

„ARCHiPLAN” Piotr Rybak
ul. Warszawska 163/72, 05-300 Mińsk Mazowiecki
tel. +48-510 124 509

ZPHU „STOLBUD” Paweł Rybak
Mienia 281, 05-319 Ceglów
tel. +48 25 759 9730
biuro@stolbud.net www.stolbud.net

PROJEKT TECHNICZNY

OBIEKT:

Rozbudowa Stacji Uzdatniania Wody w Smolcu
działka nr 510/1 obręb Smolec, gmina Kąty Wrocławskie

ZAKRES OPRACOWANIA:

Zbiornik wyrównawczy wody uzdatnionej

INWESTOR:

ZGK Kąty Wrocławskie Sp. z o.o.
ul. 1 Maja 26B, 55-080 Kąty Wrocławskie

BRANŻA:

KONSTRUKCYJNA

	<i>DATA</i>	<i>PODPIS</i>
<i>PROJEKTOWAŁ:</i>		
Tomasz Pękała uprawnienia nr 96/02/DUW	03-2022	
<i>OPRACOWAŁ:</i>		
Tomasz Pękała uprawnienia nr 96/02/DUW	03-2022	
<i>SPRAWDZIŁ:</i>		
Agnieszka Marks-Pękała uprawnienia nr 10/02/DUW	03-2022	

SPIS TREŚCI PROJEKTU

ZAŁĄCZNIKI

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

CZEŚĆ OPISOWA

- **Opis techniczny**
 - 1. Dane ogólne..... 4
 - 1.1. Nazwa i adres inwestycji, zakres opracowania 4
 - 1.2. Inwestor 4
 - 2. Podstawa opracowania 4
 - 3. Zakres opracowania..... 5
 - 4. Część konstrukcyjno-budowlana..... 5
 - 4.1. Konstrukcja..... 5
 - 4.2. Materiały..... 5
 - 4.3. Geometria 5
 - 4.4. Założenia obliczeniowe 5
 - 4.4.1. Schematy statyczne:..... 5
 - 4.4.2. Obciążenia: 6
 - 4.4.3. Warunki gruntowo-wodne: 6
 - 4.5. Kategoria geotechniczna obiektu..... 6
 - 4.6. Posadowienie 6
 - 4.7. Płyta denna 6
 - 4.8. Szczelność 7
 - 4.9. Izolacje..... 7
 - 4.10. Zabezpieczenie antykorozyjne 8
 - 4.11. Składowanie i transport..... 8
 - 4.12. Montaż prefabrykatów 8
 - 4.13. Otwory technologiczne 8
 - 4.14. Wyposażenie zbiornika 9
 - 4.15. Odbiór zbiornika 9
 - 5. Warunki użytkowania zbiornika 9
 - 6. Wyciąg z obliczeń statycznych 10
 - 7. Uwagi końcowe..... 14

CZEŚĆ RYSUNKOWA

- 1. Rzut dna, przekroje skala 1:100
- 2. Rzut stropodachu, widoki elewacji skala 1:100
- 3. Schematy połączeń skala 1:10
- 4. Zbrojenie płyty dennej skala 1:50(25)

OŚWIADCZENIE

faza: projekt techniczny

obiekt: Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody w Smolcu
działka nr 510/1 obręb Smolec, gmina Kąty Wrocławskie

inwestor: ZGK Kąty Wrocławskie Sp. z o.o.
ul. 1 Maja 26B, 55-080 Kąty Wrocławskie

zakres oprac.: Zbiornik retencyjny wody uzdatnionej

branża: konstrukcyjna

Zgodnie z art. 20 ust. 4 Ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414 z późn. zm.) oświadczam, że w/w projekt budowlany został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami, oraz zasadami wiedzy technicznej.

projektant:

sprawdzający:

OPIS TECHNICZNY

1. Dane ogólne

1.1. Nazwa i adres inwestycji, zakres opracowania

Modernizacja Stacji Uzdatniania Wody w Smolcu
działka nr 510/1 obręb Smolec, gmina Kąty Wrocławskie
Zbiornik retencyjny wody uzdatnionej

1.2. Inwestor

ZGK Kąty Wrocławskie Sp. z o.o.
ul. 1 Maja 26B, 55-080 Kąty Wrocławskie

2. Podstawa opracowania

Podstawy formalne:

- ♦ zlecenie i uzgodnienia z generalnym wykonawcą projektu: Nexen Technology Sp. z o.o.
- ♦ uzgodnienia z producentem prefabrykatów ZPHU STOLBUD Paweł Rybak, Mienia 281, 05-319 Cegłów, tel. 025-759 97 30, www.stolbud.net, biuro@stolbud.net
- ♦ Dokumentacja badań podłoża gruntowego wraz z opinią geotechniczną dla potrzeb rozpoznania warunków gruntowo-wodnych w podłożu projektowanej rozbudowy stacji uzdatniania wody na terenie działki nr 510/1, obręb Smolec, w gminie Kąty Wrocławski, pow. wrocławskim, woj. dolnośląskie. Geosfera K. Okruta D. Niemczyński S.C.
- ♦ uzgodnienia międzybranżowe.

Normy (podstawowe):

- ♦ PN-EN 1997-1:2008/Ap2..... Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- ♦ PN-B-03020:1981..... Grunty budowlane - posadowienie bezpośrednie budowli - obliczenia statyczne i projektowanie.
- ♦ PN-81/B-03020..... Posadowienie bezpośrednie budowli.
- ♦ 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..... Obc. w obliczeniach statycznych. Obc. śniegiem
- ♦ PN-88/B-02014..... Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.
- ♦ PN-EN 206+A2:2021-08..... Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- ♦ PN-B-06265:2018-10..... Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność – Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A1:2016-12
- ♦ PN-B-03264:2002/Ap1..... Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- ♦ PN-B-10702:03.1999..... Wodociągi i kanalizacja. Zbiorniki Wymagania i badania.

3. Zakres opracowania

Projekt techniczny konstrukcji zbiornika wyrównawczego wody uzdatnionej $\varnothing_{wew} = 12,00\text{m}$ $V_u = 475 \text{ m}^3$ w Smolcu

Projekt opracowano w zakresie pozwalającym na uzyskanie wykonanie robót budowlano-montażowych na terenie budowy. Rysunki warsztatowe prefabrykatów wykonuje producent prefabrykatów w uzgodnieniu z autorem niniejszego opracowania.

Projekt wykonano w oparciu o materiały techniczne i profil produkcji firmy ZPHU STOLBUD Paweł Rybak. Dopuszcza się zastosowanie rozwiązań równoważnych jednak w takim przypadku należy sporządzić projekt zamienny.

4. Część konstrukcyjno-budowlana

4.1. Konstrukcja

Konstrukcja zbiornika składa się z prefabrykowanych elementów ściennych (wycinki walca) ustawionych na monolitycznej płycie dennej oraz z płyt stropowych opartych na ścianach i środkowym słupie. Elementy ścienne są zespolone między sobą połączeniami pętlowymi z prętów żebrowanych zalanych betonem, natomiast z monolityczną płytą denną wieńcem obwodowym betonowanym po zmontowaniu prefabrykatów.

4.2. Materiały

Beton:

- płyta denna: C25/30, W8, XC4 (z mikro włóknami PP w ilości $0,9 \text{ kg/m}^3$, w okresie wysokich letnich temperatur zaleca się stosowanie cementu wolnowiążącego)

- prefabrykaty: C35/45, W8, XC4 (atest PZH dopuszczający kontakt z wodą czystą),

Stal: A-IIIIN

Wszystkie użyte materiały powinny posiadać certyfikaty dopuszczające do stosowania w budownictwie zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych, natomiast materiały mające kontakt z wodą lub skropliną występującą w zbiorniku dodatkowo muszą posiadać odpowiedni atest PZH.

4.3. Geometria

- ♦ średnica wew. /zew. (konstrukcji) 12,00 / 12,32 m
- ♦ średnicazew. (z ociepleniem) 12,52 m
- ♦ wysokość wew. (ściany) 5,00 m
- ♦ pojemność całkowita/użytkowa 550 / ~475 m^3
- ♦ najcięższy element 7,39 t

4.4. Założenia obliczeniowe

4.4.1. Schematy statyczne:

- ♦ Strop – płyty swobodnie oparte na ścianie i głowicy słupa wew. wymiarowane wg teorii sprężystości.
- ♦ Ściana – powłoka walcowa oparta na płycie dennej wymiarowana wg teorii sprężystości z uwzględnieniem zaburzeń brzegowych na krawędziach i połączeniach.
- ♦ Słup – słup żelbetowy o węzłach przegubowo-nieprzesuwnych wymiarowany z uwzględnieniem wyboczenia.

- ♦ Płyta denna – 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.

4.4.2. Obciążenia:

Zbiornik zaprojektowano dla następujących obciążeń:

- ♦ ciężar własny $\gamma_{bet}=25,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_f=1,1$
- ♦ obciążenie stałe stropu (warstwy stropodachu) $q=2,5 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f=1,5$
- ♦ obciążenie śniegiem dla II strefy $S_k=0,9*0,8$ $=0,72 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f=1,5$
- ♦ obciążenie technologiczne stropu $q=2,0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f=1,5$
- ♦ woda w zbiorniku $H_u=4,20\text{m}$ $\gamma=10,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_f=1,1$
- ♦ obciążenie naziomu wkoło zbiornika $q=5,0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f=1,5$

4.4.3. Warunki gruntowo-wodne:

Na podstawie opinii geotechnicznej przyjęto, że konstrukcja będzie posadowiona w prostych warunkach gruntowo-wodnych. Ze względu na płytkie posadowienie fundamentu należy wierzchnią warstwę gruntów organicznych i nasypów niebudowlanych wymienić na nasyp budowlany z pospółki układanej i zagęszczanej warstwami do $I_s=0,99$.

Poniżej projektowanego nasypu zalegają gliny piaszczyste w stanie twardoplastycznym o miąższości ok. 0,7m i dalej piaski grube w stanie średnio zagęszczonym których do głębokości 3,0 m ppt nie przewiercono. Wody gruntowej nie nawiercono. Profile otworów badawczych umieszczono na rysunku K1 obok przekroju, szczegóły wg w/w opinii geotechnicznej.

4.5. Kategoria geotechniczna obiektu

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu z dnia 25.04.2012 r. (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 463), projektowany obiekt należy zaliczyć do II kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych.

4.6. Posadowienie

Zbiornik posadowiony będzie na monolitycznej płycie dennej w kształcie koła na nasypie budowlanym.

- rzędna terenu (skarpy) 133,00 m npm
 - rzędna terenu poza skarpy 132,13 m npm
 - rzędna dna (wierzch płyty) $\pm 0,00 = 131,98$ m npm
 - rzędna posadowienia zbiornika 131,68 m npm
- Średnie, charakterystyczne obciążenie gruntu pod zbiornikiem nie przekroczy 65 kPa.

4.7. Płyta denna

Zaprojektowano płytę denną gr. 30 cm z betonu C25/30. Zbrojenie z prętów żebrowanych A-IIIN układanych w dwóch siatkach ortogonalnych dołem i górą wykonać z zachowaniem otuliny $c_{min}=40\text{mm}$ ($c_{nom}=50\text{mm}$) wg właściwych rysunków wykonawczych.

Po wykonaniu wykopu i nasypu ustawić prefabrykowane studzienki, uzupełnić nasyp przy studzienkach do właściwej wysokości oraz ułożyć podkład z chudego betonu i izolację. Na połączeniu studzienek i płyty dennej w prefabrykaty wkleić za pomocą żywicy epoksydowej pręty A-IIIN oraz uszczelnić styk systemową taśmą np. WATERSTOP-RX101.

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

UWAGA: Wymagana dokładność dla płyty dennej:

- poziom płyty na obwodzie w miejscu ustawienia prefabrykatów:	± 5 mm
- ustawienie strzemion na obwodzie (odchyłka od promienia):	± 10 mm

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

Pielęgnację betonu rozpocząć (zależnie od warunków atmosferycznych) od 8 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 po uprzednim oczyszczeniu szalunku z kurzu, piasku itp. oraz obfitym polaniu wodą, natomiast przed montażem powierzchni płyty w miejscu ustawienia ścian należy oczyścić z mleczka cementowego np. lancą wodną lub przez szlifowanie

4.8. Szczelność

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

Szczelność połączeń elementów zbiornika zapewnia:

- ♦ kauczukowo-bentonitowy sznur uszczelniający typu BENTOSIL – SILIKO Sp. z o.o.,
- ♦ butylowy sznur uszczelniający typu SILBUT-Uni – SILIKO Sp. z o.o.,
- ♦ taśma dylatacyjna typu Izolex TU 120/70,
- ♦ zaprawa klejowa typu Ceresit CR65,
- ♦ masa uszczelniająca typu Sikaflex-Pro3.

Dopuszcza się zastosowanie przez Producenta innych równoważnych systemów uszczelnień.

UWAGA: Taśmy uszczelniające butylowe i bentonitowe nie posiadają atestu PZH dopuszczającego kontakt z wodą pitną w związku z tym muszą być całkowicie przykryte przez beton lub zaprawę klejową tak by nie miały kontaktu z magazynowaną wodą ani ze skropliną.

4.9. Izolacje

Izolacja dna od spodu	– 2 x folia budowlana,
Izolacja ścian od zew.	– mineralna np. Schomburg Aquafin-1K (poniżej gruntu i na cokole) lub bitumiczna nieagresywna dla styropianu np. Schomburg Asol-FE,
Izolacja wewnętrzna	– np. Schomburg Aquafin-2K lub –IC lub równoważna posiadająca właściwy atest PZH (wyprawę położyć na wszystkich elementach monolitycznych).
Pokrycie stropu	– papa termozgrzewalna wierzchnia + papa podkładowa na zagruntowanej szlachcie betonowej,

Izol. termiczna stropu	– styropian EPS-100-38/DACH gr. 10cm,
Izol. termiczna ścian	– styropian EPS-70-38 gr. 10cm, na cokole i poniżej gruntu styropian hydrofobizowany EPS-P-150-40/FUNDAMENT gr. 8cm

W przypadku zastosowania do produkcji prefabrykatów betonu nie posiadającego atestu PZH należy zastosować wyprawy na wszystkich powierzchniach wewnętrznych.

Dopuszcza się zastosowanie innych rozwiązań systemowych ocieplenia, izolacji przeciwwilgociowych i pokrycia dachu po konsultacji z projektantem. Wszystkie materiały izolacyjne stosować zgodnie z zaleceniami producentów.

4.10. Zabezpieczenie antykorozyjne

Wewnątrz zbiornika występuje środowisko klasy XC4 wg PN-B-03264:2002, przewidziano ochronę materiałowo-strukturalną zbrojenia oraz izolacje powierzchniowe j.w.

W prefabrykatach zaprojektowano otulinę zbrojenia $c_{min}=25$ mm, beton C35/45, W8, $w/c \leq 0,55$, min. 300 kg cementu na 1 m^3 betonu, oraz maksymalne rozwarście rys w betonie $w_{lim} = 0,1$ mm dla ścian i $w_{lim} = 0,2$ mm dla stropu.

W monolitycznej płycie dennej zaprojektowano otulinę zbrojenia $c_{min}=40$ mm ($c_{nom}=50\text{mm}$), beton C25/30, W8, $w/c \leq 0,55$; min. 300 kg cementu na 1 m^3 betonu, oraz maksymalne rozwarście rys w betonie $w_{lim} = 0,1$ mm (od spodu $w_{lim} = 0,2$ mm).

4.11. 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. Przez cały czas od produkcji do wmontowania na budowie elementy muszą mieć zapewnioną stateczność, oraz żaden z ich przekrojów nie może być nadmiernie wyężony czy odkształcony.

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

4.12. Montaż prefabrykatów

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

Na płycie dennej ustawić prefabrykaty ściennie rozkładając jednocześnie taśmy uszczelniające i zaprawę mineralną i zabetonować pionowe połączenia pętlowe oraz wieńce obwodowe płyty dennej. Po związaniu betonu można ustawić płyty stropowe oraz wykonać prace izolacyjne i wykończeniowe. Kolejność operacji wzajemnie nie kolidujących można zamieniać.

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

4.13. Otwory technologiczne

W prefabrykatach można wycinać otwory do średnicy $\varnothing 200$ mm bez wykonywania dodatkowych wzmocnień wokół otworu pod warunkiem zachowania minimalnych odległości:

- ♦ 25 cm od krawędzi poziomej prefabrykatów ściennych
- ♦ 100 cm od krawędzi pionowej prefabrykatów ściennych

- ♦ 4 x Ø „w świetle” między otworami
- ♦ 50 cm od krawędzi płyt stropowych i włączów.

Otwory nie spełniające w/w warunków wymagają indywidualnej analizy projektowej lub uzgodnienia z projektantem, albo producentem prefabrykatów.

4.14. Wyposażenie zbiornika

Zbiornik należy wyposażać w:

- ♦ włązy, barierki ochronne, drabiny zewnętrzne i wewnętrzne,
- ♦ wyposażenie technologiczne wykonać wg projektów branżowych.

Elementy wewnętrzne wyposażenia wykonać ze stali nierdzewnej.

Wyposażenie mocować do ścian zbiornika kotwami wklejanymi (rozwiązanie zalecane) lub kotwami rozporowymi osadzonymi nie głębiej niż połowa grubości wierconego elementu (ściany/płyty).

4.15. Odbiór zbiornika

Odbiory pośrednie prac budowlano montażowych oraz próbę szczelności zbiornika 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 oraz po wykonaniu izolacji wewnętrznych (przed wykonaniem obsypki gruntowej).

5. Warunki użytkowania zbiornika

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, a w przypadku wyłączenia obiektu z użytkowania nie można dopuścić do zamarznięcia wody w nim zgromadzonej i parcia lodu na ściany.

6. Wyciąg z obliczeń statycznych

Materiały:

Beton klasy B45:	$f_{ck} := 35.0 \text{ MPa}$	$f_{ctk} := 2.2 \text{ MPa}$	$f_{ctm} := 3.2 \text{ MPa}$
	$f_{cd} := 23.3 \text{ MPa}$	$f_{ctd} := 1.47 \text{ MPa}$	$E_{cm} := 34 \text{ GPa}$
Stal A-IIIIN:	$f_{yk} := 395 \text{ MPa}$	$f_{yd} := 350 \text{ MPa}$	$f_{tk} := 500 \text{ MPa}$
	$E_s := 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$	$n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 5.9$	

gęstość betonu, wody
i gruntu (zasyпка)

$$\gamma_b := 25 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma_w := 10.0 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma_{gr} := 18.0 \text{ kN/m}^3$$

Warunki gruntowo-wodne.

Do obliczeń przyjęto zasypkę grunt.
o śred. parametrach:

$$\gamma_{gr} = 18.0 \text{ kN/m}^3 \quad \Phi_u := 30 \text{ deg} \quad I_D := 0.5$$

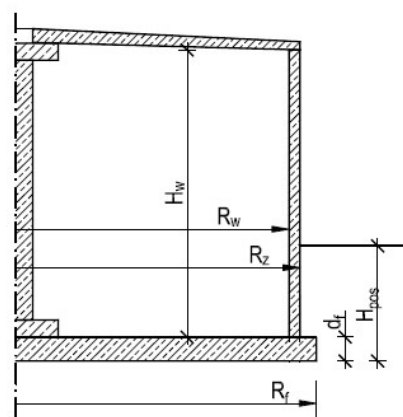
$$\xi_1 := 1 \quad \xi_2 := 1 \quad \xi_3 := 1$$

wsp. parcia statycznego

$$K_o := \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 \cdot (1 - \sin(\Phi_u)) = 0.50$$

Geometria:

wys. wew. / użytkowa	$H_w := 5.00 \text{ m}$	$H_u := 4.20 \text{ m}$
promień głowicy słupa	$R_{1z} := 0.62 \text{ m}$	
grubość ściany	$d_{sc} := 16 \text{ cm}$	
promień ściany	$R_w = 6.00 \text{ m}$	
$R_o = 6.08 \text{ m}$	$R_z = 6.16 \text{ m}$	
gr. stropu	$d_{st1} := 25 \text{ cm}$	$d_{st2} := 15 \text{ cm}$
grubość pł. fundam.	$d_f := 30 \text{ cm}$	
pł. fund.	$R_f := 6.45 \text{ m}$	
	$A_f := \pi \cdot R_f^2 = 130.7 \cdot \text{m}^2$	



głębokość posadow.

$$H_{pos} := 1.32 \text{ m}$$

$$A_w := \pi R_w^2 = 113.1 \cdot \text{m}^2 \quad V_c := A_w \cdot H_w = 565 \cdot \text{m}^3$$

$$A_z := \pi R_z^2 = 119.2 \cdot \text{m}^2 \quad V_u := A_w \cdot H_u = 475 \cdot \text{m}^3$$

Ciężar elementów składowych

ciężar stropu (stożek 15~25)	$g_{str} := \pi \cdot R_z^2 \cdot \left[d_{st2} + \left[\frac{1}{3} \cdot (d_{st1} - d_{st2}) \right] \right] \cdot \gamma_b$	$g_{str} = 546 \cdot \text{kN}$
ciężar ścian	$g_{sc} := 2 \pi \cdot R_o \cdot d_{sc} \cdot H_w \cdot \gamma_b$	$g_{sc} = 764 \cdot \text{kN}$
ciężar słupa	$g_{sl} := (0.5 \text{ m})^2 \cdot (H_w - 2 \cdot 0.30 \text{ m}) \cdot \gamma_b$	$g_{sl} = 27.5 \cdot \text{kN}$
ciężar głowicy/podstawy	$g_{gl} := 2 \left(\pi R_{1z}^2 \cdot 0.30 \text{ m} \right) \cdot \gamma_b$	$g_{gl} = 18.1 \cdot \text{kN}$
ciężar pł. dennej	$g_f := A_f \cdot d_f \cdot \gamma_b$	$g_f = 980 \cdot \text{kN}$
razem:	$G := g_{str} + g_{sc} + g_{sl} + g_{gl} + g_f$	$G = 2336 \cdot \text{kN}$
ciężar gruntu na wieńcu	$G_{gr.f} := (A_f - A_z) \cdot (H_{pos} - d_f) \cdot \gamma_{gr}$	$G_{gr.f} = 211 \cdot \text{kN}$

Zestawienie obciążeń

przyjęto obc. zmienne stropu

$$p_{zm} := 3.0 \cdot \text{kN/m}^2$$

przyjęto obc. stałe stropu

$$p_{st} := 2.5 \cdot \text{kN/m}^2$$

parcie wody

$$p_w := H_u \cdot \gamma_w = 42.0 \cdot \text{kN/m}^2$$

parcie gruntu

$$p_{gr} := H_{pos} \cdot \gamma_{gr} \cdot K_o = 11.9 \cdot \text{kN/m}^2$$

ciężar gruntu na wieńcu

$$g_{gr} := (H_{pos} - d_f) \gamma_{gr} = 18.4 \cdot \text{kN/m}^2$$

Obc. płyty dennej

Słup wewnętrzny

c. własny słupa i stropu

$$P_{1,1} := g_{st} + 14 \cdot 14.8 \text{ kN} = 234.7 \cdot \text{kN}$$

stałe stropu

$$P_{1,2} := 14 \cdot 7.44 \text{ kN} = 104.2 \cdot \text{kN}$$

zmienne stropu

$$P_{1,3} := 14 \cdot 8.92 \text{ kN} = 124.9 \cdot \text{kN}$$

$$\Sigma P_1 := P_{1,1} + P_{1,2} + P_{1,3} = 464 \cdot \text{kN}$$

Ściana zewnętrzna

$$R_o = 6.080 \text{ m}$$

c. własny ściany i stropu

$$q_{2,1} := H_w \cdot d_{sc} \cdot \gamma_b + 8.72 \text{ kN/m} = 28.7 \cdot \text{kN/m}$$

stałe stropu

$$q_{2,2} := 5.06 \cdot \text{kN/m}$$

zmienne stropu

$$q_{2,3} := 6.08 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma q_2 := q_{2,1} + q_{2,2} + q_{2,3} = 39.9 \cdot \text{kN/m}$$

Naprężenie jednostkowe w gruncie (charakterystyczne)

Średnie naprężenie jednostkowe

gruntu dla zbior. pełnego

bez z zasypki (próba szczelności)

$$\sigma_{zq,1} := \frac{G + A_w \cdot H_u \cdot \gamma_w}{A_f} = 54.2 \cdot \text{kPa}$$

Średnie naprężenie jednostkowe

gruntu dla zbior. pustego obsypanego

$$\sigma_{zq,2} := \frac{G + G_{gr,f}}{A_f} + p_{zm} = 22.5 \cdot \text{kPa}$$

Średnie naprężenie jednostkowe

gruntu dla zbior. pełnego obsypanego

$$\sigma_{zq,3} := \frac{G + A_z \cdot (p_{st} + p_{zm}) + G_{gr,f} + A_w \cdot H_u \cdot \gamma_w}{A_f} = 60.8 \cdot \text{kPa}$$

Współczynnik sprężystości gruntów

Uwarstwienie gruntu

Warstwa	Nazwa	Poziom (m)	Miągższłość (m)	IL/ID	Symbol konsolidacji	Typ wilgotności
1	Pospółka rzeczna	0,00	1,20	0,65	---	mało wilgotne
2	Gлина piaszczysta	-1,20	0,70	0,30	B	---
3	Piasek gruby	-1,90	---	0,40	---	mało wilgotne

Pozostałe parametry gruntu:

Warstwa	Nazwa	Spójność (MPa)	Kąt tarcia (Deg)	Ciężar obj. (kN/m ³)	Mo (MPa)	M (MPa)
1	Pospółka rzeczna	0,00	39,5	17,50	184,36	184,36
2	Gлина piaszczysta	0,03	16,4	21,00	29,13	38,85
3	Piasek gruby	0,00	32,4	17,00	80,31	89,23

Średni współczynnik sprężystości dla gruntu uwarstwowionego

$$K = 11801,70 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

Zastępczy współczynnik sprężystości

Dla płyty fundamentowej o wymiarach 11,43 * 11,43 (m)
przy szacowanym obciążeniu fundamentu: 61 (kPa)

$$KZ = 11801,70 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

STROP:

(wartości obliczone metodą MES)

moment zginający SGN

zbrojenie wymagane

$$M_d := 58.76 \text{ kNm}$$

$$A_{s,d} := 12.27 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

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

$$H_u = 4.20 \text{ m}$$

$$d_{sc} = 16.0 \cdot \text{cm}$$

maks. siła rozciągająca
w ścianie (w przybliżeniu)

$$N_w := 0.8 \cdot R_o \cdot H_u \cdot \gamma_w = 204 \cdot \text{kN/m}$$

$$A_s := \frac{1.2 N_w}{f_{yd}} = 7.0 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$0.5 \cdot A_s = 3.50 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

przyjęto zbrojenie
dolnej ściany

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

$$s = 150 \cdot \text{mm}$$

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

nośność ściany

$$N_R := f_{yd} \cdot 2 \cdot A_{s,rz} = 528 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{1.1 N_w \cdot (\text{m})}{N_R} = 0.43 < 1$$

min. grubość ściany

$$d_{\min} := \frac{N_w}{f_{ctk}} = 9.3 \cdot \text{cm}$$

 \leq

$$d_{sc} = 16.0 \cdot \text{cm}$$

Siła ściskająca pozioma
(w przybliżeniu)

$$p_g := H_{pos} \cdot \gamma_{gr} \cdot K_o = 11.9 \cdot \text{kN/m}^2$$

$$N_{gr} := 1.2 p_g \cdot R_z = 87.8 \cdot \text{kN/m}$$

$$\sigma := \frac{N_{gr}}{d_{sc}} = 0.5 \cdot \text{MPa}$$

 \ll

$$f_{cd} = 23.3 \cdot \text{MPa}$$

Siła ściskająca pionowa

$$P := 1.2 \cdot \Sigma q_2 = 47.8 \cdot \text{kN/m}$$

$$\sigma := \frac{P}{d_{sc}} = 0.3 \cdot \text{MPa}$$

 \ll

$$f_{cd} = 23.3 \cdot \text{MPa}$$

Zbrojenie pionowe (obustronnie) # 8 co 200 $A_s=2,52\text{cm}^2$ **Zakład prętów głównych**

długość zakotwienia/zakładu pręta w ścianie

$$f_{bd} := 3.4 \text{ MPa}$$

- dla betonu B45 i stali żebrowanej $\phi \leq 32\text{mm}$

$$l_b := \frac{\phi}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \cdot 150\% = 46.3 \cdot \text{cm}$$

$$l_{bd} := \max(1 \cdot l_b, 0.3 l_b, 10 \cdot \phi, 100\text{mm}) = 46.3 \cdot \text{cm}$$

$$l_s := 1.4 \cdot l_{bd} = 64.9 \cdot \text{cm}$$

 \Rightarrow przyjęto długość zakładu 75 cm**Sprawdzenie połączenia pętlowego**

rzeczywista średnica pętli

$$\Phi := d_{sc} - 2 \cdot (30\text{mm} + \phi) = 76 \cdot \text{mm}$$

rzeczywiste napężenie w pętli

$$\sigma_{y,rz} := \frac{N_w \cdot (1\text{m})}{2 A_{s,rz}} = 135 \cdot \text{MPa}$$

wartość przy pełnym
wykorzystaniu wytrzymał. stali

$$\Phi_{r,1a} := 1.57 \phi \cdot \frac{\sigma_{y,rz}}{f_{cd}} \cdot \sqrt{\frac{\phi}{s}} = 31 \cdot \text{mm}$$

$$\Phi_{r,1} := 1.57 \phi \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \cdot \sqrt{\frac{\phi}{s}} = 80 \cdot \text{mm}$$

$$\Phi_{r,2} := 4 \cdot \phi = 48 \cdot \text{mm}$$

$$\leq \Phi = 76 \cdot \text{mm}$$

zbrojenie pionowe 6 # 12

$$A_{s,pion} := 6.79 \text{cm}^2$$

Sprawdzenie ściany górnej

$$H_1 := 0.5 H_w = 2.50 \text{ m}$$

$$d_{sc} = 16.0 \cdot \text{cm}$$

$$H_u - H_1 = 1.70 \text{ m}$$

maks. siła rozciągająca
w ścianie (w przybliżeniu)

$$N_w := R_o \cdot (H_u - H_1) \cdot \gamma_w = 103 \cdot \text{kN/m}$$

$$A_s := \frac{1.2 N_w}{f_{yd}} = 3.5 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$0.5 \cdot A_s = 1.77 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

przyjęto zbrojenie
dolnej ściany

$$\phi = 10 \cdot \text{mm} \quad s = 150 \cdot \text{mm}$$

$$A_{s,rz} = 5.24 \cdot \text{cm}^2$$

nośność ściany

$$N_R := f_{yd} \cdot 2 \cdot A_{s,rz} = 367 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{1.1 N_w \cdot (m)}{N_R} = 0.31 < 1$$

PŁYTA DENNA

Materiały:

Beton klasy B30:

$$f_{ck,B30} := 25.0 \text{MPa}$$

$$f_{ctk,B30} := 1.80 \text{MPa}$$

$$f_{ctm,B30} := 2.60 \text{MPa}$$

$$f_{cd,B30} := 16.7 \text{MPa}$$

$$f_{ctd,B30} := 1.20 \text{MPa}$$

$$E_{cm,B30} := 31 \cdot \text{GPa}$$

Stal A-IIIN:

$$f_{yk} := 500.0 \text{MPa}$$

$$E_s := 200 \cdot \text{GPa}$$

$$n := \frac{E_s}{E_{cm,B30}} = 6.5$$

$$f_{tk} := 550.0 \text{MPa}$$

$$f_{yd} := 420.0 \text{MPa}$$

Przebiecie płyty dennej słupem

$$b_s := 50 \text{cm}$$

wymiary słupa

$$h := d_f = 30 \cdot \text{cm}$$

$$a := 60 \text{mm}$$

$$d := h - a = 24.0 \cdot \text{cm}$$

$$A := (b_s + 2d)^2 = 0.96 \cdot \text{m}^2$$

pole powierzchni odciętej
przekrojami przebiecia

$$u_p := 4(b_s + d) = 2.96 \cdot \text{m}$$

średnia arytmetyczna obwodów górnej i
dolnej powierzchni ścienia

$$N_{Sd} := \Sigma P_1 \cdot 1.3 = 603 \cdot \text{kN}$$

$$\leq N_{Rd} := f_{ctd,B30} \cdot u_p \cdot d = 852 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} = 0.71 < 1$$

Przekrój nie zbrojony na przebiecie

Zbrojenie minimalne płyty dennej:

- parametry przekroju

$$h := d_f = 30 \cdot \text{cm}$$

$$b := 100 \text{cm}$$

$$c := 50 \text{mm}$$

- zbrojenie

$$\phi = 10 \cdot \text{mm}$$

$$d := h - c - 0.5\phi = 24.5 \cdot \text{cm}$$

- warunek 6.2

(PN-B-03264:2002)

$$k := 0.8 \quad \text{- odkształc. wymuszone przyczynami wewnętrznymi}$$

$$\sigma_{s,lim} = 260.0 \cdot \text{MPa} \quad \text{dla} \quad w_{lim} = 0.1 \cdot \text{mm} \quad \phi = 10 \cdot \text{mm} \quad \leq \text{tab 12 PN}$$

<u>- rozciąganie (skurcz):</u>	$f_{ct,eff.B30} := 0.5f_{ctm.B30}$	$k_c := 1$	$A_{ct} := h \cdot b = 3000 \cdot cm^2$
	$A_{s,min} := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff.B30} \cdot \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}}$		$0.5A_{s,min} = 6.50 \cdot cm^2$
<u>- zginanie:</u>	$f_{ct,eff.B30} := f_{ctm.B30}$	$k_c := 0.4$	$A_{ct} := 0.5 \cdot h \cdot b = 1500 \cdot cm^2$
	$A_{s,min} := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff.B30} \cdot \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}}$		$A_{s,min} = 5.20 \cdot cm^2$
<u>- warunek 4.8 PN</u>			
<u>- zginanie:</u>	$d = 24.4 \cdot cm$	$h = 30.0 \cdot cm$	
	$A_{s,min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm.B30}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d$		$A_{s,min} = 3.30 \cdot cm^2$
	$A_{s,min} := 0.13\% \cdot b \cdot d$		$A_{s,min} = 3.17 \cdot cm^2$
<u>- rozciąganie</u>	$A_{s,min} := 0.2\% \cdot b \cdot h$		$0.5A_{s,min} = 3.00 \cdot cm^2$
<u>- przebiecie</u>	$A_{s,min} := 0.5\% \cdot b \cdot d$		$A_{s,min} = 12.20 \cdot cm^2$

Wyniki dla płyty dennej:

	<i>momenty zginające</i>	<i>zbrojenie teoretyczne</i>
<i>górze:</i>	$M_{max} := 35.1kNm$	$A_{s_G} := 4.50cm^2$
<i>dół - pod słupem:</i>	$M_{min} := -82.7kNm$	$A_{s_D} := 13.5cm^2$

Zarysowanie betonu wystąpi tyłek na dolnej powierzchni pod słupem.

Przyjęto zbrojenie:

<i>- górze:</i>	<i>#12co150</i>	<i>As=7,53cm2</i>
<i>- dołem:</i>	<i>#10co150</i>	<i>As=5,23cm2</i>
<i>- pod słupem u dołu:</i>	<i>#10CO150 + #12co100</i>	<i>As=16,53cm2</i>

7. 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.

opracował:

Tomasz Pękała