

**TOM IV**

Rodzaj opracowania: Projekt architektoniczno-budowlany

Branża: Konstrukcyjna

Nazwa inwestycji: PRZEBUDOWA STACJI UZDATNIANIA WODY  
W RAWIE MAZOWIECKIEJ "SUW TATAR"

Tytuł opracowania: Fundamenty pod dwa zbiorniki  
retencyjne o pojemności do 150 m<sup>3</sup>  
każdy

Obiekt budowlany: Stacja Uzdatniania Wody z  
infrastrukturą towarzyszącą

Kategoria obiektu budowlanego:  
VIII, XXVI, XXX

Adres obiektu budowlanego:

M. Rawa Mazowiecka, dz. nr 292/4, 292/5, 292/18, obręb  
nr 0008, Miasto Rawa Mazowiecka, powiat rawski

Nazwa i adres zamawiającego:

Rawskie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o., ul.  
Słowackiego 70, 96-200 Rawa Mazowiecka

<b>Projektował:</b> Projektant branży konstrukcyjnej	Specjalność konstrukcyjno-budowlana
<b>Sprawdził:</b> Projektant branży konstrukcyjnej	Specjalność konstrukcyjno-budowlana

Iława, 25 sierpień 2020r.

## **Zawartość opracowania**

1.	Opis techniczny.....	3-4
2.	Obliczenia fundamentu.....	5-11
3.	Oświadczenie projektanta i sprawdzającego.....	12
4.	Uprawnienia budowlane projektanta + zaświadczenie z izby.....	13-15
5.	Uprawnienia budowlane sprawdzającego + zaświadczenie z izby.....	16-19
6.	Część rysunkowa: Fundament zbiornika.....	20

## **I - Opis techniczny**

### **1. Podstawa opracowania**

- zlecenie Inwestora,
- wypis i wyrys z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego załączony do projektu zagospodarowania terenu,
- wytyczne fundamentowania wydane przez producenta zbiornika retencyjnego,
- odkrywka i badanie makroskopowe gruntu w miejscu posadowienia,
- projekt zagospodarowania terenu,
- uzgodnienia z Inwestorem.

### **2. Cel i zakres opracowania**

Celem niniejszego opracowania jest wykonanie projektu architektoniczno - budowlanego posadowienia dwóch zbiorników retencyjnych o objętości do  $V=150 \text{ m}^3$  - każdy, dla magazynowania wody pitnej.

### **3. Geotechniczne warunki posadowienia**

Ze względu na proste warunki gruntowe, przy braku gruntów słabonośnych oraz zwierciadło wód gruntowych poniżej posadowienia obiektów, obiekt zaliczono do I kategorii geotechnicznej.

Kategoria geotechniczna obiektu - pierwsza.

Jeżeli po wykonaniu dołów pod fundamenty w poziomie posadowienia zbiorników będą występowały nasypy niekontrolowane należy dokonać wymiany gruntu nasypowego do poziomu warstwy gruntu nośnego. Po dotarciu do warstwy nośnego gruntu wykop odwodnić jeżeli zajdzie taka potrzeba natomiast dno wykopu wyrównać i zagęścić. Następnie nawieźć grunt o  $I_d = 1,0$  do poziomu warstwy podsypki żwirowej fundamentu, wypełniając tym samym przestrzeń pomiędzy warstwą żwirową projektowanego fundamentu a dnem wykopu.

*Uwaga! Przed wykonaniem fundamentów grunt należy odebrać przez uprawnionego kierownika robót po uzgodnieniach z inspektorem nadzoru z potwierdzeniem do dziennika budowy.*

#### **4. Opis posadowienia**

Zaprojektowano posadowienie zbiorników na żelbetowych płytach fundamentowych o grubości 1,2 m i średnicy  $D=4,7$  m. Fundamenty wykonane z betonu B-20, zbrojone góra i dołem siatką z prętów  $\varnothing 16$  A-III w oczkach 15x15 cm. Otulenie zbrojenia min. 5 cm. Fundamenty posadzić na głębokości min. 1 m od poziomu otaczającego terenu, na warstwie 10 cm chudego betonu. Izolacja pionowa fundamentów - 2 warstwy ABIZOLU R. Izolacja pozioma - wg. wykonawcy zbiornika. Ściany komory zbiorników należy ocieplić styropianem grub. 5 cm, styropian powyżej terenu należy pokryć siatką na kleju. Przed wykonaniem fundamentów dokonać odbioru gruntu przez uprawnionego kierownika budowy po uzgodnieniach z inspektorem nadzoru, z potwierdzeniem wpisem do dziennika budowy.

*Uwaga! W przypadku wystąpienia w poziomie posadowienia gruntu innego niż założony w niniejszym projekcie, należy zgłosić się do uprawnionego kierownika robót bądź inspektora nadzoru celem przeprowadzenia dodatkowej analizy mającej na celu ewentualną zmianę technologii robót związanych z posadowieniem obiektu.*

#### **5. Uwagi końcowe**

Roboty można rozpocząć po uzyskaniu Decyzji pozwolenia na budowę i powinny być prowadzone przez uprawnionego kierownika robót. Całość robót wykonać zgodnie ze specyfikacją techniczną wykonania i odbioru robót budowlanych.

Projektował:

Sprawdził:

## II. Obliczenia fundamentu

1. Parametry geotechniczne gruntu przyjęte w obliczeniach: grunt, średniozagęszczony  $I_D = 0,4$ 
  - wilgotność naturalna:  $W_n = 14 \%$
  - ciężar objętościowy:  $\rho = 1,83 \text{ t/m}^3$
  - kąt tarcia wewnętrznego:  $\varphi_u = 32.0^\circ$

Poziom wody gruntowej poniżej posadowienia.

W przypadku zastania gruntów o mniejszej nośności należy dokonać wymiany gruntu nasypowego do poziomu warstw gruntu nośnego. Po dotarciu do warstwy nośnego gruntu dno wykopu wyrównać i zagęścić. Następnie nawieźć grunt o  $I_D = 1,0$  do poziomu warstwy podsypki żwirowej fundamentu, wypełniając tym samym przestrzeń pomiędzy warstwą żwirową projektowanego fundamentu a dnem wykopu.

Przed wykonaniem fundamentów grunt należy odebrać przez uprawnionego kierownika robót po uzgodnieniach z inspektorem nadzoru z potwierdzeniem do dziennika budowy.

### 2. Obciążenia pionowe

Ciężar własny zbiornika retencyjnego:

7400 kg      74   1,4      103,6 kN

Ciężar wody (max 114 m<sup>3</sup>):

114x10      1140   1,2      1368,0 kN

### 3. Obciążenia poziome – wiatr (I strefa)

Przyjęto że wiatr działa na powierzchnię prostokątną powstałą po rozłożeniu połowy powłoki walca: wymiary powierzchni zbierającej obciążenie –  $h = 6,3 \text{ m}$ ,  $b = \pi \times 2,4 = 7,54 \text{ m}$ .

Siła pozioma działająca na zbiornik w połowie jego wysokości:

parcie       $H_p = 0,25 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,8 \times 6,3 \times 7,54 \times 1,3 = 27,8 \text{ kN}$

ssanie       $H_s = 0,25 \times (-0,4) \times 1,0 \times 1,8 \times 6,3 \times 7,54 \times 1,3 = -11,11 \text{ kN}$

### 4. Siły działające w poziomie posadowienia (bez ciężaru własnego fundamentu)

- siła pozioma  $H \approx 27,8+11,2 = 39,0 = 50 \text{ kN}$
- max siła pionowa  $V_{\max} = 1471 = 1500 \text{ kN}$
- min siła pionowa  $V_{\min} = 74,0 \text{ kN}$
- moment od siły poziomej  $M = 50 \times 4,35 = 217,5 \text{ kNm}$

Ciężar własny fundamentu ujęto w algorytmie obliczeniowym.

## 5. Analiza nośności

Analizę nośności fundamentu przeprowadzono dla najbardziej niekorzystnego wariantu obciążeń:

Kombinacja 1:

- max siła pionowa  $V = 1500 \text{ kN}$
- moment zginający  $M = 217,5 \text{ kNm}$
- siła pozioma  $H = 50 \text{ kN}$

Kombinacja 2:

- max siła pionowa  $V = 74 \text{ kN}$
- moment zginający  $M = 217,5 \text{ kNm}$
- siła pozioma  $H = 50 \text{ kN}$

Obliczenia nośności przeprowadzono w algorytmie obliczeniowym

Średnica podstawy  $D = 4,7 \text{ m}$ ;  $R = 2,35 \text{ m}$

$B = L = 1,77 \times R = 1,77 \times 2,35 = 4,15 \text{ m}$ ;  $h = 1,0 \text{ m}$

## 6. Maksymalne naprężenia kontaktowe dla fundamentu - dla wariantu 1

$M_{\max} = 217,5 \text{ kNm}$ ,  $Q_{\max} = 1500 \text{ kN}$

$W_x = \pi \times R^2 / 4 = 3,14 \times 2,35^2 / 4 = 31,98 \text{ m}^3$

$A = \pi \times R^2 = 3,14 \times 2,35^2 = 17,34 \text{ m}^2$

Naprężenia kontaktowe:

$\sigma = Q/A \pm M/W_x$

$\sigma_1 = 1500/17,34 + 217,5/31,98 = 86,51+6,80 = 93,31 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_2 = 86,51-6,80=79,71 \text{ kN/m}^2$

## 7. Statyka i wymiarowanie fundamentu.

Statyka:

Założono, że płyta fundamentowa oparta jest przegubowo na krawędziach zbiornika

$L_0 = 1,05 \times 4,7 = 4,94$  m. Dla wydzielonego pasma płyty o szerokości  $b = 1,0$  m

$M = 0,125 \times 4,94^2 \times 93,31 = 284$  kNm

Wymiarowanie:

B20, stal A-III, A-0;  $b = 1,0$  m;  $h = 1,0$  m,  $a = 0,05$  m

Potrzebny przekrój zbrojenia rozciąganego - górnego  $A_{s1} = 11,50$  cm<sup>2</sup>.

Przyjęto zbrojenie prętami  $\emptyset 16$  A-III w ilości 7 szt. na 1 m szerokości płyty, o przekroju 14,07 cm<sup>2</sup> - siatka z prętów - oczka 15x15 cm. Dołem zbrojenie konstrukcyjne siatka  $\emptyset 16$  A-III w siatce o oczkach 15x15 cm.

#### 8. Statyka i wymiarowanie zagłębienia technologicznego

Założono, że dno zagłębienia utwierdzone jest w płycie fundamentowej

$L_0 = 1,025 \times 1,5 = 1,54$  m

Dla wydzielonego pasma płyty o szerokości  $b = 1,0$  m

$M = 0,5 \times 1,54^2 \times 93,3 = 110,3$  kNm

Wymiarowanie:

B20, stal A-III, A-0;  $b = 1,0$  m;  $h = 0,4$  m,  $a = 0,05$  m

Potrzebny przekrój zbrojenia rozciąganego - dolnego  $A_{s1} = 9,50$  cm<sup>2</sup>.

Przyjęto zbrojenie prętami  $\emptyset 16$  A-III w ilości 7 szt. na 1 m szerokości płyty, o przekroju 14,07 cm<sup>2</sup> - siatka z prętów - oczka 15x15 cm. Górą zbrojenie konstrukcyjne siatka  $\emptyset 16$  A-III w siatce o oczkach 15x15 cm.

Projektował:

Sprawdził:

## FUNDAMENT WARIANT 2

piaski grube i średnie  $I_d=0,4$

### SILY DZIAŁAJĄCE NA STOPE W POZIOMIE (-1.4):

siła pionowa	$V = 74$	kN
siła pozioma:	$H = 50$	kN
moment zginający:	$M1 = 217.5$	kNm
reakcja pionowa z podwaliny:	$P = 0$	kN

### PARAMETRY GRUNTU:

Założono grunt nośny piaski grube i średnie w stanie wilgotnym,  $I_d=0,4$

$I = 0.4$	$\phi_n = 32.5$	$\phi_{r1} = \phi_n \cdot 1.1$	$\phi_{r1} = 35.75$
		$\phi_{r2} = \phi_n \cdot 0.9$	$\phi_{r2} = 29.25$
	$c_n = 0$	$c_r = c_n \cdot 0.9$	$c_r = 0$
	$g_n = 1.85$	$g_{r1} = g_n \cdot 1.1$	$g_{r1} = 2.035$
		$g_{r2} = g_n \cdot 0.9$	$g_{r2} = 1.665$

dla  $\phi_{r2} \Rightarrow N_d = 16.44$        $N_c = 27.86$        $N_b = 6.42$

### DANE GEOMETRYCZNE STOPY - STOPA SYMETRYCZNA:

głębokość posadowienia stopy:	$D_{min} = 1.00$	m
grubość stopy:	$h = 1$	m
szerokość stopy:	$b = 4.15$	m
długość stopy l:	$l = 4.15$	m
odległość środka ciężkości podwaliny od punktu A:	$p = 0$	m

### OBCIĄŻENIA STOPY:

Nad stopą założono grunt nasypowy - piaski drobne;  $I_D = 0.40$

Ciężar objętościowy zasypki, minimum:

$g_{n1} = 1.64$	t/m <sup>3</sup>	$g_{nr1} = g_{n1} \cdot 1.1$	$g_{nr1} = 1.804$	t/m <sup>3</sup>
		$g_{nr2} = g_{n1} \cdot 0.9$	$g_{nr2} = 1.476$	t/m <sup>3</sup>

Średni ciężar gruntu i betonu:	$g_s = (g_{n1} + 2.4) \cdot 0.5$	$g_s = 2.02$	t/m <sup>3</sup>
	$g_{sr1} = g_s \cdot 1.1$	$g_{sr1} = 2.222$	t/m <sup>3</sup>
	$g_{sr2} = g_s \cdot 0.9$	$g_{sr2} = 1.818$	t/m <sup>3</sup>

Ciężar stopy i gruntu:	$G = 1 \cdot b \cdot D_{min} \cdot g_{sr1} \cdot 10$	$G = 382.684$	kN
------------------------	--	---------------	----

SUMA SIŁ PIONOWYCH:	$Q_r = G + P - V$	$Q_r = 456.684$	kN
---------------------	-------------------	-----------------	----



# WSPÓŁCZYNNIKI WPŁYWU NACHYLENIA WYPADKOWEJ OBCIĄŻENIA :

$$\phi_{r2} = 29.25 \quad \text{stopni} \quad \phi_{r2} = (\phi_{r2}) \cdot \frac{3.14}{180} \quad \text{rad} \quad \tan(\phi_{r2}) = 0.56$$

$$\delta B = \frac{|H|}{Q_r} \quad w = \frac{\delta B}{\tan(\phi_{r2})} \quad w = 0.196$$

$$i_b = 0.75 \quad i_d = 0.85 \quad i_c = 0.85$$

MOMENTY względem punktu "A" :

$$M_2 = H \cdot 0 \quad M_2 = 0 \quad \text{kNm}$$

$$M_3 = P \cdot p \quad M_3 = 0 \quad \text{kNm}$$

$$\text{SUMA MOMENTÓW :} \quad M \quad M^f = M_2 \quad M_3 \quad M = 217.5 \quad \text{kNm}$$

SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI STOPY :

$$e = \frac{M}{Q_r} \quad e = 0.476 \quad \text{m}$$

$$B = b \quad L = 1 - 2 \cdot e \quad L = 3.197 \quad n = \frac{B}{L} \quad n = 1.298 \quad < 1 \text{ O.K.}$$

$$Q_1 = 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \cdot N_c \cdot cr \cdot ic \quad Q_1 = 0$$

$$Q_2 = 1 - 1.5 \cdot \frac{B}{L} \cdot N_d \cdot gr2 \cdot 10 \cdot D_{min} \cdot id \quad Q_2 = 685.634$$

$$Q_3 = 1 - 0.25 \cdot \frac{B}{L} \cdot N_b \cdot gr2 \cdot 10 \cdot B \cdot ib \quad Q_3 = 224.75$$

$$Q_{nfb} = B \cdot L \cdot (Q_1 - Q_2 - Q_3) \quad Q_{nfb} = 1.208 \cdot 10^4 \quad \text{kN}$$

$$Q_{nfb} \cdot 0.81 = 9.785 \cdot 10^3 \quad > \quad Q_r = 456.684 \quad \text{O.K.}$$

# FUNDAMENT WARIANT 1

piaski grube i średnie  $I_d=0,4$

## SILY DZIAŁAJĄCE NA STOPE W POZIOMIE (-1.4):

siła pionowa	$V = 1500$	kN
siła pozioma:	$H = 50$	kN
moment zginający:	$M1 = 217.5$	kNm
reakcja pionowa z podwaliny:	$P = 0$	kN

## PARAMETRY GRUNTU:

Założono grunt nośny piaski grube i średnie w stanie wilgotnym,  $I_d=0,4$

$I = 0,4$	$\phi_n = 32.5$	$\phi_{r1} = \phi_n \cdot 1.1$	$\phi_{r1} = 35.75$
		$\phi_{r2} = \phi_n \cdot 0.9$	$\phi_{r2} = 29.25$
	$c_n = 0$	$c_r = c_n \cdot 0.9$	$c_r = 0$
	$g_n = 1.85$	$g_{r1} = g_n \cdot 1.1$	$g_{r1} = 2.035$
		$g_{r2} = g_n \cdot 0.9$	$g_{r2} = 1.665$
dla $\phi_{r2} \Rightarrow$	$N_d = 16.44$	$N_c = 27.86$	$N_b = 6.42$

## DANE GEOMETRYCZNE STOPY - STOPA SYMETRYCZNA:

głębokość posadowienia stopy:	$D_{min} = 1.00$	m
grubość stopy:	$h = 1$	m
szerokość stopy:	$b = 4.15$	m
długość stopy l:	$l = 4.15$	m
odległość środka ciężkości podwaliny od punktu A:	$p = 0$	m

## OBCIĄŻENIA STOPY:

Nad stopą założono grunt nasypowy - piaski drobne;  $I_D = 0.40$

Ciężar objętościowy zasypki, minimum:

$g_{n1} = 1.64$	$t/m^3$	$g_{nr1} = g_{n1} \cdot 1.1$	$g_{nr1} = 1.804$	$t/m^3$
		$g_{nr2} = g_{n1} \cdot 0.9$	$g_{nr2} = 1.476$	$t/m^3$
Średni ciężar gruntu i betonu:	$g_s = (g_{n1} - 2.4) \cdot 0.5$	$g_s = 2.02$	$t/m^3$	
	$g_{sr1} = g_s \cdot 1.1$	$g_{sr1} = 2.222$	$t/m^3$	
	$g_{sr2} = g_s \cdot 0.9$	$g_{sr2} = 1.818$	$t/m^3$	
Ciężar stopy i gruntu:	$G = l \cdot b \cdot D_{min} \cdot g_{sr1} \cdot 10$	$G = 382.684$	kN	
SUMA SIŁ PIONOWYCH:	$Q_r = G + P + V$	$Q_r = 1.883 \cdot 10^3$	kN	

# WSPÓŁCZYNNIKI WPŁYWU NACHYLENIA WYPADKOWEJ OBCIĄŻENIA :

$$\phi_{r2} = 29.25 \quad \text{stopni} \quad \phi_{r2} = (\phi_{r2}) \cdot \frac{3.14}{180} \quad \text{rad} \quad \tan(\phi_{r2}) = 0.56$$

$$\delta B = \frac{H}{Q_r} \quad w = \frac{\delta B}{\tan(\phi_{r2})} \quad w = 0.047$$

$$i_b = 1 \quad i_d = 1 \quad i_c = 1$$

## MOMENTY względem punktu "A" :

$$M_2 = H \cdot 0 \quad M_2 = 0 \quad \text{kNm}$$

$$M_3 = P \cdot p \quad M_3 = 0 \quad \text{kNm}$$

$$\text{SUMA MOMENTÓW :} \quad M = M_1 + M_2 - M_3 \quad M = 217.5 \quad \text{kNm}$$

## SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI STOPY :

$$e = \frac{M}{Q_r} \quad e = 0.116 \quad \text{m}$$

$$B = b \quad L = 1 - 2 \cdot e \quad L = 3.919$$

$$Q_1 = \left( 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \right) \cdot N_c \cdot c_r \cdot i_c \quad Q_1 = 0$$

$$Q_2 = \left( 1 + 1.5 \cdot \frac{B}{L} \right) \cdot N_d \cdot g_{r2} \cdot 10 \cdot D_{min} \cdot i_d \quad Q_2 = 708.522$$

$$Q_3 = \left( 1 - 0.25 \cdot \frac{B}{L} \right) \cdot N_b \cdot g_{r2} \cdot 10 \cdot B \cdot i_b \quad Q_3 = 326.166$$

$$Q_{nfb} = B \cdot L \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3) \quad Q_{nfb} = 1.683 \cdot 10^4 \quad \text{kN}$$

$$Q_{nfb} \cdot 0.81 = 1.363 \cdot 10^4 > Q_r = 1.883 \cdot 10^3 \quad \text{O.K.}$$