

- oczyszczalnie ścieków
- sieci kanalizacyjne
- rozruchy technologiczne
i badania ścieków

12/3

Zadanie inwestycyjne

**ROZBUDOWA I MODERNIZACJA OCZYSZCZALNI
ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH W MOGIELNICY
pow. Grójec, woj. mazowieckie
 $Q_{dśr} = 1750 \text{ m}^3/\text{d}$, RLM = 31000**

Lokalizacja inwestycji

MIEJSCOWOŚĆ MOGIELNICA,
dz. nr 1740, 1741, 1742, 1743 i 1744

Tytuł opracowania



**PROJEKT BUDOWLANY – KONSTRUKCJA
ZBIORNIK STABILIZACJI OSADU - obiekt11**

Inwestor

**Gmina i Miasto Mogielnica
05-640 Mogielnica**

Przedmiotowy projekt podlega ochronie przewidzianej w ustawie o prawie autorskim i prawach pokrewnych i nie dopuszcza wprowadzania w nim jakichkolwiek zmian bez zgody autora.

Oświadcza się że projekt budowlany sporządzony został zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej

Nazwisko i imię	Podpis
inż. Andrzej Grudzień, upr. KL 230/90	
Mgr inż. Małgorzata Grudzień, upr KL 106/93	

SPIS TREŚCI

I./ OPIS TECHNICZNY

II./ OBLICZENIA STATYCZNE

III./ RYSUNKI

1. ZBIORNIK STABILIZACJI OSADU – RYSUNEK SZALUNKOWY
(Rozmieszczenie przzerw i otworów technologicznych, pomosty remontowe) 1:100
2. ZBIORNIK STABILIZACJI OSADU – RYSUNEK SZALUNKOWY
(Przekrój A-A, B-B) 1:100

OPIS TECHNICZNY

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany zbiornika stabilizacji osadu usytuowanego na terenie oczyszczalni ścieków w miejscowości Mogielnica.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- umowa zawarta z Zakładem Projektowo-Uslugowym „NOSAN”
- wytyczne branżowe (technologiczne, sanitarne)
- obowiązujące normy i przepisy
- dokumentacja geotechniczna

3. WARUNKI GRUNTOWO - WODNE

Warunki gruntowo – wodne określono na podstawie „ Technicznych badań podłoża gruntowego pod rozbudowę oczyszczalni ścieków w miejscowości Mogielnica” opracowanej przez mgr inż.Zygmunta Gawęckiego w lipcu 2005 roku.

Jako miarodajne dane geotechniczne do projektowania przyjęto odwierty nr 6,7,8 i nr 9.

Badania podłoża wykonano do głębokości 7.0m ppt.

W rejonie lokalizacji inwestycji max różnica poziomu powierzchni terenu wynosi 0.3m – teren można określić jako płaski. W wyniku przeprowadzonych prac badawczych stwierdzono występowanie namulów organicznych czarnych o miąższości 0,4m – 2,2m.

Poniżej tej warstwy zalegają grunty rodzime, mineralne zbudowane z piasków grubych i średnich przewarstwionych wkładkami torfu czarnego o miąższości 0,2 – 1,0m

W poziomie posadowienia zbiornika występują piaski średnie, popielate o $I_b=0,42-0,44$

Poziom swobodnego zwierciadła wody gruntowej jest ustabilizowany na głębokości 0.6 – 0.8m poniżej poziomu terenu istniejącego i występuje na rzędnej 130.40 i 130.60m ppt.

Grunt nadaje się do bezpośredniego posadowienia zbiornika.

4. ROBOTY ZIEMNE

Zaprojektowano posadowienie konstrukcji bezpośrednio na gruncie rodzimym. Rzędna spodu płyty fundamentowej wynosi -0,70m = 125,80mnpm.

Przewiduje się obsypanie obiektu do poziomu projektowanego, przy użyciu tłucznia i gruntu rodzimego zagęszczonego do $I_s=0.98$.

Z uwagi na wysoki poziom wody gruntowej w miejscu lokalizacji zbiornika proponuje obniżyć poziom lustra wody za pomocą dwóch studni depresyjnych (średn.40mm). Studnie należy zapuścić do głębokości 10m poniżej dna wykopu.

Ponadto należy zastosować igłofiltry, w rozstawie co 1m po obwodzie reaktora. Wodę z igłofiltrów należy pompować do najbliższego rowu melioracyjnego. Obniżanie poziomu lustra wody gruntowej należy wykonywać zgodnie z oddzielnym opracowaniem projektowym.

Prace obniżające lustro wody należy prowadzić przez cały okres wykonywania robót budowlanych.

5. OPIS KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANY

Przedstawiany w projekcie zbiornik stabilizacji osadu, to zagłębiony w terenie, dwukomorowy zbiornik o konstrukcji monolitycznej.

Wymagania materiałowe dla reaktora: beton B37 na cemencie hutniczym, W10, F150, stal A-IIIIN, St3SX.

Wymiary reaktora w zewnętrznym obrysie rzutu poziomego ścian: 15,80m x 15,80m.

Wymiary zbiornika w zewnętrznym obrysie rzutu poziomego płyty dennej: 16,80m x 16,55m.

Powierzchnia zabudowy: 278,04m².

Kubatura: 1890,67 m³

Wymiary zbiornika w świetle ścian: 2 x 15,0 m x 7,30 m.

Wysokość podstawowa ścian reaktora - 6,10m.

5.1 PŁYTY DENNE

Płytę denną reaktora należy wykonać na:

-warstwie betonu podkładowego B 15 gr.10cm,

-warstwie papy termozgrzewalnej oraz na w-wie zabezpieczającej cementowo-piaskowej gr 5cm.

Płyta denna o grubości 70cm, monolityczna, żelbetowa, z betonu B37 (na cemencie hutniczym), W10, F150, stal A-IIIIN, zbrojenie płyty - dwustronne, krzyżowe.

Przyjęta grubość płyty dennej (potwierdzona obliczeniami analitycznymi) wynika z konieczności zabezpieczenia zbiornika przed jego wypłynięciem.

Przerwy technologiczne w układzie poziomym po wylaniu dna reaktora na rzędnej 126,50mnpm, 128,70m npm i 130,90m npm.

Na płycie dennej zaprojektowano skosy monolityczne żelbetowe.

Otulenie prętów zbrojenia płyty dennej - 5cm

Na poziomie przerw roboczych należy umieścić taśmę dylatacyjną firmy SIKA..

5.2 ŚCIANY

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne grubości 40cm, monolityczne, żelbetowe, z betonu B37 (na cemencie hutniczym), W10, F150, stal A-IIIIN, St3SX.

Przed zabetonowaniem ścian zbiornika należy osadzić wszystkie przejścia szczelne, tuleje stalowe, tuleje pcv, okucia, itp.

Otulenie prętów zbrojeniowych ścian pionowych reaktora - 5cm.

Przejścia szczelne i tuleje stalowe instalować należy wg danych podanych na rysunkach: technologicznych i szalunkowych.

Dozbrojenie otworów w ścianach należy przeprowadzać za pomocą prętów $\phi 12$ pod kątem 45°

5.3 POMOSTY TECHNOLOGICZNE

Konstrukcja nośna żelbetowa, monolityczna, z betonu B37 (na cemencie hutniczym), W10, F150, stal A-IIIIN, St3SX, zamocowana wspornikowo w ścianie pionowej zbiornika.

6.0 WYTYCZNE BETONOWANIA

Zaprojektowano beton o następujących właściwościach wytrzymałościowych: B37 , wodoodporność W10, mrozoodporność F150

Beton ma być zaprojektowany w laboratorium. Ma wykazywać się jak najmniej skurczem , oraz założonymi parametrami wodoodporności i mrozoodporności.

Wytyczne co do wykonania betonu spełniającego wymogi są określone w normach np. DIN 1045. Wg tej normy wskaźnik w/c max powinien być $\leq 0,55$, min $\leq 0,45$, gdzie max głębokość wnikanía wody ≤ 50 mm. Docelowo w fazie wykonawstwa wartość wskaźnika w/c powinna być mniejsza od maksymalnej dopuszczalnej wartości normowej o co najmniej 0,05.

Beton powinien być wykonywany na bazie cementu hutniczego o niskim ciepłe hydratacji(CEM III/B 32,5 NW , CEM III/A 32,5R)

Klasyfikacja i określenie środowisk agresywności na oczyszczalni należy uwzględnić w projektowanym betonie zgodnie z PN-B-03264:2002 – klasa ekspozycji XA3

Obowiązuje ogólna zasada doboru max średnicy ziaren kruszywa zależnie od grubości elementu budowlanego i odległości między prętami zbrojeniowymi. Max wielkość ziaren kruszywa nie powinna przekraczać 1/5 grubości wykonywanego elementu i dodatkowo musi być mniejsza od odległości między zbrojeniem i między zbrojeniem a szalunkiem.

Ze względu na mrozoodporność kruszywo użyte do betonu ma mieć porowatość nie większą niż 4% w konstrukcjach zagłębionych w ziemi i 2% w konstrukcjach nadziemnych i częściowo zagłębionych.

Zabronione jest używanie kruszywa wapiennego.

Beton ma być układany w szalunkach inwentaryzowanych. Niedopuszczalne są raki i wszelkiego rodzaju porowatości.

W przypadku stwierdzenia przecieków lub pocenia się należy usunąć wadę poprzez iniekcję środkami do tego przeznaczonymi pod kontrolą przedstawicieli producentów.

Powierzchnia betonu ma być gładka bez odprysków, zagłębień, raków. W przypadku stwierdzenia po rozszalowaniu takich usterek należy postępować w sposób opracowany w naprawach betonów firmy Deiterman, Optiroc, itp.

Beton należy pielęgnować po wykonaniu w sposób zależny od warunków atmosferycznych zgodnie z warunkami technicznymi odbioru robót budowlanych.

Podczas wykonywania robót betonowych oraz przy wszelkiego rodzaju sprawdzeniach obowiązują zasady określone w WARUNKACH TECHNICZNYCH WYKONYWANIA I ODBIORU ZBIORNIKÓW BETONOWYCH OCZYSZCZALNI WODY I ŚCIEKÓW – wydawnictwo Instalator Polski 1998r oraz wydania późniejsze.

Szczególłą uwagę należy zwrócić na dokładne usytuowanie i zabetonowanie taśm dylatacyjnych SIKA w przerwach roboczych.

Zbrojenie elementów żelbetonowych stalą A-IIIIN i stalą A-I.

Zbrojenie należy wykonywać z dużą starannością zapewniając zachowanie właściwych - podanych na rysunkach - otulin prętów zbrojeniowych (stosować podkładki z tworzywa sztucznego).

Do szalowania elementów konstrukcyjnych obiektu stosować inwentaryzowane deskowanie stalowe, aby uzyskać gładką powierzchnię zewnętrzną betonu . Do łączenia deskowań stosować patentowe łączniki zapewniające szczelność elementu po stwardnieniu betonu. Ewentualne pęcherze powietrzne lub raki pozostałe po rozszalowaniu, na ścianach wystających ponad poziom terenu projektowanego przeznaczonych pod tynki, wyrównywać (szpachlować) zestawem „CX-15”.

Zbrojenie układać z zachowaniem grubości otuliny podanej na rysunkach.

Przed betonowaniem umieścić w odpowiednich miejscach wszystkie wskazane w projekcie marki stalowe, kotwy, przejścia szczelne nurociągów oraz szalunki otworów technologicznych. Przy rozmieszczaniu tych elementów rozpatrywać łącznie projekt technologiczny i konstrukcyjny.

Do betonowania stosować mieszankę uprzednio zaprojektowaną i kontrolowaną laboratoryjnie. W czasie betonowania należy kontrolować zachowanie się desekowań, a szybkość betonowania powinna być limitowana zdolnością szalunków do przeniesienia parcia świeżo ukladanej mieszanki. Mieszanka betonowa powinna być dostarczana w sposób ciągły i układana równomiernie w warstwach 30-;40cm bez tworzenia „kopców” przyczyniających się do rozsegregowania mieszanki. Wysokość zrzucania mieszanki nie może przekraczać 150cm.

Zagęszczenie mieszanki wykonywać przy użyciu wibratorów wglębnych. Niedopuszczalne jest opieranie urządzenia wibrującego o pręty zbrojenia konstrukcji. Górnej powierzchni poszczególnych warstw nie powinno się wyglądać (za wyjątkiem warstwy wierzchniej).

Świeży beton należy chronić przed nadmiernym wysuszeniem i deszczem. Do zraszania betonu przystąpić po 24h od chwili ułożenia. Powierzchnię betonu osłonić folią z tworzyw sztucznych w celu zatrzymania wilgoci na dłuższy czas. Przy temperaturze poniżej 5°C betonu nie należy polewać, a jedynie osłonić matami przed nadmiernym ochłodzeniem. Utrzymywanie świeżego betonu w stałej wilgotności jest niezbędne przez co najmniej 7 dni przy stosowaniu cementu portlandzkiego i co najmniej 14 dni przy użyciu cementu hutniczego.

Wszystkie przerwy robocze pokazano na rysunkach.

7.0 PRÓBA SZCZELNOŚCI

Przed wykonaniem izolacji i obsypaniem obiektu należy przeprowadzić próbę szczelności zbiornika zgodnie PN-88/B-10702.

Ubytki wody oraz ewentualne wystąpienie przecieków obserwować co najmniej 3 dni. W przypadku negatywnej próby szczelności należy podjąć decyzję, co do metody i środków uszczelnienia obiektu.

8.0 IZOLACJE I ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE ZBIORNIKA

- Izolacja płyty dennej od strony zewnętrznej – na w-wie podłóża z betonu B15 ułożyć papę termozgrzewalną. Izolację zabezpieczyć przed uszkodzeniami warstwą cementowo-piaskową
- Izolacja ścian zewnętrznych w gruncie – 2 x Eurolan 3K w postaci nierozcieńczonej (firmy Deiterman)
- Zabezpieczenie powierzchni górnej - powłoka „Polyment Beschichtung 1000N
- Izolacja wewnętrznej powierzchni płyty dennej – powłoka „Polyment Nivello Grund” + „Polyment Nivello”
- Izolacja ścian wewnętrznych, przegród (środowisko wodne) – powłoka „Polyment Rollbeschichtung TE”
- Izolacja ścian wewnętrznych, (środowisko powietrzno-wodne)- powłoka „Polyment Plasdur LM6” (od 0,5m poniżej minimalnego poziomu ścieków do korony ścian).
- Izolacja przewer technologicznych – uszczelnić taśmą SIK-A. Jako dodatkowe uszczelnienie dylatacji zaprojektowano od strony wewnętrznej Dichthband-2000S (firmy Schomburg)

9.0 ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE

Stal profilową zwykłą (St3SX), jeżeli nie jest opisana że ma być nierdzewną, zabezpieczać antykorozyjnie zgodnie z systemem POLIFARB CIESZYN CARBOLINE - zestawy dla oczyszczalni ścieków. Systemy od 1-7 należy stosować w zależności od sytuacji w jakich warunkach pracuje dana konstrukcja stalowa. Sposób przygotowania powierzchni oraz nałożenia powłok jest opisany w kartach katalogowych, które dystrybutor farb dostarcza przy ich zakupie.

10.0 WYPOSAŻENIE DODATKOWE

Na wyposażenie dodatkowe składają się:

- ♦ Balustrady na pomostach - zaprojektowano ze stali nierdzewnej OH18N9, w kolorze żółtym.

11.0 UWAGI KOŃCOWE

- ↓ Wszystkie materiały stosowane do wykonania obiektu należy zastosować zgodnie z technologią podaną przez producenta. W razie jakichkolwiek wątpliwości należy skontaktować się z producentem danego wyrobu.
- Projekt należy rozpatrywać wraz z projektami innych branż.
- W przypadku stwierdzenia innych niż przyjętych do projektowania warunków gruntowych w miejscu lokalizacji obiektu, należy bezwzględnie powiadomić o tym projektanta niniejszego opracowania.
- Z uwagi na wysoki poziom wody gruntowej w miejscu lokalizacji reaktora należy obniżyć poziom lustra wody za pomocą dwóch studni depresyjnych. Studnie należy zapuścić do głębokości 10m poniżej dna wykopu. Ponadto należy zastosować igłofiltry, w rozstawie co 1m po obwodzie reaktora. Prace obniżające lustro wody należy prowadzić przez cały okres wykonywania robót budowlanych.
- Roboty wykonywać zgodnie z warunkami technicznymi odbioru robót budowlano-montażowych, przepisami prawa budowlanego, przepisami BHP i P-POŻ.

PODPIS:



OBLICZENIA STATYCZNE

PORÓWNANIE BARDZIEJ NIEKORZYSTNYCH OBCIĄŻEŃ

- parcie gruntu + parcie wody gruntu

dane obliczeniowe : Hg := 6.0·m - wys. zalegania gruntu

parcie gruntu

- kąt tarcia wewnętrznego $\theta := 33.0 \cdot \text{deg}$

$$k := \tan\left(45 \cdot \text{deg} - \frac{\theta}{2}\right)^2 \quad k = 0.2948$$

- ciężar gruntu $\gamma := 20.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

obciążenie charakterystyczne

$$Q_{cha1} := (\gamma \cdot Hg \cdot k) \quad Q_{cha1} = 35.376 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

obciążenie obliczeniowe

$$Q_{oa1} := (\gamma \cdot Hg \cdot k) \cdot 1.1 \quad Q_{oa1} = 38.914 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

dane obliczeniowe

$$q := 10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Hw := 3.50 \cdot \text{m} \cdot 1.05 \quad Hw = 3.675 \text{ m} \quad \text{- wys. wody gruntowej}$$

obciążenie charakterystyczne

$$Q_{cha2} := q \cdot Hw \quad Q_{cha2} = 36.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

obciążenie obliczeniowe

$$Q_{oa2} := q \cdot Hw \cdot 1.1 \quad Q_{oa2} = 40.425 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Razem:

obciążenie charakterystyczne

$$Q_{cha_g} := Q_{cha1} + Q_{cha2} \quad Q_{cha_g} = 72.126 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

obciążenie obliczeniowe

$$Q_{oa_g} := Q_{oa1} + Q_{oa2} \quad Q_{oa_g} = 79.339 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- parcie ścieków

dane obliczeniowe

$$q := 10.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Hs := 5.0 \cdot \text{m} \cdot 1.05 \quad Hs = 5.25 \text{ m}$$

obciążenie charakterystyczne poziom awaryjny

$$Q_{cha_s} := q \cdot H_s \quad Q_{cha_s} = 55.125 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

obciążenie obliczeniowe poziom awaryjny

$$Q_{oa_s} := q \cdot H_s \cdot l \cdot l \quad Q_{oa_s} = 60.638 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

przyjęto:

$$H_a := H_s \quad H_a = 5.25 \text{ m} \quad H_c := 6.1 \text{ m}$$

$$H_a := 6.1 \text{ m} \quad H_c = 6.1 \text{ m}$$

obciążenie charakterystyczne poziom awaryjny

$$Q_{cha} := Q_{cha_g} \quad Q_{cha} = 72.126 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

obciążenie obliczeniowe poziom awaryjny

$$Q_{oa} := Q_{oa_g} \quad Q_{oa} = 79.339 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

OBLICZENIE MOMENTÓW ZGINAJĄCYCH

ŚCIANA "1"

$$l_x := 6.4 \text{ m} \quad l_y := 12.8 \text{ m} \quad E := \frac{l_x}{l_y} \quad E = 0.5 \quad A := 0.5 \quad B := 0.5 \quad i := A \cdot 10 \quad j := B \cdot 10$$

$$kx_1 := \frac{(kx_1 - kx_1) \cdot (E - A)}{(B - A)} + kx_1$$

$$ky_1 := \frac{(ky_1 - ky_1) \cdot (E - A)}{(B - A)} + ky_1$$

$$ky_0 := \frac{(ky_0 - ky_0) \cdot (E - A)}{(B - A)} + ky_0$$

$$kxp_2 := \frac{(kxp_2 - kxp_2) \cdot (E - A)}{(B - A)} + kxp_2$$

$$kyp_0 := \frac{(kyp_0 - kyp_0) \cdot (E - A)}{(B - A)} + kyp_0$$

$$kyp_1 := \frac{(kyp_1 - kyp_1) \cdot (E - A)}{(B - A)} + kyp_1$$

$$kx_1 = 0.0021 \quad ky_1 = 0.0038 \quad ky_0 = 0.0068 \quad kxp_2 = -0.0916 \quad kyp_0 = -0.0158 \quad kyp_1 = -0.0117$$

MOMENTY OD OBC. CHARAKTERYST.

$$Mx_{1_cha} := kx_1 \cdot Q_{cha} \cdot l_y^2 \quad Mx_{1_cha} = 24.816 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Mx_{1_oa} := kx_1 \cdot Q_{oa} \cdot l_y^2 \quad Mx_{1_oa} = 27.298 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$My_{1_cha} := ky_1 \cdot Q_{cha} \cdot l_y^2 \quad My_{1_cha} = 44.905 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$My_{1_oa} := ky_1 \cdot Q_{oa} \cdot l_y^2 \quad My_{1_oa} = 49.396 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$My_{0_cha} := ky_0 \cdot Q_{cha} \cdot l_y^2 \quad My_{0_cha} = 80.357 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$My_{0_oa} := ky_0 \cdot Q_{oa} \cdot l_y^2 \quad My_{0_oa} = 88.392 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Mxp_{2_cha} := kxp_2 \cdot Q_{cha} \cdot l_x^2 \quad Mxp_{2_cha} = -270.613 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Mxp_{2_oa} := kxp_2 \cdot Q_{oa} \cdot l_x^2 \quad Mxp_{2_oa} = -297.674 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Myp_{0_cha} := kyp_0 \cdot Q_{cha} \cdot l_x^2 \quad Myp_{0_cha} = -46.678 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Myp_{0_oa} := kyp_0 \cdot Q_{oa} \cdot l_x^2 \quad Myp_{0_oa} = -51.345 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Myp_{1_cha} := kyp_1 \cdot Q_{cha} \cdot l_x^2 \quad Myp_{1_cha} = -34.565 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Myp_{1_oa} := kyp_1 \cdot Q_{oa} \cdot l_x^2 \quad Myp_{1_oa} = -38.022 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

MOMENT Mxp2 NA WYSOKOŚCI a := 1.9·m OD DNA

mom. char.:

$$x_3 := \frac{|Mxp_{2_cha}| \cdot l_x}{|Mxp_{2_cha}| + |Mx_{1_cha}|} \cdot \frac{l_x}{2}$$

$$Mxp_{2_cha1} := \frac{Mxp_{2_cha} \cdot (x_3 - a)}{x_3}$$

$$x_3 = 2.931 \text{ m}$$

$$Mxp_{2_cha1} = -95.202 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

mom. obl.:

$$x_4 := \frac{|M_{xp2_{oa}}| \cdot \frac{I_x}{2}}{|M_{xp2_{oa}}| + |M_{x1_{oa}}|}$$

$$M_{xp2_{oa1}} := \frac{M_{xp2_{oa}} \cdot (x_4 - a)}{x_4}$$

$$x_4 = 2.931 \text{ m}$$

$$M_{xp2_{oa1}} = -104.722 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

MOMENT Mxp2 NA WYSOKOŚCI a := 2.0 m OD DNA

mom. char.:

$$x_3 := \frac{|M_{xp2_{cha}}| \cdot \frac{I_x}{2}}{|M_{xp2_{cha}}| + |M_{x1_{cha}}|}$$

$$M_{xp2_{cha2}} := \frac{M_{xp2_{cha}} \cdot (x_3 - a)}{x_3}$$

$$x_3 = 2.931 \text{ m}$$

$$M_{xp2_{cha2}} = -85.97 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

mom. obl.:

$$x_4 := \frac{|M_{xp2_{oa}}| \cdot \frac{I_x}{2}}{|M_{xp2_{oa}}| + |M_{x1_{oa}}|}$$

$$M_{xp2_{oa2}} := \frac{M_{xp2_{oa}} \cdot (x_4 - a)}{x_4}$$

$$x_4 = 2.931 \text{ m}$$

$$M_{xp2_{oa2}} = -94.567 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ZBROJENIE PRZEKROJÓW

Dane obliczeniowe

Beton B37 $f_{cd} := 20.0 \cdot \text{MPa}$ $f_{ctd} := 1.33 \cdot \text{MPa}$ $f_{ctk} := 2.0 \cdot \text{MPa}$ $E_{cm} := 33.0 \cdot \text{GPa}$ Stal AIIIIN $f_{yd} := 420 \cdot \text{MPa}$ $E_s := 200 \cdot \text{GPa}$ $\alpha := 0.85$

ŚCIANA "1" - PRZYJĘTO GRUBOŚĆ ŚCIANY RÓWNA 40 cm + 35cm skos

zbrojenie pionowe

obciążenie obliczeniowe przy dnie

$$M_{K_d} := |M_{xp2_{cha}}| \quad M_{K_d} = 270.613 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad b := 1 \cdot \text{m} \quad h := 75 \cdot \text{cm}$$

$$M_{O_a} := |M_{xp2_{oa}}| \quad M_{O_a} = 297.674 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

moment zginający wyrównany metodą Crossa

$$M_{O_a} := 258.47 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Zbrojenie na zginanie

Przyjęto zbrojenie prętami $\phi := 16 \cdot \text{mm}$ $a := 5 \cdot \text{cm}$ $d := h - a - 0.5 \cdot \phi$ $d = 69.2 \text{ cm}$

$$S_c := \frac{M_{O_a}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \cdot \alpha} \quad S_c = 0.032 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_c} \quad \xi = 0.032 \quad \zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.984$$

$$A_s := \frac{M_{O_a}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad A_s = 9.039 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} := 0.15 \cdot \% \cdot b \cdot d \quad A_{smin} = 10.38 \text{ cm}^2$$

uwzględniając wyrównywanie momentów ściany pionowej zbiornika z płytą denną dano $\Phi 16 \text{ co } 20 \text{ cm}$

$$A_s := 10.05 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{sc} := 10.05 \cdot \text{cm}^2$$

$$n := \frac{E_s}{E_{cm}} \quad n = 6.061$$

$$W_{fp} := \left[0.292 + \frac{1.5 \cdot n \cdot (A_s + 0.1 \cdot A_{sc})}{b \cdot h} \right] \cdot b \cdot h^2 \quad W_{fp} = 0.051 \text{ m}^3$$

spr. warunku

$$M_{fp} := W_{fp} \cdot f_{ctk} \quad M_{fp} = 101.48 \text{ kN} \cdot \text{m} > \quad M_{k_d} = 85.97 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{zbrojenie poziome} \quad |M_{y_{po,oa}}| = 51.345 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad |M_{y_{p1,oa}}| = 38.022 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

obciążenie obliczeniowe na górze ściany, podporowe

$$M_{k_d} := |M_{y_{p1,cha}}| \quad M_{k_d} = 34.565 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad b := 1 \cdot \text{m} \quad h := 40 \text{ cm}$$

$$M_{o_a} := |M_{y_{p1,oa}}| \quad M_{o_a} = 38.022 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Zbrojenie na zginaniePrzyjęto zbrojenie prętami $\phi := 12 \text{ mm}$ $a := 5 \text{ cm}$ $d := h - a - 0.5 \cdot \phi$ $d = 34.4 \text{ cm}$

$$S_c := \frac{M_{o_a}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \cdot \alpha} \quad S_c = 0.019 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_c} \quad \xi = 0.019 \quad \zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.99$$

$$A_s := \frac{M_{o_a}}{\zeta \cdot d \cdot f_{y,d}} \quad A_s = 2.657 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} := 0.15 \cdot \% \cdot b \cdot d \quad A_{smin} = 5.16 \text{ cm}^2$$

$$\text{przyjęto zbrojenie } \phi 12 \text{ co } 20 \text{ cm} \quad A_s := 5.65 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{sc} := 5.65 \cdot \text{cm}^2$$

SPRAWDZENIE ZARYSOWANIA

$$n := \frac{E_s}{E_{cm}} \quad n = 6.061$$

$$W_{fp} := \left[0.292 + \frac{1.5 \cdot n \cdot (A_s + 0.1 \cdot A_{sc})}{b \cdot h} \right] \cdot b \cdot h^2 \quad W_{fp} = 0.049 \text{ m}^3$$

spr. warunku

$$M_{fp} := W_{fp} \cdot f_{ctk} \quad M_{fp} = 97.96 \text{ kN} \cdot \text{m} > \quad M_{k_d} = 34.565 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{zbrojenie poziome} \quad |M_{y_{oa}}| = 88.392 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad |M_{y_{1,oa}}| = 49.396 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

obciążenie obliczeniowe w stanie awaryjnym, przęsłowe:

$$M_{k_d} := |M_{y_{o,cha}}| \quad M_{k_d} = 80.357 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad b := 1 \cdot \text{m} \quad h := 40 \text{ cm}$$

$$M_{o_a} := |M_{y_{o,oa}}| \quad M_{o_a} = 88.392 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Zbrojenie na zginaniePrzyjęto zbrojenie prętami $\phi := 12 \text{ mm}$ $a := 5 \text{ cm}$ $d := h - a - 0.5 \cdot \phi$ $d = 34.4 \text{ cm}$

$$S_c := \frac{M_{o_a}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \cdot \alpha} \quad S_c = 0.044 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_c} \quad \xi = 0.045 \quad \zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.978$$

$$A_s := \frac{M_{o_a}}{\zeta \cdot d \cdot f_{y,c}} \quad A_s = 6.259 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} := 0.15 \cdot \% \cdot b \cdot d \quad A_{smin} = 5.16 \text{ cm}^2$$

przyjęto zbrojenie $\phi 12$ co 15 cm $A_s := 7.54 \cdot \text{cm}^2$ $A_{sc} := 7.54 \cdot \text{cm}^2$

SPRAWDZENIE ZARYSOWANIA

$$n := \frac{E_s}{E_{cm}} \quad n = 6.061$$

$$W_{fp} := \left[0.292 + \frac{1.5 \cdot n \cdot (A_s + 0.1 \cdot A_{sc})}{b \cdot h} \right] \cdot b \cdot h^2 \quad W_{fp} = 0.05 \text{ m}^3$$

spr. warunku

$$M_{fp} := W_{fp} \cdot f_{ctk} \quad M_{fp} = 99.472 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{k_d} = 80.357 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

OBLICZENIE MOMENTÓW ZGINAJACYCH

ŚCIANA "2"

$$l_x := 6.4 \text{ m} \quad l_y := 7.50 \text{ m} \quad E := \frac{l_x}{l_y} \quad E = 0.853 \quad A := 0.7 \quad B := 0.8 \quad i := A \cdot 10 \quad j := B \cdot 10$$

$$kx_1 := \frac{(kx_{1j} - kx_{1i}) \cdot (E - A)}{(B - A)} + kx_{1i} \quad ky_1 := \frac{(ky_{1j} - ky_{1i}) \cdot (E - A)}{(B - A)} + ky_{1i}$$

$$ky_0 := \frac{(ky_{0j} - ky_{0i}) \cdot (E - A)}{(B - A)} + ky_{0i} \quad kxp_2 := \frac{(kxp_{2j} - kxp_{2i}) \cdot (E - A)}{(B - A)} + kxp_{2i}$$

$$kyp_0 := \frac{(kyp_{0j} - kyp_{0i}) \cdot (E - A)}{(B - A)} + kyp_{0i} \quad kyp_1 := \frac{(kyp_{1j} - kyp_{1i}) \cdot (E - A)}{(B - A)} + kyp_{1i}$$

$$kx_1 = 0.00901 \quad ky_1 = 0.01173 \quad ky_0 = 0.01027 \quad kxp_2 = -0.03933 \quad y_{p_0} = -0.01517 \quad kyp_1 = -0.02618$$

MOMenty OD OBC. CHARAKTERYST.

$$Mx_{1cha} := kx_1 \cdot Q_{cha} \cdot l_x^2 \quad Mx_{1cha} = 36.568 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad My_{1cha} := ky_1 \cdot Q_{cha} \cdot l_x^2 \quad My_{1cha} = 47.576 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad My_{0cha} := ky_0 \cdot Q_{cha} \cdot l_x^2 \quad My_{0cha} = 41.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Mx_{1oa} := kx_1 \cdot Q_{oa} \cdot l_x^2 \quad Mx_{1oa} = 40.225 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad My_{1oa} := ky_1 \cdot Q_{oa} \cdot l_x^2 \quad My_{1oa} = 52.334 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad My_{0oa} := ky_0 \cdot Q_{oa} \cdot l_x^2 \quad My_{0oa} = 45.848 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Mxp_{2cha} := kxp_2 \cdot Q_{cha} \cdot l_x^2 \quad Mxp_{2cha} = -116.182 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad Mxp_{2oa} := kxp_2 \cdot Q_{oa} \cdot l_x^2 \quad Mxp_{2oa} = -127.8 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad Myp_{0cha} := kyp_0 \cdot Q_{cha} \cdot l_x^2 \quad Myp_{0cha} = -44.826 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad Myp_{0oa} := kyp_0 \cdot Q_{oa} \cdot l_x^2 \quad Myp_{0oa} = -49.309 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad Myp_{1cha} := kyp_1 \cdot Q_{cha} \cdot l_x^2 \quad Myp_{1cha} = -77.343 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad Myp_{1oa} := kyp_1 \cdot Q_{oa} \cdot l_x^2 \quad Myp_{1oa} = -85.078 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

MOMENT Mxp2 NA WYSOKOŚCI a := 1.9 m OD DNA

mom. char.:

$$x_3 := \frac{|Mxp_{2cha}| \cdot \frac{l_x}{2}}{|Mxp_{2cha}| + |Mx_{1cha}|}$$

$$x_3 = 2.434 \text{ m}$$

$$Mxp_{2cha1} := \frac{Mxp_{2cha} \cdot (x_3 - a)}{x_3}$$

$$Mxp_{2cha1} = -25.487 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

mom. obl.:

$$x_4 := \frac{|Mxp_{2oa}| \cdot \frac{l_x}{2}}{|Mxp_{2oa}| + |Mx_{1oa}|}$$

$$Mxp_{2oa1} := \frac{Mxp_{2oa} \cdot (x_4 - a)}{x_4}$$

$$x_4 = 2.434 \text{ m}$$

$$M_{xp2_{oa1}} = -28.035 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

MOMENT M_{xp2} NA WYSOKOŚCI $a := 2.0 \cdot \text{m}$ OD DNA

mom. char.:

$$x_3 := \frac{|M_{xp2_{cha}}| \cdot \frac{I_x}{2} + |M_{x1_{cha}}|}{|M_{xp2_{cha}}| + |M_{x1_{cha}}|}$$

$$M_{xp2_{cha2}} := \frac{M_{xp2_{cha}} \cdot (x_3 - a)}{x_3}$$

$$x_3 = 2.434 \text{ m}$$

$$M_{xp2_{cha2}} = -20.713 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

mom. obl.:

$$x_4 := \frac{|M_{xp2_{oa}}| \cdot \frac{I_x}{2} + |M_{x1_{oa}}|}{|M_{xp2_{oa}}| + |M_{x1_{oa}}|}$$

$$M_{xp2_{oa2}} := \frac{M_{xp2_{oa}} \cdot (x_4 - a)}{x_4}$$

$$x_4 = 2.434 \text{ m}$$

$$M_{xp2_{oa2}} = -22.785 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

ZBROJENIE PRZEKROJÓW

ŚCIANA "2" - PRZYJĘTO GRUBOŚĆ ŚCIANY RÓWNA 40 cm + 35cm skos

zbrojenie pionowe

obciążenie obliczeniowe przy dnie.

$$M_{k_d} := |M_{xp2_{cha}}| \quad M_{k_d} = 116.182 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad b := 1 \cdot \text{m} \quad h := 75 \cdot \text{cm}$$

$$M_{o_a} := |M_{xp2_{oa}}| \quad M_{o_a} = 127.8 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

moment zginający wyrównany metodą Crossa

$$M_{o_{a1}} := 103.947 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Zbrojenie na zginanie

Przyjęto zbrojenie prętami $\phi := 16 \cdot \text{mm}$ $a := 5 \cdot \text{cm}$ $d := h - a - 0.5 \cdot \phi$ $d = 69.2 \text{ cm}$

$$S_c := \frac{M_{o_{a1}}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \cdot \alpha} \quad S_c = 0.013 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_c} \quad \xi = 0.013 \quad \zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.994$$

$$A_s := \frac{M_{o_a}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad A_s = 4.426 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} := 0.15 \cdot \% \cdot b \cdot d \quad A_{smin} = 10.38 \text{ cm}^2$$

przyjęto zbrojenie $\phi 16$ co 20 cm $A_s := 10.05 \cdot \text{cm}^2$ $A_{sc} := 10.05 \cdot \text{cm}^2$

SPRAWDZENIE ZARYSOWANIA

$$n := \frac{E_s}{E_{cm}} \quad n = 6.061$$

$$W_{fp} := \left[0.292 + \frac{1.5 \cdot n \cdot (A_s + 0.1 \cdot A_{sc})}{b \cdot h} \right] \cdot b \cdot h^2 \quad W_{fp} = 0.172 \text{ m}^3$$

spr. warunku

$$M_{fp} := W_{fp} \cdot f_{ctk} \quad M_{fp} = 343.575 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{k_d} = 116.182 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

obciążenie obliczeniowe w stanie awaryjnym na wys. 1.9m:

$$M_{k_d} := |M_{xp2_{cha1}}| \quad M_{k_d} = 25.487 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad b := 1\cdot\text{m} \quad h := 40\text{-cm}$$

$$M_{o_a} := |M_{xp2_{oa1}}| \quad M_{o_a} = 28.035 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Zbrojenie na zginanie

Przyjęto zbrojenie prętami $\phi := 16\cdot\text{mm}$ $a := 5\cdot\text{cm}$ $d := h - a - 0.5\cdot\phi$ $d = 34.2\text{ cm}$

$$S_c := \frac{M_{o_a}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \cdot \alpha} \quad S_c = 0.014 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_c} \quad \xi = 0.014 \quad \zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.993$$

$$A_s := \frac{M_{o_a}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad A_s = 1.966 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} := 0.15\% \cdot b \cdot d \quad A_{smin} = 5.13 \text{ cm}^2$$

przyjęto zbrojenie $\phi 12$ co 20 cm $A_s := 5.65\cdot\text{cm}^2$ $A_{sc} := 5.65\cdot\text{cm}^2$

SPRAWDZENIE ZARYSOWANIA

$$n := \frac{E_s}{E_{cm}} \quad n = 6.061$$

$$W_{fp} := \left[0.292 + \frac{1.5 \cdot n \cdot (A_s + 0.1 \cdot A_{sc})}{b \cdot h} \right] \cdot b \cdot h^2 \quad W_{fp} = 0.049 \text{ m}^3$$

spr. warunku

$$M_{fp} := W_{fp} \cdot f_{ctk} \quad M_{fp} = 97.96 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{k_d} = 25.487 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

obciążenie obliczeniowe w stanie awaryjnym na wys. 2.0m:

$$M_{k_d} := |M_{xp2_{cha2}}| \quad M_{k_d} = 20.713 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad b := 1\cdot\text{m} \quad h := 40\text{-cm}$$

$$M_{o_a} := |M_{xp2_{oa2}}| \quad M_{o_a} = 22.785 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Zbrojenie na zginanie

Przyjęto zbrojenie prętami $\phi := 12\cdot\text{mm}$ $a := 5\cdot\text{cm}$ $d := h - a - 0.5\cdot\phi$ $d = 34.4\text{ cm}$

$$S_c := \frac{M_{o_a}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \cdot \alpha} \quad S_c = 0.011 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_c} \quad \xi = 0.011 \quad \zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.994$$

$$A_s := \frac{M_{o_a}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad A_s = 1.586 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} := 0.15\% \cdot b \cdot d \quad A_{smin} = 5.16 \text{ cm}^2$$

przyjęto zbrojenie $\phi 12$ co 20 cm $A_s := 5.65\cdot\text{cm}^2$ $A_{sc} := 5.65\cdot\text{cm}^2$

SPRAWDZENIE ZARYSOWANIA

$$n := \frac{E_s}{E_{cm}} \quad n = 6.061$$

$$W_{fp} := \left[0.292 + \frac{1.5 \cdot n \cdot (A_s + 0.1 \cdot A_{sc})}{b \cdot h} \right] \cdot b \cdot h^2 \quad W_{fp} = 0.049 \text{ m}^3$$

spr. warunku

$$M_{fp} := W_{fp} \cdot f_{ctk} \quad M_{fp} = 97.96 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{k_d} = 20.713 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

zbrojenie poziome $|M_{yp,oa}| = 49.309 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $|M_{yp1,oa}| = 85.078 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 obciążenie obliczeniowe na górze ściany, podporowe

$$M_{k_d} := |M_{yp1,cha}| \quad M_{k_d} = 77.343 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad b := 1 \cdot \text{m} \quad h := 40 \cdot \text{cm}$$

$$M_{o_a} := |M_{yp1,oa}| \quad M_{o_a} = 85.078 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Zbrojenie na zginanie

Przyjęto zbrojenie prętami $\phi := 12 \cdot \text{mm}$ $a := 5 \cdot \text{cm}$ $d := h - a - 0.5 \cdot \phi$ $d = 34.4 \text{ cm}$

$$S_c := \frac{M_{o_a}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \cdot \alpha} \quad S_c = 0.042 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_c} \quad \xi = 0.043 \quad \zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.978$$

$$A_s := \frac{M_{o_a}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad A_s = 6.019 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} := 0.15 \cdot \% \cdot b \cdot d \quad A_{smin} = 5.16 \text{ cm}^2$$

przyjęto zbrojenie $\phi 12$ co 20 cm $A_s := 5.65 \cdot \text{cm}^2$ $A_{sc} := 5.65 \cdot \text{cm}^2$

SPRAWDZENIE ZARYSOWANIA

$$n := \frac{E_s}{E_{cm}} \quad n = 6.061$$

$$W_{fp} := \left[0.292 + \frac{1.5 \cdot n \cdot (A_s + 0.1 \cdot A_{sc})}{b \cdot h} \right] \cdot b \cdot h^2 \quad W_{fp} = 0.049 \text{ m}^3$$

spr. warunku

$$M_{fp} := W_{fp} \cdot f_{ctk} \quad M_{fp} = 97.96 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{k_d} = 77.343 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

zbrojenie poziome $|M_{yo,oa}| = 45.848 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $|M_{y1,oa}| = 52.334 \text{ kN}\cdot\text{m}$

obciążenie obliczeniowe w stanie awaryjnym, przęsłowe:

$$M_{k_d} := |M_{yo,cha}| \quad M_{k_d} = 41.68 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad b := 1 \cdot \text{m} \quad h := 40 \cdot \text{cm}$$

$$M_{o_a} := |M_{yo,oa}| \quad M_{o_a} = 45.848 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Zbrojenie na zginanie

Przyjęto zbrojenie prętami $\phi := 12 \cdot \text{mm}$ $a := 5 \cdot \text{cm}$ $d := h - a - 0.5 \cdot \phi$ $d = 34.4 \text{ cm}$

$$S_c := \frac{M_{o_a}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd} \cdot \alpha} \quad S_c = 0.023 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_c} \quad \xi = 0.023 \quad \zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.988$$

$$A_s := \frac{M_{o_a}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \quad A_s = 3.21 \text{ cm}^2 \quad A_{smin} := 0.15 \cdot \% \cdot b \cdot d \quad A_{smin} = 5.16 \text{ cm}^2$$

przyjęto zbrojenie $\phi 12$ co 20 cm $A_s := 5.65 \cdot \text{cm}^2$ $A_{sc} := 5.65 \cdot \text{cm}^2$

SPRAWDZENIE ZARYSOWANIA

$$n := \frac{E_s}{E_{cm}} \quad n = 6.061$$

$$W_{fp} := \left[0.292 + \frac{1.5 \cdot n \cdot (A_s + 0.1 \cdot A_{sc})}{b \cdot h} \right] \cdot b \cdot h^2 \quad W_{fp} = 0.049 \text{ m}^3$$

spr. warunku

$$M_{fp} := W_{fp} \cdot f_{ctk} \quad M_{fp} = 97.96 \text{ kN}\cdot\text{m} > M_{k_d} = 41.68 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

OBLICZENIE PŁYTY DENNEJ

- Zebranie obciążeń

objętość żelbetu -zbiornika

$$O_f := [6.1 \cdot [0.4 \cdot (15.18 \cdot 3 + 7.3 \cdot 4)] + 20.29 + 3.0 + 194.63] \cdot 1 \cdot \text{m}^3$$

$$O_f = 400.286 \text{ m}^3$$

Ciężar zbiornika

$$Q_f := O_f \cdot 25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad Q_f = 10007.14 \text{ kN}$$

Pole powierzchni dennej :

$$P_d := 16.80 \cdot \text{m} \cdot 16.55 \cdot \text{m}$$

$$P_d = 278.04 \text{ m}^2$$

Obc. charakterystyczne

Obc. obliczeniowe

$$q_{l_{ch}} := \frac{Q_f}{P_d} \quad q_{l_{ch}} = 35.992 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{l_o} := q_{l_{ch}} \cdot 1.1 \quad q_{l_o} = 39.591 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ciężar ścieków :

wys. słupa ścieków od dna

$$q := 10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$h_{sw} := 5.5 \text{ m}$$

$$W_{wg_{ch}} := q \cdot h_{sw} \quad \gamma := 1.1 \quad W_{wg_o} := W_{wg_{ch}} \cdot \gamma \quad W_{wg_o} = 60.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

RAZEM

Obc. charakterystyczne

Obc. obliczeniowe

$$q_{ch} := q_{l_{ch}} + W_{wg_{ch}}$$

$$q_o := q_{l_o} + W_{wg_o}$$

$$q_{ch} = 90.992 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_o = 100.091 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

DANE OBLICZENIOWE

Dane:

$$\text{Beton B37} \quad R_b := 20.0 \cdot \text{MPa} \quad R_{bzk} := 2.0 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Stal A-IIIIN} \quad R_a := 375 \cdot \text{MPa}$$

$$E_a := 210 \cdot 10^3 \cdot \text{MPa} \quad E_b := 32.0 \cdot 10^3 \cdot \text{MPa}$$

***** WYMIAROWANIE *****

PŁYTA DENNA "I"

$$\text{wymiary płyty :} \quad l_x := 7.50 \cdot \text{m} \quad l_y := 15.0 \cdot \text{m} \quad \frac{l_y}{l_x} = 2 \quad E := \frac{l_y}{l_x}$$

$$\text{interpol:} \quad \text{dane -} \quad E = 2 \quad A := 2 \quad B := 2 \quad i := A \cdot 100 \quad j := B \cdot 100$$

$$\rho_x := \frac{(\rho_{x_j} - \rho_{x_i}) \cdot (E - A)}{(B - A)} + \rho_{x_i} \quad \rho_x = 0.0367$$

$$\rho_y := \frac{(\rho_{y_j} - \rho_{y_i}) \cdot (E - A)}{(B - A)} + \rho_{y_i} \quad \rho_y = 2.3 \times 10^{-3}$$

$$\chi := \frac{(\chi 6_j - \chi 6_i) \cdot (E - A)}{(B - A)} + \chi 6_i \quad \chi = 0.941$$

Momenty przęsłowe:

charakterystyczne :

$$M_{p_{x_{ch}}} := \rho_x \cdot q_{ch} \cdot l_x^2 \cdot 1 \cdot m \quad M_{p_{x_{ch}}} = 187.841 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{p_{y_{ch}}} := \rho_y \cdot q_{ch} \cdot l_y^2 \cdot 1 \cdot m \quad M_{p_{y_{ch}}} = 47.088 \text{ kN} \cdot m$$

obliczeniowe :

$$M_{p_{x_0}} := \rho_x \cdot q_0 \cdot l_x^2 \cdot 1 \cdot m \quad M_{p_{x_0}} = 206.625 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{p_{y_0}} := \rho_y \cdot q_0 \cdot l_y^2 \cdot 1 \cdot m \quad M_{p_{y_0}} = 51.797 \text{ kN} \cdot m$$

Momenty podporowe:

$$M_{x_{ch}} := \frac{\chi}{12} \cdot q_{ch} \cdot l_x^3 \cdot 1 \cdot m \quad M_{x_{ch}} = -401.359 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{y_{ch}} := \frac{1 - \chi}{12} \cdot q_{ch} \cdot l_y^3 \cdot 1 \cdot m \quad M_{y_{ch}} = -100.66 \text{ kN} \cdot m$$

$$\text{obliczeniowe :} \quad M_{x_0} := \frac{\chi}{12} \cdot q_0 \cdot l_x^3 \cdot 1 \cdot m \quad M_{x_0} = -441.495 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{y_0} := \frac{1 - \chi}{12} \cdot q_0 \cdot l_y^3 \cdot 1 \cdot m \quad M_{y_0} = -110.726 \text{ kN} \cdot m$$

Wyrownane momenty podporowe metoda Crossa:

$$M_{x_{ow}} := -258.47 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{y_{ow}} := -111.209 \text{ kN} \cdot m$$

SPRAWDZENIE PRZYJĘTEGO PRZEKROJU PŁYTY

Dane:

$$\text{przyjęto płytę :} \quad h := 70 \text{ cm} \quad a_c := 5 \text{ cm} \quad h_0 := h - a_c \quad h_0 = 0.65 \text{ m} \quad b := 1 \cdot m$$

$$\text{dla momentu podporowego w kierunku x:} \quad F_{a_{\min}} := b \cdot h_0 \cdot \frac{0.15}{100} \quad F_{a_{\min}} = 9.75 \text{ cm}^2$$

$$M_{\max} := |M_{x_{ow}}| \quad M_{\max} = 258.47 \text{ kN} \cdot m$$

$$S_b := \frac{M_{\max}}{h \cdot h_c \cdot R_b} \quad S_b = 0.031 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_b} \quad \xi = 0.031$$

$$\zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.984$$

$$F_a := \frac{M_{\max}}{\zeta \cdot h_0 \cdot R_a} \quad F_a = 10.771 \text{ cm}^2 \quad \mu := \frac{F_a \cdot 100}{b \cdot h_0} \quad \mu = 0.166$$

dano pręty ze stali AIIIIN $\Phi 16$ co 20 i 40 cm $F_z = 10.05 + 5.02 = 15.07 \text{ cm}^2$

dla momentu przęsłowego w kierunku x:

$$M_{\max} := |M_{p_{x_0}}| \quad M_{\max} = 206.625 \text{ kN} \cdot m$$

M_{\dots}

$$S_b := \frac{M_{\max}}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b} \quad S_b = 0.024 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_b} \quad \xi = 0.025$$

$$\zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.988$$

$$F_a := \frac{M_{\max}}{\zeta \cdot h_0 \cdot R_a} \quad F_a = 8.583 \text{ cm}^2 \quad \mu := \frac{F_a \cdot 100}{b \cdot h_0} \quad \mu = 0.132$$

dano pręty ze stali AIIIIN $\Phi 16$ co20cm $Fz=10.05$ cm2

dla momentu podporowego w kierunku y:

$$M_{\max} := |M_{y_{0w}}| \quad M_{\max} = 111.209 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$S_b := \frac{M_{\max}}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b} \quad S_b = 0.013 \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_b} \quad \xi = 0.013$$

$$\zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.993$$

$$F_a := \frac{M_{\max}}{\zeta \cdot h_0 \cdot R_a} \quad F_a = 4.593 \text{ cm}^2 \quad \mu := \frac{F_a \cdot 100}{b \cdot h_0} \quad \mu = 0.071$$

dano pręty ze stali AIIIIN $\Phi 16$ co20cm $Fz=10.05$ cm2

dla momentu przęsłowego w kierunku y:

$$M_{\max} := |M_{py_0}| \quad M_{\max} = 51.797 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$S_b := \frac{M_{\max}}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b} \quad S_b = 6.13 \times 10^{-3} \quad \xi := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_b} \quad \xi = 6.149 \times 10^{-3}$$

$$\zeta := 1 - \frac{\xi}{2} \quad \zeta = 0.997$$

$$F_a := \frac{M_{\max}}{\zeta \cdot h_0 \cdot R_a} \quad F_a = 2.132 \text{ cm}^2 \quad \mu := \frac{F_a \cdot 100}{b \cdot h_0} \quad \mu = 0.033$$

dano pręty ze stali AIIIIN $\Phi 16$ co20cm $Fz=10.05$ cm2

Sprawdzenie zbiornika na wypłynięcie po zasypaniu gruntem

PRZYJĘTO MINIMALNĄ WYSOKOŚĆ GRUNTU ZASYPOWEGO $h_g := 5.0$ m

$l_k := 15.80$ m - 1-wszy wymiar zbiornika po zewnętrznym obrysie bez odsadzek

$l_d := 15.80$ m - 2-gi wymiar zbiornika po zewnętrznym obrysie bez odsadzek {w obrysie ścian}

$l_{d1} := 0.5$ m - dodatkowy wysięg płyty dennej (odsadзки po obrysie zewnętrznym zbiornika)

$\xi_{pd} := 0.7$ m - grubość płyty dennej

$h_g := 5.1$ m - wysokość gruntu

- Obliczenie sił balastujących (utrzymujących) zbiornik

1. ściany betonowe zbiornika

objętość ścian zbiornika (nad płytą denną) + skosy+ pomost

$$O_f := 205.66 \text{ m}^3$$

Ciężar ścian zbiornika

$$Q_s := O_f \cdot 25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad ; \quad Q_s = 514.15 \text{ t}$$

2. płyta denną zbiornika

Pole powierzchni płyty dennej :

$$Pd := (l_k + 2 \cdot ld_1) \cdot (l_d + ld_1 \cdot 2) \quad Pd = 282.24 \text{ m}^2$$

Ciężar płyty dennej zbiornika

$$Q_{pd} := \left(Pd \cdot 25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right) \cdot (\xi_{pd} + 0.1 \text{ m}) \quad Q_{pd} = 564.48 \text{ t}$$

3. ciężar gruntu balastującego nad odsadzką

objętość gruntu utrzymującego (przy wysięgu odsadzki j. w. i wysokości gruntu j.w):

$$O_g := h_g \cdot 0.5 \cdot [Pd - (l_k \cdot ld)] \quad O_g = 83.13 \text{ m}^3$$

Ciężar gruntu utrzymującego.

$$Q_g := O_g \cdot 25 \cdot 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad Q_g = 207.825 \text{ t}$$

Siła wyporu wody gruntowej : wys. słupa wody od dna $h_{sw} := 3.50 \cdot \text{m} + \xi_{pd}$

objętość zbiornika razem z wewnętrzną przestrzenią powietrzną do wysokości wody gruntu} x ciężar wody

$$h_{sw} = 4.2 \text{ m}$$

Objętość wypierana:

$$O_{wyp} := ld \cdot l_k \cdot (h_{sw} - \xi_{pd}) + (ld + 2 \cdot ld_1) \cdot (l_k + ld_1) \cdot \xi_{pd} \quad O_{wyp} = 1065.428 \text{ m}^3$$

$$q := 10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{- ciężar wody}$$

$$\text{siła wyporu} = W_{wgh} := O_{wyp} \cdot q \quad \gamma := 1.0 \quad W_{wg0} := W_{wgh} \cdot \gamma \quad W_{wg0} = 1065.428 \text{ t}$$

$$k_w := 1.2 \quad \text{- wsp. bezpieczeństwa}$$

sprawdzenie nierówności:

$$Q_s + Q_{pd} + Q_g = 1286.455 \text{ t} \quad > \quad k_w \cdot W_{wg0} = 1278.5136 \text{ t} \quad \text{- warunek zachowany}$$