

obciążenie:  $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,75 \cdot 9,81 \cdot 3,90 = 66,97 \text{ kPa}$ .

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego:  $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 30,40 \cdot 0,90 = 27,36^\circ$ ,

spójność:  $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \cdot 0,90 = 0,00 \text{ kPa}$ ,

$N_B = 4,94$     $N_C = 24,59$ ,    $N_D = 13,73$ .

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 4,11 \cdot 4,42 / 494,67 = 0,0367$ ,    $\text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0367 / 0,5175 = 0,071$ ,

$i_B = 0,89$ ,    $i_C = 0,93$ ,    $i_D = 0,94$ .

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,82 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,04 \text{ kN/m}^3$ .

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,94$ ,    $m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,07$ ,    $m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,36$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{fNB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 5886,41 \text{ kN}$ .

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 494,67 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 5886,41 = 4767,99 \text{ kN}$ .

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

**Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego**

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B = 1,67 \text{ m}$ ,    $L = 4,59 \text{ m}$ .

Poziom:  $H = 4,90 \text{ m}$ .

Ciężar fundamentu zastępczego:  $G_z = 15,74 \text{ kN/m}$ .

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego ( $L_0$  – długość fundamentu rzeczywistego):

$N_r = (N + G) \cdot L_0 + G_z \cdot L = (3,33 + 108,59) \cdot 4,42 + 15,74 \cdot 4,59 = 566,85 \text{ kN}$ .

Moment względem środka podstawy:

$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L_0 = (-3,33 \cdot 0,00 + 4,11 \cdot 4,90 + 6,11 + 0,00) \cdot 4,42 = 116,02 \text{ kNm}$ .

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_r = |M_r / N_r| = 116,02 / 566,85 = 0,20 \text{ m}$ .

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B' = B - 2 \cdot e_r = 1,67 - 2 \cdot 0,20 = 1,26 \text{ m}$ ,    $L' = L = 4,59 \text{ m}$ .

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

średnia gęstość obl.:  $\rho_{D(r)} = 1,73 \text{ t/m}^3$ ,   min. wysokość:  $D_{\min} = 4,40 \text{ m}$ ,

obciążenie:  $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,73 \cdot 9,81 \cdot 4,40 = 74,69 \text{ kPa}$ .

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego:  $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 33,00 \cdot 0,90 = 29,70^\circ$ ,

spójność:  $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \cdot 0,90 = 0,00 \text{ kPa}$ ,

$N_B = 7,18$     $N_C = 29,43$ ,    $N_D = 17,79$ .

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 4,11 \cdot 4,59 / 566,85 = 0,03$ ,    $\text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0320 / 0,5704 = 0,056$ ,

$i_B = 0,90$ ,    $i_C = 0,94$ ,    $i_D = 0,94$ .

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,85 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,33 \text{ kN/m}^3$ .

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,93$ ,    $m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,08$ ,    $m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,41$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{fNB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 10908,97 \text{ kN}$ .

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 566,85 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 10908,97 = 8836,27 \text{ kN}$ .

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 8. Stan graniczny II

### 8.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,00$  cm.

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00$  cm.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$ .

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,00 + 0 \cdot 0,00 = 0,00$  cm,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Dopuszczalne osiadanie:  $s_{dop} = 0,30$  cm.

$s = 0,00$  cm  $<$   $s_{dop} = 0,30$  cm

Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.

### 8.2. Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

| Nr warstwy | Poziom stropu w. [m] | Grubość warstwy [m] | Napr. pierwotne [kPa] | Napr. wtórne [kPa] | Napr. dodatk. [kPa] | Osiadanie pierwotne [cm] | Osiadanie wtórne [cm] | Osiadanie sumaryczne [cm] |
|------------|----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1          | 0,30                 | 0,30                | 3                     | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 2          | 0,60                 | 0,30                | 8                     | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 3          | 0,90                 | 0,30                | 14                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 4          | 1,20                 | 0,30                | 19                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 5          | 1,50                 | 0,30                | 25                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 6          | 1,80                 | 0,30                | 30                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 7          | 2,10                 | 0,30                | 36                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 8          | 2,40                 | 0,20                | 40                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 9          | 2,60                 | 0,20                | 44                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 10         | 2,80                 | 0,25                | 48                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 11         | 3,05                 | 0,25                | 53                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 12         | 3,30                 | 0,20                | 58                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 13         | 3,50                 | 0,20                | 62                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 14         | 3,70                 | 0,20                | 66                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 15         | 3,90                 | 0,20                | 70                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 16         | 4,10                 | 0,20                | 74                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 17         | 4,30                 | 0,10                | 77                    | 0                  | 0                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| 18         | 4,40                 | 0,25                | 80                    | 0                  | 2                   | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |
| Suma       |                      |                     |                       |                    |                     | 0,00                     | 0,00                  | 0,00                      |

Uwaga: Wartości naprężeń są średnimi wartościami naprężeń w warstwie

## 9. Wymiarowanie fundamentu

### 9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie

| Nr obc. | Przekrój | Siła tnąca<br>V [kN/m] | Nośność betonu<br>V <sub>r</sub> [kN/m] | Nośność strzemion<br>V <sub>s</sub> [kN/m] |
|---------|----------|------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| * 1     | 1        | 12                     | 299                                     | –                                          |

### 9.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1

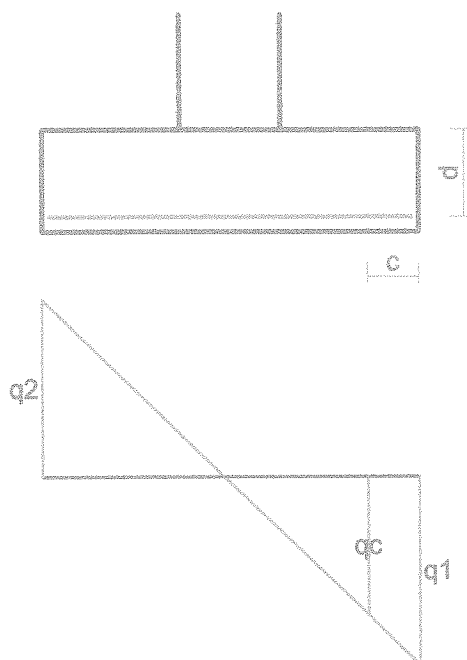
Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_r = 3$  kN/m, moment:  $M_r = 18,08$  kNm/m.

Mimośród siły względem środka podstawy:

$e_r = |M_r/N_r| = 5,43$  m.



**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na brzegach fundamentu:  $q_1 = 67 \text{ kPa}$ ,  $q_2 = -62 \text{ kPa}$ .

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $c = 0,21 \text{ m}$ ,  $q_c = 49,02 \text{ kPa}$ .

**Przebiecie ławy w przekroju 1:**

Siła ścinająca:  $V_{sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_c) \cdot c = 0,5 \cdot (66,7 + 49,0) \cdot 0,21 = 12 \text{ kN/m}$ .

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = f_{ctd} \cdot d = 870 \cdot 0,34 = 299 \text{ kN/m}$ .

$V_{sd} = 12 \text{ kN/m} < V_{Rd} = 299 \text{ kN/m}$ .

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

### 9.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

| Nr obc. | Przekrój | Moment zginający    | Nośność betonu        |
|---------|----------|---------------------|-----------------------|
|         |          | $M \text{ [kNm/m]}$ | $M_r \text{ [kNm/m]}$ |
| * 1     | 1        | 8                   | —                     |

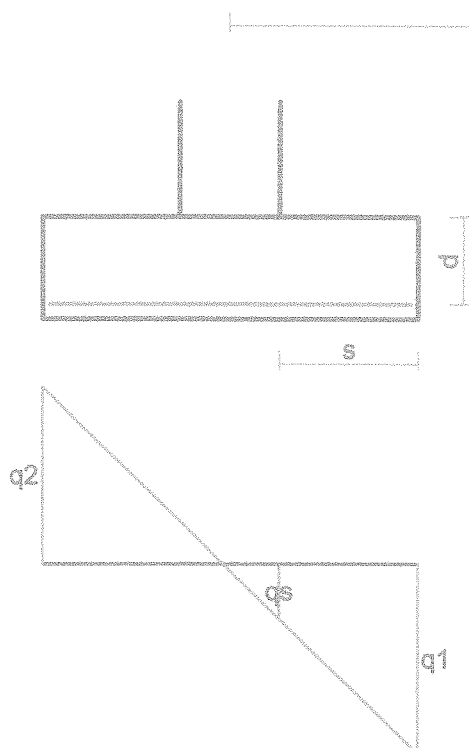
### 9.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1

**Zestawienie obciążeń:**

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa:  $N_r = 3 \text{ kN/m}$ , moment:  $M_r = 18,08 \text{ kNm/m}$ .

Mimośród siły względem środka podstawy:  $e_r = |M_r/N_r| = 5,43 \text{ m}$ .



**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na brzegach fundamentu:  $q_1 = 67 \text{ kPa}$ ,  $q_2 = -62 \text{ kPa}$ .

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 0,55 \text{ m}$ ,  $q_s = 19,42 \text{ kPa}$ .

**Zginanie ławy w przekroju 1:**

Moment zginający:  $M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 66,7 + 19,4) \cdot 0,30 = 8 \text{ kNm/m}$ .

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 1,1 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

## 10. Zbrojenie ławy

**Zbrojenie główne na kierunku x:**

Obliczona powierzchnia przekroju poprzecznego:  $A_s = 5,2 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

Średnica prętów:  $\phi = 12 \text{ mm}$ , rozstaw prętów:  $s = 21 \text{ cm}$ .

**Pręty rozdzielcze:**

Średnica prętów:  $\phi_r = 6 \text{ mm}$ , liczba prętów:  $n_r = 4$ .

**Zbrojenie dodatkowe podłużne:**

Pręty podłużne:  $4 \cdot \phi 12 \text{ mm}$ , strzemiona:  $\phi 6 \text{ mm}$  co  $50 \text{ cm}$ .