

## OBLICZENIA STATYCZNE

str.

<b>1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ .....</b>	<b>9</b>
<b>2. STATYKA UKŁADU .....</b>	<b>10</b>
<b>3. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW ZBIORNIKA.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Płyta przykrywająca zbiornik –obc. max.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Płyty boczne i denne zbiornika .....</b>	<b>12</b>
3.2.1 Zbiornik pusty, posadow. poniżej zwierciadła wody .....	12
3.2.1.1 Płyta ścienna A.....	12
3.2.1.2 Płyta ścienna B.....	12
3.2.1.3 Płyta denna.....	12
3.2.2 Zbiornik pusty, posadow. powyżej zwierciadła wody .....	12
3.2.3 Zbiornik napęczniony, posadow. powyżej zwierciadła wody .....	12
3.2.4 Zbrojenie komory zbiornika .....	13
3.2.4.1 Płyta ścienna A.....	13
3.2.4.2 Płyta ścienna B.....	14
3.2.4.3 Płyta denna.....	14
<b>3.3 Rama wewnętrzna zbiornika .....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Zbiornik pusty, posadow. poniżej zwierciadła wody .....	15
3.3.1.1 Słup ramy .....	15
3.3.1.2 Rygiel dolny ramy .....	16
3.3.2 Zbiornik pusty, posadow. powyżej zwierciadła wody .....	16
3.3.2.1 Słup ramy .....	16
3.3.2.2 Rygiel dolny ramy .....	16
3.3.3 Zbrojenie ramy.....	16
3.3.3.1 Słup ramy .....	16
3.3.3.2 Rygiel ramy.....	17



Obciążenia obliczeniowe:

Obciążenia charakterystyczne:

$$\begin{aligned}
 Q_n &= 9,1 \cdot 4,15 \cdot 1,92 = 72,51 \text{ kN} \dots\dots\dots (55,78) \dots\dots\dots \text{ciężar naziomu} \\
 Q_z &= 21,6 \cdot 1,0 \cdot 4,15 \cdot 1,92 = 172,11 \text{ kN} \dots\dots\dots (143,42) \dots\dots\dots \text{ciężar gruntu zasypowego} \\
 Q_z &= 14,4 \cdot 1,0 \cdot 4,15 \cdot 1,92 = 114,74 \text{ kN} \dots\dots\dots (143,42) \dots\dots\dots \text{ciężar min. gruntu zasypowego} \\
 Q_b &= 27,5 \cdot 0,10 \cdot (4,15 \cdot 1,92 \cdot 2 + 13,46 \cdot 1,63 - 0,72 \cdot 1,60) = 100,99 \text{ kN} \dots\dots\dots (91,81) \dots\dots\dots \text{ciężar zbiornika z płytą wierzchnią} \\
 Q'_b &= 27,5 \cdot 0,10 \cdot (4,15 \cdot 1,92 + 13,46 \cdot 1,63 - 0,72 \cdot 1,60) = 79,08 \text{ kN} \dots\dots\dots (71,89) \dots\dots\dots \text{ciężar zbiornika bez płyty wierzchniej} \\
 Q_b &= 22,5 \cdot 0,10 \cdot (4,15 \cdot 1,92 \cdot 2 + 13,46 \cdot 1,63 - 0,72 \cdot 1,60) = 82,63 \text{ kN} \dots\dots\dots (91,81) \dots\dots\dots \text{ciężar min. zbiornika z płytą wierzchnią} \\
 Q'_b &= 22,5 \cdot 0,10 \cdot (4,15 \cdot 1,92 + 13,46 \cdot 1,63 - 0,72 \cdot 1,60) = 64,70 \text{ kN} \dots\dots\dots (71,89) \dots\dots\dots \text{ciężar min. zbiornika bez płyty wierzchniej} \\
 Q_c &= 12,1 \cdot 3,95 \cdot 1,72 \cdot 1,43 = 117,56 \text{ kN} \dots\dots\dots (106,87) \dots\dots\dots \text{ciężar cieczy wypełniającej zbiornik} \\
 Q_w &= -10,0 \cdot 4,15 \cdot 1,92 \cdot 1,43 = -113,94 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{ciężar wody przy max. poz. zwierciadła wód gruntowych } h_w = 1,43 \text{ m} \\
 Q'_w &= -10,0 \cdot 4,15 \cdot 1,92 \cdot 0,70 = -55,77 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{ciężar wody przy max. poz. zwierciadła wód gruntowych } h_w = 0,70 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## 2. Statyka układu

### 1. Zbiornik wypełniony, posadowienie zbiornika powyżej zwierciadła wody gruntowej:

$$\Sigma Q_1 = Q_n + Q_z + Q_b + Q_c = 72,51 + 172,11 + 100,99 + 117,56 = 463,17 \text{ kN} \dots\dots\dots (396,00 \text{ kN})$$

### 2. Zbiornik wypełniony, posadowienie zbiornika poniżej zwierciadła wody gruntowej:

$$\Sigma Q_2 = Q_n + Q_z + Q_b + Q_c - Q_w = 72,51 + 172,11 + 100,99 + 117,56 - 113,94 = 349,23 \text{ kN} \quad (286,57 \text{ kN})$$

### 3. Zbiornik pusty, minim. warstwa gruntu na płycie przykrywającej ( 0,6 m ), posadowienie zbiornika poniżej zwierciadła wody gruntowej:

$$\Sigma Q_3 = Q_z + Q'_b - Q_w = 114,74 + 82,63 - 113,94 = 83,43 \text{ kN}$$

### 4. Zbiornik pusty, nie obsypywany, posadowienie zbiornika poniżej zwierciadła wody gruntowej:

$$\Sigma Q_4 = Q'_b - Q_w = 64,70 - 113,94 = -49,24 \text{ kN} \rightarrow \text{zbiornik przy max. poziomie wód gruntowych } h_w = 1,43 \text{ m} \text{ wypłynie}$$

Przy braku obsypywania zbiornika (po bokach i od góry) przyjęto niższy max. poziom wód gruntowych

$$h'_w = 0,70 \text{ m}$$

$$\Sigma Q_4 = Q'_b - Q'_w = 64,70 - 55,77 = 8,92 \text{ kN}$$

$$\text{Wtedy stateczność układu wynosi: } n_{st} = 64,70 / 55,77 = 1,16 > n_d = 1,10$$

Warunek spełniony

lub przy pozostawieniu max. poziomu wód gruntowych  $h_w = 1,33 \text{ m}$  zbiornik do czasu obsypywania należy częściowo wypełnić wodą  $H_{ww} = 0,90 \text{ m}$ .

Max. naciski jednostkowe pod płytą fundamentową:

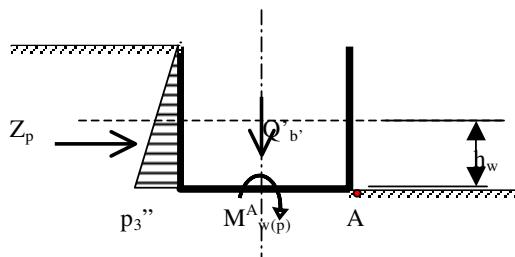
$$A_f = a_z \cdot b_z = 4,15 \cdot 1,92 = 7,97 \text{ m}^2$$

$$\text{max. } \sigma_f = \Sigma Q_1 / A_f = 463,17 / 7,97 = \underline{58,11 \text{ kPa}}$$

### 5. Zbiornik pusty, jednostronnie obsypywany, posadowienie zbiornika powyżej zwierciadła wody gruntowej:

$$p_3'' = 0,333 \cdot 21,6 \cdot 1,73 = 12,44 \text{ kNm} \quad Z_p = 12,44 \cdot 1,73 / 2 = 10,76 \text{ kN}$$

$$Q'_b = 64,70 \text{ kN} \dots\dots \text{ciężar min. zbiornika bez płyty wierzchniej}$$



Stateczność zbiornika na przesuw:

$$\Sigma Z \leq m_p \cdot \Sigma Q_{min} \cdot f \quad m_p = 0,9 \quad \text{wsp. tarcia } f = 0,35 \quad \text{beton po gruncie sybkim- piaski i żwirzy}$$

$$\Sigma Z = 10,76 \cdot 4,15 = 44,65 \text{ kN} \quad 0,9 \cdot 64,70 \cdot 0,35 = 20,38 \text{ kN} \quad - \text{warunek nie jest spełniony} \quad \text{Zbiornika nie można obsypać jednostronnie do pełnej jego wysokości.}$$

Dopuszczalne jest obsypanie zbiornika do  $\frac{3}{4}$  jego wysokości:  $h=1,73 \cdot \frac{3}{4}=1,30\text{m} \rightarrow \Sigma Z=17,09 \text{ kN} \leq 20,38\text{kN}$   
warunek spełniony

Stateczność zbiornika na obrót:

$$M_{w(p)}^A = 0,333 \cdot 21,6 \cdot 1,07^3 \cdot 4,15 / 3 = 12,19 \text{ kNm}$$

$$M_{u(Q)}^A = 64,70 \cdot 1,92 / 2 = 62,11 \text{ kNm}$$

$$n_u = 62,11 / 12,19 = 5,10 > n_{dop} = 1,25$$

Warunek spełniony

Napreżenia krawędziowe pod płytą fundamentową:

$$A_f = a_z \cdot b_z = 4,15 \cdot 1,92 = 7,97 \text{ m}^2 \quad W_f = a_z \cdot b_z^2 / 6 = 4,15 \cdot 1,92^2 / 6 = 2,55 \text{ m}^3$$

$$\max./\min \sigma_{1/2} = \frac{64,70}{7,97} \pm \frac{12,19}{2,55} = 8,12 \pm 4,78 \quad [\text{kPa}]$$

$$\max. \sigma_1 = 8,12 + 4,78 = 12,90 \text{ kPa}$$

$$\min. \sigma_2 = 8,12 - 4,78 = 3,34 \text{ kPa}$$

**6. Zbiornik pusty, jednostronnie obsypany, posadowienie zbiornika poniżej zwierciadła wody gruntowej:**  
niedopuszczalne

**7. Zbiornik pusty, posadowienie zbiornika powyżej zwierciadła wody gruntowej:**

$$\Sigma Q_7 = Q_n + Q_z + Q_b = 72,51 + 172,11 + 100,99 = 345,61 \text{ kN} \quad (290,28 \text{ kN})$$

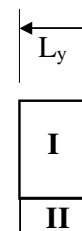
**8. Zbiornik pusty, posadowienie zbiornika poniżej zwierciadła wody gruntowej:**

$$\Sigma Q_8 = Q_n + Q_z + Q_b - Q_w = 72,51 + 172,11 + 100,99 - 113,94 = 231,67 \text{ kN} \quad (182,55 \text{ kN})$$

### 3. Wymiarowanie elementów zbiornika

#### 3.1 Płyta przykrywająca zbiornik –obc. max.

Płyta grubości **0,10 m, jednokier. zbrojona.** | Marka betonu .....B25 (B30)  
| Stal zbrojeniowa .....A-III (34GS) zbroj. dolne  
| Stal zbrojeniowa .....A-0 (St0S) zbroj. górne



Zestawienie obciążeń płyty		Obc.normowe w kN/m <sup>2</sup>	współcz.	Obc.obliczeniowe w kN/m <sup>2</sup>
1.	Obc.stale 18,0*1,0+25,0*0,1= .....	20,50	1,19	24,35
2.		0,00	0,00	0,00
3.		0,00	0,00	0,00
Razem obc. stałe:		$g_k$ : 20,50	1,19	$g$ : 24,35
1.	Obc.naziomem 7,0 =	7,00	1,30	9,10
2.		0,00	0,00	0,00
3.		0,00	0,00	0,00
Razem obc. zmienne:		$p_k$ : 7,00	1,30	$p$ : 9,10
Razem obciążenie:		$q_k$ = 27,50	1,22	$q$ = 33,45

Wymiary płyty :

$$L_y = 1,72 \text{ m} \quad L_{y0} = 1,72 \cdot 1,05 = 1,81 \text{ m}$$

**Przęsło (zbroj. dolne –bez odgięć):**

$$\varphi_y = 0,1250$$

$$M_y = \varphi_y \cdot q \cdot L_{y0}^2 = 0,1250 \cdot 33,45 \cdot 1,81^2 = 13,70 \text{ kNm}$$

Wymiarowanie przeprowadzono za pomocą progr. komputerowego .

wymagane jest  
w kierunku y

$$F_a = 4,96 \text{ cm}^2 \quad (h_o = 8,5 \text{ cm})$$

**wystarczające jest zbrojenie (dołem w przęśle):**

**Ø 10 co 10 cm w kierunku y** (krótszym)  **$F_a = 7,85 \text{ cm}^2$**  dla szer.rozwarcia rys  $a_r = 0,10 \text{ mm}$   
(wymagane dla środowiska silnie  
agresywnego i zapewnienia  
szczelności)

lub **Ø 10 co 15 cm** .....  **$F_a = 5,23 \text{ cm}^2$**  dla szer.rozwarcia rys  $a_r = 0,20 \text{ mm}$   
(wymagane dla środowiska średnio  
agresywnego i nie zapewnia szczelności)

**Ø 6 co 20 cm w kierunku x** (dłuższym)  **$F_a = 1,42 \text{ cm}^2$**

**Ugięcie w przęśle:**

kierunek Y ( $L_y = 1,72 \text{ m}$ ):

dla wsp.  $\alpha_k = 1,0$ , wsp. pełzania  $\phi_p = 1,5$ , środowisko wilgotne,

M od obc.charakteryst. całkowitych = 11,26 kNm,

M od obc.charakteryst. długotrw. = 9,40 kNm,

$$f = 0,62 \text{ cm} < f_{dop} = L_y / 150 = 1,21 \text{ cm}$$

$$a_r = 0,11 \text{ mm} \approx a_{dop} = 0,3 \text{ mm}$$

$$\mu_a = 0,92\% \quad \text{warunki spełnione}$$

**Zbrojenie górne (bez odgięć):**

**przyjęto zbrojenie** (górną na całej długości) :

**Ø 6 co 20 cm w kierunku y**  **$F_a = 1,42 \text{ cm}^2$**  ( $h_o = 8,5 \text{ cm}$ ) **Ø 6 co 20 cm w kierunku x**  **$F_a = 1,42 \text{ cm}^2$**  ( $h_o = 7,5 \text{ cm}$ ) **Płyty boczne i denne zbiornika**

### **3.2.1 Zbiornik pusty, posadow. poniżej zwierciadła wody**

#### **3.2.1.1 Płyta ścienna A**

Występuje wzrost obc. o 9,2% w stos. do obciążeń zbiornika Sz2, co przy podniesieniu marki betonu z B25 na B30 daje wyniki wytrzymałościowe i ugięcia zbliżone do zbiornika Sz2

#### **3.2.1.2 Płyta ścienna B**

Występuje wzrost obc. o 9,2% w stos. do obciążeń zbiornika Sz2, co przy podniesieniu marki betonu z B25 na B30 daje wyniki wytrzymałościowe i ugięcia zbliżone do zbiornika Sz2

#### **3.2.1.3 Płyta denna**

Występuje obniżenie obc. o 5,0% w stos. do obciążeń zbiornika Sz2, co przy podniesieniu marki betonu z B25 na B30 daje wyniki wytrzymałościowe i ugięcia mniejsze niż przy zbiorniku Sz2

### **3.2.2 Zbiornik pusty, posadow. powyżej zwierciadła wody**

Występuje niewielki wzrost obc. w stos. do obciążeń zbiornika Sz2, co przy podniesieniu marki betonu z B25 na B30 daje wyniki wytrzymałościowe i ugięcia zbliżone do zbiornika Sz2

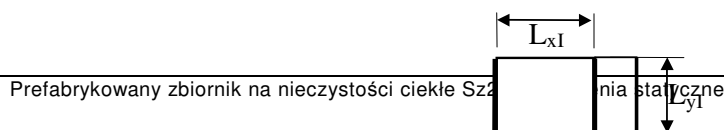
### **3.2.3 Zbiornik napełniony, posadow. powyżej zwierciadła wody**

Występuje niewielki wzrost obc. w stos. do obciążeń zbiornika Sz2, co przy podniesieniu marki betonu z B25 na B30 daje wyniki wytrzymałościowe i ugięcia zbliżone do zbiornika Sz2

### **3.2.4 Zbrojenie komory zbiornika**

Płyty grubości 0,10 m, krzyżowo zbrojone

#### **3.2.4.1 Płyta ścienna A**



Płyta grubości **0,10 m, krzyżowo zbrojona.** | Marka betonu .....B30  
 | Stal zbrojeniowa .....A-III (34GS) pręty Ø8  
 Stal zbrojeniowa .....A-0 (St0S) pręty Ø6

Wymiary płyty:

$L_x = 2,42$  m       $L_{x1} = 2,53$  m  
 $L_y = 1,33$  m       $L_{y1} = 1,39$  m

**Przęsło (zbroj. wewnętrzne –bez odgięć):**

$M_x = 0,42$  kNm

$M_y = 1,19$  kNm

$N_h = 26,88$  kN/m<sup>2</sup> -max. siła podłużna ściskająca

$N_{hD} = 17,00$  kN/m<sup>2</sup> -siła podłużna ścisk.od obc. długotrwałych

Wymiarowanie przeprowadzono za pomocą progr. komputerowego .

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

w kierunku y       $F_a = 0,42$  cm<sup>2</sup> (ho = 8,5 cm)

w kierunku x       $F_a = 0,30$  cm<sup>2</sup> (ho= 7,5 cm)

wymagane jest (ze wzgl. na ściskanie ze zginaniem):

w kierunku y       $F_a = F_{ac} = 2,48$  cm<sup>2</sup>

**wystarczające jest zbrojenie** (od wewnątrz w przęśle):

**Ø 6 co 10 cm w kierunku x** (poziome)  **$F_a = 2,83$  cm<sup>2</sup>**

**Ø 8 co 20 cm w kierunku y** (pionowe)  **$F_a = 2,52$  cm<sup>2</sup>**

**Ugięcie w przęśle:**

kierunek Y ( $L_y = 1,33$  m):

dla wsp.  $\alpha_k = 0,9$  ,    wsp. pełzania  $\phi_p = 1,5$ , środowisko wilgotne,

M od obc.charakteryst. całkowitych = 0,86 kNm ,

M od obc.charakteryst. długotrw.    = 0,75 kNm ,

$f = 0,01$  cm <  $f_{dop} = L_{yo} / 150 = 0,89$  cm

$a_f = 0,004$  mm <  $a_{dop} = 0,1$  mm

$\mu_a = 0,30\%$       warunki spełnione

kierunek X ( $L_x = 2,42$  m):

dla wsp.  $\alpha_k = 0,90$  ,    wsp. pełzania  $\phi_p = 1,5$ , środowisko wilgotne,

M od obc.charakteryst. całkowitych = 0,34 kNm

M od obc.charakteryst. długotrw.    = 0,30 kNm

$f = 0,01$  cm <  $f_{dop} = L_{xo} / 150 = 1,61$  cm

$a_f = 0,003$  mm <  $a_{dop} = 0,1$  mm

$\mu_a = 0,38\%$       warunki spełnione

**Podpora , zbrojenie od zewnątrz (bez odgięć):**

$M_x = 1,78$  kNm       $N_h = 26,88$  kN/m<sup>2</sup> -max. siła podłużna ściskająca

$M_y = 4,92$  kNm       $N_{hD} = 17,00$  kN/m<sup>2</sup> -siła podłużna ścisk.od obc. długotrwałych

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

w kierunku y       $F_a = 1,70$  cm<sup>2</sup>     $a_f = 0,01$  mm <  $a_{dop} = 0,1$  mm

w kierunku x       $F_a = 1,26$  cm<sup>2</sup>     $a_f = 0,003$  mm <  $a_{dop} = 0,1$  mm

wymagane jest (ze wzgl. na ściskanie ze zginaniem):

w kierunku y       $F_a = F_{ac} = 2,48$  cm<sup>2</sup>

**wystarczające jest zbrojenie :**

**Ø 8 co 20 cm w kierunku y**     **$F_a = 2,52$  cm<sup>2</sup>** (ho= 8,5 cm)

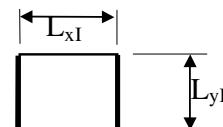
**Ø 6 co 10 cm w kierunku x**     **$F_a = 2,83$  cm<sup>2</sup>** (ho= 7,5 cm)

**Zbrojenie szczegółowo rozrysowano na załączonych rysunkach.**

### 3.2.4.2 Płyta ścienna B

Płyta grubości **0,10 m, krzyżowo zbrojona.**

Marka betonu .....B30  
Stal zbrojeniowa .....A-III (34GS) pręty Ø8  
Stal zbrojeniowa .....A-0 (St0S) pręty Ø6



Wymiary płyty:

$L_x = 1,72$  m       $L_{xI} = 1,80$  m

$L_y = 1,33$  m       $L_{yI} = 1,39$  m

**Przęsło (zbroj. wewnętrzne –bez odgięć):**

$M_x = 1,07$  kNm

$M_y = 0,03$  kNm

$N_h = 26,88$  kN/m<sup>2</sup> -max. siła podłużna ściskająca

$N_{hD} = 17,00$  kN/m<sup>2</sup> -siła podłużna ścisk.od obc. długotrwałych

Wymiarowanie przeprowadzono za pomocą progr. komputerowego .

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

wymagane jest (ze wzgl. na ściskanie ze zginaniem):

w kierunku y       $F_a = 0,05$  cm<sup>2</sup> (ho = 8,5 cm)

w kierunku y       $F_a = F_{ac} = 2,48$  cm<sup>2</sup>

w kierunku x       $F_a = 0,76$  cm<sup>2</sup> (ho= 7,5 cm)

**wystarczające jest zbrojenie** (od wewnątrz w przęsle):

**Ø 6 co 10 cm w kierunku x** (poziome)  **$F_a = 2,83$  cm<sup>2</sup>**

**Ø 8 co 20 cm w kierunku y** (pionowe)  **$F_a = 2,52$  cm<sup>2</sup>**

**Ugięcie w przęsle:**

kierunek X ( $L_x = 1,72$  m):

dla wsp.  $\alpha_k = 0,90$  , wsp. pełzania  $\phi_p = 1,5$ , środowisko wilgotne,

M od obc.charakteryst. całkowitych = 0,92 kNm

M od obc.charakteryst. długotrw. = 0,85 kNm

$f = 0,01$  cm <  $f_{dop} = L_{xo} / 150 = 1,15$  cm

$a_r = 0,003$  mm <  $a_{dop} = 0,3$  mm

$\mu_a = 0,38\%$  warunki spełnione

**Podpora , zbrojenie od zewnątrz (bez odgięć):**

$M_x = 1,78$  kNm

$N_h = 26,88$  kN/m<sup>2</sup> -max. siła podłużna ściskająca

$M_y = 4,54$  kNm

$N_{hD} = 17,00$  kN/m<sup>2</sup> -siła podłużna ścisk.od obc. długotrwałych

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

wymagane jest (ze wzgl. na ściskanie ze zginaniem):

w kierunku y       $F_a = 1,56$  cm<sup>2</sup>       $a_r = 0,004$  mm <  $a_{dop} = 0,1$  mm

w kierunku y       $F_a = F_{ac} = 2,48$  cm<sup>2</sup>

w kierunku x       $F_a = 1,26$  cm<sup>2</sup>       $a_r = 0,003$  mm <  $a_{dop} = 0,1$  mm

**wystarczające jest zbrojenie :**

**Ø 8 co 20 cm w kierunku y**  **$F_a = 2,52$  cm<sup>2</sup>** (ho= 8,5 cm)

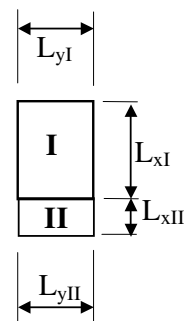
**Ø 6 co 10 cm w kierunku x**  **$F_a = 2,83$  cm<sup>2</sup>** (ho= 7,5 cm)

**Zbrojenie szczegółowo rozrysowano na załączonych rysunkach.**

### 3.2.4.3 Płyta denna

Płyta grubości **0,10 m, krzyżowo zbrojona.**

Marka betonu .....B30  
Stal zbrojeniowa .....A-III (34GS) pręty Ø8  
Stal zbrojeniowa .....A-0 (St0S) pręty Ø6



Wymiary płyty:

$L_x = 2,42$  m       $L_{xI} = 2,53$  m

$L_y = 1,72$  m       $L_{yI} = 1,80$  m

**Przęsło (zbroj. wewnętrzne –bez odgięć):**

$M_x = 5,56$  kNm

$M_y = 7,41$  kNm

Wymiarowanie przeprowadzono za pomocą progr. komputerowego .

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

w kierunku y       $F_a = 2,59$  cm<sup>2</sup> (ho = 8,5 cm)

w kierunku x       $F_a = 2,20$  cm<sup>2</sup> (ho= 7,5 cm)

**wystarczające jest zbrojenie** (od wewnątrz w przęsle):

w kierunku y (krótszym)  $\varnothing 8$  co 20 cm  $F_a=2,52 \text{ cm}^2$  +  $\varnothing 8$  co 60 cm  $F_a=0,84 \text{ cm}^2$   
w kierunku x (dłuższym)  $\varnothing 8$  co 20 cm  $F_a=2,52 \text{ cm}^2$  +  $\varnothing 8$  co 60 cm  $F_a=0,84 \text{ cm}^2$

#### Ugięcie w przęśle:

kierunek Y ( $L_y= 1,72 \text{ m}$ ):

dla wsp.  $\alpha_k = 0,9$  , wsp. pełzania  $\varphi_p = 1,5$ , środowisko wilgotne,

M od obc.charakteryst. całkowitych = 6,20 kNm ,

M od obc.charakteryst. długotr. = 5,33 kNm ,

$f = 0,22 \text{ cm} < f_{dop} = L_{yo} / 150 = 1,15 \text{ cm}$

$a_f = 0,10 \text{ mm} = a_{dop} = 0,1 \text{ mm}$

$\mu_a = 0,40\%$  warunki spełnione

kierunek X ( $L_x = 2,42 \text{ m}$ ):

dla wsp.  $\alpha_k = 0,90$  , wsp. pełzania  $\varphi_p = 1,5$ , środowisko wilgotne,

M od obc.charakteryst. całkowitych = 4,66 kNm

M od obc.charakteryst. długotr. = 4,01 kNm

$f = 0,17 \text{ cm} < f_{dop} = L_{xo} / 150 = 1,61 \text{ cm}$

$a_f = 0,09 \text{ mm} < a_{dop} = 0,1 \text{ mm}$

$\mu_a = 0,45\%$  warunki spełnione

#### Podpora , zbrojenie od zewnątrz (bez odgięć):

$M_x = 4,54 \text{ kNm}$

$M_y = 4,92 \text{ kNm}$

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

w kierunku y  $F_a = 1,69 \text{ cm}^2$   $a_f = 0,01 \text{ mm} < a_{dop} = 0,1 \text{ mm}$

w kierunku x  $F_a = 1,78 \text{ cm}^2$   $a_f = 0,01 \text{ mm} < a_{dop} = 0,1 \text{ mm}$

wystarczające jest zbrojenie :

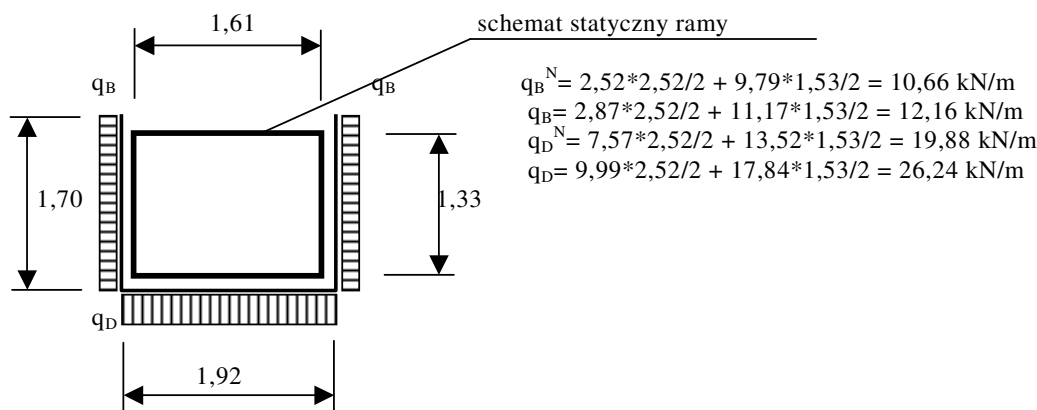
$\varnothing 8$  co 20 cm w kierunku y  $F_a = 2,52 \text{ cm}^2$  ( $h_o = 8,5 \text{ cm}$ )  $\varnothing 8$  co 20 cm w kierunku x  $F_a = 2,52 \text{ cm}^2$  ( $h_o = 7,5 \text{ cm}$ ) na odcinku podporowym  $l = 0,55 \text{ m}$

+  $\varnothing 6$  co 10 cm w kierunku x  $F_a = 2,83 \text{ cm}^2$  ( $h_o = 7,5 \text{ cm}$ ) na całej długości

*Zbrojenie szczegółowo rozrysowano na załączonych rysunkach.*

### 3.3 Rama wewnętrzna zbiornika

#### 3.3.1 Zbiornik pusty, posadow. poniżej zwierciadła wody



##### 3.3.1.1 Słup ramy

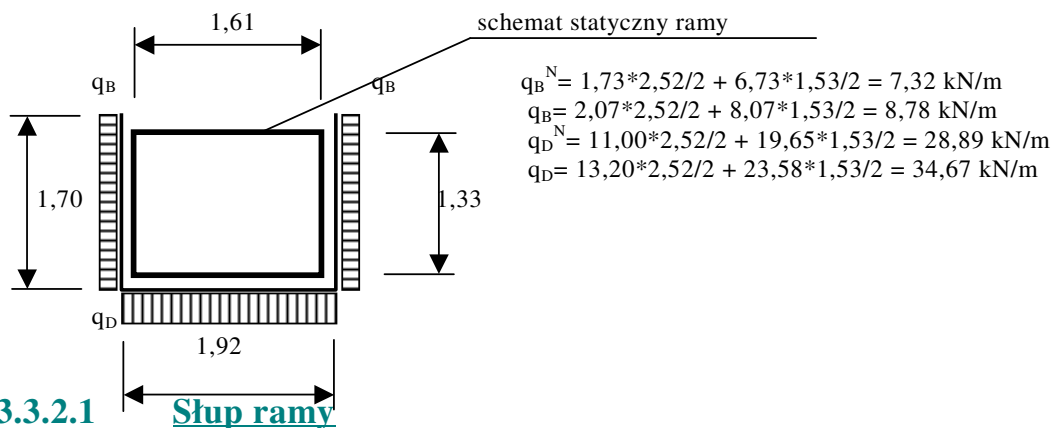
Występuje niewielki wzrost obc. w stos. do obciążeń zbiornika Sz2 , co przy podniesieniu marki betonu z B25 na B30 daje wyniki wytrzymałościowe i ugięcia zbliżone do zbiornika Sz2

##### 3.3.1.2 Rygiel dolny ramy

Występuje minimalny wzrost obc. w stos. do obciążeń zbiornika Sz2 , co przy podniesieniu marki betonu z B25 na B30 daje wyniki wytrzymałościowe i ugięcia zbliżone do zbiornika Sz2



### 3.3.2 Zbiornik pusty, posadow. powyżej zwierciadła wody



#### 3.3.2.1 Słup ramy

Występuje niewielki wzrost obc. w stos. do obciążeń zbiornika Sz2, co przy podniesieniu marki betonu z B25 na B30 daje wyniki wytrzymałościowe i ugięcia zbliżone do zbiornika Sz2

#### 3.3.2.2 Rygiel dolny ramy

Występuje minimalny wzrost obc. w stos. do obciążeń zbiornika Sz2, co przy podniesieniu marki betonu z B25 na B30 daje wyniki wytrzymałościowe i ugięcia zbliżone do zbiornika Sz2

### 3.3.3 Zbrojenie ramy

#### 3.3.3.1 Słup ramy

Przekrój 0,10\*0,32 m

Marka betonu .....B30

Stal zbrojeniowa .....A-III (34GS) pręty Ø10

Stal zbrojeniowa .....A-0 (St0S) strzem Ø6

$L_y = 1,03 \text{ m}$   $L_{yI} = 1,08 \text{ m}$

**Przęsło (zbroj. zewnętrzne –bez odgięć):**

$M_y = 1,57 \text{ kNm}$

$M_{yp} = 6,39 \text{ kNm}$

$N_h = 33,28 \text{ kN/m}^2$  -max. siła podłużna ściskająca

$N_{hD} = 21,05 \text{ kN/m}^2$  -siła podłużna ścisk.od obc. długotrwałych

Wymiarowanie przeprowadzono za pomocą progr. komputerowego.

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

w kierunku y  $F_a = 0,60 \text{ cm}^2$  ( $h_o = 8,5 \text{ cm}$ )

wymagane jest (ze wzgl. na ściskanie ze zginaniem):

$F_a = F_{ac} = 0,45 \text{ cm}^2$

**wystarczające jest zbrojenie**

od wewnątrz w przęśle 2 Ø 10 (pionowe)  $F_a = 1,57 \text{ cm}^2$

od zewnątrz w przęśle 2 Ø 10 (pionowe)  $F_a = 1,57 \text{ cm}^2$

**Ugięcie w przęśle:**

dla wsp.  $\alpha_k = 0,9$ , wsp. pełzania  $\phi_p = 1,5$ , środowisko wilgotne,

$M$  od obc.charakteryst. całkowitych = 5,34 kNm,

$M$  od obc.charakteryst. długotrw. = 4,59 kNm,

$f = 0,004 \text{ cm} < f_{dop} = L_{yo}/150 = 0,72 \text{ cm}$

$a_f = 0,004 \text{ mm} < a_{dop} = 0,1 \text{ mm}$

$\mu_a = 0,51\%$  warunki spełnione

**Podpora, zbrojenie od zewnątrz (bez odgięć):**

$M_y = 6,39 \text{ kNm}$

$N_h = 33,28 \text{ kN/m}^2$  -max. siła podłużna ściskająca

$N_{hD} = 21,05 \text{ kN/m}^2$  -siła podłużna ścisk.od obc. długotrwałych

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

$F_a = 0,60 \text{ cm}^2$   $a_f = 0,004 \text{ mm} < a_{dop} = 0,1 \text{ mm}$

wymagane jest (ze wzgl. na ściskanie ze zginaniem):

$F_a = F_{ac} = 0,45 \text{ cm}^2$

**wystarczające jest zbrojenie**

od wewnątrz w przęśle 2 Ø 10 (pionowe)  $F_a = 1,57 \text{ cm}^2$

od zewnątrz w przęśle 2 Ø 10 (pionowe)  $F_a = 1,57 \text{ cm}^2$

Ścinanie przenosi sam beton. Przyjęto strzemiona  $\varnothing 6$  co 20 cm

**Zbrojenie szczegółowo rozrysowano na załączonych rysunkach.**

### 3.3.3.2 Rygiel ramy

Przekrój **0,10\*0,32 m**

Marka betonu .....B30  
Stal zbrojeniowa .....A-III (34GS) pręty  $\varnothing 10$   
Stal zbrojeniowa .....A-0 (St0S) strzem  $\varnothing 6$

$L_y = 1,61$  m       $L_{yI} = 1,69$  m

**Przesło (zbroj. wewnętrzne –bez odgięć):**

$M_y = 15,19$  kNm

$N_h = 6,15$  kN/m<sup>2</sup> -max. siła podłużna ściskająca  
 $N_{hD} = 3,89$  kN/m<sup>2</sup> -siła podłużna ścisk.od obc. długotrwałych

Wymiarowanie przeprowadzono za pomocą progr. komputerowego .

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

$F_a = 1,44$  cm<sup>2</sup> (ho = 8,5 cm)

wymagane jest (ze wzgl. na ściskanie ze zginaniem):

$F_a = F_{ac} = 1,53$  cm<sup>2</sup>

**wystarczające jest zbrojenie**

od wewnątrz w przęsle **2  $\varnothing 10$**  (poziome)  **$F_a = 1,57$  cm<sup>2</sup>**

od zewnątrz w przęsle **2  $\varnothing 10$**  (poziome)  **$F_a = 1,57$  cm<sup>2</sup>**

**Ugięcie w przęsle:**

dla wsp.  $\alpha_k = 0,9$  ,    wsp. pełzania  $\phi_p = 1,5$ , środowisko wilgotne,

M od obc.charakteryst. całkowitych = 12,65 kNm ,

M od obc.charakteryst. długotrw.    = 10,77 kNm ,

$f = 0,14$  cm <  $f_{dop} = L_{yo} / 150 = 1,13$  cm

$a_f = 0,20$  mm     $a_{dop} = 0,1$  mm

$\mu_a = 0,51\%$       biorąc pod uwagę współpracę całego zbiornika przyjęto że warunki są spełnione

**Podpora , zbrojenie od zewnątrz (bez odgięć):**

$M_y = 6,39$  kNm

$N_h = 6,15$  kN/m<sup>2</sup> -max. siła podłużna ściskająca

$N_{hD} = 3,89$  kN/m<sup>2</sup> -siła podłużna ścisk.od obc. długotrwałych

wymagane jest (ze wzgl. na zginanie):

$F_a = 0,60$  cm<sup>2</sup>     $a_f = 0,02$  mm <  $a_{dop} = 0,1$  mm

wymagane jest (ze wzgl. na ściskanie ze zginaniem):

$F_a = F_{ac} = 0,58$  cm<sup>2</sup>

**wystarczające jest zbrojenie :**

od wewnątrz w przęsle **2  $\varnothing 10$**  (poziome)  **$F_a = 1,57$  cm<sup>2</sup>**

od zewnątrz w przęsle **2  $\varnothing 10$**  (poziome)  **$F_a = 1,57$  cm<sup>2</sup>**

Ścinanie przenosi sam beton. Przyjęto strzemiona  $\varnothing 6$  co 20 cm

**Zbrojenie szczegółowo rozrysowano na załączonych rysunkach.**

### **Alternatywne zbrojenie zbiornika**

#### **- przy zastosowaniu zgrzewanej siatki z prętów zbrojeniowych :**

*Ze względu na wygodę zgrzewania siatek zbrojeniowych zachodzi potrzeba stosowania prętów ze stali gładkiej A-0 (St0S) lub stali gładkiej łączonej z żebrowaną A-III (34GS). Zastosowanie wyłącznie prętów ze stali żebrowanej A-III (34GS) utrudnia zgrzewanie.*

*Płyta wierzchnia :*

*Zbrojenie bez zmian .*

*Sciany boczne :*

*Zbrojenie bez zmian .*

*Płyta denna :*

*Zbrojenie w kierunku krótszego boku zbiornika bez zmian (zbroj. zgrzew.).*

*Zbrojenie w kierunku dłuższego boku zbiornika bez zmian (zbroj. zgrzew.).*

*Zbrojenie w kierunku dłuższego boku zbiornika nr 10 (wewnętrzne) zmiana z  $\varnothing 8$  co 20 stal A-III na  $\varnothing 6$  co 20 stal A-0 (zbroj. zgrzew.) + dodatkowe ( nr11) zmiana z  $\varnothing 8$  co 60 stal A-III na  $\varnothing 12$  co 40 stal A-III.*

*Pozostałe pręty nr 5 i nr 6 bez zmian.*

**Obliczenia wykonał:**