub>y</sub>**: [m] Mimośrodek ustawienia słupa względem osi y. Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi. { |e<sub>y</sub>|<(0.5 x B – b/2)}
- Parametr **e<sub>x</sub>**: [m] Mimośrodek ustawienia słupa względem osi x. Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi. { |e<sub>x</sub>|<(0.5 x L – h/2)}
- Parametr **H<sub>1</sub>**: [m] Wysokość podstawy stopy. { 0 < H<sub>1</sub> < H<sub>f</sub> }
- Parametr **B<sub>1</sub>**: [m] Szerokość górnej odsadzki w kierunku y. {B<sub>1</sub>>b; B<sub>1</sub><B }
- Parametr **L<sub>1</sub>**: [m] Długość górnej odsadzki w kierunku x. {L<sub>1</sub>>h; L<sub>1</sub><L }
- Parametry B<sub>1</sub> i L<sub>1</sub> są zawsze symetrycznie ustawione względem odpowiednich osi słupa.

## 255.3.1.4 Stopa kielichowa

Fundamenty bezpośrednie **INTERsoft**

Geometria | Warunki gruntowe | Obciążenia

Opis projektu: Fundament

Bryła fundamentowa

Podzaj fundamentu

Parametry podstawowe ( m )

B = 2.4	H <sub>1</sub> = 0.4
L = 3.2	B <sub>1</sub> = 0.55
H <sub>f</sub> = 1	L <sub>1</sub> = 0.55
b = 0.4	B <sub>k</sub> = 1.2
h = 0.4	L <sub>k</sub> = 1.6
e <sub>x</sub> = 0	H <sub>k</sub> = 0.7
e <sub>y</sub> = 0	

Dane przyjęte do obliczeń

Geometria poprawna

Przywróć wymiary domyślne

**Parametry podstawowe:**

Parametr <b>B</b> :	[m] Szerokość stopy.	{B>0}
Parametr <b>L</b> :	[m] Długość stopy.	{L>0}
Parametr <b>H<sub>f</sub></b> :	[m] Wysokość stopy.	{ H <sub>f</sub> >0}
Parametr <b>b</b> :	[m] Szerokość słupa na stopie.	{b>0; b<B}
Parametr <b>h</b> :	[m] Wysokość słupa na stopie.	{h>0; b<L}
Parametr <b>e<sub>y</sub></b> :	[m] Mimośrodek ustawienia słupa wzdłuż osi y. Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi.	{  e <sub>y</sub>   < (0.5 x B – B <sub>k</sub> / 2)}
Parametr <b>e<sub>x</sub></b> :	[m] Mimośrodek ustawienia słupa wzdłuż osi x. Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi.	{  e <sub>x</sub>   < (0.5 x L – L <sub>k</sub> / 2)}
Parametr <b>H<sub>1</sub></b> :	[m] Wysokość podstawy stopy.	{ 0 < H <sub>1</sub> < H <sub>f</sub> }
Parametr <b>B<sub>1</sub></b> :	[m] Szerokość otworu kielicha w kierunku y.	{B <sub>1</sub> >=b+0.15; B <sub>1</sub> <B <sub>k</sub> – 0.30}
Parametr <b>L<sub>1</sub></b> :	[m] Długość otworu kielicha w kierunku x.	{L <sub>1</sub> >=h+0.15; L <sub>1</sub> < L <sub>k</sub> – 0.30}
Parametr <b>B<sub>k</sub></b> :	[m] Szerokość kielicha w kierunku y.	{B <sub>k</sub> > B <sub>1</sub> +0.30; B <sub>k</sub> <B }
Parametr <b>L<sub>k</sub></b> :	[m] Długość kielicha w kierunku x.	{L <sub>k</sub> > L <sub>1</sub> +0.30; L <sub>k</sub> <L }
Parametr <b>H<sub>k</sub></b> :	[m] Głębokość kielicha.	{max(h,b)<H <sub>k</sub> ; H <sub>k</sub> =<H <sub>f</sub> ·0.20}

Parametry  $B_1$ ;  $L_1$ ;  $B_k$ ;  $L_k$  są zawsze symetrycznie ustawione względem odpowiednich osi słupa. Minimalny luz w otworze kielicha przy jego wlocie wynosi 7.5 cm z każdej strony. Minimalna grubość ścian kielicha wynosi 15 cm. Minimalna wysokość materiału fundamentu pod słupem wynosi 20cm.

### 255.3.1.5 Stopa schodkowa

Opis projektu: Fundament

Geometria | Warunki gruntowe | Obciążenia

Parametry podstawowe (m)

B = 2.8	H <sub>1</sub> = 0.4
L = 3.2	B <sub>1</sub> = 2
H <sub>f</sub> = 1.2	L <sub>1</sub> = 2
b = 0.4	B <sub>2</sub> = 1.2
h = 0.4	L <sub>2</sub> = 1.2
e <sub>x</sub> = 0	H <sub>2</sub> = 0.8
e <sub>y</sub> = 0	

Dane przyjęte do obliczeń: Geometria poprawna

Przywróć wymiary domyślne

#### Parametry podstawowe:

Parametr <b>B</b> :	[m] Szerokość stopy.	{B>0}
Parametr <b>L</b> :	[m] Długość stopy.	{L>0}
Parametr <b>H<sub>f</sub></b> :	[m] Wysokość stopy.	{ H <sub>f</sub> >0}
Parametr <b>b</b> :	[m] Szerokość słupa na stopie.	{b>0; b<B}
Parametr <b>h</b> :	[m] Wysokość słupa na stopie.	{h>0; b<L}
Parametr <b>e<sub>y</sub></b> :	[m] Mimośrodek ustawienia słupa wzdłuż osi y. Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi.	{  e <sub>y</sub>  <(0.5 x B – B <sub>1</sub> /2)}
Parametr <b>e<sub>x</sub></b> :	[m] Mimośrodek ustawienia słupa wzdłuż osi x. Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi.	{  e <sub>x</sub>  <(0.5 x L – L <sub>1</sub> /2)}
Parametr <b>H<sub>1</sub></b> :	[m] Wysokość dolnego cokołu.	{ 0 < H <sub>1</sub> < H <sub>2</sub> }
Parametr <b>B<sub>1</sub></b> :	[m] Szerokość środkowego cokołu w kierunku y.	{B <sub>1</sub> > B <sub>2</sub> ; B <sub>1</sub> < B}
Parametr <b>L<sub>1</sub></b> :	[m] Długość środkowego cokołu w kierunku x.	{L <sub>1</sub> >=L <sub>2</sub> ; L <sub>1</sub> < L}
Parametr <b>B<sub>2</sub></b> :	[m] Szerokość górnego cokołu w kierunku y.	{B <sub>2</sub> > b; B <sub>2</sub> <B <sub>1</sub> }
Parametr <b>L<sub>2</sub></b> :	[m] Długość górnego cokołu w kierunku x.	{L <sub>2</sub> >h; L <sub>2</sub> < L <sub>1</sub> }

Parametr  $H_2$ : [m] Wysokość dolnego i środkowego ocołu łącznie.  $\{H_1 < H_2; H_2 < H_f\}$

Parametry  $B_1$ ;  $L_1$ ;  $B_2$ ;  $L_2$  są zawsze symetrycznie ustawione względem odpowiednich osi słupa.

### 255.3.1.6 Stopa kołowa

The screenshot shows the 'Fundamenty bezpośrednie' software interface. The 'Geometria' tab is active. The 'Opis projektu' field contains 'Fundament'. The 'Bryła fundamentowa' section shows a diagram of a circular foundation with a diameter  $D$ , a central column with diameter  $d$ , and a height  $H_f$ . The diagram also shows the eccentricity  $e_x$  and  $e_y$  relative to the axes. The 'Rodzaj fundamentu' section shows several icons representing different foundation types. The 'Parametry podstawowe (m)' section contains the following values:

Parameter	Value (m)
$D$	1.8
$L$	1.8
$H_f$	0.6
$d$	0.4
$h$	0.4
$e_x$	0
$e_y$	0
$H_1$	0
$B_1$	0
$L_1$	0
$B_k$	0
$L_k$	0
$H_k$	0

The 'Dane przyjęte do obliczeń' section shows 'Geometria poprawna'. A button 'Przywróć wymiary domyślne' is also visible.

#### Parametry podstawowe:

- Parametr  $D$ : [m] Średnica stopy.  $\{D > 0\}$
- Parametr  $H_f$ : [m] Wysokość stopy.  $\{H_f > 0\}$
- Parametr  $d$ : [m] Średnica słupa, lub średnica zastępcza słupa prostokątnego.  $\{d > 0; d < D\}$
- Parametr  $e_y$ : [m] Mimośrodek ustawienia słupa wzdłuż osi  $y$ . Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi.  $\{|e_y| < (0.5 \times D - d/2)\}$
- Parametr  $e_x$ : [m] Mimośrodek ustawienia słupa wzdłuż osi  $x$ . Wartość dodatnia zgodnie z kierunkiem osi.  $\{|e_x| < (0.5 \times D - d/2)\}$

W ramach obliczeń fundamentu kołowego przewidziano możliwość mimośrodowego ustawienia na nim jedynie słupa okrągłego. W przypadku gdyby użytkownik projektował ustawienie na stopie kołowej, słupa kwadratowego lub prostokątnego, zalecane jest podanie przy obliczeniach średnicy okrągłego słupa zastępczego o takiej samej powierzchni jak projektowany. Przy wykonywaniu rysunku konstrukcyjnego DXF w przypadku słupa prostokątnego należy dodatkowo zdefiniować rzeczywiste wymiary słupa i ewentualnie zbrojenie wypuszczone z fundamentu do słupa.

Prostokątna siatka zbrojeniowa stopy kołowej zaprojektowana jest w ten sposób, że jest ona niezależna od kierunku maksymalnego naprężenia pod fundamentem. Nie zachodzi więc konieczność regulowania ustawienia siatki względem maksymalnych sił, co pozwala na budowie uniknąć pomyłek w jej ułożeniu (dowolne obrócenie siatki w poziomie jej ułożenia nie powoduje obawy o niewłaściwe zazbrojenie bloku fundamentu).

Przy obliczeniach fundamentów zwłaszcza kołowych należy pamiętać że blok fundamentu traktowany jest przez program jako bryła sztywna i obliczanie tym programem fundamentów okrągłych pod kominy lub zbiorniki okrągłe może prowadzić do niewłaściwych wyników (tu zalecany jest raczej program MES np. Plato 4.0). Oczywiście w niektórych przypadkach takich fundamentów, a zwłaszcza w pewnym zakresie obliczeń, program może być wykorzystany jako pierwsze przybliżenie.

### 255.3.2. Zakładka „Warunki gruntowe”

Zakładka **Warunki gruntowe** pozwala na określenie podstawowych parametrów warstw geotechnicznych poniżej poziomu posadowienia, potrzebnych parametrów zasypki oraz innych danych związanych z posadowieniem. Za pomocą przycisków Dodaj/Usuń dodajemy kolejną warstwę (maksymalnie 15 warstw), lub usuwamy zaznaczoną. Warstwy liczone są kolejno od spodu fundamentu.

#### Opis parametrów poszczególnych warstw gruntowych:

		Znacznik ustalający czy grunt danej warstwy jest spoisty czy nie.	
Grunt spoisty:	[-]	Zmiana znacznika w metodzie B powoduje ustawienie parametru wodzącego do wpisu	
<Symbol>:	[-]	Parametr dla gruntu spoistego ustalający jego typ. Jego zmiana przy metodzie B powoduje automatyczne przeliczenie parametrów geotechnicznych na podstawie parametru wodzącego.	{A - grunty morenowe skonsolidowane; B – grunty skonsolidowane lub morenowe nieskonsolidowane; C – grunty nieskonsolidowane; D – iły}
Nazwa gruntu:	[-]	Parametr określający rodzaj gruntu. Jego zmiana przy metodzie B dla gruntów niespoistych powoduje	Niespoiste: {- żwiry, pospółki, piaski grube,

		automatyczne przeliczenie parametrów geotechnicznych na podstawie parametru wodącego.	średnie, drobne, pylaste i próchnicze}. Spoiste: {- żwiry, pospółki i piaski gliniaste, pyły piaszczyste i pyły, gliny piaszczyste i pylaste, gliny, gliny piaszczyste i pylaste zwięzłe, gliny zwięzłe, ility piaszczyste i pylaste, ility}.
Miąższość:	[m]	Grubość warstwy od stropu do spągu.	{Wartość > 0}
Woda w warstwie	[-]	Parametr określający czy w danej warstwie występuje woda.	{Tak/Nie}
<Parametr wodący>	[-]	Parametr aktywny jedynie w metodzie B, określający na podstawie czego przeliczone będą automatycznie pozostałe wielkości geotechniczne.	{kął tarcia wewnętrznego, stopień zagęszczenia (niespoiste); stopień plastyczności i spójność (spoiste)}

**Parametry geotechniczne:**

$\rho^{(n)}$ :	[t/m <sup>3</sup> ]	Wartość charakterystyczna gęstości objętościowej gruntu określana przez użytkownika.	{ $\rho^{(n)} > 0$ }
$\langle I_L^{(n)} \rangle$ :	[-]	Wartość charakterystyczna stopnia plastyczności gruntu spoistego określana przez użytkownika lub wyliczana automatycznie w metodzie B.	{ $I_L^{(n)} < 1$ }
$\langle I_D^{(n)} \rangle$ :	[-]	Wartość charakterystyczna stopnia zagęszczenia gruntu niespoistego określana przez użytkownika lub wyliczana automatycznie w metodzie B.	{ $0 < I_D^{(n)} < 1$ }
$\phi_u^{(n)}$ :	[°]	Wartość charakterystyczna kąta tarcia wewnętrznego określana przez użytkownika lub wyliczana automatycznie w metodzie B.	{ $0 < \phi_u^{(n)} < 45^\circ$ }
$\langle C_u^{(n)} \rangle$ :	[kPa]	Wartość charakterystyczna spójności dla gruntów spoistych określana przez użytkownika lub wyliczana automatycznie w metodzie B.	{ $0 < C_u^{(n)} < 60$ kPa}
$\langle \gamma_m^{\min} \rangle$ :	[-]	Minimalny współczynnik materiałowy dla gruntu.	{ $0.80 < \gamma_m^{\min} < 1$ (dla metody B $\gamma_m^{\min}=0.9$ )}
$\langle \gamma_m^{\max} \rangle$ :	[-]	Maksymalny współczynnik materiałowy dla gruntu.	{ $1 < \gamma_m^{\min} < 1.25$ (dla metody B $\gamma_m^{\min}=1.1$ )}
<b>M:</b>	[kPa]	Wartość charakterystyczna edometrycznego	{ $M > 0$ }

modułu ścisłości wtórnej (sprężystej).

$M_0$ : [kPa] Wartość charakterystyczna edometrycznego modułu ścisłości pierwotnej (ogólnej).  $\{M_0 > 0\}$

Wszystkie parametry które podlegają automatycznym przeliczeniom w metodzie B można następnie ręcznie zmienić na dowolne wartości mieszczące się w granicach ich fizycznych zakresów.

**Pozostałe parametry:**

Metoda ustalania parametrów geotechnicznych:	[-]	Rodzaj metody ustalania parametrów geotechnicznych wg PN-81/B-03020.	{Metoda A, B, C}
Spód fundamentu:	[-]	Parametr określający stopień chropowatości spodu fundamentu potrzebny do ustalenia współczynników tarcia fundamentu o grunt.	{chropowaty, gładki}
Głębokość posadowienia $D_{min}$ :	[m]	Minimalna głębokość posadowienia spodu fundamentu.	{ $D_{min} > 0$ }
Uwzględnić parcie zasyпки do obliczania stateczności:	[-]	Parametr decydujący o tym czy parcie boczne i czołowe zasyпки będzie uwzględnione przy liczeniu stateczności jako siła utrzymująca.	{Tak/Nie}
<Rodzaj gruntu zasyпки o minimalnym stopniu zagęszczenia $I_s=0.9$ >	[-]	Parametr potrzebny do określenia współczynnika tarcia zasyпки o blok fundamentu przy uwzględnieniu parcia w obliczeniach stateczności.	{żwiry i pospółki, piaski grube i średnie, piaski drobne i pylaste}
Ciężar zasyпки:	[kN/m <sup>3</sup> ]	Wartość charakterystyczna ciężaru zasyпки.	{Wartość $\geq 0$ }



## 255.3.3. Zakładka „Obciążenia”

Fundamenty bezpośrednie ● ● ● INTERsoft

Geometria | Warunki gruntowe | Obciążenia

Zestaw obciążeń	N [kN]	Siły w płaszczyz. YZ		Siły w płaszczyz. XZ	
		My [kNm]	Ty [kN]	Mx [kNm]	Tx [kN]
1	1200.00	320.00	120.00	150.00	-40.00
2	850.00	210.00	80.00	-105.00	55.00

Dodaj  
Usuń

Pionowa siła montażowa:  kN    Czas trwania robót:

**Wartości dodatnie sił w osi słupa**

**Materiały**

Klasa stali:

Klasa betonu:

Otulina: a =  cm

Średnica prętów:  $\phi$  =  mm

**Zbrojenie kielicha**

Otulinie prętów pionowych:  $a_1$  =  cm    poziomych:  $a_2$  =  cm

Średnica prętów pionowych:  $\phi_1$  =  mm    poziomych:  $\phi_2$  =  mm

Zakładka „Obciążenia” przewidziana została do wprowadzania obciążeń przyłożonych na fundamentach w osiach słupa lub ściany. Dla wszelkich obciążeń działających na stopę w innych punktach, należy dokonać ich „sprowadzenia” do osi słupa (ściany). W dolnej części zakładki w oknie „Wartości dodatnie sił w osi słupa” podane są dodatnie kierunki sił i momentów (dla momentów zapisanych wektorowo zgodnie z regułą śruby prawoskrętnej). Dla ułatwienia siła pionowa N zawsze musi być wprowadzana jako dodatnia (skierowana w dół do fundamentu) przeciwnie do kierunku osi z.

Poza obciążeniami w zakładce należy określić parametry fundamentu potrzebne do jego wymiarowania.

**Siły działające na fundament:**

<b>Zestaw obciążeń:</b>	[ - ]	Generowany automatycznie kolejny numer zestawu obciążeń. Przyciski Dodaj/Usuń odpowiednio dodają lub usuwają wskazany zestaw obciążeń.	
<b>N:</b>	[kN]	Wartość obliczeniowa siły pionowej w osi słupa (ściany) – dodatnia skierowana w dół.	{N>=0}
<b>My:</b>	[kNm]	Wartość momentu obliczeniowego działającego w płaszczyźnie YZ, przyłożona w osi słupa (ściany). Wektor momentu dodatni zgodnie z kierunkiem osi X.	
<b>Ty:</b>	[kN]	Wartość obliczeniowej siły działającej w kierunku osi Y, przyłożona w osi słupa (ściany). Dodatnie zgodnie z osią.	
<b>&lt;Mx&gt;:</b>	[kNm]	Wartość momentu obliczeniowego działającego w płaszczyźnie XZ, przyłożona w osi słupa.	



		Wektor momentu dodatni zgodnie z kierunkiem osi Y.	
<T <sub>x</sub> >	[kN]	Wartość obliczeniowej siły działającej w kierunku osi Y, przyłożona w osi słupa. Dodatnie zgodnie z osią.	
<Pionowa siła montażowa>	[kN]	Pionowa siła montażowa określana dla stopy kielichowej służąca do sprawdzenia przebiega w kielichu.	{Wartość >=0}
Czas trwania robót:	[-]	Parametr potrzebny do ustalenia współczynnika λ określonego do liczenia osiadań.	{do roku, powyżej roku}

**Parametry do wymiarowania:**

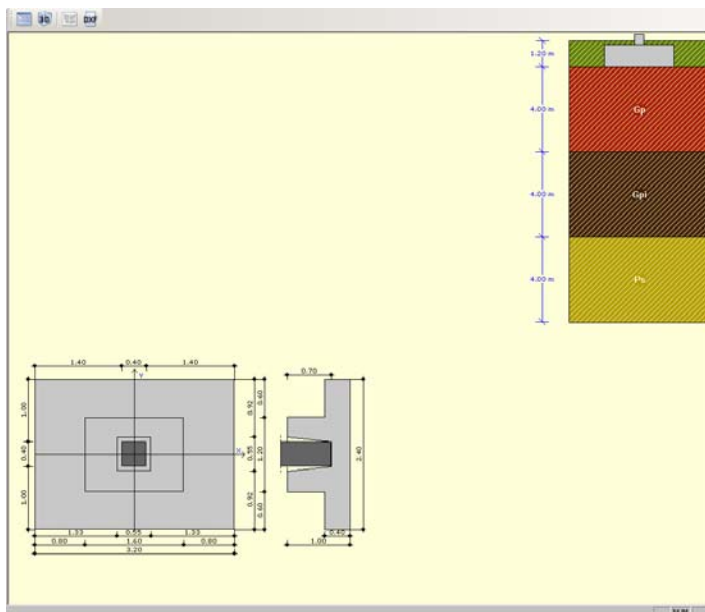
Klasa stali:	[-]	Wybierane z listy oznaczenie klasy stali na zginanie wg PN-B-03264: 2002.	{St0S; St3SX; St3SY; St3S; PB240; St50B; 18G2; 20G2Y; 25G2S; 35G2Y; 34GS; RB400; RB400 W; 20G2VY; RB500; RB500W}
Klasa betonu:	[-]	Wybierane z list oznaczenie klasy betonu wg PN-B-03264: 2002.	{B15; B20; B25; B30; B37; B45; B50; B55; B60}
Otulina a:	[cm]	Średnia otulina zbrojenia dolnego fundamentu.	{0÷20}
Średnica prętów φ:	[mm]	Średnica prętów zbrojenia dolnego fundamentu:	{3÷40 mm}
Otulenie prętów pionowych a <sub>1</sub> :	[cm]	Otulenie prętów pionowych kielicha tylko dla stopy kielichowej.	{ a <sub>1</sub> < 0.15 x min (B <sub>k</sub> , L <sub>k</sub> ); a <sub>1</sub> < 0.25 x min {(B <sub>k</sub> -B <sub>1</sub> ), (L <sub>k</sub> -L <sub>1</sub> )}; a <sub>1</sub> > 0;}
<Otulenie prętów poziomych a <sub>2</sub> >	[cm]	Otulenie prętów poziomych kielicha tylko dla stopy kielichowej.	{ a <sub>2</sub> > 0; a <sub>2</sub> < 0.20;}
<Średnica prętów pionowych φ <sub>1</sub> >	[mm]	Średnica prętów zbrojenia pionowego kielicha. Tylko dla stopy kielichowej:	{3÷40 mm}
<Średnica prętów poziomych φ <sub>2</sub> >	[mm]	Średnica prętów zbrojenia poziomego kielicha. Tylko dla stopy kielichowej:	{3÷40 mm}

#### 255.4. Ekran graficzny modułu „Fundamenty bezpośrednie”

Ekran graficzny modułu „Fundamenty bezpośrednie” składa się z obszaru rysunku i paska narzędziowego. W pasku umieszczono dwie ikony służące do sterowania widokiem ekranu:

	- Ikona włącza lub wyłącza okno zakładek
	- Ikona włącza lub wyłącza okno widoku 3D

Po wyłączeniu obu powyższych elementów ekran graficzny wygląda następująco:

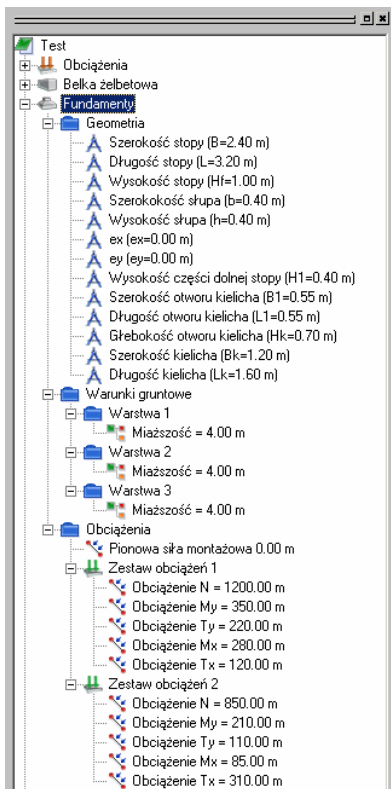


W prawym górnym rogu ekranu widoczny jest skalowany profil uwarstwienia gruntu pod fundamentem (widok w płaszczyźnie osi x – przekrój fundamentu uproszczony) wraz z opisem grubości poszczególnych warstw. Natomiast w dolnej części pokazany jest skalowany widok z góry oraz przekrój (lub widok z boku) wprowadzonej bryły fundamentu wraz z wymiarami. W przypadku otwarcia okna Konstruktor na pełnym ekranie monitora, rysunek został tak opracowany aby przy włączeniu zakładek był widoczny w całości. W innym przypadku może on być schowany częściowo pod zakładkami. Wszelkie zmiany geometryczne akceptowane przez program na bieżąco uwzględniane są na widokach (przekroju) wraz z odpowiednią korektą wymiarów.

#### **UWAGA:**

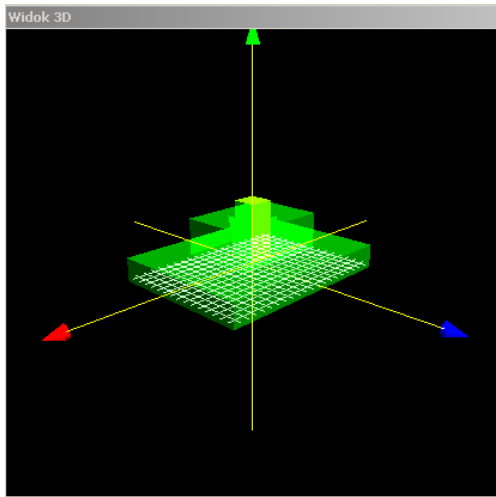
*Brak rysunku oznacza, że dane geometryczne wprowadzone są niepoprawnie i nie mogą być wykonane obliczenia fundamentu.*

## 255.5. Okno drzewa projektu



Z lewej strony ekranu znajduje się „drzewo” projektu w którym opisane są wszystkie elementy składające się na dany projekt wraz z odpowiednim podziałem na typy danych i ich poszczególne wartości. Kliknięcie na dowolnej wartości powoduje otwarcie okienka umożliwiającego jej korektę.

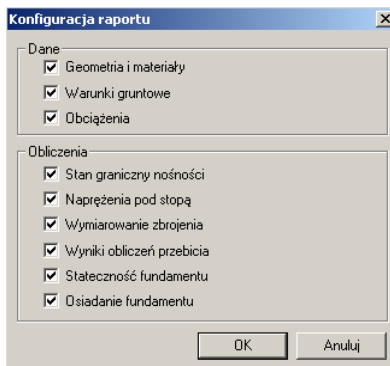
### 255.6. Okno widoku 3D



Okno widoku 3D pozwala na trójwymiarową prezentację geometrii bloku fundamentowego wraz z możliwością jego przybliżania, oddalania i obracania.

### 255.7. Okno konfiguracji raportu

W oknie konfiguracji raportu użytkownik może zdecydować jakie dane i wyniki mają być wyliczone i umieszczone w raporcie. Wywołanie okna następuje automatycznie po uruchomieniu obliczeń. Wybrane dane i wyniki przekazywane są do przeglądarki plików html.



W programie można uzyskać następujące typy danych i wyników:

#### Dane:

- **Geometria i materiały** – obejmuje wykaz wszystkich wprowadzonych danych geometrycznych, skalowany rysunek geometrii wraz z wymiarowaniem oraz

podstawowe parametry materiałowe (klasa stali, betonu, średnice prętów, otulenia).

- **Warunki gruntowe** – obejmuje rysunek uwarstwionego podłoża, parametry geotechniczne poszczególnych warstw, metodę ustalania parametrów i opis zasypki.
- **Obciążenia** – obejmuje wykaz poszczególnych zestawów obciążeń oraz obciążenie montażowe dla stopy kielichowej.

**Wyniki:**

- **Stan graniczny nośności** – obejmuje sprawdzenie SGN dla kolejnych schematów statycznych i poszczególnych warstw.
- **Naprężenia pod stopą** – raport obejmuje opis bryły naprężeń pod fundamentem (wartości i rysunek) oraz sprawdzenie warunku normowego na ewentualny zasięg strefy odrywania.
- **Wymiarowanie zbrojenia** – obejmuje wyliczenie potrzebnej ilości zbrojenia w kierunku x i y dla poszczególnych schematów, minimalne zbrojenie, dobór prętów, rysunek zbrojenia dolnego łącznie z wykazem stali oraz ewentualny opis zbrojenia pionowego i poziomego kielicha.
- **Wyniki obliczeń przebiecia** – zawiera sprawdzenie przebiecia w przekrojach charakterystycznych dla danego typu stopy dla poszczególnych schematów obciążenia.
- **Stateczność fundamentu** – zawiera sprawdzenie stateczności fundamentu na obrót dla poszczególnych schematów oraz sprawdzenie stateczności na przesuw dla kolejnych schematów i warstw.
- **Osiadanie fundamentu** – obejmuje wyliczenie osiadania pierwotnego, wtórnego i całkowitego wraz z przechyłkami względem osi x i y, oraz wykresy naprężeń pierwotnych i dodatkowych w warstwach gruntu pod fundamentem.

**Uwaga:**

*W przypadku zaznaczenia osiadań, zwłaszcza dla dużych fundamentów, oraz dla dwóch i więcej schematów statycznych, czas trwania obliczeń może wzrosnąć do kilku minut.*

**255.8. Literatura**

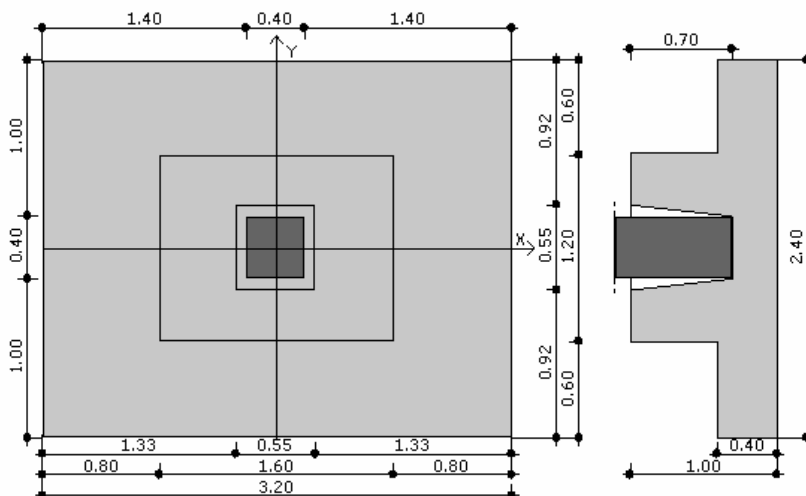
- [1] **PN-81/B-03020** „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”
- [2] **PN-B-03264:2002** „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.”

## 255.9. Przykłady:

<b>Projekt:</b>	Fundamenty
<b>Nazwa elementu:</b>	F-1
<b>Autor projektu:</b>	Intersoft

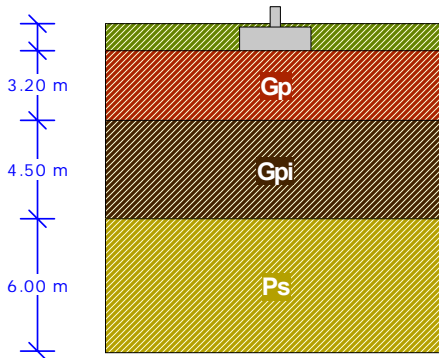
**Stopa kielichowa:****Geometria**

Szerokość stopy B	[m]	2.40
Długość stopy L	[m]	3.20
Wysokość stopy $H_f$	[m]	1.00
Szerokość przekroju słupa b	[m]	0.40
Wysokość przekroju słupa h	[m]	0.40
Mimośród $e_x$	[m]	0.00
Mimośród $e_y$	[m]	0.00
Szerokość otworu kielicha $B_1$	[m]	0.55
Długość otworu kielicha $L_1$	[m]	0.55
Szerokość kielicha $B_k$	[m]	1.20
Długość kielicha $L_k$	[m]	1.60
Wysokość podstawy $H_1$	[m]	0.40
Głębokość kielicha $H_k$	[m]	0.70



**Materiały**

Klasa betonu		B20
Klasa stali		34GS
Otulina	[cm]	7.00
Średnica prętów	[mm]	16.00
Średnica zbrojenia poziomego kielicha	[mm]	10.00
Średnica zbrojenia pionowego kielicha	[mm]	10.00
Otulenie zbrojenia poziomego kielicha	[cm]	4.00
Otulenie zbrojenia pionowego kielicha	[cm]	5.00

**Warunki gruntowe**

Warstwa	Nazwa gruntu	Mięższość [m]	$\rho^{(n)}$ [ $t/m^3$ ]	$C_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	M [kPa]	$M_o$ [kPa]
1	Gliny piaszczyste	3.20	1.85	39.33	21.53	50809.35	45732.99
2	Gliny pylaste	4.50	1.85	39.33	21.53	50809.35	45732.99
3	Piaski średnie	6.00	1.85	0.00	33.93	135516.69	121965.20

Metoda określenia parametrów geotechnicznych		B
Głębokość posadowienia	[m]	1.20
Ciężar zasypki	[ $kN/m^3$ ]	20.00



**Obciążenia**

Numer zestawu	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>y</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]
1	1800.00	450.00	-220.00	280.00	120.00
2	1200.00	320.00	-110.00	85.00	310.00

Pionowa siła montażowa N <sub>m</sub>	[kN]	0.00
---------------------------------------	------	------

**Stan graniczny nośności**

DLA SCHEMATU NR 1

DLA WARSTWY NR 1

$$N=2035.20 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 3320.94 = 2689.96 \text{ kN}$$

$$N=2035.20 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 3838.67 = 3109.32 \text{ kN}$$

DLA WARSTWY NR 2

$$N=2998.40 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 12679.27 = 10270.21 \text{ kN}$$

$$N=2998.40 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 13872.99 = 11237.13 \text{ kN}$$

DLA WARSTWY NR 3

$$N=5621.21 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 136988.85 = 110960.97 \text{ kN}$$

$$N=5621.21 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 144915.53 = 117381.58 \text{ kN}$$

DLA SCHEMATU NR 2

DLA WARSTWY NR 1

$$N=1435.20 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 3602.70 = 2918.18 \text{ kN}$$

$$N=1435.20 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 2498.76 = 2024.00 \text{ kN}$$

DLA WARSTWY NR 2

$$N=2398.40 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 13874.73 = 11238.53 \text{ kN}$$

$$N=2398.40 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 11422.97 = 9252.60 \text{ kN}$$

DLA WARSTWY NR 3

$$N=5021.21 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 150809.84 = 122155.97 \text{ kN}$$

$$N=5021.21 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 138797.17 = 112425.71 \text{ kN}$$

**Napężenia pod fundamentem**

DLA SCHEMATU NR 1

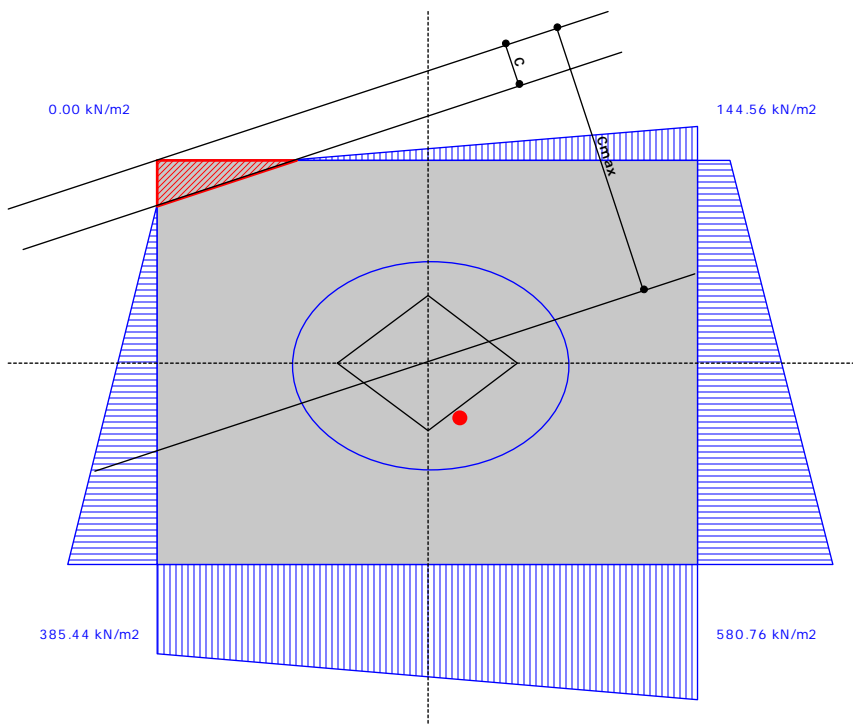
Napężenia w narożach:

$$q_1 = 144.56 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 580.76 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3 = 385.44 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4 = 0.0 \text{ kN/m}^2 \text{ (wartość teoretyczna } q_4 = -50.76 \text{ kN/m}^2)$$



Warunek normowy spełniony:

$$C = 0.26 \text{ m} \leq 0.5 * C_{\text{max}} = 0.5 * 1.65 = 0.82 \text{ m}$$

DLA SCHEMATU NR 2

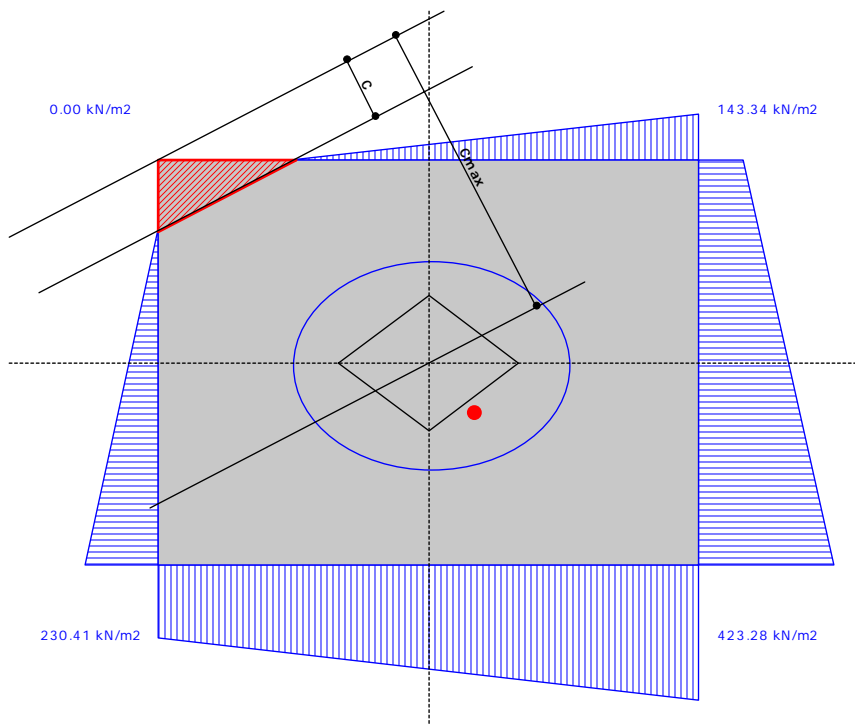
Naprężenia w narożach:

$$q_1 = 143.34 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 423.28 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3 = 230.41 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4 = 0.0 \text{ kN/m}^2 \text{ (wartość teoretyczna } q_4 = -49.53 \text{ kN/m}^2)$$



Warunek normowy spełniony:

$$C = 0.38 \text{ m} \leq 0.5 * C_{\max} = 0.5 * 1.80 = 0.90 \text{ m}$$

**Wymiarowanie zbrojenia**

POTRZEBNE ZBROJENIE DLA SCHEMATU NR 1

$$A_y = 6.38 \text{ cm}^2/\text{mb} \quad A_x = 8.41 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

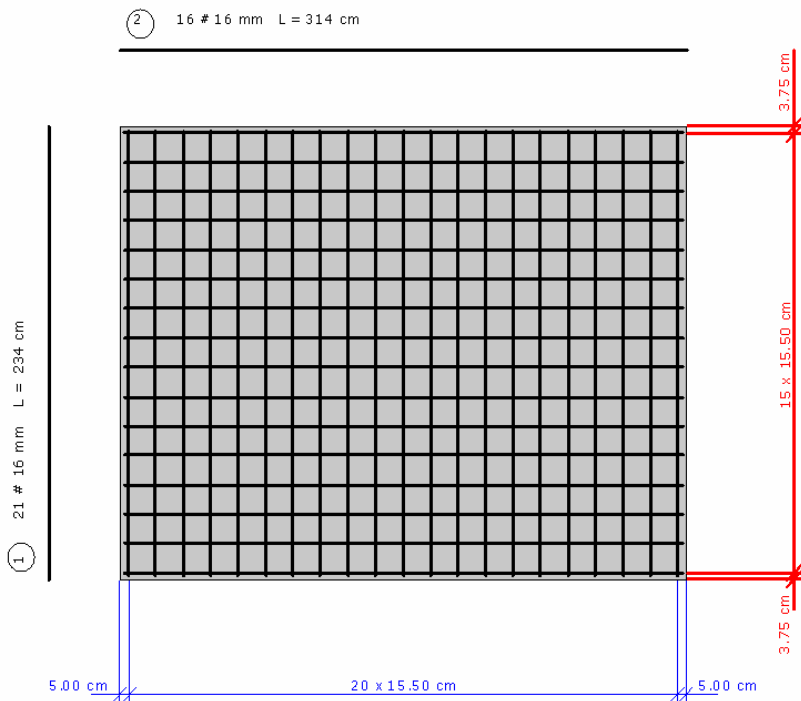
POTRZEBNE ZBROJENIE DLA SCHEMATU NR 2

$A_y = 4.13 \text{ cm}^2/\text{mb}$   $A_x = 6.33 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla fundamentu wynosi:  $A_k=12.67 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku y (B) przyjęto  $f_i=16.0 \text{ mm}$  w rozstawie  $s_1=15.7 \text{ cm}$   $A_{s1}=13.19 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku x (L) przyjęto  $f_i=16.0 \text{ mm}$  w rozstawie  $s_2=15.6 \text{ cm}$   $A_{s2}=13.40 \text{ cm}^2/\text{mb}$



Nr pręta	Ilość	Długość pręta [cm]	Długość całkowita [m]
1	21	234	49.14
2	16	314	50.24

Średnica	[mm]	16.0
Klasa stali		34GS
Masa jednostkowa	[kg/m]	1.578
Długość ogółem	[m]	93.90
Masa ogółem	[kg]	148.2

#### ZBROJENIE PIONOWE KIELICHA

Na boku  $B_k=1.20$  m przyjęto konstrukcyjnie  $2*fi=10.0$  mm

Na boku  $L_k=1.60$  m przyjęto konstrukcyjnie  $2*fi=10.0$  mm

#### ZBROJENIE POZIOME KIELICHA

W kierunku  $x(L)$  kielicha przyjęto warstwy prętów poziomych ( $4*fi=10.0$  mm) na wysokości  $h=h_k+0.5*h=0.90$  m w rozstawie  $co\ s=10.0$  cm

W kierunku  $y(B)$  kielicha przyjęto warstwy prętów poziomych ( $4*fi=10.0$  mm) na wysokości  $h=h_k+0.5*b=0.90$  m w rozstawie  $co\ s=10.0$  cm

#### **Wyniki obliczeń przebiecia**

Przebiecie w kielichu od obciążenia montażowego:

Przebiecie nie występuje w kierunku B

Przebiecie nie występuje w kierunku L

Przebiecie na dolnej odsadźce

DLA SCHEMATU NR 1

Przebiecie OK.  $N_y=309.1$  kN  $\leq A_y*f_{ctd}=0.64 * 870 = 554.1$  kN

Przebiecie OK.  $N_x=350.3$  kN  $\leq A_x*f_{ctd}=0.50 * 870 = 439.3$  kN

DLA SCHEMATU NR 2

Przebiecie OK.  $N_y=202.4$  kN  $\leq A_y*f_{ctd}=0.64 * 870 = 554.1$  kN

Przebiecie OK.  $N_x=266.6$  kN  $\leq A_x*f_{ctd}=0.50 * 870 = 439.3$  kN

#### **Stateczność fundamentu**

STATECZNOŚĆ NA OBRÓT:

DLA SCHEMATU NR 1

Stateczność OK.  $M_{wyp}=670.0$  kNm  $\leq m*M_{otrzym} = 0.72 * 2369.3 = 1705.9$  kNm

Stateczność OK.  $M_{wyp}=400.0$  kNm  $\leq m*M_{otrzym} = 0.72 * 3159.0 = 2274.5$  kNm

DLA SCHEMATU NR 2

Stateczność OK.  $M_{wyp}=430.0$  kNm  $\leq m*M_{otrzym} = 0.72 * 1649.3 = 1187.5$  kNm

Stateczność OK.  $M_{wyp}=395.0$  kNm  $\leq m*M_{otrzym} = 0.72 * 2199.0 = 1583.3$  kNm

STATECZNOŚĆ NA PRZESUW:

DLA SCHEMATU NR 1

Przesuw po warstwie 1

---

Stateczność OK.  $T_{xy}=250.6 \text{ kN} \leq m \cdot T_{uxy} = 0.72 \cdot 428.9 = 308.8 \text{ kN}$

Przesuw po warstwie 2

Stateczność OK.  $T_{xy}=250.6 \text{ kN} \leq m \cdot T_{uxy} = 0.72 \cdot 1295.2 = 932.6 \text{ kN}$

Przesuw po warstwie 3

Stateczność OK.  $T_{xy}=250.6 \text{ kN} \leq m \cdot T_{uxy} = 0.72 \cdot 1726.3 = 1242.9 \text{ kN}$

DLA SCHEMATU NR 2

Przesuw po warstwie 1

Niespełniony warunek stateczności fundamentu na przesuw  $T_{xy}=328.9 \text{ kN} > m \cdot T_{uxy} = 0.72 \cdot 307.9 = 221.7 \text{ kN}$

Przesuw po warstwie 2

Stateczność OK.  $T_{xy}=328.9 \text{ kN} \leq m \cdot T_{uxy} = 0.72 \cdot 1050.3 = 756.2 \text{ kN}$

Przesuw po warstwie 3

Stateczność OK.  $T_{xy}=328.9 \text{ kN} \leq m \cdot T_{uxy} = 0.72 \cdot 1515.3 = 1091.0 \text{ kN}$

### **Osiadanie fundamentu**

DLA SCHEMATU NR1

Osiadania pierwotne = 0.949 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.949 cm

Nachylenie względem osi X = 0.00130 °

Nachylenie względem osi Y = -0.00307 °

Przechyłka = 0.00333 °

Warunek naprężeniowy  $0.3 \cdot \sigma_{zp} = 0.3 \cdot 141.56 \text{ kN/m}^2 = 42.47 \text{ kN/m}^2 \geq \sigma_{zd} = 17.85 \text{ kN/m}^2$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 7.80 m

## Rozkład naprężeń pod analizowanym fundamentem:

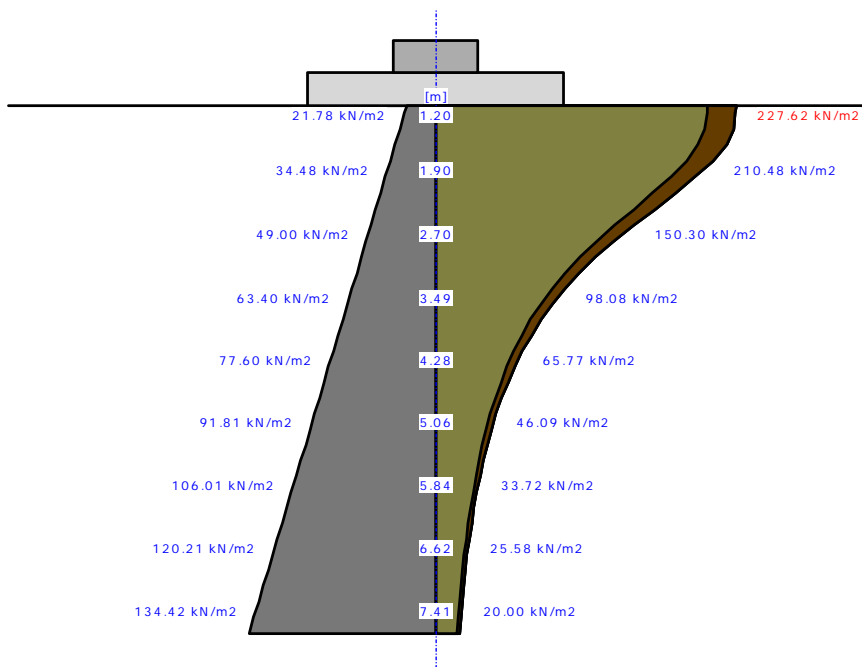


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\sigma_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{Zs}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Suma = $\sigma_{Zs} + \sigma_{ZD} + \sigma_{ZDsila} + \sigma_{ZDfund}$
0	1.20	21.78	21.78	205.85	227.62
1	1.30	23.59	21.77	205.74	227.51
2	1.50	27.22	21.60	204.20	225.80
3	1.70	30.85	21.08	199.21	220.29
4	1.90	34.48	20.14	190.35	210.48
5	2.10	38.11	18.86	178.34	197.20
6	2.30	41.74	17.42	164.68	182.10
7	2.50	45.37	15.91	150.40	166.31
8	2.70	49.00	14.38	135.92	150.30
9	2.90	52.63	12.93	122.25	135.18
10	3.10	56.26	11.61	109.71	121.32

## 255-Fundamenty bezpośrednie

11	3.30	59.85	10.43	98.55	108.97
12	3.49	63.40	9.38	88.70	98.08
13	3.69	66.95	8.46	79.97	88.43
14	3.88	70.50	7.65	72.26	79.91
15	4.08	74.05	6.93	65.47	72.40
16	4.28	77.60	6.29	59.48	65.77
17	4.47	81.16	5.73	54.19	59.92
18	4.67	84.71	5.24	49.51	54.75
19	4.86	88.26	4.80	45.37	50.17
20	5.06	91.81	4.41	41.68	46.09
21	5.25	95.36	4.06	38.40	42.47
22	5.45	98.91	3.75	35.47	39.23
23	5.65	102.46	3.48	32.85	36.33
24	5.84	106.01	3.23	30.49	33.72
25	6.04	109.56	3.00	28.37	31.37
26	6.23	113.11	2.80	26.45	29.25
27	6.43	116.66	2.61	24.71	27.33
28	6.62	120.21	2.45	23.13	25.58
29	6.82	123.76	2.30	21.70	23.99
30	7.02	127.32	2.16	20.39	22.54
31	7.21	130.87	2.03	19.19	21.22
32	7.41	134.42	1.91	18.09	20.00
33	7.60	137.97	1.81	17.08	18.89
34	7.80	141.56	1.71	16.14	17.85

DLA SCHEMATU NR2

Osiadania pierwotne = 0.624 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.624 cm

Nachylenie względem osi X = 0.00119 °

Nachylenie względem osi Y = -0.00201 °

Przechyłka = 0.00233 °



Warunek naprężeniowy  $0.3 \cdot \sigma_{zp} = 0.3 \cdot 141.56 \text{ kN/m}^2 = 42.47 \text{ kN/m}^2 \geq \sigma_{zd} = 12.33 \text{ kN/m}^2$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 7.80 m

### Rozkład naprężeń pod analizowanym fundamentem:

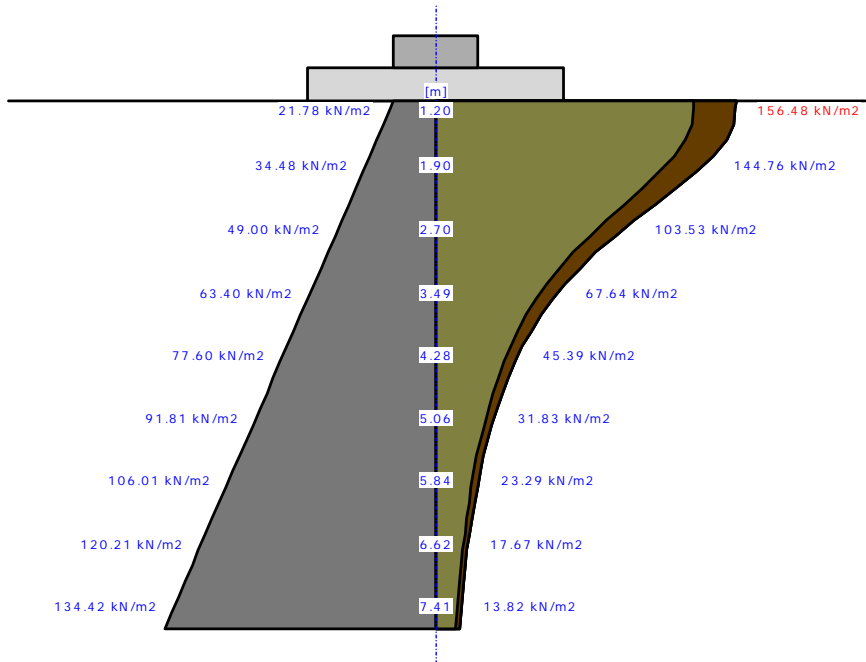


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\sigma_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ZS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Suma = $\sigma_{ZS} + \sigma_{ZD} + \sigma_{ZDsila} + \sigma_{ZDfund}$
0	1.20	21.78	21.78	134.71	156.48
1	1.30	23.59	21.77	134.64	156.41
2	1.50	27.22	21.60	133.63	155.24
3	1.70	30.85	21.08	130.40	151.47
4	1.90	34.48	20.14	124.63	144.76
5	2.10	38.11	18.86	116.81	135.67
6	2.30	41.74	17.42	107.89	125.31
7	2.50	45.37	15.91	98.60	114.51

## 255-Fundamenty bezpośrednie

8	2.70	49.00	14.38	89.15	103.53
9	2.90	52.63	12.93	80.22	93.15
10	3.10	56.26	11.61	72.02	83.63
11	3.30	59.85	10.43	64.71	75.14
12	3.49	63.40	9.38	58.26	67.64
13	3.69	66.95	8.46	52.54	61.00
14	3.88	70.50	7.65	47.49	55.13
15	4.08	74.05	6.93	43.03	49.96
16	4.28	77.60	6.29	39.10	45.39
17	4.47	81.16	5.73	35.63	41.36
18	4.67	84.71	5.24	32.56	37.80
19	4.86	88.26	4.80	29.84	34.64
20	5.06	91.81	4.41	27.42	31.83
21	5.25	95.36	4.06	25.26	29.33
22	5.45	98.91	3.75	23.34	27.09
23	5.65	102.46	3.48	21.61	25.09
24	5.84	106.01	3.23	20.06	23.29
25	6.04	109.56	3.00	18.67	21.67
26	6.23	113.11	2.80	17.40	20.20
27	6.43	116.66	2.61	16.26	18.88
28	6.62	120.21	2.45	15.22	17.67
29	6.82	123.76	2.30	14.28	16.57
30	7.02	127.32	2.16	13.42	15.57
31	7.21	130.87	2.03	12.63	14.66
32	7.41	134.42	1.91	11.91	13.82
33	7.60	137.97	1.81	11.24	13.05
34	7.80	141.56	1.71	10.62	12.33

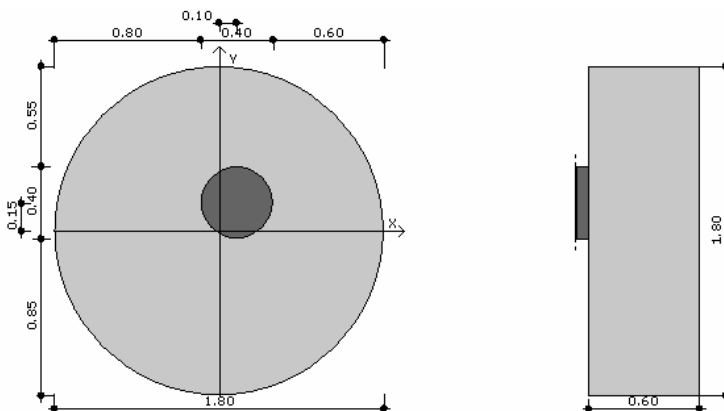
Legenda:

H [m] - głębokość liczona od poziomu terenu

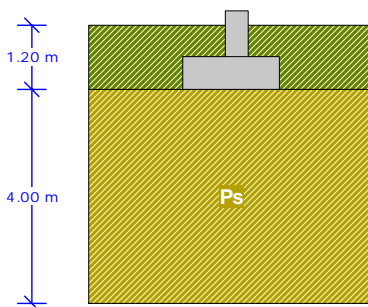
 $\sigma_{ZR}$  [kN/m<sup>2</sup>] - naprężenia pierwotne $\sigma_{ZS}$  [kN/m<sup>2</sup>] - naprężenia wtórne $\sigma_{ZD}$  [kN/m<sup>2</sup>] - naprężenia dodatkowe

**Stopa kołowa:****Geometria**

Średnica stopy D	[m]	1.80
Wysokość stopy $H_f$	[m]	0.60
Średnica słupa d	[m]	0.40
Mimośród $e_x$	[m]	0.10
Mimośród $e_y$	[m]	-0.15

**Materialy**

Klasa betonu		B20
Klasa stali		St0S
Otulina	[cm]	7.00
Średnica prętów	[mm]	16.00

**Warunki gruntowe**

Warstwa	Nazwa gruntu	Mięższość [m]	$\rho^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$C_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	M [kPa]	M <sub>o</sub> [kPa]
1	Piaski średnie	4.00	1.85	0.00	33.93	135516.69	121965.20

Metoda określenia parametrów geotechnicznych		B
Głębokość posadowienia	[m]	1.20
Ciążar zasypki	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.00

**Obciążenia**

Numer zestawu	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>y</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]
1	1250.00	-180.00	20.00	30.00	15.00
2	1500.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Stan graniczny nośności**

Sprawdzenie nośności zastępczej. Fundament kołowy sprowadzono do kwadratowego.

DLA SCHEMATU NR 1 - DLA WARSTWY NR 1

**Warunek przekroczony!!!**  $N=1326.82 \text{ kN} > m \cdot Q_{fNY}=0.81 \cdot 1352.59 = 1095.60 \text{ kN}$

**Warunek przekroczony!!!**  $N=1326.82 \text{ kN} > m \cdot Q_{fNX}=0.81 \cdot 1411.33 = 1143.18 \text{ kN}$

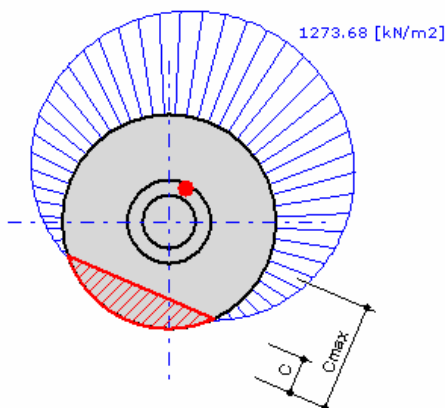
DLA SCHEMATU NR 2 - DLA WARSTWY NR 1

$N=1576.82 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNY}=0.81 \cdot 2110.30 = 1709.34 \text{ kN}$

$N=1576.82 \text{ kN} \leq m \cdot Q_{fNX}=0.81 \cdot 2128.60 = 1724.17 \text{ kN}$

**Napężenia pod stopą**

DLA SCHEMATU NR 1



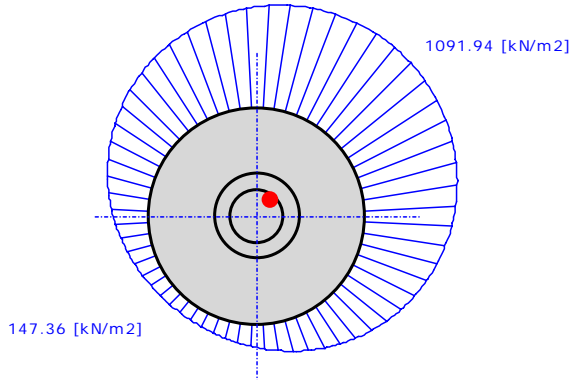
$$q_{\max} = 1273.68 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$q_{\min} = 0.00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \text{ (wartość teoretyczna = -251.67 [kN/m}^2\text{])}$$

Warunek normowy na wielkość strefy odrywanej jest spełniony

$$0.5 * C_{\max} = 0.45 \text{ [m]} > C = 0.30 \text{ [m]}$$

DLA SCHEMATU NR 2



$$q_{\max} = 1091.94 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$q_{\min} = 147.36 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

### Wymiarowanie zbrojenia

POTRZEBNE ZBROJENIE DLA SCHEMATU NR 1

$$A_y = 18.16 \text{ cm}^2/\text{mb} \quad A_x = 18.16 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

POTRZEBNE ZBROJENIE DLA SCHEMATU NR 2

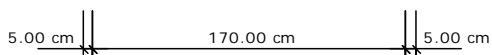
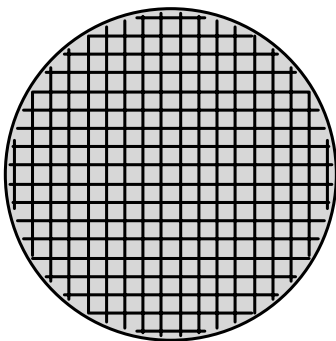
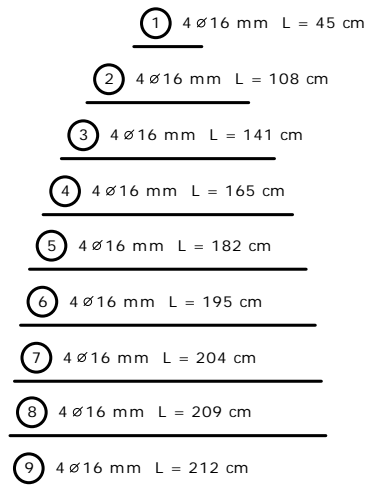
$$A_y = 16.54 \text{ cm}^2/\text{mb} \quad A_x = 16.54 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla stopy wynosi:  $A_k=14.45 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku x przyjęto  $f_i=16.0 \text{ cm}$   $A_{s1}=20.10 \text{ cm}^2/\text{mb}$

W kierunku y przyjęto  $f_i=16.0 \text{ cm}$   $A_{s1}=20.10 \text{ cm}^2/\text{mb}$

## Rozkład prętów w fundamencie



Nr pręta	Ilość	Długość pręta [cm]	Długość całkowita [m]
1	4	37	1.48
2	4	88	3.53
3	4	116	4.63
4	4	135	5.39

5	4	149	5.96
6	4	159	6.37
7	4	167	6.67
8	4	171	6.86
9	4	174	6.95

Średnica	[mm]	16.0
Klasa stali		StOS
Masa jednostkowa	[kg/m]	1.578
Długość ogółem	[m]	47.83
Masa ogółem	[kg]	75.5

### **Wyniki obliczeń przebiecia**

DLA SCHEMATU NR 1

Przebiecie OK.  $N_{Sd}=206.2 \text{ kN} \leq A_{Rd} \cdot f_{ctd}=1.36 \cdot 870 = 1184.7 \text{ kN}$

DLA SCHEMATU NR 2

Przebiecie OK.  $N_{Sd}=358.0 \text{ kN} \leq A_{Rd} \cdot f_{ctd}=1.36 \cdot 870 = 1184.7 \text{ kN}$

### **Stateczność fundamentu**

STATECZNOŚĆ NA OBRÓT:

DLA SCHEMATU NR 1

Stateczność OK.  $M_{wyp}=195.9 \text{ kNm} \leq m \cdot M_{otrzym} = 0.72 \cdot 1335.7 = 961.7 \text{ kNm}$

DLA SCHEMATU NR 2

Stateczność OK.  $M_{wyp}=0.0 \text{ kNm} \leq m \cdot M_{otrzym} = 0.72 \cdot 1251.8 = 901.3 \text{ kNm}$

STATECZNOŚĆ NA PRZESUW:

DLA SCHEMATU NR 1

Przesuw po warstwie 1

Stateczność OK.  $T_{wyp}=25.0 \text{ kN} \leq m \cdot T_{utr} = 0.72 \cdot 418.4 = 301.3 \text{ kN}$

DLA SCHEMATU NR 2

Przesuw po warstwie 1

Stateczność OK.  $T_{wyp}=0.0 \text{ kN} \leq m \cdot T_{utr} = 0.72 \cdot 498.4 = 358.9 \text{ kN}$

**Osiadanie fundamentu**

DLA SCHEMATU NR1

Osiadania pierwotne = 0.448 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.448 cm

Nachylenie względem osi X = 0.00157 °

Nachylenie względem osi Y = 0.00363 °

Przechyłka = 0.00395 °

Warunek naprężeniowy  $0.3 \cdot \sigma_{zp} = 0.3 \cdot 99.82 \text{ kN/m}^2 = 29.95 \text{ kN/m}^2 \geq \sigma_{zd} = 27.75 \text{ kN/m}^2$ 

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 5.50 m

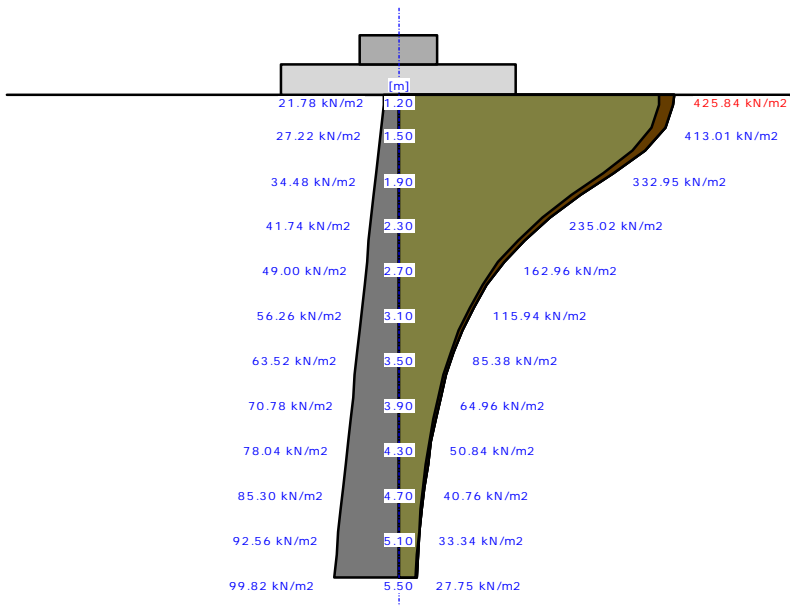
**Rozkład naprężeń pod analizowanym fundamentem:**

Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\sigma_{zR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{zS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{zD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Suma = $\sigma_{zS} + \sigma_{zD} + \sigma_{zDsiła} + \sigma_{zDfund}$
0	1.20	21.78	21.78	404.06	425.84
1	1.30	23.59	21.74	403.48	425.23



2	1.50	27.22	21.08	391.93	413.01
3	1.70	30.85	19.34	361.41	380.75
4	1.90	34.48	16.83	316.11	332.95
5	2.10	38.11	14.19	267.64	281.83
6	2.30	41.74	11.80	223.22	235.02
7	2.50	45.37	9.79	185.57	195.36
8	2.70	49.00	8.15	154.81	162.96
9	2.90	52.63	6.84	130.04	136.88
10	3.10	56.26	5.79	110.15	115.94
11	3.30	59.89	4.94	94.12	99.06
12	3.50	63.52	4.26	81.12	85.38
13	3.70	67.15	3.70	70.49	74.19
14	3.90	70.78	3.24	61.72	64.96
15	4.10	74.41	2.85	54.43	57.28
16	4.30	78.04	2.53	48.31	50.84
17	4.50	81.67	2.26	43.14	45.40
18	4.70	85.30	2.03	38.73	40.76
19	4.90	88.93	1.83	34.95	36.78
20	5.10	92.56	1.66	31.68	33.34
21	5.30	96.19	1.51	28.85	30.36
22	5.50	99.82	1.38	26.37	27.75

## DLA SCHEMATU NR2

Osiadania pierwotne = 0.541 cm

Osiadania wtórne = 0.000 cm

Osiadania całkowite = 0.541 cm

Nachylenie względem osi X = 0.00142 °

Nachylenie względem osi Y = 0.00213 °

Przechyłka = 0.00256 °

Warunek naprężeniowy  $0.3 \cdot \sigma_{zp} = 0.3 \cdot 103.45 \text{ kN/m}^2 = 31.03 \text{ kN/m}^2 \geq \sigma_{zd} = 30.03 \text{ kN/m}^2$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 5.70 m

## Rozkład naprężeń pod analizowanym fundamentem:

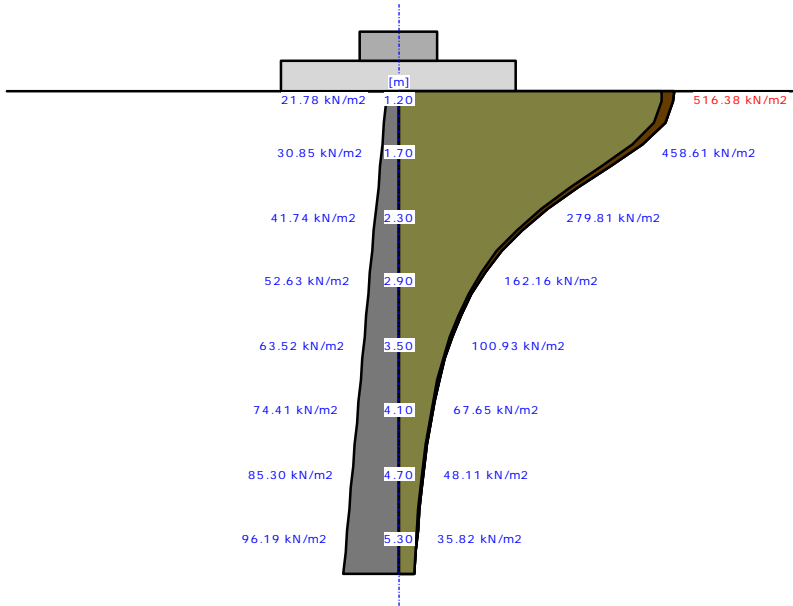


Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\sigma_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ZS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Suma = $\sigma_{ZS} + \sigma_{ZD} + \sigma_{ZDsiła} + \sigma_{ZDfund}$
0	1.20	21.78	21.78	494.60	516.38
1	1.30	23.59	21.74	493.84	515.59
2	1.50	27.22	21.08	478.70	499.78
3	1.70	30.85	19.34	439.27	458.61
4	1.90	34.48	16.83	382.29	399.13
5	2.10	38.11	14.19	322.34	336.53
6	2.30	41.74	11.80	268.01	279.81
7	2.50	45.37	9.79	222.30	232.09
8	2.70	49.00	8.15	185.14	193.29
9	2.90	52.63	6.84	155.32	162.16
10	3.10	56.26	5.79	131.44	137.23
11	3.30	59.89	4.94	112.23	117.18
12	3.50	63.52	4.26	96.68	100.93

---

13	3.70	67.15	3.70	83.97	87.67
14	3.90	70.78	3.24	73.50	76.73
15	4.10	74.41	2.85	64.79	67.65
16	4.30	78.04	2.53	57.50	60.03
17	4.50	81.67	2.26	51.33	53.59
18	4.70	85.30	2.03	46.08	48.11
19	4.90	88.93	1.83	41.57	43.40
20	5.10	92.56	1.66	37.68	39.34
21	5.30	96.19	1.51	34.31	35.82
22	5.50	99.82	1.38	31.35	32.73
23	5.70	103.45	1.27	28.76	30.03

Legenda:

- H [m] - głębokość liczona od poziomu terenu  
 $\sigma_{ZR}$  [kN/m<sup>2</sup>] - naprężenia pierwotne  
 $\sigma_{ZS}$  [kN/m<sup>2</sup>] - naprężenia wtórne  
 $\sigma_{ZD}$  [kN/m<sup>2</sup>] - naprężenia dodatkowe