

# PROJEKT BUDOWLANY

**OBIEKT:**

**ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W SOLINIE  
DO PRZEPUSTOWOŚCI  $Q_{sr.d}=920m^3/d$**

**Solina, dz. nr ewid. 113/2, 114/3**

**ZAKRES OPRACOWANIA:**

**ZBIORNIK TECHNOLOGICZNY**

**INWESTOR:**

**GMINA SOLINA  
ul. Wiejska 2, 38-610 Polańczyk**

**BRANŻA:**

**KONSTRUKCYJNA**

<i>PROJEKTOWAŁ:</i>	<i>DATA</i>	<i>PODPIS</i>
<b>mgr inż. Bogusław Kowalczyk</b> upr. GP.7342/319/289/94 nr ew. MAZ/BO/0486/01	10.11. 2015r.	
<i>OPRACOWAŁ:</i>		
<b>mgr inż. Piotr Rybak</b>	10.11. 2015r.	
<i>SPRAWDZIŁ:</i>		
<b>inż. Tomasz Korytowski</b> upr. Maz/0042/POOK/07 nr ew. MAZ/BO/0769/07	10.11. 2015r.	

## **SPIS ZAWARTOŚCI**

### **I. ZAŁĄCZNIKI**

- ♦ Oświadczenie projektanta i sprawdzającego zgodne z art. 20 ust. 4 Ustawy Prawo Budowlane
- ♦ Uprawnienia budowlane i wpis do Izby Inżynierów projektanta
- ♦ Uprawnienia budowlane i wpis do Izby Inżynierów sprawdzającego

### **II. OPIS TECHNICZNY**

### **III. RYSUNKI**

- K1. rzut dna i przekrój.....skala 1:100
- K2. rzut stropu i widok z boku.....skala 1:100

Mińsk Mazowiecki, 10.11.2015r.

## OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art. 20 ust. 4 Ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1984r. (Dz. U. Nr 156 z 2006r poz. 1118 z późn. zm.) oświadczam, że

faza: projekt budowlany

obiekt: Rozbudowa oczyszczalni ścieków w Solinie do przepustowości  $Q_{sr}.d=920m^3/d$   
Solina, dz. nr ewid. 113/2, 114/3

inwestor: Gmina Solina  
ul. Wiejska 2, 38-610 Polańczyk

zakres oprac. Zbiornik technologiczny

branża: konstrukcyjna

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami, oraz zasadami wiedzy technicznej.

*projektant:*

mgr inż. Bogusław Kowalczyk  
upr. GP.7342/319/289/94  
nr ew. MAZ/BO/0486/01

*sprawdzający:*

inż. Tomasz Korytowski  
upr. Maz/0042/POOK/07  
nr ew. MAZ/BO/0769/07

## OPIS TECHNICZNY

### 1. DANE OGÓLNE

#### 1.1. Zakres opracowania

Projekt budowlany dwukomorowego zbiornika technologicznego z żelbetowych elementów prefabrykowanych oczyszczalni ścieków w Solinie.

Projekt opracowano w zakresie pozwalającym na uzyskanie pozwolenia na budowę.

Opracowanie nie obejmuje swoim zakresem technologii wykonania robót ziemnych (zabezpieczenia i odwodnienia wykopów).

Projekt sporządzono w oparciu o rozwiązania techniczne i profil produkcji firmy ZPHU STOLBUD P. Rybak, możliwe jest zastosowanie rozwiązań równoważnych po uzyskaniu akceptacji projektanta i sporządzeniu właściwej dokumentacji zamiennej.

#### 1.2. Podstawa opracowania

##### Podstawy formalne

- ♦ zlecenie i uzgodnienia z Geokart – International sp. z o.o. Wita Stwosza 44, 35-113 Rzeszów.
- ♦ uzgodnienia z producentem prefabrykatów ZPHU STOLBUD P. Rybak, Mienia 281, 05-319 Ceglów, tel. 25-759 9730 fax 25-759 9731, [www.stolbud.net](http://www.stolbud.net) [biuro@stolbud.net](mailto:biuro@stolbud.net)
- ♦ plan zagospodarowania terenu, schematy technologiczne, uzgodnienia międzybranżowe,
- ♦ Opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego i projekt geotechniczny. Rozbudowa oczyszczalni ścieków w Solinie do przepustowości  $Q_{sr,d}=920 \text{ m}^3/\text{d}$ . GEO-TOM Usługi Geologiczne ul. Pułaskiego 7/391, 35-011 Rzeszów (wrzesień 2015r).

##### Normy (podstawowe):

- ♦ PN-82/B-02000 .....Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- ♦ PN-82/B-02001 .....Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- ♦ PN-82/B-02003 .....Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia zmienne i montażowe.
- ♦ PN-80/B-02010/Az1 .....Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obc. śniegiem
- ♦ PN-88/B-02014 .....Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.
- ♦ PN-B-03264:2002/Ap1 ....Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- ♦ PN-EN 206-1:2003/Ap1 ...Beton cz.1 Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- ♦ PN-81/B-03020 .....Posadowienie bezpośrednie budowli.
- ♦ PN-B-10702:03.1999 .....Wodociągi i kanalizacja. Zbiorniki Wymagania i badania.

##### Literatura (podstawowa):

- ♦ Kobiak J. Stachurski W. „Konstrukcje żelbetowe”, Arkady, Warszawa 1987r.
- ♦ Starosolski W. „Konstrukcje żelbetowe”, PWN, Warszawa 2006r.
- ♦ Grabiec K. „Żelbetowe konstrukcje cienkościenne”, PWN, Warszawa-Poznań 1999r.
- ♦ praca zbiorowa „Warunki techniczne wykonania i odbioru zbiorników betonowych oczyszczalni ścieków” Instalator Polski, Warszawa 1998r.

### 2. CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANA

#### 2.1. Konstrukcja

Konstrukcja zbiornika składa się z prefabrykowanych elementów ściennych zewnętrznych ( $\varnothing 12,0\text{m}$ ) i wewnętrznych ( $\varnothing 5,0\text{m}$ ) ustawionych i zespolonych na monolitycznej płycie dennej tworzących dwie szczelne komory oraz z opartych na nich płyt stropowych.

Elementy ściennie zespolone są połączeniami pętlowymi z prętów żebrowanych zalanych betonem lub łącznikami śrubowymi, prefabrykowane ściany z monolityczną płytą denną połączone są wieńcem obwodowym betonowanym po zmontowaniu ścian.

Komory wewnętrzna i zewnętrzna mogą być napełniane niezależnie.

## 2.2. Materiały

Beton: - płyta denna: C30/37, W8, XC1-4 / XA1, z dodatkiem włókien PP np. BAUCON firmy BAUTECH w ilości  $0,6\text{kg/m}^3$  (w okresie letnim, przy wysokich temperaturach stosować cement niskokaloryczny, wolnowiążący).

- prefabrykaty: C35/45, W8, XC1-4 / XA1

- słupy połączeń: C35/45, W8, XC1-4 / XA1

Stal: - żebrowana: A-IIIN (RB500W)

- gładka: A-0 (St0S-b)

Marki do skręcania elementów i śruby ze stali A2-70 lub innej zabezpieczonej przed korozją.

Wszystkie materiały użyte do produkcji powinny posiadać certyfikaty zgodności z Polskimi Normami lub inne dokumenty dopuszczające do obrotu na polskim rynku materiałów budowlanych.

## 2.3. Geometria

- ♦ średnica wew. (komora 1 / 2) ..... 5,00 / 12,00 m
- ♦ średnica zew. (konstrukcji)..... 12,32 m
- ♦ wysokość wew. (ściany)..... 5,00 m
- ♦ pojemność czynna (komora 1 / 2) .....  $78 + 364 = 442 \text{ m}^3$
- ♦ średnica zewnętrzna (elewacji)..... 12,52 m
- ♦ wysokość nad poz. terenu..... 3,27 m
- ♦ powierzchnia zabudowy .....  $123,11 \text{ m}^2$
- ♦ kubatura .....  $402,57 \text{ m}^3$
- ♦ masa najcięższego elementu..... 7,6 t

## 2.4. Założenia obliczeniowe

### 2.4.1. Schematy statyczne:

- ♦ Strop – prefabrykowane płyty swobodnie oparte na ścianach i słupach wymiarowane wg teorii sprężystości,
- ♦ Ściany – prefabrykowane powłoki oparte przegubowo-nieprzesuwnie na płycie dennej wymiarowane wg teorii sprężystości z uwzględnieniem zaburzeń brzegowych na krawędziach i połączeniach.
- ♦ Płyta denna – monolityczna płyta kołowa na podłożu gruntowym (Winklera) wg teorii sprężystości.

Obliczenia przeprowadzono dla różnych wariantów obciążenia metodą elementów skończonych przy użyciu programu Autodesk Robot Structural Analysis.

### 2.4.2. Warunki gruntowo-wodne:

Na podstawie dokumentacji geotechnicznej stwierdzono, że zbiornik posadowiony będzie (~2,50m ppt) na granicy nienośnych namulów i zalegających poniżej piasków, żwirów i otoczków w stanie średnio zagęszczonym. Grunty nienośne należy w całości wybrać i zastąpić podsypką z pospółki, żwiru lub grubego piasku zagęszczaną do  $I_s=0,95$ .

Wodę gruntową nawiercono w postaci zwierciadła napiętego na głębokości 2,40~2,80 m ppt, które stabilizuje się poziomie 362,90 m mpm (~1,2m powyżej poziomu posadowienia).

Roboty ziemne prowadzić pod nadzorem geotechnika.

Występujące w podłożu grunty nienośne łatwo będzie usunąć w związku z tym ogólnie warunki gruntowe sklasyfikowano jako proste z wodą gruntową powyżej poziomu posadowienia.

#### 2.4.3. Kategoria geotechniczna obiektu:

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu z dnia 25.04.2012 r. (Dz. U. 2012 poz. 463), uwzględniając warunki gruntowe, głębokość wykopów i rodzaj konstrukcji, obiekt zaliczono do I kategorii geotechnicznej.

#### 2.4.4. Obciążenia:

W projekcie przyjęto następujące obciążenia:

- ♦ woda w komorze zew. (próba szczelności) .....  $H=4,70\text{ m}$  .....  $\gamma=10,0\text{ kN/m}^3$  .....  $\gamma_f=1,1$
- ♦ ścieki (komory napełniane naprzemiennie) .....  $H=4,50\text{ m}$  .....  $\gamma=11,2\text{ kN/m}^3$  .....  $\gamma_f=1,1$
- ♦ grunt (obsypka od poz. posadowienia) .....  $h=2,50\text{ m}$  .....  $\gamma=20,0\text{ kN/m}^3$  ...  $\gamma_f=1,2$
- ♦ obciążenie śniegiem dla III strefy .....  $S_k=1,6\text{ kN/m}^2$  ....  $\gamma_f=1,5$
- ♦ obciążenie technologiczne stropu .....  $q=1,5\text{ kN/m}^2$  .....  $\gamma_f=1,5$
- ♦ obciążenie naziemu wkoło zbiornika .....  $q=5,0\text{ kN/m}^2$  .....  $\gamma_f=1,5$
- ♦ obciążenie temperaturą (umowna temperatura scalenia  $t_0=10^\circ\text{C}$ )
  - ogrzanie i gradient temp. w przegrodzie .....  $\Delta t = +10^\circ\text{C}$  .....  $\Delta\theta = +2^\circ\text{C}$  .....  $\gamma_f=1,1$
  - ochłodzenie i gradient temp. w przegrodzie .....  $\Delta t = -5^\circ\text{C}$  .....  $\Delta\theta = -2^\circ\text{C}$  .....  $\gamma_f=1,1$
- ♦ skurcz (jako równomierne ochłodzenie) .....  $\Delta t = -15^\circ\text{C}$  .....  $\gamma_f=1,1$
- ♦ woda gruntowa (parcie na ściany i wypór) .....  $h_{wg}=1,20\text{ m}$  .....  $\gamma=10,0\text{ kN/m}^3$  .....  $\gamma_f=1,1$

#### 2.5. Posadowienie zbiornika

W poziomie posadowienia mogą występować nienośne namuły dlatego zaprojektowano wymianę gruntu. Wymianę wykonać na pospółkę, żwir lub gruby piasek układane warstwami i zagęszczane do wskaźnika  $I_s=0,95$ . Na podbudowie wykonać podkład z chudego betonu i izolację.

Zbiornik posadowiony będzie na monolitycznej płycie dennej w kształcie koła lub wielokąta poniżej poziomu przemarzania gruntu.

- rzędna terenu 364,20 m npm
- rzędna posadowienia 361,70 m npm

Średnie charakterystyczne naprężenia jednostkowe w gruncie pod zbiornikiem nie przekroczyć: 65,0 kPa (bez uwzględniania wyporu wody gruntowej).

#### 2.6. Monolityczna płyta denna

Zaprojektowano płytę denną gr. 30 cm z betonu C30/37. Zbrojenie z prętów żebrowanych A-IIIN układanych w dwóch siatkach ortogonalnych dołem i górą wykonać wg właściwych rysunków wykonawczych. W miejscu ustawienia ścian wystawić strzemiona wieńców obwodowych.

Przed wykonaniem płyty ułożyć podkład betonowy oraz izolację.

Wykonując płytę należy zwrócić uwagę na właściwe wypoziomowanie płaszczyzny, oraz na prawidłowe ustawienie strzemion wieńców obwodowych.

**UWAGA:** Wymagana dokładność wykonania płyty dennej:

- poziom płyty na obwodzie w miejscu ustawienia prefabrykatów wynosi  $\pm 5\text{ mm}$
- ustawienie strzemion na obwodzie - odchyłka promienia  $\pm 10\text{ mm}$ .

Mieszkankę betonową układać i wibrować mechanicznie, nie dopuścić do rozwarstwienia się betonu w trakcie jego podawania.

Pielęgnację betonu rozpocząć (zależnie od warunków atmosferycznych) od 6 do 24 godz. po betonowaniu. Beton należy chronić przed szkodliwym wpływem warunków atmosferycznych, a szczególnie przed wiatrem i promieniami słonecznymi w okresie letnim,

oraz mrozem w okresie zimowym. W okresie wysokich letnich temperatur zaleca się prowadzić tzw. „pielęgnację mokrą betonu” przez zalanie całej powierzchni płyty warstwą wody grubości kilku / kilkunastu mm.

Po zakończeniu montażu prefabrykatów należy wykonać wieniec obwodowy. Przed montażem ścian powierzchnię płyty oczyścić z mleczka cementowego np. lancą wodną natomiast bezpośrednio przed betonowaniem wieńca dokładnie oczyścić powierzchnię płyty z kurzu, piasku itp. oraz obficie poleać wodą.

## 2.7. Szczelność

Szczelność zbiornika zapewnia zastosowanie betonu wysokiej jakości, odpowiedniej grubości przegród oraz konstrukcyjne ograniczenie szerokości rys w betonie  $a_{dop} \leq 0,1 \text{ mm}$ .

Szczelność połączeń elementów zbiornika zapewnia:

- ♦ taśma bentonitowa Waterstop RX-101 produkowana przez CETCO Poland sp. z o.o. lub kauczukowo-bentonitowy sznur uszczelniający BENTOSIL – SILIKO Sp. z o.o.,
- ♦ taśma uszczelniająca do prefabrykatów RubberELAST, BT Innovation GmbH, lub butylowy sznur uszczelniający SILBUT-Uni, SILIKO Sp. z o.o.,
- ♦ taśma dylatacyjna np. Izolex TU 120/70,
- ♦ wypełnienie (niektórych) spoin zaprawą klejową typu Ceresit CR65.

Dopuszcza się stosowanie przez Producenta innych, równoważnych systemów uszczelnień po akceptacji projektanta.

## 2.8. Izolacje

Izolacja dna od spodu	– 2 x folia bud. gr. 0,3mm,
Izolacja ścian od zew.	– np. Schomburg Aquafin-1K lub ASOL-FE,
Izolacja wewnętrzna	– np. Schomburg Aquafin-2K lub Izolex Cemizol-HSR (wykonać na wszystkich betonowych powierzchniach wewnętrznych),
Pokrycie stropu	– papa termozgrzewalna wierzchnia i podkładowa lub membrana PCV, HDPE itp.,
Izolacja termiczna ścian	– styropian EPS-80-36-FASADA gr. 10cm, na cokole i poniżej gruntu XPS-CS(10/Y)300-WL(T)0,7 gr. 8cm
Izolacja termiczna stropu	– styropian EPS-100-38/DACH gr. 10cm,

Dopuszcza się zastosowanie innych rozwiązań systemowych ocieplenia, izolacji przeciwwilgociowych i pokrycia dachu po konsultacji z projektantem.

Wszystkie materiały izolacyjne stosować zgodnie z zaleceniami producentów.

## 2.9. Zabezpieczenie antykorozyjne

Wewnątrz zbiornika występuje środowisko klasy XC1-4/XA3 wg PN-B-03264:2002, jednak ze względu na zastosowane izolacje powierzchniowe dopuszcza się obniżenie wymagań dla betonu do klasy XA1. Przewidziano ochronę materiałowo-strukturalną zbrojenia oraz izolacje powierzchniowe j.w.

W prefabrykatch zastosowano minimalną grubość otuliny zbrojenia  $c_{min}=25 \text{ mm}$ , beton C35/45, W8,  $w/c \leq 0,5$ , min. 300 kg cementu na  $1 \text{ m}^3$  betonu, oraz maksymalne rozwarście rys w betonie  $a_{dop} = 0,1 \text{ mm}$  dla ścian i  $a_{dop} = 0,2 \text{ mm}$  dla stropu, oraz izolacje j.w.

W płycie dennej zaprojektowano otulinę zbrojenia  $c_{min}=40 \text{ mm}$ , beton C30/37, W8,  $w/c \leq 0,5$ ; min. 300 kg cementu na  $1 \text{ m}^3$  betonu, oraz maksymalne rozwarście rys w betonie  $a_{dop} = 0,2 \text{ mm}$  (rysy nieprzelotowe).

## 2.10. Składowanie i transport

Elementy prefabrykowane należy składować i transportować w pozycji zgodnej z ich ułożeniem po zamontowaniu stosując podkładki drewniane rozłożone w trzech punktach równomiernie na obwodzie/długości elementu.

Do podnoszenia należy używać zawiesi odpowiedniej nośności o kącie nachylenia liny nie większym niż 30° od pionu oraz atestowanych haków Pfeifer lub rozwiązań równoważnych.

## 2.11. Montaż

Montaż wykonuje producent prefabrykatów przy użyciu dźwigu o nośności zapewniającej bezpieczne przenoszenie i ustawienie prefabrykatów.

Na płycie dennej rozłożyć taśmy uszczelniające, ustawić prefabrykaty i skręcić na śruby ściany wewnętrzne oraz zalać betonem pionowe połączenia pętlowe i wieńce obwodowe płyty dennej. Po związaniu betonu wykonać prace izolacyjne i wykończeniowe.

Zasypkę wokół zbiornika wykonywać z gruntów niespoistych równomiernie na całym obwodzie zagęszczając grunt warstwami.

## 2.12. Otwory technologiczne

W ścianach zbiornika można wycinać otwory do średnicy Ø250 mm pod warunkiem zachowania minimalnych odległości:

- ♦ 15 cm od krawędzi poziomej prefabrykatu
- ♦ 75 cm od krawędzi pionowej prefabrykatu
- ♦ 4 x Ø „w świetle” między otworami
- ♦ 30 cm od krawędzi płyt stropowych i włączów.

Otwory nie spełniające w/w warunków i nie pokazane na rysunkach wymagają indywidualnej analizy projektowej lub uzgodnienia z producentem prefabrykatów.

## 2.13. Wyposażenie

Zbiornik należy wyposażać w:

- ♦ włązy, barierki ochronne, kominki wentylacyjne, schody, pomosty itp,
- ♦ wyposażenie w kominki wentylacyjne, przejścia szczelne, przewody, zasuwy itd. wg projektów branżowych.

Elementy wyposażenia mocować do ścian zbiornika kotwami wklejanymi (rozwiązanie zalecane) lub stalowymi kotwami rozporowymi osadzonymi nie głębiej niż 60mm.

## 2.14. Odbiór

Odbiory pośrednie prac budowlano montażowych oraz próbę szczelności zbiorników wykonać zgodnie z Polskimi Normami (w szczególności wg PN-B-10702:1999 Wodociągi i kanalizacja. Zbiorniki. Wymagania i badania) Do wykonania próby szczelności można przystąpić po zakończeniu prac montażowych i związaniu betonu i zaprawy układanych na budowie (przed wykonaniem obsypki gruntowej).

## 2. WARUNKI UŻYTKOWANIA

Inwestor jest zobowiązany do użytkowania zbiornika zgodnie z jego przeznaczeniem, oraz do utrzymania go w dobrym stanie technicznym tj. do czyszczenia, prowadzenia okresowych inspekcji, konserwacji i remontów.

Zbiornik należy właściwie oznakować i zabezpieczyć przed dostępem osób nieupoważnionych.

Na ścianach zbiornika nie można mocować instalacji i urządzeń które mogłyby uszkodzić jego konstrukcję np. wywierałyby znaczne obciążenia skupione lub obciążenia dynamiczne.



### 3. WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

#### Materiały:

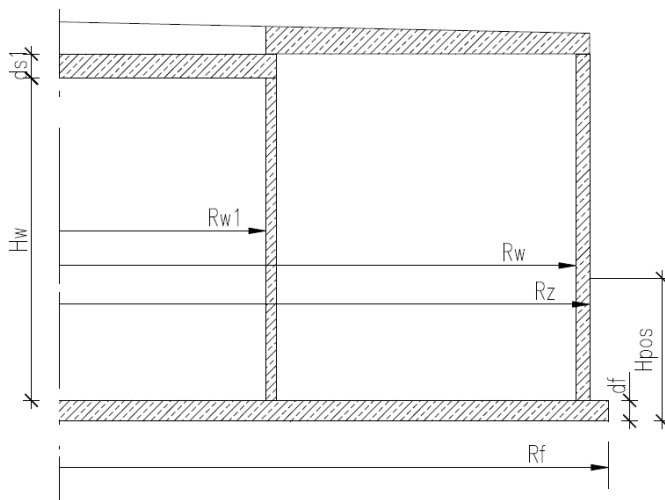
<b>Beton klasy B45:</b>	$f_{ck} := 35.0\text{MPa}$	$f_{ctk} := 2.2\text{MPa}$	$f_{ctm} := 3.2\text{MPa}$
	$f_{cd} := 23.3\text{MPa}$	$f_{ctd} := 1.47\text{MPa}$	$E_{cm} := 34\text{GPa}$
<b>Stal A-IIIN (RB500W):</b>	$f_{yk} := 500\text{MPa}$	$f_{yd} := 420\text{MPa}$	$f_{tk} := 550\text{MPa}$
	$E_s := 2 \cdot 10^5\text{MPa}$	$n := \frac{E_s}{E_{cm}}$	$n = 5.9$
gęstość betonu, wody, i gruntu (zasyпки)	$\gamma_{bet} := 25\text{kN/m}^3$	$\gamma_w := 10.0\text{kN/m}^3$	$\gamma_{sc} := 11.0\text{kN/m}^3$
	$\gamma_{gr} := 19.0\text{kN/m}^3$		

#### Warunki gruntowo-wodne.

Do obliczeń przyjęto grunt nie spoisty o śred. parametrach: (zasyпка gruntu)	$\gamma_{gr} = 19.0 \cdot \text{kN/m}^3$	$\Phi_u := 30\text{deg}$	$I_D := 0.5$
	$\xi_1 := 1$	$\xi_2 := 1$	$\xi_3 := 1$
wsp. parcia statycznego	$K_o := \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 \cdot (1 - \sin(\Phi_u))$		$K_o = 0.50$

#### Geometria:

wys. wew.	$H_w := 5.00\text{m}$	$H_u := 4.00\text{m}$	
grubość ściany wew.	$d_{sc1} := 15\text{cm}$		
promień studni wew.	$R_{1w} := 2.50\text{m}$		
	$R_{1o} = 2.575\text{m}$		
	$R_{1z} = 2.65\text{m}$		
gr. stropu wew.	$d_{st1} := 24\text{cm}$		
grubość ścianyzew.	$d_{sc2} := 16\text{cm}$		
promień śc.zew.	$R_{2w} := 6.00\text{m}$		
	$R_{2o} = 6.08\text{m}$		
	$R_{2z} = 6.16\text{m}$		
grubość pł. fundam.	$d_f := 30\text{cm}$		
promień fundamentu	$R_f := 6.50\text{m}$		
	$R_f - R_{2z} = 0.34\text{m}$	$A_f := \pi \cdot R_f^2 = 132.7 \cdot \text{m}^2$	
głębokość posadow.	$H_{pos} := 2.50\text{m}$		
		$A_z := \pi R_{2z}^2 = 119.2 \cdot \text{m}^2$	$A_w := \pi R_{2w}^2 = 113.1 \cdot \text{m}^2$



#### Ciążar elementów składowych

ciężar stropu (15-20; 24cm) (wew /zew / cały)	$g_{str} := (2 \cdot 60.6 + 12 \cdot 26.0)\text{kN}$	$g_{str} = 433 \cdot \text{kN}$
ciężar ścian (wew. /zew. / razem)	$g_{sc.w} := 2\pi \cdot R_{1o} \cdot d_{sc1} \cdot H_w \cdot \gamma_{bet}$	$g_{sc.w} = 303 \cdot \text{kN}$
	$g_{sc.z} := 2\pi \cdot R_{2o} \cdot d_{sc2} \cdot H_w \cdot \gamma_{bet}$	$g_{sc.z} = 764 \cdot \text{kN}$
	$g_{sc} := g_{sc.w} + g_{sc.z}$	$g_{sc} = 1067 \cdot \text{kN}$
ciężar pł. dennej	$g_f := A_f \cdot d_f \cdot \gamma_{bet}$	$g_f = 995 \cdot \text{kN}$
razem:	$G := g_{str} + g_{sc} + g_f$	$G = 2496 \cdot \text{kN}$
c. gruntu na wieńcu	$G_{gr} := \pi \cdot (R_f^2 - R_{2z}^2) \cdot [(H_{pos} - d_f) \cdot \gamma_{gr}]$	$G_{gr} = 565 \cdot \text{kN}$

### Zestawienie obciążeń

obc. stałe stropu (średnio)

obc. zmienne stropu

grunt na wieńcu

$$(H_{\text{pos}} - d_f) \cdot \gamma_{\text{gr}} = 41.8 \cdot \text{kN/m}^2$$

$$R_f - R_{2z} = 0.34 \text{ m}$$

### Zestawienie obciążeń

obc. zmienne stropu

$$p_{\text{zm}} := 3.50 \cdot \text{kN/m}^2$$

obc. stałe stropu (wew/zew)

$$p_{\text{st1}} := 2.50 \cdot \text{kN/m}^2$$

$$p_{\text{st2}} := 8.50 \cdot \text{kN/m}^2$$

grunt na wieńcu

$$(H_{\text{pos}} - d_f) \cdot \gamma_{\text{gr}} = 41.8 \cdot \text{kN/m}^2$$

parcie wody/ścieków

$$p_w := H_u \cdot \gamma_{\text{sc}} = 44.0 \cdot \text{kN/m}^2$$

parcie gruntu

$$p_{\text{gr}} := H_{\text{pos}} \cdot \gamma_{\text{gr}} \cdot K_o = 23.8 \cdot \text{kN/m}^2$$

### Obc. liniowe płyty dennej

#### Ściana wewnętrzna 1

c. własny ściany i stropu

$$R_{10} = 2.575 \text{ m}$$

$$q_{1.1} := H_w \cdot d_{\text{sc1}} \cdot \gamma_{\text{bet}} + (7.0 + 10.5) \text{ kN/m} = 36.3 \cdot \text{kN/m}$$

stałe stropu

$$q_{1.2} := (10.6 + 6.3) \text{ kN/m} = 16.9 \cdot \text{kN/m}$$

zmienne stropu

$$q_{1.3} := (4.1 + 8.9) \text{ kN/m} = 13.0 \cdot \text{kN/m}$$

$$\Sigma q_1 := q_{1.1} + q_{1.2} + q_{1.3} = 66.2 \cdot \text{kN/m}$$

#### Ściana zewnętrzna 2

c. własny ściany i stropu

$$q_{2.1} := H_w \cdot d_{\text{sc2}} \cdot \gamma_{\text{bet}} + 5.0 \text{ kN/m} = 25.0 \cdot \text{kN/m}$$

stałe stropu

$$q_{2.2} := 3.5 \text{ kN/m}$$

zmienne stropu

$$q_{2.3} := 5.0 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma q_2 := q_{2.1} + q_{2.2} + q_{2.3} = 33.5 \cdot \text{kN/m}$$

### Średnie, charakterystyczne obc. jednostkowe gruntu

zbiornik pełny, bez zasypki gruntowej

$$\frac{G + A_w \cdot H_u \cdot \gamma_w}{A_f} + p_{\text{zm}} + p_{\text{st1}} = 58.9 \cdot \text{kPa}$$

zbiornik pełny zasypany

$$\frac{G + G_{\text{gr}} + \pi \cdot R_{2w}^2 \cdot H_u \cdot \gamma_w}{A_f} + p_{\text{zm}} + p_{\text{st1}} = 63.1 \cdot \text{kPa}$$

zbiornik pusty zasypany

$$\frac{G + G_{\text{gr}}}{A_f} + p_{\text{zm}} + p_{\text{st1}} = 29.1 \cdot \text{kPa}$$

## Współczynnik sprężystości gruntów

### Uwarstwienie gruntu

Warstwa	Nazwa	Poziom	Mięższczość	IL/ID	Symbol konsolidacji	Typ wilgotności
		(m)	(m)			
1	Piasek drobny	0,00	---	0,65	---	mokre

Pozostałe parametry gruntu:

Warstwa	Nazwa	Spójność	Kąt tarcia	Ciężar obj.	Mo	M
		(MPa)	(Deg)	(kN/m <sup>3</sup> )	(MPa)	(MPa)
1	Piasek drobny	0,00	31,2	19,00	81,37	101,71

### Średni współczynnik sprężystości dla gruntu uwarstwowionego

$$K = 16646,90 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

### Zastępczy współczynnik sprężystości

Dla płyty fundamentowej o wymiarach 11,5 \* 11,5 (m)

przy szacowanym obciążeniu fundamentu: 60 (kPa) **KZ = 16646,90 (kN/m<sup>3</sup>)**

### STROP:

(wartości obliczone metodą MES)

	momenty SGN	zbrojenie wymagane (teoretyczne)
<i>płyta wewnętrzna</i>		
dół:	$M_{xx} := -57.0 \text{ kNm}$	$A_{s\_xD} := 10.0 \text{ cm}^2$
	$M_{yy} := -8.5 \text{ kNm}$	$A_{s\_yD} := 2.0 \text{ cm}^2$
<i>płyta zewnętrzna</i>		
dół:	$M_{xx} := -19.9 \text{ kNm}$	$A_{s\_xD} := 5.6 \text{ cm}^2$
	$M_{yy} := -2.5 \text{ kNm}$	$A_{s\_yD} := 0.6 \text{ cm}^2$

*Uwaga: podano miarodajne wartości momentu i zbrojenia ale nie muszą pochodzić dokładnie z tych samych punktów płyty.*

*Zarysowanie  $a=0,2 \text{ mm}$  wystąpi tylko na dolnej powierzchni.*

### ŚCIANA ZEWNĘTRZNA:

$$R_{20} = 6.08 \text{ m} \quad H_w = 5.00 \text{ m} \quad H_u = 4.0 \text{ m} \quad d_{sc2} = 16 \cdot \text{cm}$$

*Pionowe naprężenia ściskające w ścianie oraz poziome naprężenia ściskające od parcia gruntu są pomijalnie małe.*

*maks. obl. siła rozciągająca w ścianie (SGU) - wynik z MES*

$$N_w := 230 \text{ kN/m}$$

*zbrojenie wymagane*

$$A_s := \frac{1.1 N_w}{f_{yd}} = 6.02 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$0.5 \cdot A_s = 3.01 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

*przyjęto zbrojenie ściany*

$$\phi = 12 \cdot \text{mm} \quad s = 150 \cdot \text{mm}$$

$$A_{s,rz} = 7.54 \cdot \text{cm}^2$$

*nośność ściany*

$$N_R := f_{yd} \cdot 2 \cdot A_{s,rz} = 633.3 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{N_w \cdot (\text{m})}{N_R} = 0.36 < 1$$

*min. grubość ściany*

$$d_{\min} := \frac{N_w}{f_{ctk}} = 10.5 \cdot \text{cm}$$

$$\leq d_{sc2} = 16.0 \cdot \text{cm}$$

### Sprawdzenie połączenia pętlowego

pętla połączenia  $\phi = 12 \cdot \text{mm}$

długość zakotwienia pręta w ścianie

$$f_{bd} := 3.4 \text{ MPa} \quad - \text{ dla betonu B45 i stali żebrowanej } \phi \leq 32 \text{ mm}$$

$$l_b := \frac{\phi}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \cdot 150\% = 55.6 \cdot \text{cm}$$

$$l_{bd} := 1 \cdot l_b \cdot \frac{A_s \cdot (\text{m})}{2 \cdot A_{s,rz}} = 22.2 \cdot \text{cm}$$

$$l_s := 1.4 l_{bd} = 31.1 \cdot \text{cm} \quad \text{przyjęto długość zakładu } l_s = 50 \text{ cm}$$

### **Beton zalewowy B45**

rzeczywiste naprężenie w pętli  $\sigma_{yd} := \frac{N_w \cdot (\text{m})}{N_R} \cdot f_{yd} \quad \sigma_{yd} = 152.5 \cdot \text{MPa}$

rzeczywista średnica pętli  $\Phi := d_{sc2} - 2 \cdot (25 \text{ mm} + \phi)$

$$\Phi_{r,1} := 1.57 \phi \cdot \frac{\sigma_{yd}}{f_{cd}} \cdot \sqrt{\frac{\phi}{s}} \quad \Phi_{r,1} = 35 \cdot \text{mm} \quad \left| \begin{array}{l} \leq \\ \Phi = 86 \cdot \text{mm} \end{array} \right.$$
$$\Phi_{r,2} := 4 \cdot \phi \quad \Phi_{r,2} = 48 \cdot \text{mm}$$

zbrojenie pionowe 6 # 12  $A_{s,pion} := 6.79 \text{ cm}^2$

### ŚCIANA WEWNĘTRZNA:

$$R_{10} = 2.58 \text{ m} \quad H_w = 5.00 \text{ m} \quad H_u = 4.0 \text{ m} \quad d_{sc1} = 15 \cdot \text{cm}$$

Pionowe naprężenia ściskające w ścianie są pomijalnie małe.

maks. obl. siła rozciągająca w ścianie (SGU) - wynik z MES  $N_w := 110 \text{ kN/m}$

zbrojenie wymagane  $A_s := \frac{1.1 N_w}{f_{yd}} = 2.88 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad 0.5 \cdot A_s = 1.44 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

przyjęto zbrojenie ściany  $\phi = 10 \cdot \text{mm} \quad s = 150 \cdot \text{mm} \quad A_{s,rz} = 5.24 \cdot \text{cm}^2$

nośność ściany  $N_R := f_{yd} \cdot 2 \cdot A_{s,rz} = 439.8 \cdot \text{kN} \quad \frac{N_w \cdot (\text{m})}{N_R} = 0.25 < 1$

min. grubość ściany  $d_{\min} := \frac{N_w}{f_{ctk}} = 5.0 \cdot \text{cm} \leq d_{sc1} = 15.0 \cdot \text{cm}$

Siła ściskająca pozioma od parcia gruntu jest pomijalnie mała

Maksymalne obciążenie łącznika śrubowego  $P := 26.0 \text{ kN}$

### PŁYTA DENNA:

Beton fundamentu:  $f_{ck,B37} := 30.0\text{MPa}$   $f_{ctk,B37} := 2.00\text{MPa}$   $f_{ctm,B37} := 2.90\text{MPa}$   
 $C30/37$   $f_{cd,B37} := 20.0\text{MPa}$   $f_{ctd,B37} := 1.33\text{MPa}$   $E_{cm,B37} := 32\text{GPa}$

Stal A-IIIIN (RB500W):  $f_{yk} := 500.0\text{MPa}$   $f_{yd} := 420.0\text{MPa}$   
 $f_{tk} := 550.0\text{MPa}$   $E_s := 200\text{GPa}$   $n := \frac{E_s}{E_{cm,B37}} = 6.3$

### Zbrojenie minimalne płyty dennej:

- parametry przekroju  $h := d_f = 30\text{cm}$   $b := 100\text{cm}$   $c := 40\text{mm}$   
- zbrojenie  $\phi = 10\text{mm}$   $d := h - c - 0.5\phi = 25.5\text{cm}$   
- warunek 6.2 (PN-B-03264:2002)  $k := 0.8$  - odkształc. wymuszone przyczynami wewnętrznymi  
 $\sigma_{s,lim} = 260.0\text{MPa}$  dla  $a_{dop} = 0.1\text{mm}$   $\phi = 10\text{mm} \leq \text{tab 12 PN}$   
- rozciąganie (skurcz):  $f_{ct,eff,B37} := 0.5f_{ctm,B37}$   $k_c := 0.8$   $A_{ct} := h \cdot b = 3000\text{cm}^2$   
 $A_{s,min} := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff,B37} \cdot \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}}$   $0.5A_{s,min} = 5.35\text{cm}^2$   
- zginanie:  $f_{ct,eff,B37} := f_{ctm,B37}$   $k_c := 0.4$   $A_{ct} := 0.5 \cdot h \cdot b = 1500\text{cm}^2$   
 $A_{s,min} := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff,B37} \cdot \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}}$   $A_{s,min} = 5.35\text{cm}^2$   
- warunek 4.8 PN  
- zginanie:  $d = 25.5\text{cm}$   $h = 30.0\text{cm}$   
 $A_{s,min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm,B37}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d$   $A_{s,min} = 3.85\text{cm}^2$   
 $A_{s,min} := 0.13\% \cdot b \cdot d$   $A_{s,min} = 3.32\text{cm}^2$   
- rozciąganie  $A_{s,min} := 0.2\% \cdot b \cdot h$   $0.5A_{s,min} = 3.00\text{cm}^2$   
  
**PRZYJĘTO ZBROJENIE MINIMALNE:**  
górną i dolną #10co125 oraz dodatek włókien PP do betonu w celu ograniczenia skurczu.  $A_{s,min} := 6.28\text{cm}^2$

### Wyniki wymiarowania MES dla płyty dennej:

moment zginający	zbrojenie wymagane (teoretyczne)	zbrojenie przyjęte
$M_g := 31.3\text{kNm}$	$A_{s_g} := 3.9 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$	#10co125
$M_d := -22.0\text{kNm}$	$A_{s_d} := 2.8 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$	#10co125

Zarysowanie płyty nie wystąpi.

## 4. UWAGI KOŃCOWE

Wszystkie prace produkcyjne i montażowe należy wykonać zgodnie z polskim prawem budowlanym, Polskimi Normami, przepisami BHP oraz Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlano - Montażowych.

opracowali:

mgr inż. Bogusław Kowalczyk

mgr inż. Piotr Rybak

sprawił:

inż. Tomasz Korytowski