

SPIS TREŚCI PROJEKTU

CZEŚĆ OPISOWA

| | |
|--|----|
| • Opis techniczny | |
| 1. Dane ogólne | 40 |
| 1.1. Nazwa i adres inwestycji | 40 |
| 1.2. Inwestor | 40 |
| 2. Podstawa opracowania | 40 |
| 3. Zakres opracowania | 40 |
| 4. Część konstrukcyjno-budowlana | 41 |
| 4.1. Konstrukcja | 41 |
| 4.2. Materiały | 41 |
| 4.3. Geometria | 41 |
| 4.4. Założenia obliczeniowe | 41 |
| 4.4.1. Schematy statyczne: | 41 |
| 4.4.2. Obciążenia: | 41 |
| 4.4.3. Warunki gruntowo-wodne: | 42 |
| 4.5. Kategoria geotechniczna obiektu | 42 |
| 4.6. Posadowienie | 42 |
| 4.7. Płyta denna | 42 |
| 4.8. Szczelność | 43 |
| 4.9. Izolacje | 43 |
| 4.10. Zabezpieczenie antykorozyjne | 43 |
| 4.11. Składowanie i transport | 43 |
| 4.12. Montaż prefabrykatów | 44 |
| 4.13. Otwory technologiczne | 44 |
| 4.14. Wyposażenie zbiornika | 44 |
| 4.15. Odbiór zbiornika | 44 |
| 5. Wyciąg z obliczeń statycznych | 45 |
| 6. Warunki użytkowania zbiornika | 45 |
| 7. Uwagi końcowe | 49 |

CZEŚĆ RYSUNKOWA

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| 1. Rzut dna i przerój | skala 1:100 |
| 2. Zbrojenie płyty dennej | skala 1:50(25) |
| 3. Rzut stropodachu i widok | skala 1:100 |
| 4. Schematy połączeń | skala 1:10 |
| 5. Prefabrykaty | skala 1:50 |
| 6. Obudowa wjazdu | skala 1:20 |
| 7. Drabiny | |
| 8. Balustrada | |

OPIS TECHNICZNY

1. Dane ogólne

1.1. Nazwa i adres inwestycji

Rozbudowa, nadbudowa i przebudowa stacji uzdatniania wody i budowa dwóch zbiorników wody uzdatnionej o pojemności 200 m³ każdy w m. Czarnogłów, gm. Dobre

1.2. Inwestor

Wójt Gminy Dobre, 05-307 Dobre, ul. T. Kościuszki 1

2. Podstawa opracowania

Podstawy formalne:

- ♦ zlecenie i uzgodnienia z Inwestorem,
- ♦ uzgodnienia z producentem prefabrykatów ZPHU STOLBUD Paweł Rybak, Mienia 281, 05-319 Ceglów, tel. 025-759 97 30, fax 025-759 97 31, www.stolbud.net ,
- ♦ plan zagospodarowania terenu,
- ♦ uzgodnienia międzybranżowe,
- ♦ Opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego, projekt geotechniczny.

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 Obc. w obliczeniach statycznych. Obc. śniegiem
- ♦ PN-88/B-02014 Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.
- ♦ PN-EN 206:2016+A1 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- ♦
- ♦ PN-B-03264:2002/Apl Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- ♦ PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli.
- ♦ PN-B-10702:03.1999..... Wodociągi i kanalizacja. Zbiorniki Wymagania i badania.

Literatura (podstawowa):

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

3. Zakres opracowania

Projekt budowlany konstrukcji dwóch bliźniaczych zbiorników wody czystej $\varnothing_{wew} = 9,00m$ Vuż = ~200m³ dla stacji uzdatniania wody w m. Czarnogłów, gm. Dobre.

Projekt opracowano w zakresie pozwalającym na uzyskanie pozwolenia na budowę (załączenie do wniosku o pozwolenie na budowę razem z pozostałymi elementami dokumentacji), wykonanie robót budowlano montażowych na terenie budowy. Rysunki warsztatowe prefabrykatów wykonuje producent prefabrykatów w uzgodnieniu z autorem niniejszego opracowania.

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

4. Część konstrukcyjno-budowlana

4.1. Konstrukcja

Konstrukcja każdego ze zbiorników 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 (w okresie wysokich letnich temperatur stosować cement wolnowiążący)

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

Stal: A-IIIN (zbroj. główne) / A-0 (zbroj. pomocnicze)

Wszystkie materiały budowlane użyte do produkcji powinny posiadać atesty dopuszczające do stosowania zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych.

Wszystkie materiały stosowane w środku zbiornika mające kontakt z magazynowaną wodą lub skropliną muszą posiadać atest PZH dopuszczający kontakt z wodą czystą (przeznaczoną do spożycia przez ludzi).

4.3. Geometria

- ♦ średnica wew. /zew. (konstrukcji) 9,00 / 9,32 m
- ♦ średnicazew. (z ociepleniem) 9,56 m
- ♦ wysokość wew. (ściany) 4,00 m
- ♦ pojemność całkowita/użytkowa 255 / ~200 m³
- ♦ najcięższy element 5,6 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 wymiarowane wg teorii sprężystości z uwzględnieniem zaburzeń brzegowych na krawędziach i połączeniach.
- ♦ Słup – słup żelbetowy o schemacie przegubowo-nieprzesuwym 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) $q=2,0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f=1,5$
- ♦ obciążenie śniegiem dla II strefy $S_k=0,9 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f=1,5$
- ♦ obciążenie technologiczne stropu $q=2,0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f=1,5$
- ♦ woda w zbiorniku $H=4,00 \text{ m}$ $\gamma=10,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_f=1,1$
- ♦ 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. Zbiornik będzie posadowiony na poziomie istniejącego terenu i oskarpowany w celu zabezpieczenia przed przemarzaniem gruntu. Ze względu na płytkie posadowienie przewidziano wykonanie pod płytą denną podbudowy z pospółki zagęszczonej do $I_s=0,98$ o grubości $\sim 30\text{cm}$.

Poniżej podbudowy występują gliny pylaste i pospółki gliniaste w stanie plastycznym ($I_L=0,30$), których do głębokości 3,0m ppt nie przewiercono.

Wody gruntowej nie nawiercono.

Profil otworu geotechnicznego umieszczono obok przekroju zbiornika, szczegółowe informacje o podłożu są dostępne 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), ze względu na proste warunki gruntowe oraz nie skomplikowaną konstrukcję, projektowany obiekt należy zaliczyć do I kategorii geotechnicznej.

4.6. Posadowienie

Każdy ze zbiorników posadowiony będzie na monolitycznej płycie dennej w kształcie koła lub wielokąta na podbudowie z betonu C8/10 gr. min. 10cm oraz nasypie z pospółki gr. $\sim 30\text{cm}$ zagęszczonego warstwami do $I_s > 0,99$.

W celu zabezpieczenia fundamentu przed przemarzaniem zaprojektowano oskarpowanie zbiornika wysokości ok. 1,0m powyżej poziomu terenu.

| | |
|---|---------------------|
| - rzędna terenu | $\sim 118,90$ m npm |
| - rzędna skarpy | 120,35 m npm |
| - rzędna dna (wierzch płyty) | 119,55 m npm |
| - rzędna posadowienia zbiornika | 119,30 m npm |
| Średnie, charakterystyczne obciążenie gruntu pod zbiornikiem nie przekroczy 70,0 kPa. | |

4.7. Płyta denna

Zaprojektowano płytę denną gr. 25 cm z betonu C25/30. Zbrojenie z prętów żebrowanych A-IIIN układanych w dwóch siatkach ortogonalnych dołem i górą wykonać z zachowaniem otuliny $c_{\min}=40\text{mm}$ ($c_{\text{nom}}=50\text{mm}$) wg właściwych rysunków wykonawczych.

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 dla płyty dennej:

| | |
|--|---------------------|
| - poziom płyty na obwodzie w miejscu ustawienia prefabrykatów: | $\pm 5 \text{ mm}$ |
| - ustawienie strzemion na obwodzie (odchyłka od promienia): | $\pm 10 \text{ mm}$ |

Mieszankę 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 wieńiec obwodowy. Przed montażem powierzchnię płyty w miejscu ustawienia ścian oczyścić z mleczka cementowego np. łańcą wodną natomiast bezpośrednio przed betonowaniem wieńca dokładnie oczyścić z kurzu, piasku itp. oraz obficie poleć wodą.

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,
- ♦ wypełnienie spoin zaprawą klejową typu Ceresit CR65 lub Hydrolit ZH65.

Dopuszcza się zastosowanie przez Producenta innych równoważnych systemów uszczelnień.

UWAGA: Taśmy uszczelniające butylowe i bentonitowe muszą być całkowicie przykryte przez beton lub zaprawę klejową tak by nie miały kontaktu z magazynowaną wodą.

4.9. Izolacje

| | |
|------------------------|--|
| Izolacja dna od spodu | – 2 x folia bud., |
| 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 (wyprawę położyć na wszystkich elementach monolitycznych) wyprawa musi posiadać atest PZH dopuszczający kontakt z wodą czystą. |
| Pokrycie stropu | – papa termozgrzewalna wierzchnia + papa podkładowa na zagruntowanej szlichcie betonowej, |
| Izol. termiczna stropu | – styropian EPS-100-38/DACH gr. 10cm, |
| Izol. termiczna ścian | – wełna min. półtwarda 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 prefabrykatch zaprojektowano otulinę zbrojenia $c_{min}=20 \text{ mm}$, ($c_{nom}=25 \text{ mm}$), beton C35/45, W8, $w/c \leq 0,5$, min. 300 kg cementu na 1 m^3 betonu, oraz maksymalne rozwarście rys w betonie $w_{lim} = 0,1 \text{ mm}$ dla ścian i $w_{lim} = 0,2 \text{ mm}$ dla stropu.

W monolitycznej płycie dennej zaprojektowano otulinę zbrojenia $c_{min}=40 \text{ mm}$ ($c_{nom}=50 \text{ mm}$), beton C25/30, W8, $w/c \leq 0,5$; min. 300 kg cementu na 1 m^3 betonu, oraz maksymalne rozwarście rys w betonie $w_{lim} = 0,1 \text{ mm}$ (od spodu $w_{lim} = 0,2 \text{ mm}$).

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 ścienne rozkładając jednocześnie taśmy uszczelniające i zabetonować pionowe połączenia pętlowe oraz wieńce obwodowe płyty dennej. Po związaniu betonu można ustawić płyty stropowe oraz wykonać prace izolacyjne i wykończeniowe.

Obsypkę wokół zbiornika wykonywać z gruntów niespoistych równomiernie na całym obwodzie zagęszczając grunt warstwami. Skarpy pokryć humusem i obsadzić trawą.

4.13. Otwory technologiczne

W prefabrykatkach można wycinać otwory do średnicy Ø200 mm bez wykonywania dodatkowych wzmocnień wokół otworu pod warunkiem zachowania minimalnych odległości:

- ♦ 15 cm od krawędzi poziomej prefabrykatów ściennych
- ♦ 75 cm od krawędzi pionowej prefabrykatów ściennych
- ♦ 4 x Ø „w świetle” między otworami
- ♦ 30 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 wyposażyć w:

- ♦ włazy, 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 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. Obliczenia statyczne

Materiały:

| | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Beton klasy C35/45: | $f_{ck} := 35.0\text{MPa}$ | $f_{ctk} := 2.2\text{MPa}$ | $f_{ctm} := 3.2\text{MPa}$ |
| | $f_{cd} := 23.3\text{MPa}$ | $f_{ctd} := 1.47\text{MPa}$ | $E_{cm} := 34\text{GPa}$ |
| Stal A-IIIIN: | $f_{yk} := 395\text{MPa}$ | $f_{vd} := 350\text{MPa}$ | $f_{tk} := 500\text{MPa}$ |
| | $E_s := 2 \cdot 10^5\text{MPa}$ | $n := \frac{E_s}{E_{cm}}$ | $n = 5.9$ |

gęstość betonu, wody
i gruntu (zasyпка)

$$\gamma_b := 25\text{kN/m}^3 \quad \gamma_w := 10.0\text{kN/m}^3 \quad \gamma_{gr} := 19.0\text{kN/m}^3$$

Warunki gruntowo-wodne.

Do obliczeń przyjęto zasypkę grunt.
o śred. parametrach:

$$\gamma_{gr} = 19.0\text{ kN/m}^3 \quad \Phi_u := 30\text{deg} \quad I_D := 0.5$$

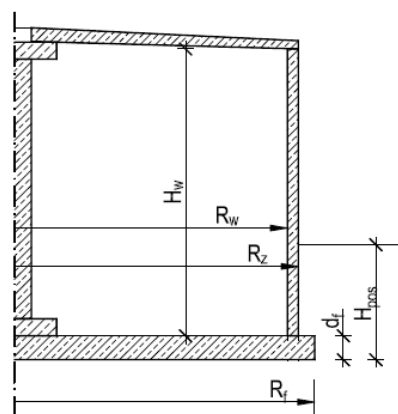
$$\xi_1 := 1 \quad \xi_2 := 1 \quad \xi_3 := 1$$

wsp. parcia statycznego

$$K_0 := \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 \cdot (1 - \sin(\Phi_u)) \quad K_0 = 0.50$$

Geometria:

| | | |
|-----------------------|--|--------------------------|
| wys. wew. / użytkowa | $H_w := 4.00\text{m}$ | $H_u := 3.50\text{m}$ |
| promień głowicy słupa | $R_{1z} := 0.62\text{m}$ | |
| grubość ściany | $d_{sc} := 16\text{cm}$ | |
| promień ściany | $R_w = 4.50\text{m}$ | |
| | $R_o = 4.58\text{m}$ | |
| gr. stropu | $d_{st1} := 20\text{cm}$ | $d_{st2} := 15\text{cm}$ |
| grubość pł. fundam. | $d_f := 25\text{cm}$ | |
| pł. fund. | $R_f := 4.95\text{m}$ | |
| | $A_f := \pi \cdot R_f^2 = 77.0 \cdot \text{m}^2$ | |



głębokość posadow.

$$H_{pos} := 1.05\text{m}$$

$$A_w := \pi R_w^2 = 63.6 \cdot \text{m}^2 \quad V_c := A_w \cdot H_w = 254 \cdot \text{m}^3$$

$$A_z := \pi R_z^2 = 68.2 \cdot \text{m}^2 \quad V_u := A_w \cdot H_u = 223 \cdot \text{m}^3$$

Ciążar elementów składowych

ciężar stropu (50; 15~20)
(wew / zew / cały)

$$g_{str} := \pi \cdot R_z^2 \cdot \left[d_{st2} + \left[\frac{1}{3} \cdot (d_{st1} - d_{st2}) \right] \right] \cdot \gamma_b \quad g_{str} = 284 \cdot \text{kN}$$

ciężar ścian

$$g_{sc} := 2\pi \cdot R_o \cdot d_{sc} \cdot H_w \cdot \gamma_b \quad g_{sc} = 460 \cdot \text{kN}$$

ciężar słupa

$$g_{sl} := \pi \cdot (0.25\text{m})^2 \cdot H_w \cdot \gamma_b + 2 \cdot 7.6\text{kN} \quad g_{sl} = 34.8 \cdot \text{kN}$$

ciężar pł. dennej

$$g_f := A_f \cdot d_f \cdot \gamma_b \quad g_f = 481 \cdot \text{kN}$$

razem:

$$G := g_{str} + g_{sc} + g_{sl} + g_f \quad G = 1261 \cdot \text{kN}$$

Zestawienie obciążeń

| | |
|------------------------------|--|
| przyjęto obc. zmienne stropu | $p_{zm} := 3.0 \cdot \text{kN/m}^2$ |
| przyjęto obc. stałe stropu | $p_{st} := 2.0 \cdot \text{kN/m}^2$ |
| parcie wody | $p_w := H_u \cdot \gamma_w = 35.0 \cdot \text{kN/m}^2$ |
| parcie gruntu | $p_{gr} := H_{pos} \cdot \gamma_{gr} \cdot K_o = 10.0 \cdot \text{kN/m}^2$ |

Obc. płyty dennej

| | |
|---------------------------|---|
| c. własny słupa i stropu | $P_{1.1} := g_{sl} + 12 \cdot 8.38 \text{kN} = 135.4 \cdot \text{kN}$ |
| stałe stropu | $P_{1.2} := 12 \cdot 3.91 \text{kN} = 46.9 \cdot \text{kN}$ |
| zmienne stropu | $P_{1.3} := 12 \cdot 5.86 \text{kN} = 70.3 \cdot \text{kN}$ |
| | $\Sigma P_1 := P_{1.1} + P_{1.2} + P_{1.3} = 253 \cdot \text{kN}$ |
| Ściana zewnętrzna | $R_o = 4.580 \text{ m}$ |
| c. własny ściany i stropu | $q_{2.1} := H_w \cdot d_{sc} \cdot \gamma_b + 5.8 \text{kN/m} = 21.8 \cdot \text{kN/m}$ |
| stałe stropu | $q_{2.2} := 2.9 \cdot \text{kN/m}$ |
| zmienne stropu | $q_{2.3} := 4.4 \text{kN/m}$ |
| | $\Sigma q_2 := q_{2.1} + q_{2.2} + q_{2.3} = 29.1 \cdot \text{kN/m}$ |

Naprężenie jednostkowe w gruncie (charakterystyczne)

| | |
|--|--|
| Średnie naprężenie jednostkowe gruntu dla zbior. pełnego bez zasypki (próba szczelności) | $\sigma_{zq.1} := \frac{G + A_w \cdot H_u \cdot \gamma_w}{A_f} = 45.3 \cdot \text{kPa}$ |
| Średnie naprężenie jednostkowe gruntu dla zbior. pustego obsypanego | $\sigma_{zq.2} := \frac{G + G_{gr.f}}{A_f} + p_{zm} = 21.1 \cdot \text{kPa}$ |
| Średnie naprężenie jednostkowe gruntu dla zbior. pełnego obsypanego | $\sigma_{zq.3} := \frac{G + A_z \cdot (p_{st} + p_{zm}) + G_{gr.f} + A_w \cdot H_u \cdot \gamma_w}{A_f} = 51.5 \cdot \text{kPa}$ |

Współczynnik sprężystości gruntów**Uwarstwienie gruntu**

| Warstwa | Nazwa | Poziom (m) | Mięgkość (m) | IL/ID | Symbol konsolidacji | Typ wilgotności |
|---------|--------------------|---------------|-----------------|-------|------------------------|--------------------|
| 1 | Pospółka rzeczna | 0,00 | 0,30 | 0,65 | --- | wilgotne |
| 2 | Gлина pylasta | -0,30 | 0,85 | 0,30 | B | --- |
| 3 | Pospółka gliniasta | -1,15 | --- | 0,30 | B | --- |

Pozostałe parametry gruntu:

| Warstwa | Nazwa | Spójność (MPa) | Kąt tarcia (Deg) | Ciężar obj. (kN/m3) | Mo (MPa) | M (MPa) |
|---------|--------------------|-------------------|---------------------|------------------------|-------------|------------|
| 1 | Pospółka rzeczna | 0,00 | 39,5 | 19,00 | 184,36 | 184,36 |
| 2 | Gлина pylasta | 0,03 | 16,4 | 20,00 | 29,13 | 38,85 |
| 3 | Pospółka gliniasta | 0,03 | 16,4 | 21,00 | 29,13 | 38,85 |

Średni współczynnik sprężystości dla gruntu uwarstwowionego

$K = 12270,20 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Zastępczy współczynnik sprężystości

Dla płyty fundamentowej o wymiarach $8,77 \cdot 8,77 \text{ (m)}$
przy szacowanym obciążeniu fundamentu: 51 (kPa)

$KZ = 12270,20 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

STROP:

(wartości obliczone metodą MES)

moment zginający SGN

zbrojenie wymagane

$$M_d := 28.4 \text{ kNm}$$

$$A_{s_d} := 7.40 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

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

$$H_w = 4.00 \text{ m}$$

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

$$N_w := 0.8 \cdot R_o \cdot H_w \cdot \gamma_w = 147 \cdot \text{kN/m}$$

maks. obl. siła rozciągająca w ścianie

$$A_s := \frac{1.1 N_w}{f_{yd}}$$

$$A_s = 4.61 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$0.5 \cdot A_s = 2.30 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

przyjęto zbrojenie ściany

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

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

$$A_{s_RZ} = 5.24 \cdot \text{cm}^2$$

nośność ściany

$$N_R := f_{yd} \cdot 2 \cdot A_{s_RZ} = 367 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{1.1 N_w \cdot (\text{m})}{N_R} = 0.44 < 1$$

min. grubość ściany

$$d_{\min} := \frac{N_w}{f_{ctk}} = 6.7 \cdot \text{cm} \leq$$

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

Siła ściskająca pozioma
(w przybliżeniu)

$$p_g := H_{pos} \cdot \gamma_{gr} \cdot K_o = 10.0 \cdot \text{kN/m}^2$$

$$N_{gr} := p_g \cdot R_z = 46.5 \cdot \text{kN/m}$$

$$\sigma := \frac{N_{gr}}{d_{sc}} = 0.3 \cdot \text{MPa} \ll$$

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

Siła ściskająca pionowa

$$P := \Sigma q_2 = 29.1 \cdot \text{kN/m}$$

$$\sigma := \frac{P}{d_{sc}} = 0.2 \cdot \text{MPa} \ll$$

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

Zakład prętów głównych

długość zakotwienia pręta w ścianie

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

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

$$l_b := \frac{\phi}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \cdot 150\% = 38.6 \cdot \text{cm}$$

$$l_{bd} := \max \left(1 \cdot l_b \cdot \frac{A_s \cdot \text{m}}{2 \cdot A_{s_RZ}}, 0.3 l_b, 10 \cdot \phi, 100\text{mm} \right) = 17.0 \cdot \text{cm}$$

$$l_s := 1.4 \cdot l_{bd} = 23.8 \cdot \text{cm}$$

 \Rightarrow przyjęto długość zakładu 50 cm

Sprawdzenie połączenia pętlowego**Beton zalewowy C30/37**

$$f_{cd,37} := 20.0 \text{ MPa}$$

rzeczywista średnica pętli

$$\Phi := d_{sc} - 2 \cdot (25 \text{ mm} + \phi) = 90 \cdot \text{mm}$$

rzeczywiste naprężenie w pętli

$$\sigma_{y,rz} := \frac{N_w \cdot (1 \text{ m})}{2A_{s,rz}} = 140 \cdot \text{MPa}$$

wartość przy pełnym wykorzystaniu wytrzymał. stali

$$\Phi_{r,1a} := 1.57 \phi \cdot \frac{\sigma_{y,rz}}{f_{cd,37}} \cdot \sqrt{\frac{\phi}{s}} = 28 \cdot \text{mm}$$

$$\Phi_{r,1} := 1.57 \phi \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd,37}} \cdot \sqrt{\frac{\phi}{s}} = 71 \cdot \text{mm}$$

$$\Phi_{r,2} := 4 \cdot \phi = 40 \cdot \text{mm}$$

$$\left| \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right| \leq \Phi = 90 \cdot \text{mm}$$

zbrojenie pionowe 6 # 12

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

PŁYTA DENNA**Materialy:**Beton klasy C25/30:

$$f_{ck,30} := 25.0 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,30} := 1.80 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm,30} := 2.60 \text{ MPa}$$

$$f_{cd,30} := 16.7 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd,30} := 1.20 \text{ MPa}$$

$$E_{cm,30} := 31 \cdot \text{GPa}$$

Stal A-IIIIN:

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

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

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

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

$$n := \frac{E_s}{E_{cm,30}} = 6.5$$

Przebiecie płyty dennej słupem

$$D_s := 50 \text{ cm} + 2 \cdot 25 \text{ cm} = 100 \cdot \text{cm}$$

wymiary słupa powiększone stożek przebiecia w prefabrykowanej podstawie prefabryk.

$$h := d_f = 25 \cdot \text{cm} \quad a := 50 \text{ mm}$$

$$d := h - a = 20.0 \cdot \text{cm}$$

$$A := 0.25 \pi \cdot (D_s + 2d)^2 = 1.54 \cdot \text{m}^2$$

pole powierzchni odciętej przekrojami przebiecia

$$u_p := \frac{\pi \cdot [(D_s + 2d) + D_s]}{2} = 3.77 \cdot \text{m}$$

średnia arytmetyczna obwodów górnej i dolnej powierzchni ściecia

$$N_{Sd} := \Sigma P_1 \cdot 1.3 = 328 \cdot \text{kN} \quad \leq$$

$$N_{Rd} := f_{ctd,30} \cdot u_p \cdot d = 905 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} = 0.36 < 1$$

Przekrój nie zbrojony na przebiecie

Zbrojenie minimalne płyty dennej:

| | | | |
|---|--|---|---|
| <u>- parametry przekroju</u> | $h := d_f = 25 \cdot \text{cm}$ | $b := 100 \text{cm}$ | $c := 50 \text{mm}$ |
| <u>- zbrojenie</u> | $\phi = 10 \cdot \text{mm}$ | $d := h - c - 0.5\phi = 19.5 \cdot \text{cm}$ | |
| <u>- warunek 6.2</u> (PN-B-03264:2002) | $k := 0.8$ | - odkształc. wymuszone przyczynami wewnętrznymi | |
| | $\sigma_{s,\text{lim}} = 260.0 \cdot \text{MPa}$ | dla $w_{\text{lim}} = 0.1 \cdot \text{mm}$ | $\phi = 10 \cdot \text{mm} \leq \text{tab 12 PN}$ |
| <u>- rozciąganie (skurcz):</u> | $f_{\text{ct,eff.30}} := 0.5f_{\text{ctm.30}}$ | $k_c := 1$ | $A_{\text{ct}} := h \cdot b = 2500 \cdot \text{cm}^2$ |
| | $A_{s,\text{min}} := k_c \cdot k \cdot f_{\text{ct,eff.30}} \cdot \frac{A_{\text{ct}}}{\sigma_{s,\text{lim}}}$ | | $0.5A_{s,\text{min}} = 5.00 \cdot \text{cm}^2$ |
| <u>- zginanie:</u> | $f_{\text{ct,eff.30}} := f_{\text{ctm.30}}$ | $k_c := 0.4$ | $A_{\text{ct}} := 0.5 \cdot h \cdot b = 1250 \cdot \text{cm}^2$ |
| | $A_{s,\text{min}} := k_c \cdot k \cdot f_{\text{ct,eff.30}} \cdot \frac{A_{\text{ct}}}{\sigma_{s,\text{lim}}}$ | | $A_{s,\text{min}} = 4.00 \cdot \text{cm}^2$ |
| <u>- warunek 4.8 PN</u> | | | |
| <u>- zginanie:</u> | $d = 19.5 \cdot \text{cm}$ | $h = 25.0 \cdot \text{cm}$ | |
| | $A_{s,\text{min}} := 0.26 \cdot \frac{f_{\text{ctm.30}}}{f_{y_k}} \cdot b \cdot d$ | | $A_{s,\text{min}} = 2.64 \cdot \text{cm}^2$ |
| | $A_{s,\text{min}} := 0.13\% \cdot b \cdot d$ | | $A_{s,\text{min}} = 2.54 \cdot \text{cm}^2$ |
| <u>- rozciąganie</u> | $A_{s,\text{min}} := 0.2\% \cdot b \cdot h$ | | $0.5A_{s,\text{min}} = 2.50 \cdot \text{cm}^2$ |
| <u>- przebiecie</u> | $A_{s,\text{min}} := 0.5\% \cdot b \cdot h$ | | $A_{s,\text{min}} = 12.50 \cdot \text{cm}^2$ |

PRZYJĘTO ZBROJENIE MINIMALNE:

| | | |
|--------------------|------------|---|
| - górą i dołem | #10co150 | $A_{s,\text{min}} = 5,23 \text{ cm}^2/\text{m}$ |
| - dołem pod słupem | #10/12co75 | $A_{s,\text{min}} = 12,8 \text{ cm}^2/\text{m}$ |

Wyniki dla płyty dennej:

| | <i>momenty zginające</i> | <i>zbrojenie teoretyczne</i> |
|---|---------------------------------------|---------------------------------|
| <i>góra:</i> | $M_{\text{max}} := 22.9 \text{ kNm}$ | $A_{s_G} := 3.35 \text{ cm}^2$ |
| <i>dół - pod słupem:</i> | $M_{\text{min}} := -40.7 \text{ kNm}$ | $A_{s_D} := 7.80 \text{ cm}^2$ |
| <i>- poza strefą przebiecia: zbrojenie konstrukcyjne #10co150</i> | | |

6. 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 przeglądów, 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.

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.