

PROJEKT TECHNICZNY - KONSTRUKCJA



BIURO INŻYNIERSKIE FAUSTYN RECHA
Projektowanie i nadzory w budownictwie
ul. Wojska Polskiego 16A, 42-287 Psary
tel. 517-957-264, recha.biuro@gmail.com
NIP 5751769962, REGON 384604849

INWESTOR	GMINA PAWONKÓW ul. Lubliniecka 16 42-772 Pawonków
NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO	BUDOWA PODZIEMNEGO ZBIORNIKA NA WODĘ O POJEMNOŚCI 200 m²
ADRES I KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO	WOJ. ŚLĄSKIE, POWIAT LUBLINIECKI, GMINA PAWONKÓW, MIEJSCOWOŚĆ PAWONKÓW DZ. NR 394/45 Kategoria obiektu budowlanego: XXX
POZOSTAŁE DANE ADRESOWE	Nazwa jednostki ewidencyjnej: JEDN. EWID. 240707_2 PAWONKÓW Nazwa i numer obrębu ewidencyjnego: OBRĘB. EWID. 0008 PAWONKÓW Numery działek ewidencyjnych: DZ. NR 394/45

ZESPÓŁ AUTORSKI		
Imię i nazwisko	Specjalność i numer uprawnień	Data i podpis
Projektant dr inż. Faustyn Recha	Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno – budowlanej bez ograniczeń nr ewid. SLK/7908/PWBKb/18 Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa o nr ewid. SLK/BO/0566/18 – posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.07.2023 r.	25.05.2023 r.
Sprawdzający dr inż. Lukasz Rduch	Uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności konstrukcyjno – budowlanej bez ograniczeń nr ewid. SLK/5526/POOK/14 Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa o nr ewid. SLK/BO/8888/14 – posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 30.09.2023 r.	25.05.2023 r.

MAJ 2023

SPIS TREŚCI

PROJEKT TECHNICZNY - KONSTRUKCJA	1
1.1 DOKUMENTY DOŁĄCZONE DO PROJEKTU	3
1.1.1 Kopia dokumentu uprawnień budowlanych projektanta i sprawdzającego	3
1.1.2 Kopia zaświadczenia o członkostwie w ŚOIIB projektanta i sprawdzającego.....	5
1.1.3 Oświadczenie projektanta i sprawdzającego	6
1.2 CZĘŚĆ OPISOWA.....	7
1.2.1 Dane podstawowe	7
1.2.1.1 Przedmiot opracowania	7
1.2.1.2 Podstawa opracowania.....	7
1.2.1.3 Dane lokalizacyjne	7
1.2.2 Charakterystyka obiektu	7
1.2.2.1 Fundament – płyta denna.....	7
1.2.2.2 Ściany i słup zbiornika	8
1.2.2.3 Strop zbiornika.....	8
1.2.2.4 Konstrukcja nadbudówki	8
1.2.2.5 Izolacje	8
1.2.2.6 Schody na gruncie i balustrada stalowa	9
1.2.2.7 Elementy wyposażenia obiektu	9
1.2.3 Roboty ziemne	9
1.2.4 Uwagi ogólne.....	9
1.3 OBLICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE.....	10
1.3.1 Przyjęte założenia	10
1.3.2 Wyznaczenie sił parcia na ściany, dno i strop zbiornika	11
1.3.3 Wyniki obliczeń	12
1.3.3.1 Zbiornik.....	12
1.3.3.2 Słup	24
1.3.3.3 Ściany nadbudówki	32
1.3.4 Wykaz norm	32
1.4 CZĘŚĆ RYSUNKOWA	32

1.1 DOKUMENTY DOŁĄCZONE DO PROJEKTU

1.1.1 Kopia dokumentu uprawnień budowlanych projektanta i sprawdzającego



Sygn. akt SLK/OKK/7131.7132/7908/18

DECYZJA

Katowice, dnia 12 czerwca 2018 r.

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2017 r., poz. 1332 z późn. zm.), § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2014 r., poz. 1278) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2016 r., poz. 1725 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Faustyn Recha

mgr inż. budownictwa
ur. dnia 22 października 1991 w Lublińcu

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny SLK/7908/PWBKb/18

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi

w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

- sporządzanie projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu wyłącznie w zakresie uzyskanej specjalności,
- sprawdzanie projektów budowlanych w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej i sprawowanie nadzoru autorskiego,
- kierowanie robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji obiektu oraz architektury obiektu,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej SIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Zgodnie z art. 127a k.p.a., w trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję (tj. Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa). W takim wypadku, z dniem doręczenia organowi oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna. Informuje się ponadto, że jeżeli w wyniku złożenia oświadczenia o zrzeczeniu się odwołania decyzja uzyska przymioty ostateczności i prawomocności – zamyka to również drogę do zaskarżenia jej do sądu administracyjnego.

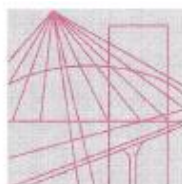
Otrzymują:

1. Pan Faustyn Recha
Wojska Polskiego 16
42-287 Psary
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



Skład orzekający OKK

1. mgr inż. Franciszek Buszka
2. mgr inż. Jan Spychała
3. inż. Zbigniew Herisz



Ś L Ą S K A
O K R Ę G O W A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

SLK/OKK/7131/5526/14

Katowice, dnia 09 czerwca 2014 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.), § 15 i § 17 ust. 1 pkt. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578 z późn. zm.) oraz art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Łukasz Rduch

mgr inż. budownictwa
ur. dnia 01 listopada 1983 w Wodzisławiu Śląskim

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny SLK/5526/POOK/14
do projektowania
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

- sporządzanie projektu architektoniczno - budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności konstrukcyjno - budowlanej, z wyłączeniem projektów zagospodarowania działki lub terenu obejmujących budynki,
- sprawdzanie projektów budowlanych w zakresie specjalności konstrukcyjno - budowlanej i sprawowanie nadzoru autorskiego
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.




Od niniejszej decyzji służy stronom prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej SIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Otrzymują:

1. Pan Łukasz Rduch
Centralna 79 F
44-323 Polomia
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



Skład orzekający OKK

1. 
mgr inż. Piotr Szatkowski
2. 
inż. Hieronim Spiżewski
3. 
mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz

1.1.2 Kopia zaświadczenia o członkostwie w ŚOIIB projektanta i sprawdzającego



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
SLK-IVD-79R-6ZS *

Pan Faustyn Recha o numerze ewidencyjnym SLK/BO/0566/18
adres zamieszkania ul. Wojska Polskiego 16A, 42-287 Psary
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2023-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-07-13 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



1.1.3 Oświadczenie projektanta i sprawdzającego

OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art.34 ustawy z dnia 07.07.1994r prawo budowlane niniejszym oświadczam, iż projekt budowlany:

BUDOWA PODZIEMNEGO ZBIORNIKA NA WODĘ O POJEMNOŚCI 200 m²

Zaprojektowany dla lokalizacji:

**WOJ. ŚLĄSKIE, POW. LUBLINIECKI, GM. PAWONKÓW,
42-772 PAWONKÓW, DZ. NR 394/45**

Kategoria obiektu budowlanego: **XXX**

sporządzony 25.05.2023 r.

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

.....
Projektant

.....
Sprawdzający

1.2 CZĘŚĆ OPISOWA

1.2.1 Dane podstawowe

1.2.1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest wykonanie projektu technicznego konstrukcji w ramach zamierzenia budowlanego obejmującego budowę podziemnego zbiornika na wodę o poj. 200 m³.

1.2.1.2 Podstawa opracowania

- Zlecenie Inwestora.
- Projekt budowlany i projekt zagospodarowania terenu.
- Opinia geotechniczna podłoża gruntowego.
- Obowiązujące Polskie Normy i akty prawne.
- Literatura techniczna.

1.2.1.3 Dane lokalizacyjne

- Usytuowanie

Teren, w którym zakłada się wykonanie projektowanego obiektu, znajduje się w woj. śląskie, powiat lubliniecki, gm. Pawonków, miejscowość Pawonków, dz. nr 394/45. Teren działki jest stosunkowo płaski.

- Ograniczenia strefowe

II strefa przemarzania gruntu $h_z = 1$ m.

II strefa obciążenia śniegiem.

I strefa obciążenia wiatrem.

1.2.2 Charakterystyka obiektu

Realizację obiektów należy przeprowadzić zgodnie ze szczegółowymi rysunkami architektonicznymi w nawiązaniu do obliczonych i założonych warunków konstrukcyjnych. Zbiornik wykonany w pełni w technologii monolitycznej żelbetowej.

Określenie podstawowych poziomów konstrukcyjnych:

- poziom 0,00 - poziom górnej krawędzi płyty dennej zbiornika;
- poziom dolnej krawędzi stropu; +3,50m;
- poziom górnej krawędzi stropu; +3,80m;

Ostateczne poziomy zbiornika należy dostosować względem poziomów istniejącego zbiornika.

1.2.2.1 Fundament – płyta denną

Posadowienie zbiornika zaprojektowano na płycie fundamentowej gr. 32 cm. Płyta na planie ośmiokąta foremnego wpisanego w okrąg o średnicy 10,5 m. Na wykonanie fundamentów zastosować beton klasy C40/50 stal klasy C gat. B500SP. Klasa ekspozycji XC4, XA2. Otulina min. 50 mm. W miejscu oparcia słupa zwiększyć grubość płyty fundamentowej o 28 cm na planie kwadratu o boku 2,0 m, grubość sumaryczna płyty w miejscu zwiększonej grubości - 60 cm.

Zbrojenie według obliczeń zgodnie z wytycznymi na rysunku technicznym - siatka z prętów górą i dołem #12 co 15cm w obu kierunkach, należy stosować haki kotwiące (pręty zagiąć). Z płyty należy wyprowadzić pręty startowe dla zbrojenia ścian i słupa zbiornika w dwóch wysokościach naprzemiennie. wysokość min. 0,70 i 1,30 m. Obwodowo należy zastosować wieniec zamykający zbroj. 4#12 zakotwiony odpowiednio w narożach.

Uwarstwienie podłoża pod fundamentem:

- izolacja przeciwwilgociowa typu średniego – HYDROSTOP 203
- chudy beton kl. C8/10 gr. ~10cm
- grunt rodzimy

Stosować zagęszczenie mechaniczne do $I_s=0,98$. Należy przewidzieć konieczność kontroli zagęszczenia za pomocą lekkiej płyty dynamicznej LWD. Ubytki w gruncie uzupełnić chudym betonem kl. C8/10. Po wykonaniu właściwego zabezpieczenia przeciwwilgociowego lub przeciwwodnego (ostatecznego doboru rodzaju izolacji należy dokonać w momencie wykonania wykopu i określenia istniejącego poziomu wody gruntowej, decyzję podejmuje kierownik budowy w porozumieniu z projektantem) zgodnie z niniejszą dokumentacją można przystąpić do zasypywania fundamentów. Prace prowadzić etapami. Należy zagęszczać mechanicznie każdorazowo nie więcej niż 30 cm nasypanego gruntu. Stosować zagęszczenie mechaniczne do $I_s=0,98$. Należy przewidzieć konieczność kontroli zagęszczenia za pomocą lekkiej płyty dynamicznej LWD.

UWAGA! Posadowienie zaprojektowano w oparciu o parametry geotechniczne gruntu przedstawione w części obliczeniowej niniejszego opracowania. W przypadku stwierdzenia występowania w wykopie gruntów o innych parametrach niż przyjęto w projekcie, konieczne jest dokonanie adaptacji zaprojektowanych fundamentów stosownie do stwierdzonych gorszych warunków gruntowych.

1.2.2.2 Ściany i słup zbiornika

Ściany zbiornika gr. 32 cm. Na wykonanie fundamentów zastosować beton klasy C30/37 stal klasy C gat. B500SP. Klasa ekspozycji XC4, XA2. Otulina min. 50 mm.

Zbrojenie według obliczeń zgodnie z wytycznymi na rysunku technicznym - siatka z prętów wewnętrzna i zewnętrzna #12 co 15cm w obu kierunkach. Zbrojenie należy łączyć na zakład ze zbrojeniem wyprowadzonym z płyty dennej. Zbrojenie poziome zaprojektowano jako ułożone bliżej wnętrza ścian zbiornika. Zbrojenie pionowe ułożyć od strony zewnętrznej. Zbrojenie pionowe ścian wyprowadzić ponad poziom stropu i następnie dogiąć do górnego zbrojenia stropu na etapie montażu zbrojenia stropu. W miejscu otworów większych niż 225 cm² (15x15 cm) otwory te dobroić obustronnie połową przeciętych w świetle otworu prętów. Stosować dodatkowo zbrojenie zamykające - bigle #12 co 15 cm, które mają za zadanie uciąglić zbrojenie górne / dolne, w narożach otworu ułożyć zbrojenie skośne #12. Lokalizacja otworów określona w dokumentacji technicznej. W miejscu planowanego wykonania podestu pod włazem ułożyć przed betonowaniem ścian systemowe łączniki kotwiące Halfen HBT 120 dla prętów górą i dołem #12 w rozstawie 10 cm. Po ułożeniu mieszanki betonowej, stwardnieniu i rozszalowaniu pręty łącznika odgiąć i ułożyć zbrojenie podestu, które należy łączyć poprzez spawanie ze zbrojeniem łącznika. W centralnej części zbiornika zaprojektowano słup o przekroju 50x50 cm. Zbrojenie słupa 12 #16, strzemiona czterocięte w obu kierunkach #8 co 15cm w strefach przypodporowych oraz co 20 cm w strefie środkowej.

Zbrojenie słupa łączyć ze starterami wyprowadzonymi z fundamentu oraz zakotwić w płycie stropu.

1.2.2.3 Strop zbiornika

Konstrukcja stropu monolityczna płytowa o gr. 30 cm. Na wykonanie fundamentów zastosować beton klasy C40/50 stal klasy C gat. B500SP. Klasa ekspozycji XC4, XA2. Otulina min. 50 mm. W miejscu podparcia stropu na słupie zwiększyć grubość stropu o 30 cm na planie kwadratu o boku 2,0 m, grubość sumaryczna płyty w miejscu zwiększonej grubości - 60 cm.

Zbrojenie według obliczeń zgodnie z wytycznymi na rysunku technicznym - siatka z prętów górą i dołem #12 co 15cm w obu kierunkach. Dla prętów zbrojenia górnego należy stosować haki kotwiące (pręty zagiąć). Zbrojenie górne łączyć na zakład ze zbrojeniem pionowym zewnętrznym ścian zbiornika. W miejscu otworu stropu zastosować należy odpowiednie dozbrojenie. Otwór dozbroić obustronnie połową przeciętych w świetle otworu prętów. Stosować dodatkowo zbrojenie zamykające - bigle #12 co 15 cm, które mają za zadanie uciąglić zbrojenie górne / dolne, w narożach otworu ułożyć zbrojenie skośne #12. Z płyty stropu należy wyprowadzić pręty startowe dla zbrojenia ścian nadbudówki wg lokalizacji oznaczonej na rysunku.

1.2.2.4 Konstrukcja nadbudówki

Konstrukcja nadbudówki monolityczna żelbetowa, ściany o grubości 20 cm, gr. płyty stropodachu 12 cm. Na wykonanie nadbudówki zastosować beton klasy C30/37 stal klasy C gat. B500SP. Klasa ekspozycji XC4, XF2. Otulina min. 40 mm. Zbrojenie ścian według obliczeń zgodnie z wytycznymi na rysunku technicznym - siatka z prętów wewnętrzna i zewnętrzna #8 co 15cm w obu kierunkach, zbrojenie płyty stropodachu siatka z prętów #8 co 10 cm w obu kierunkach górą i dołem. W stropodachu zachować otwór wentylacyjny o średnicy min. 100mm. Zbrojenie w narożach należy uciąglić, zapewniając całkowite przenoszenie sił wewnętrznych. Zbrojenie ścian należy łączyć na zakład ze zbrojeniem wyprowadzonym z płyty tropu zbiornika. Zbrojenie poziome zaprojektowano jako ułożone bliżej zewnętrznej strony, pionowe bliżej wewnętrznej strony. Otwór drzwiowy dozbroić zgodnie z wytycznymi podanymi na rysunku technicznym. Krawędziowo stosować pręty podłużne 2#12 + bigle zamykające #8.

1.2.2.5 Izolacje

Zbiornik wraz z nadbudówką należy izolować systemem izolacji przeciwwilgociowej typu średniego. Zalecany system – HYDROSTOP, izolacje mineralne układane obustronnie (od wewnątrz i na zewnątrz) wszystkich powłok żelbetowych – zaprawa HYDROSTOP 209. W miejscu połączeń ścian z płytą denną i stropem zbiornika należy umieścić taśmy PCV ASI 200 w osi ściany. Połączenie taśm poprzez zgrzewanie. Dodatkowo styk zabezpieczyć

wodoszczelną zaprawą HYDROSTOP 401. W miejscu przebicia ścian ściągami szalunków szczelność zapewnić poprzez korki betonowe Reuss typu Beton Kegel średnicy 41-31 mm i dł. 39mm (Kegel-Verschluss-System). UWAGA! Taśmy stosowane w przerwach technologicznych, jak i korki wskazane w detalach są tylko przykładowymi. Dopuszczamy zastosowanie w tych miejscach innych rozwiązań systemowych dopuszczonych do używania w budownictwie zgodnie z wytycznymi producenta i instrukcją montażu odnośnie ułożenia i ewentualnych połączeń (zgrzewania). Wszystkie stosowane środki uszczelniające powinny posiadać certyfikaty i atesty dopuszczające do stosowania oraz nie zagrażające życiu i zdrowiu ludzi (atesty PZH). Detale ułożenia izolacji wg części rysunkowej.

1.2.2.6 Schody na gruncie i balustrada stalowa

Dojście do nadbudówki zbiornika planuje się wykonać poprzez schody na gruncie wykonane z prefabrykowanej kostki betonowej. Spocznik schodów bezpośrednio przed drzwiami wejściowymi oraz pośredni w połowie biegu schodów. Schody należy wyposażać w stalową balustradę o wys. 110 cm umożliwiającą przeniesienie siły poziomej 1,0kN przyłożonej w miejscu pochwytu. Konstrukcję stalową balustrady wykonać z profili zamkniętych kwadratowych gorącowalcowanych 4x40mm (pochwyt i słupki). Wypełnienie wykonać z płaskowników gr. 5mm i szerokości 40mm w rozstawie max. 20 cm. Zakotwienie słupków balustrady do stóp fundamentowych F-1 o wym. 40x40 cm i zagłębionych w gruncie do poziomu -1,0m ppt. Zakotwienie za pomocą blachy węzłowej gr. 10 mm i 4 kotew M12 wklejanych na iniekcji chemicznej. Pochwyt górny i dolny balustrady dodatkowo należy zakotwić w ścianie nadbudówki w ilości 2 kotwy M12 /połączenie. Wszystkie elementy konstrukcji stalowej wykonać ze stali S355 odpowiednio zabezpieczonej antykorozyjnie poprzez ocynkowanie ogniowe i malowanie proszkowo w kolorze RAL 7016 (antracyt mat). Wszystkie łączniki zabezpieczone antykorozyjnie poprzez ocynkowanie galwaniczne. Spoiny pachwinowe niewydane na rysunkach technicznych wykonać jako 0,7 x grubość cieńszego materiału spawanego.

1.2.2.7 Elementy wyposażenia obiektu

Właz do zbiornika oraz drabiny i uchwyty asekuracyjne do zejścia na dno zbiornika należy wykonać ze stali kwasoodpornej A4 316 o trwałości min. 50 lat. Elementy zakotwić do konstrukcji żelbetowej kotwami wklejanymi na iniekcji chemicznej. Uchwyty zakotwić w obrębie drabin na poziomie +2,00 i +3,20 m. Wejście do wnętrza poprzez drzwi stalowe typowe techniczne z wywietrznikami przy progu. Drzwi wyposażać w zamek zabezpieczający przed dostępem do wnętrza zbiornika osób niepowołanych.

1.2.3 Roboty ziemne

W trakcie wykonywania robót ziemnych i budowlanych należy usunąć całość warstwy gruntów do poziomu posadowienia, porównać z gruntem założonym do obliczeń statycznych. Należy przewidzieć wszelkie konieczne środki zabezpieczające rodzime podłoże gruntowe (dotyczy przede wszystkim gruntów spoistych) w wykopach fundamentowych przed zalaniem, rozmoczeniem, wysuszeniem, przemarzeniem i w razie możliwości od razu wykonać prace betonowe i fundamenty:

- po wykonaniu fundamentów nie wolno doprowadzić do zalania lub zawilgocenia gruntów rodzimych;
- nie pozwalać na gromadzenie się wody w wykopie;
- ewentualne ubytki gruntów, uszkodzenia w trakcie prac budowlanych proponuje się wypełnić chudym betonem;
- zaleca się wykonywanie prac w okresie letnim i koniecznie bezdeszczowym z całkowitym pominięciem okresu zimowego.

Kategorie urabialności gruntów w robotach ziemnych wg PN-B-06050:1999 – Geotechnika, roboty ziemne:

- grunty organiczne – kategoria 3, grunty łatwo urabialne (pakiet I),
- grunty spoiste – kategoria 3 i 4, grunty łatwo i średnio urabialne (pakiet III),
- grunty spoiste – kategoria 5-7, grunty trudno urabialne oraz skały łatwo i trudno urabialne (pakiet IV).

Oznaczenia wg dokumentacji podłoża gruntowego.

1.2.4 Uwagi ogólne

Łączenie zbrojenia należy wykonać na zakład (chyba, że na rysunku oznaczono inaczej). W przypadku łączenia dwóch prętów o różnych średnicach należy przyjąć długość zakładu wymaganą dla pręta o większej średnicy. Konkretnie długości podane na rys. technicznym. Zakłady wykonać tak, aby w jednym przekroju łączonych prętów było maksymalnie 50% ilości całego zbrojenia przekroju (układanie mijankowe prętów). Długości zakładu / zakotwienia przyjąć równe 40 ϕ . Promienie gięcia prętów zgodnie z PN-EN 1992-1-1 (Eurokod 2). Zbrojenie należy wykonać zgodnie z załączonymi rysunkami w odniesieniu do ilości zbrojenia, przyjętych średnic, ich rozstawów oraz sposobu ułożenia. Elementy betonowe podlegają właściwemu zagęszczeniu wibracyjnemu. Należy stosować odpowiednie zagęszczenie mieszanki betonowej oraz późniejszą pielęgnację betonu. Technologię betonowania oraz specyfikację mieszanki betonowej należy każdorazowo ustalić na etapie wymogów projektu i warunków występujących na placu

budowy w porozumieniu kierownika budowy z projektantem. Każdorazowo należy uwzględnić zabiegi wynikające z potrzeby zminimalizowania skurczu betonu, a więc:

- obniżenie współczynnika wodno-cementowego (w/c)
- zmniejszenie objętości zaczynu cementowego w mieszance betonowej
- stosowanie kruszywa o jak największym rozmiarze ziaren
- stosowanie kruszywa płukanego, o możliwie niskiej nasiąkliwości
- stosowanie mikrozbrojenia (włókien) lub domieszek chemicznych ograniczających skurcz
- odpowiednie przygotowanie podłoża przed betonowaniem
- zabezpieczenie powierzchni betonu przed odparowaniem wody
- prowadzenie pielęgnacji wilgotnościowej (wg PN-EN 13670), w tym pielęgnacji wewnętrznej, w możliwie najdłuższym czasie

Roboty wykonywać zgodnie z „warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych” i ogólnymi przepisami BHP przy robotach budowlanych oraz projektem konstrukcji. Wszystkie wbudowane materiały powinny być dopuszczone do stosowania w budownictwie i posiadać odpowiednie atesty bądź certyfikaty. Nadzór i kierowanie robotami budowlanymi powierzyć specjalistom posiadającym odpowiednie doświadczenie i uprawnienia budowlane. Wszelkie zmiany należy konsultować z projektantem konstrukcji w porozumieniu z kierownikiem budowy. Należy zapewnić nadzór autorski.

1.3 OBLICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE

1.3.1 Przyjęte założenia

W ramach przeprowadzonych analiz obliczeniowych dokonano sprawdzenia stanu zachowania warunków z uwagi na Stan Graniczny Nośności (SGN) i Stan Graniczny Użytkowości (SGU) konstrukcji zbiornika. Obliczenia przeprowadzono na bazie Norm Eurokod, posilając się programami numerycznymi. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyciąg z obliczeń, pełna wersja obliczeń znajduje się w archiwum jednostki opracowującej dokumentację.

W ramach obliczeń analizowano trzy warianty obciążeń zbiornika:

- I. stan odpowiadający obciążeniu w prawidłowym stadium eksploatacji zbiornika – parcie gruntu na ściany i strop zbiornika od zewnątrz + parcie wody do poziomu +3,0m od wewnątrz;**
- II. stan odpowiadający obciążeniu przy całkowitym opróżnieniu zbiornika – maksymalna wartość parcia gruntu na ściany i płytę denną zbiornika**
- III. stan odpowiadający obciążeniu w stanie awaryjnym (przepelnienie zbiornika bez obciążenia naziemu) – maksymalna wartość parcia wody na ściany i płytę denną zbiornika**

Dla płyty dennej i stropu zbiornika przyjęto beton C40/50, dla ścian i słupa beton C30/37. Stal zbrojeniowa B500SP o charakterystycznej granicy plastyczności równej $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$.

Maksymalne ugięcie elementów żelbetowych przyjęto $L/250$.

Dopuszczalną szerokość rysy przyjęto jako $w_{dop} = 0,10\text{mm}$.

Uzasadnienie:

Przyjęto klasę szczelności 1- przecieki ogranicza się do pewnej niewielkiej ilości. Powierzchniowe przemakanie lub miejsca są dopuszczalne, a „szerokość dowolnej rysy, która może wystąpić należy ograniczyć do wartości w_{k1} ” zalecaną wartością dopuszczalnej szerokości rysy w_{k1} wynikająca z ilorazu wysokości parcia hydrostatycznego h_d do wysokości przekroju poprzecznego ściany h wynosi:

$$h_d / h = 3,5\text{m} / 0,32\text{m} = 10,94$$

$$\text{dla } h_d / h \leq 5 \rightarrow w_{k1} = 0,20\text{mm}$$

$$\text{dla } h_d / h \geq 35 \rightarrow w_{k1} = 0,05\text{mm}$$

Dla wartości pośrednich należy zastosować aproksymację liniową, zatem: $w_{dop} = 0,17\text{mm}$

1.3.2 Wyznaczenie sił parcia na ściany, dno i strop zbiornika

Do obliczeń przyjęto, układ warstw gruntu w obrębie zbiornika zgodny z wynikami badań podłoża gruntowego określonymi w opinii geotechnicznej. Przyjęto następujące parametry geotechniczne gruntu:

wartości charakterystyczne, $\gamma_m = 0,90$

nr warstwy	nazwa gruntu	$\rho^{(n)}$ [t/m ³]	$C_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	E_0 [kPa]	miąższość [m]
I	Gleba czarna, humus organiczny H [Or]	-	-	-	-	0,30
IIIe	Piasek gliniasty z domieszką gliny piaszczystej Pg+Gp [saCl], IL = 0,15	21,5	19,3	15	23 100	0,90
IVe	Il pylasty z okruskami wapienia I π +w [IsCl], IL = 0,05	19,0	57,1	12	19 550	2,80

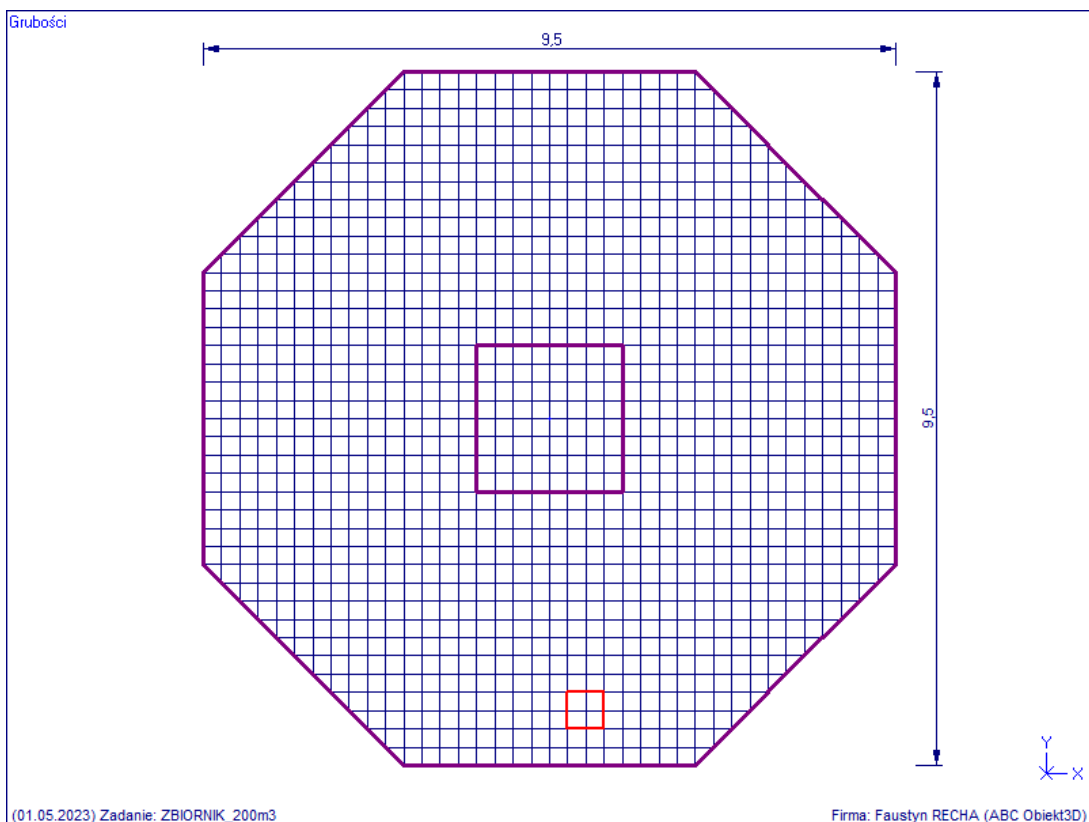
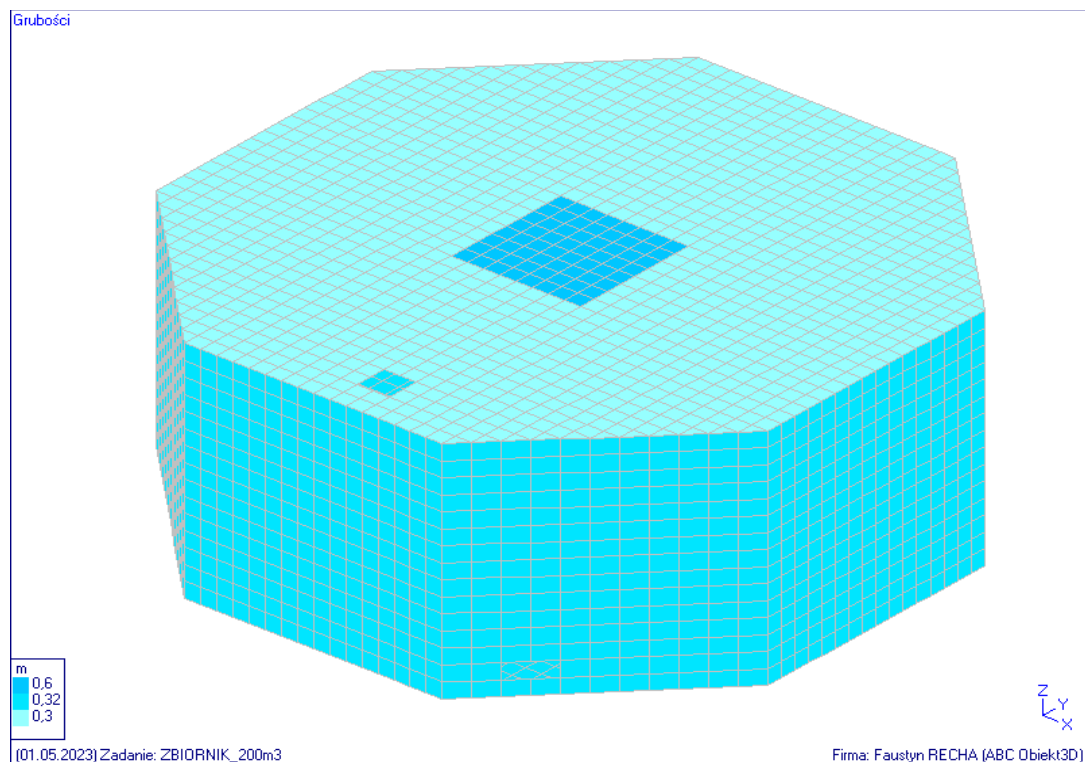
W poziomie posadowienia nie stwierdzono występowania zwierciadła wody gruntowej, również po ustabilizowaniu. W programach numerycznych pominięto ciężary własne konstrukcji z uwagi na automatyczne ich dobieranie z bazy programu na podstawie ciężaru objętościowego materiału.

DANE			
Wysokość zbiornika (wymiar wewnętrzny)	h.wew	=	3,5 m
Grubość płyty dennej	h.pd	=	0,35 m
Grubość płyty stropowej	h.ps	=	0,30 m
Maksymalny poziom wody w zbiorniku	h.H20	=	3,00 m
Grubość warstwy gruntu na zbiorniku	h.gr	=	1 m
Obciążenie naziomu	q.n	=	2,5 kPa
Wyznaczenie wielkości parcia wody na ściany zbiornika (strona wewnętrzna)			
Ciężar objętościowy wody	$\gamma.H20$	=	10 kN/m ³
Parcie wody w poziomie dna zbiornika (wart. charakterystyczna)	$q.H20.k$	=	30 kPa
Współczynnik częściowy bezpieczeństwa dla obc. zmiennych	$\gamma.Q$	=	1,5 [-]
Parcie wody w poziomie dna zbiornika (wart. obliczeniowa)	$q.H20.d$	=	45 kPa
Wyznaczenie wielkości oddziaływania gruntu na ściany zbiornika (strona zewnętrzna) wg załącznika C.1 normy EC 7			
WARSTWA nNg			
Ciężar objętościowy gruntu (wart. charakterystyczna)	$\gamma.gr.k$	=	21 kN/m ³
Kąt tarcia wewnętrznego (wart. charakterystyczna)	$\phi.k$	=	15 st.
Spójność gruntu (wart. charakterystyczna)	$c.k$	=	19,3
Współczynnik materiałowy dla gruntu	$\gamma.M$	=	0,9
Ciężar objętościowy gruntu (wart. charakterystyczna)	$\gamma.gr.d$	=	18,9 kN/m ³
Kąt tarcia wewnętrznego (wart. charakterystyczna)	$\phi.d$	=	13,5 st.
Spójność gruntu (wart. charakterystyczna)	$c.d$	=	17,37 kPa
Współczynnik parcia gruntu	$K.a$	=	0,55 [-]
Kąt tarcia pomiędzy ścianą, a gruntem	δ	=	19 st.
Napężenie normalne do ściany zbiornika (wart. charakterystyczna)	$\sigma.gr$	=	28,74 kPa
Napężenie styczne do ściany zbiornika (wart. charakterystyczna)	$\tau.gr$	=	4,36 kPa
Współczynnik częściowy bezpieczeństwa dla obc. stałych	$\gamma.G$	=	1,35 [-]
Napężenie normalne do ściany zbiornika (wart. obliczeniowa)	$\sigma.gr.d$	=	38,80 kPa
Napężenie styczne do ściany zbiornika (wart. obliczeniowa)	$\tau.gr.d$	=	5,88 kPa
WARSTWA I π + w			
Ciężar objętościowy gruntu (wart. charakterystyczna)	$\gamma.gr.k$	=	19 kN/m ³
Kąt tarcia wewnętrznego (wart. charakterystyczna)	$\phi.k$	=	12 st.
Spójność gruntu (wart. charakterystyczna)	$c.k$	=	57,1
Współczynnik materiałowy dla gruntu	$\gamma.M$	=	0,9
Ciężar objętościowy gruntu (wart. charakterystyczna)	$\gamma.gr.d$	=	17,1 kN/m ³
Kąt tarcia wewnętrznego (wart. charakterystyczna)	$\phi.d$	=	10,8 st.
Spójność gruntu (wart. charakterystyczna)	$c.d$	=	51,39 kPa
Współczynnik parcia gruntu	$K.a$	=	0,7 [-]
Kąt tarcia pomiędzy ścianą, a gruntem	δ	=	19 st.
Napężenie normalne do ściany zbiornika (wart. charakterystyczna)	$\sigma.gr.k$	=	7,67 kPa
Napężenie styczne do ściany zbiornika (wart. charakterystyczna)	$\tau.gr.k$	=	1,16 kPa
Współczynnik częściowy bezpieczeństwa dla obc. stałych	$\gamma.G$	=	1,35 [-]
Napężenie normalne do ściany zbiornika (wart. obliczeniowa)	$\sigma.gr.d$	=	10,36 kPa
Napężenie styczne do ściany zbiornika (wart. obliczeniowa)	$\tau.gr.d$	=	1,57 kPa
OBCIĄŻENIE PŁYTY STROPOWEJ WARSTWĄ GRUNTU			
Ciężar objętościowy gruntu (wart. charakterystyczna)	$\gamma.gr.k$	=	20 kN/m ³
Obciążenie płyty (wart. charakterystyczna)	$g.ps.k$	=	20 kPa
Współczynnik częściowy bezpieczeństwa dla obc. stałych	$\gamma.G$	=	1,35 [-]
Obciążenie płyty (wart. obliczeniowa)	$g.ps.d$	=	27,0 kPa

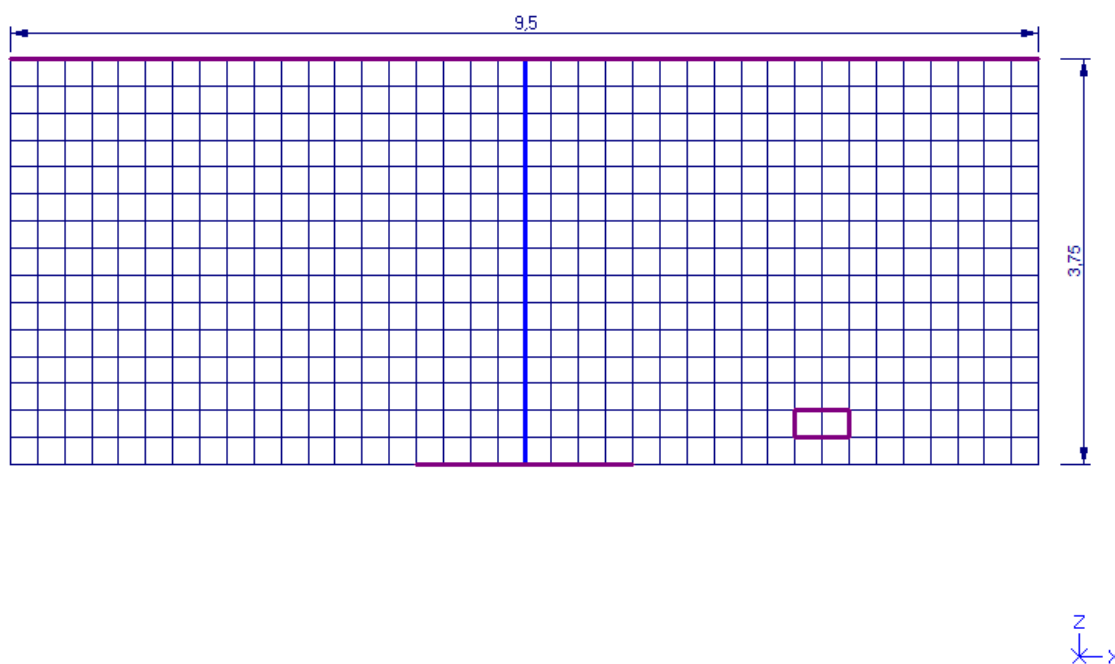
1.3.3 Wyniki obliczeń

1.3.3.1 Zbiornik

Do obliczeń przyjęto obciążenia zgodnie z zestawieniem przedstawionym powyżej. Dodatkowo konstrukcję obciążono reakcjami z nadbudówki, zgodnie ze stanem istniejącym oraz obciążeniem od pokrywy śnieżnej wg normy [N-1]. W wyniku przeprowadzenia obliczeń uzyskano pola powierzchni wymaganej ilości zbrojenia w poszczególnych kierunkach XX oraz YY. Wymiarowanie konstrukcji przeprowadzono zgodnie z normą [N-2] z wykorzystaniem programu ABC Obiekt 3D – licencja dr inż. Faustyn Recha.



Grubości

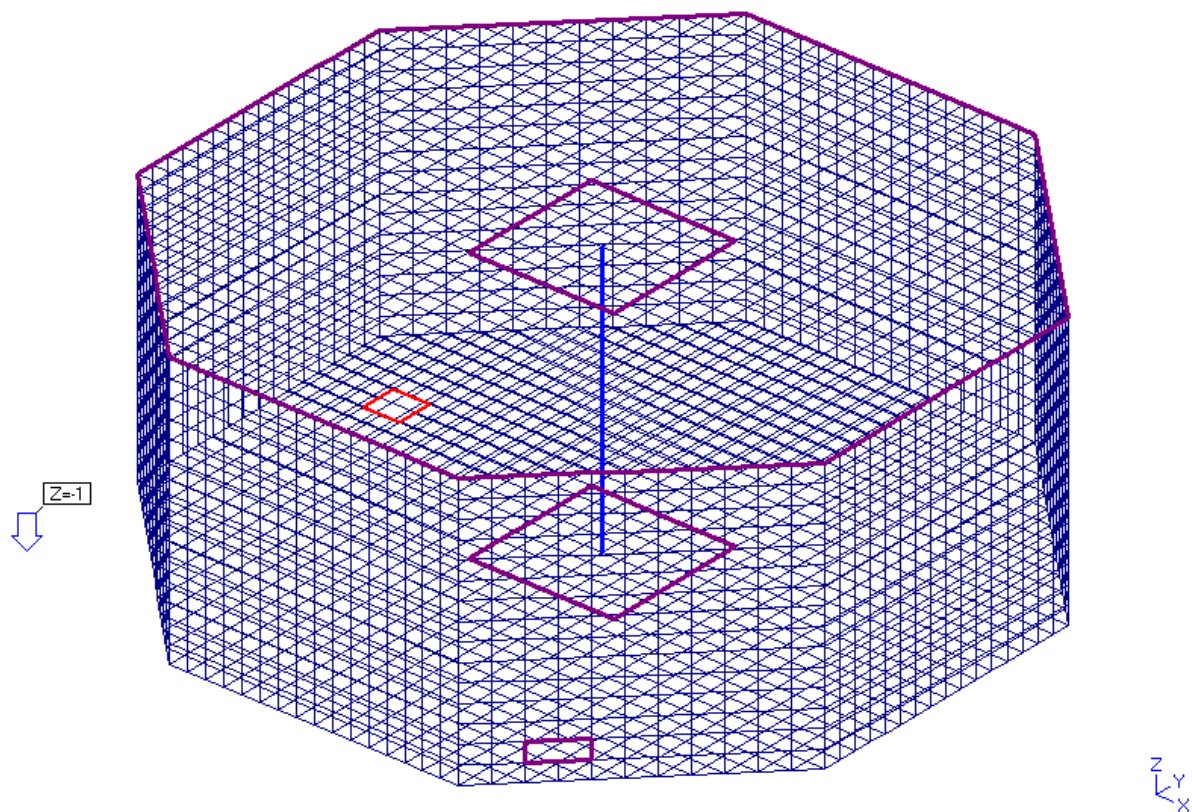


(01.05.2023) Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

Schemat: 1 (ciężar własny)

Sumy: PZ=-2189kN

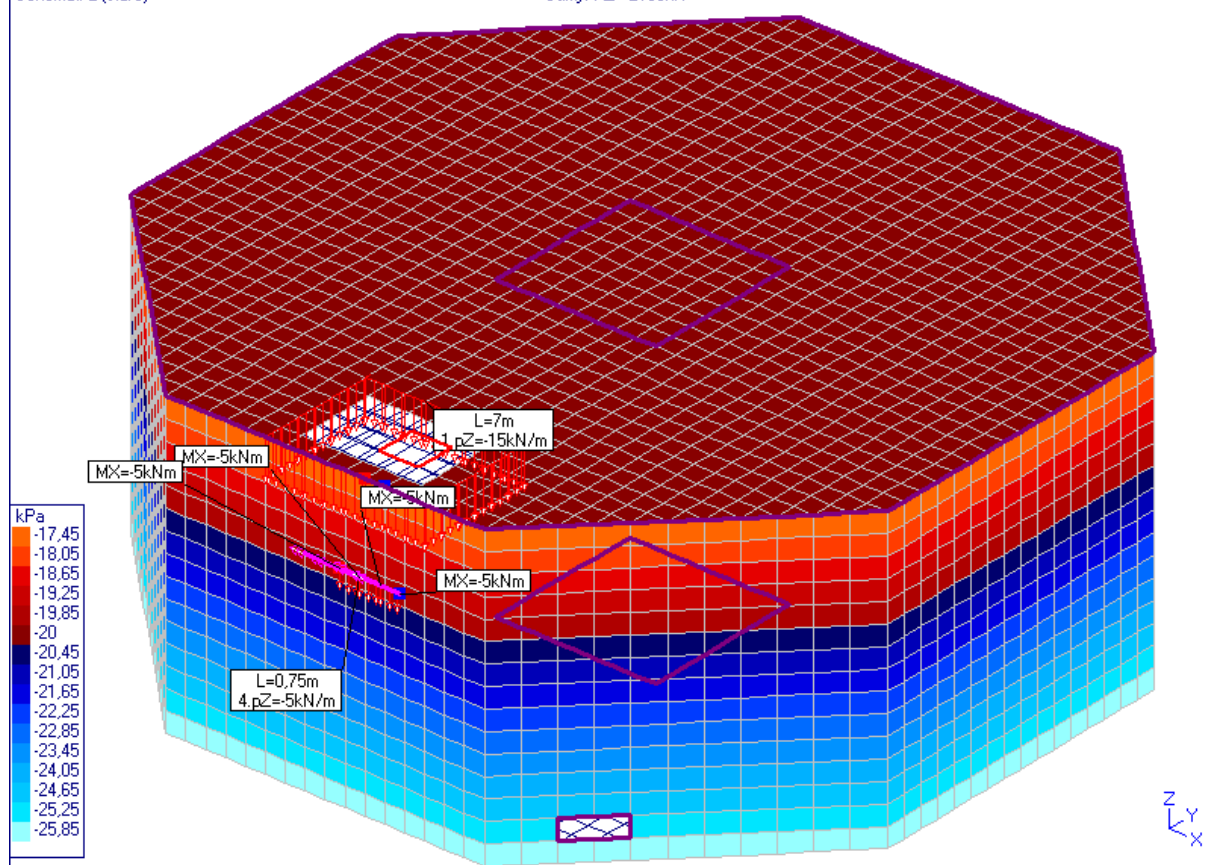


(01.05.2023) Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

Schemat: 2 (stała)

Sumy: PZ=-2189kN

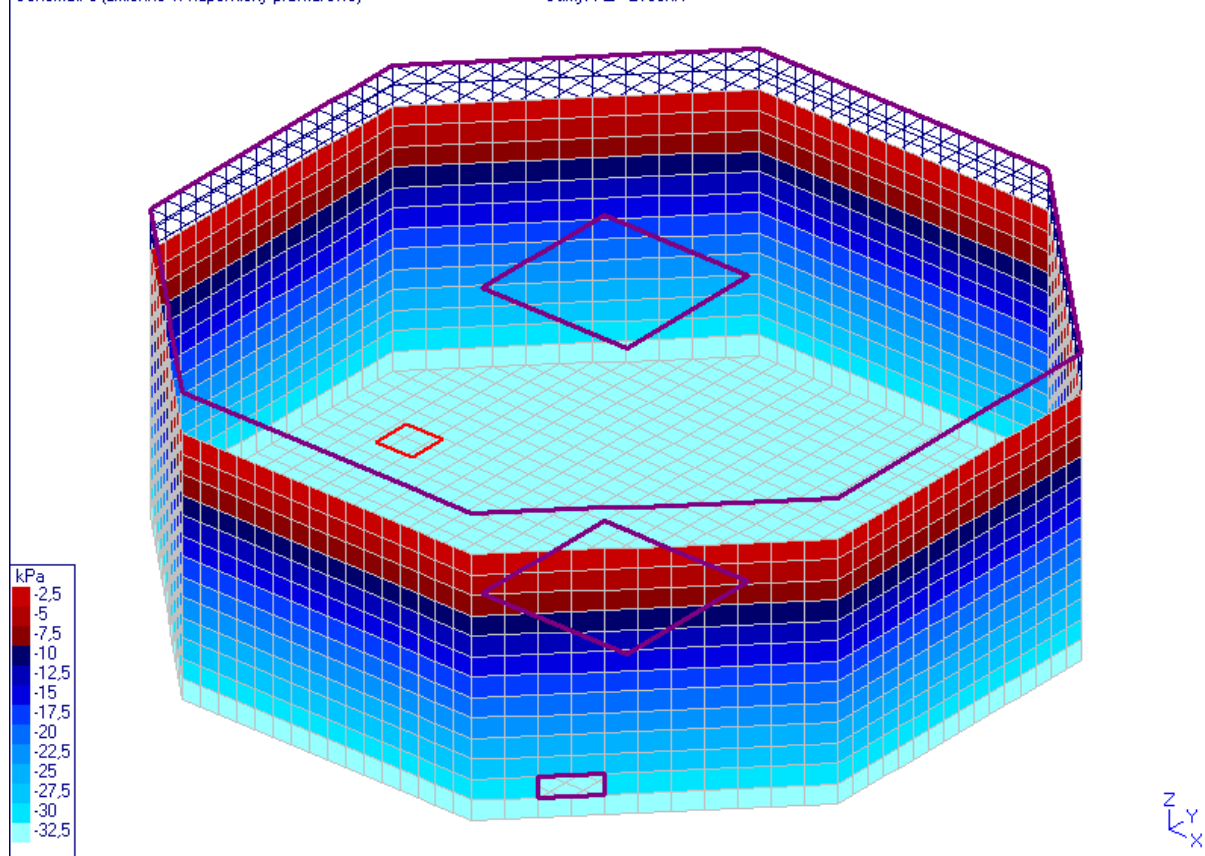


[01.05.2023] Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

Schemat: 3 (zmienne 1: napężony prawidłowo)

Sumy: PZ=-2189kN

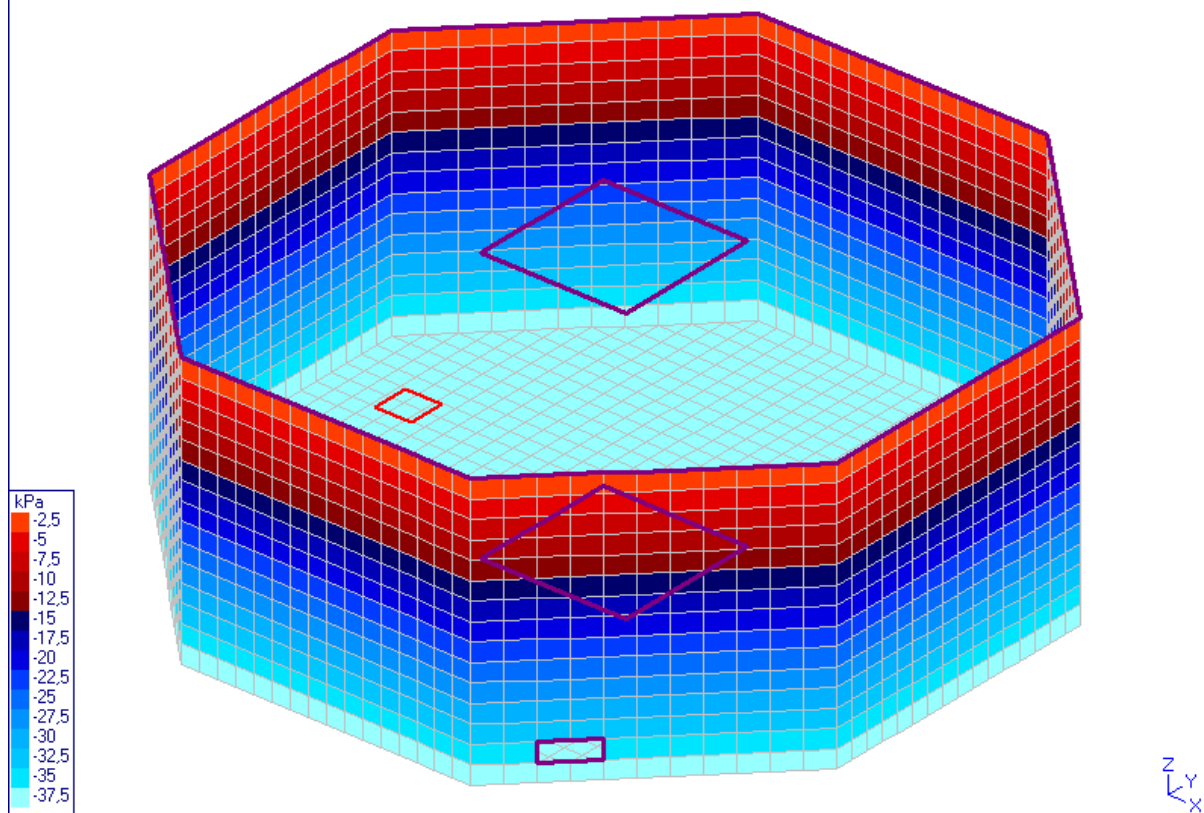


[01.05.2023] Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

Schemat: 4 (zmienne 3: zb. przepływny (awaria))

Sumy: PZ=-2189kN

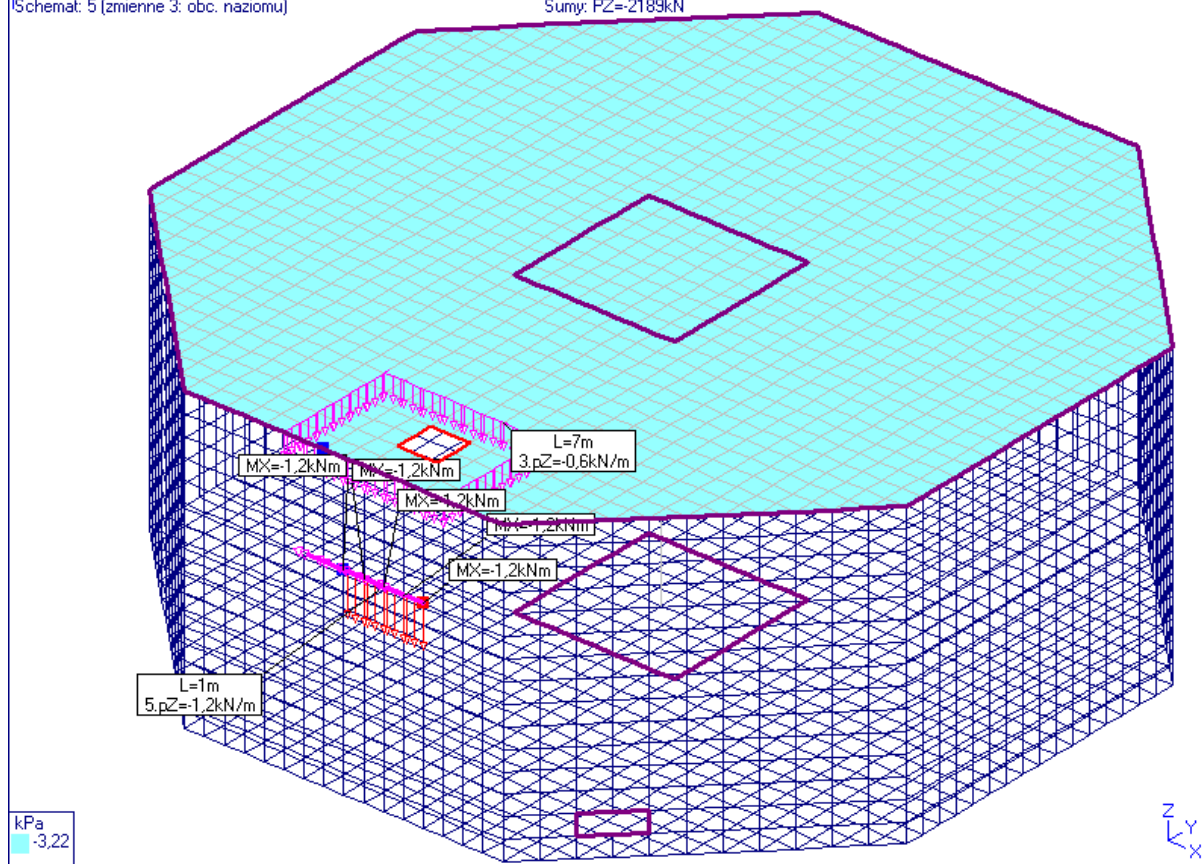


[01.05.2023] Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

Schemat: 5 (zmienne 3: obc. naziomu)

Sumy: PZ=-2189kN



[01.05.2023] Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

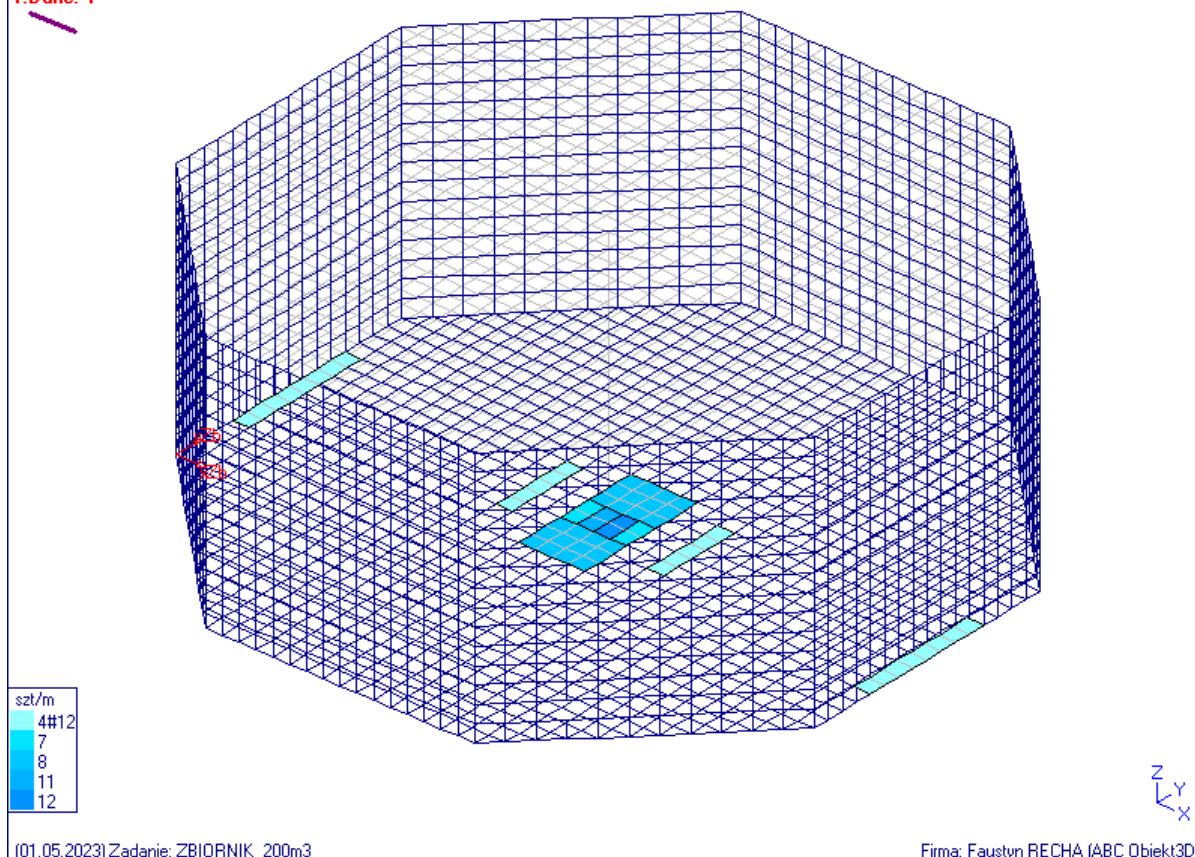
PŁYTA DENNA W STANIE ZGIĘCIOWYM – ZBROJENIE DOLNE

PŁYTA-Liczba wkładek [szt/m] na zielonej stronie (-) - kierunek X
 Zbrojenie niezbędne (B500B)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

1.Dane: 1

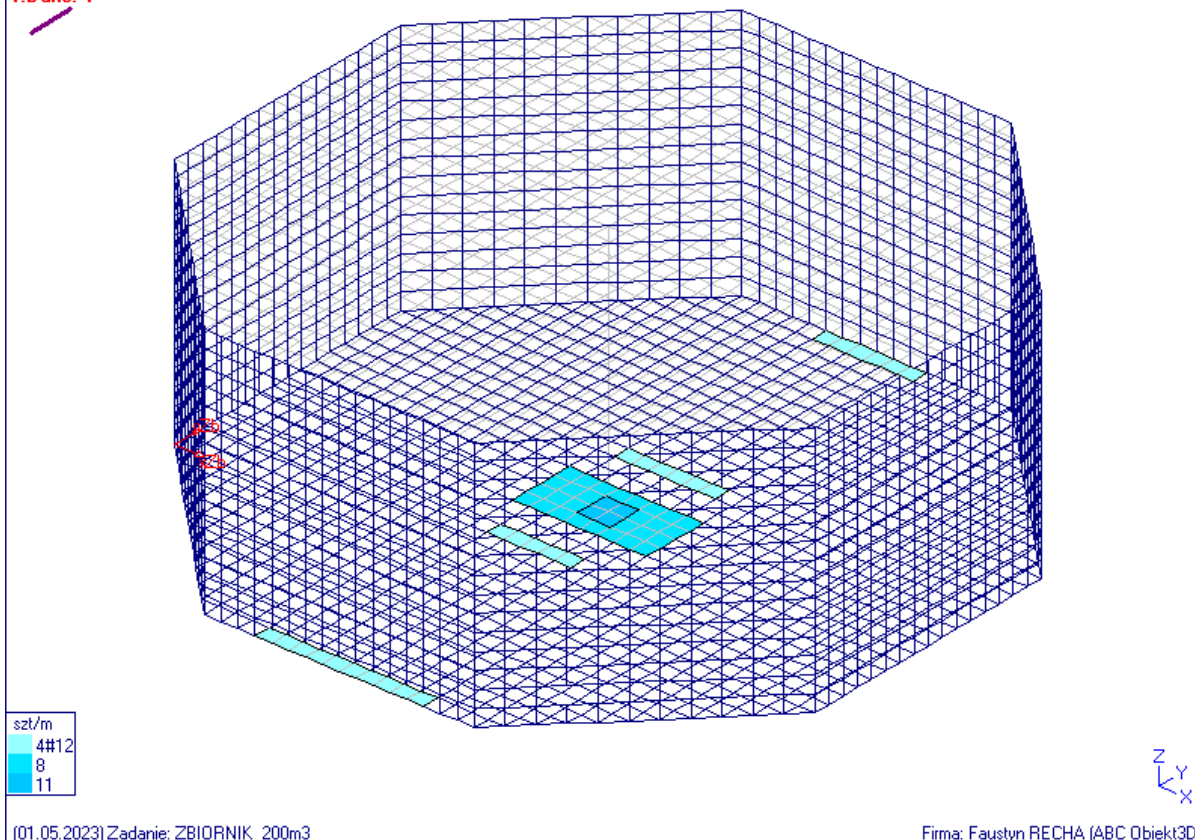


PŁYTA-Liczba wkładek [szt/m] na zielonej stronie (-) - kierunek Y
 Zbrojenie niezbędne (c=60) (B500B)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

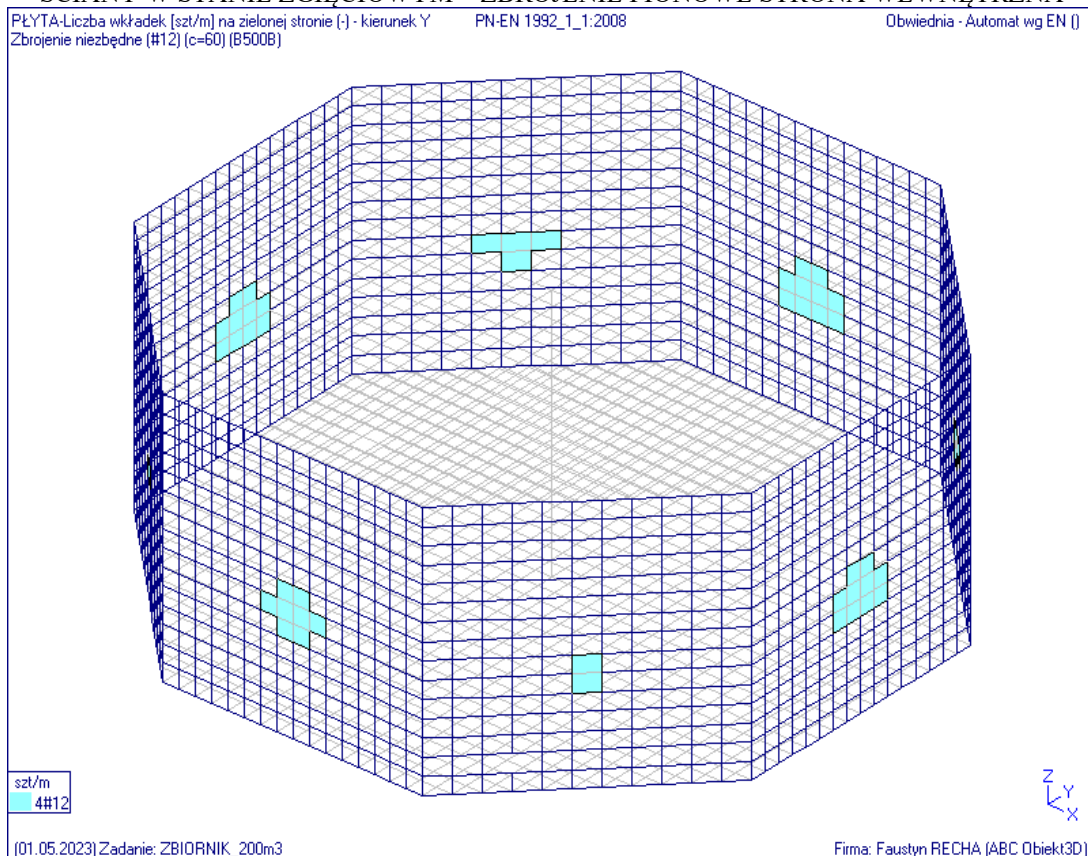
1.Dane: 1



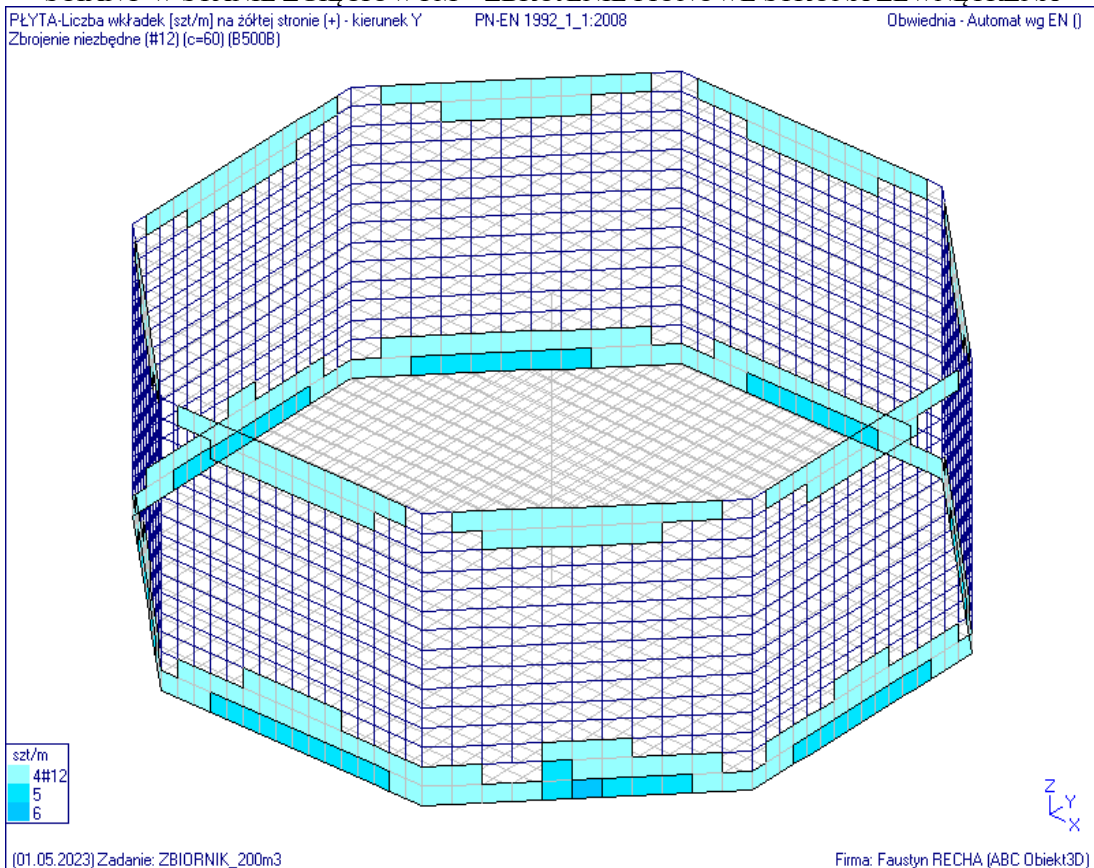
PLYTA DENNA W STANIE ZGIĘCIOWYM – ZBROJENIE GÓRNE NIEWYMAGANE

PLYTA DENNA W STANIE TARCZOWYM – ZBROJENIE NIEWYMAGANE

ŚCIANY W STANIE ZGIĘCIOWYM – ZBROJENIE PIONOWE STRONA WEWNĘTRZNA



ŚCIANY W STANIE ZGIĘCIOWYM – ZBROJENIE PIONOWE STRONA ZEWNĘTRZNA

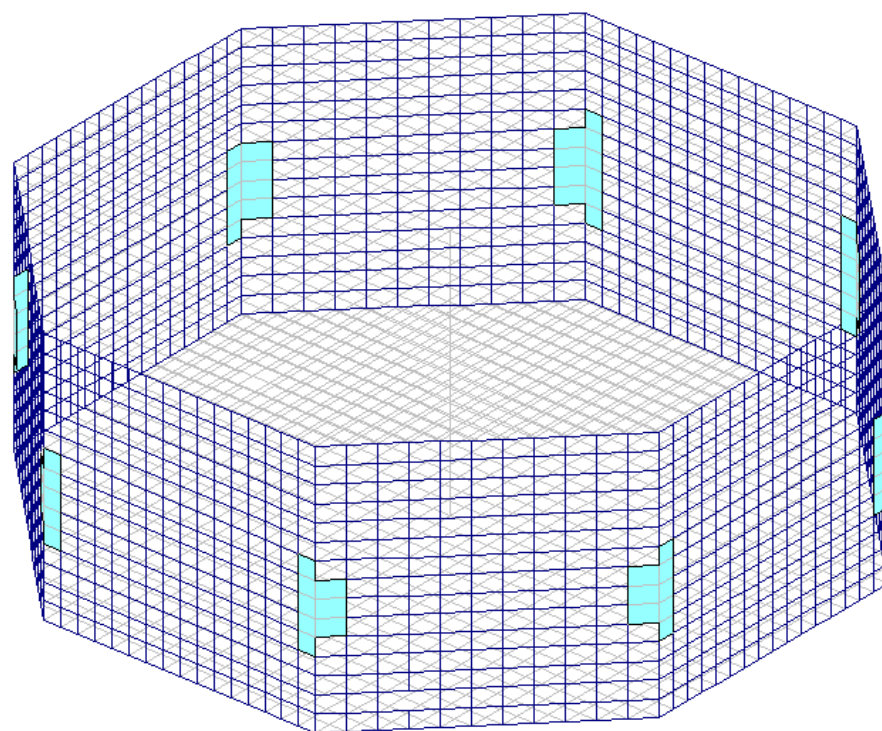


ŚCIANY W STANIE ZGIĘCIOWYM – ZBROJENIE POZIOME STRONA ZEWNĘTRZNA

PŁYTA-Liczba wkładek [szt/m] na żółtej stronie (+) - kierunek X
Zbrojenie niezbędne (#12) (c=60) (B500B)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()



szt/m
4#12

[01.05.2023] Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

Z
Y
X

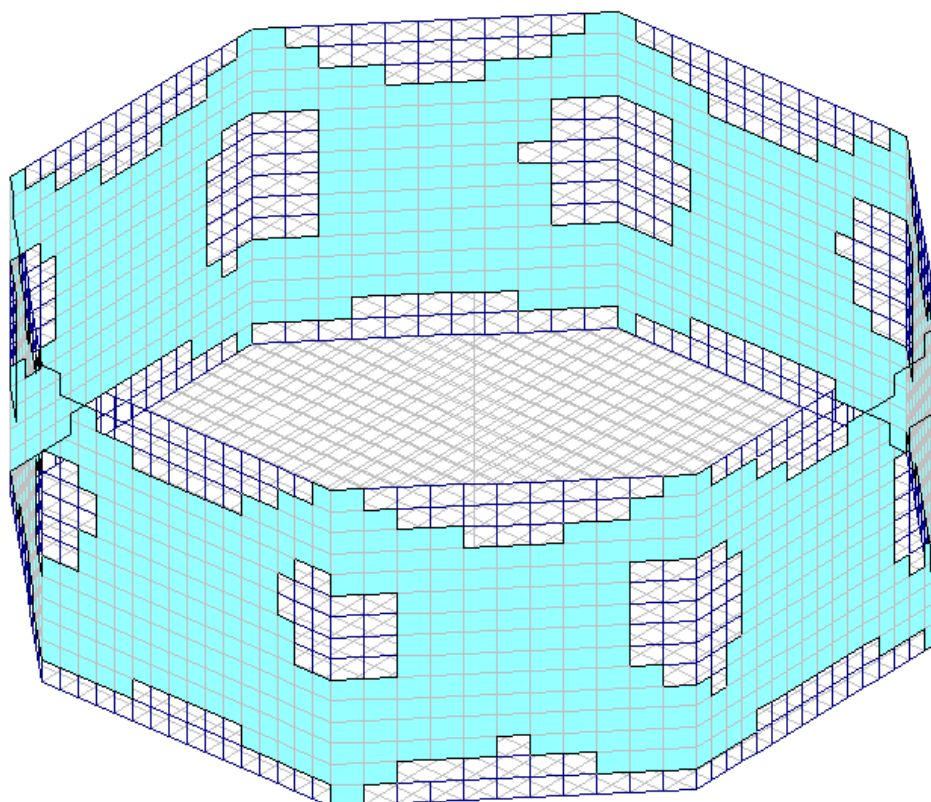
ŚCIANY W STANIE ZGIĘCIOWYM – ZBROJENIE POZIOME STR. WEWNĘTRZNA - NIWYMAGANE

ŚCIANY W STANIE TARCZOWYM – ZBROJENIE POZIOME

Liczba wkładek [szt/m]
Zbrojenie niezbędne (#12) (c=60) (B500B)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()



szt/m
7#12

[01.05.2023] Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

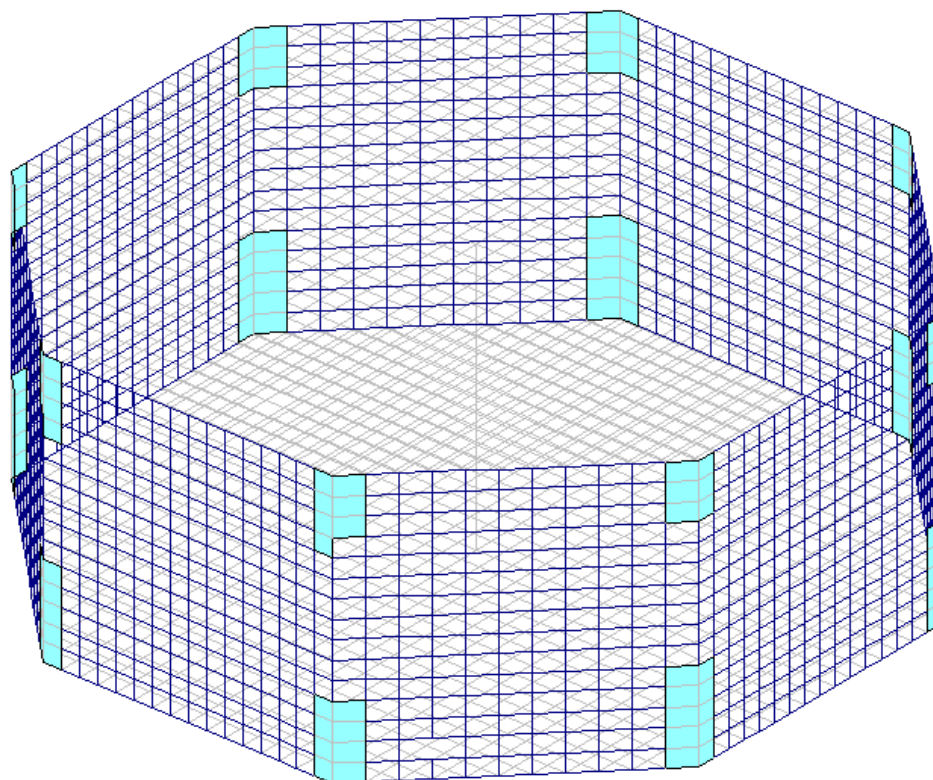
Z
Y
X

ŚCIANY W STANIE TARCZOWYM – ZBROJENIE PIONOWE

PŁYTA-Liczba wkładek [szt/m] na zielonej stronie (-) - kierunek Y
Zbrojenie niezbędne (#12) (c=60) (B500B)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()



szt/m
7#12

(01.05.2023) Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

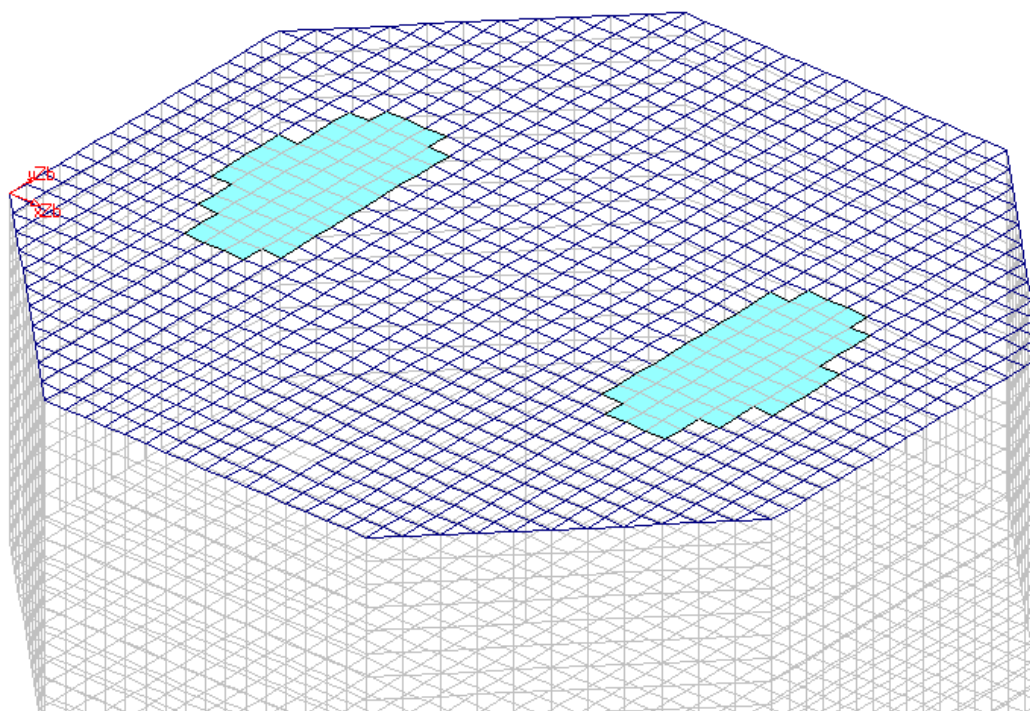
STROP – ZBROJENIE DOLNE

PŁYTA-Liczba wkładek [szt/m] na zielonej stronie (-) - kierunek X
Zbrojenie niezbędne (#12) (c=60) (B500B)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

10.Dane: 10



szt/m
4#12

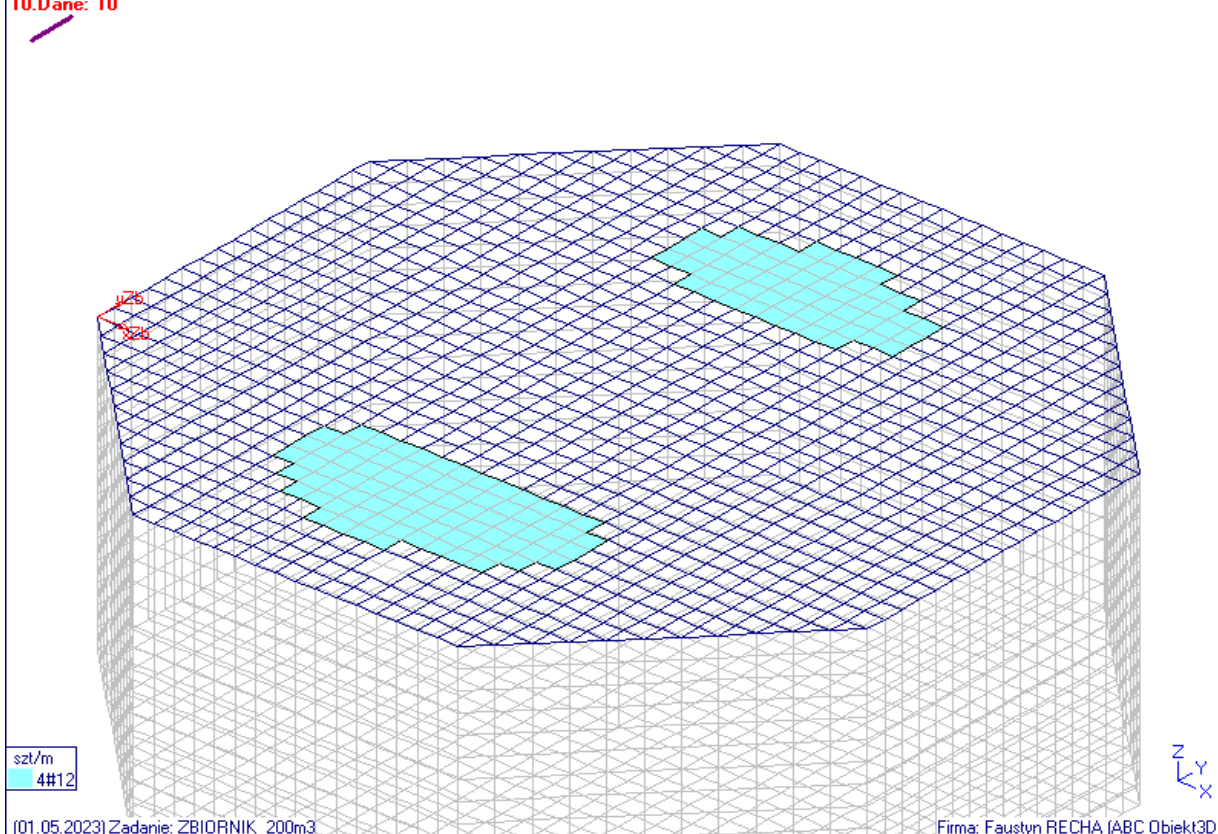
(01.05.2023) Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

PŁYTA: Liczba wkładek [szt/m] na zielonej stronie (-) - kierunek Y
 Zbrojenie niezbędne (#12) (c=60) (B500B)
10.Dane: 10

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

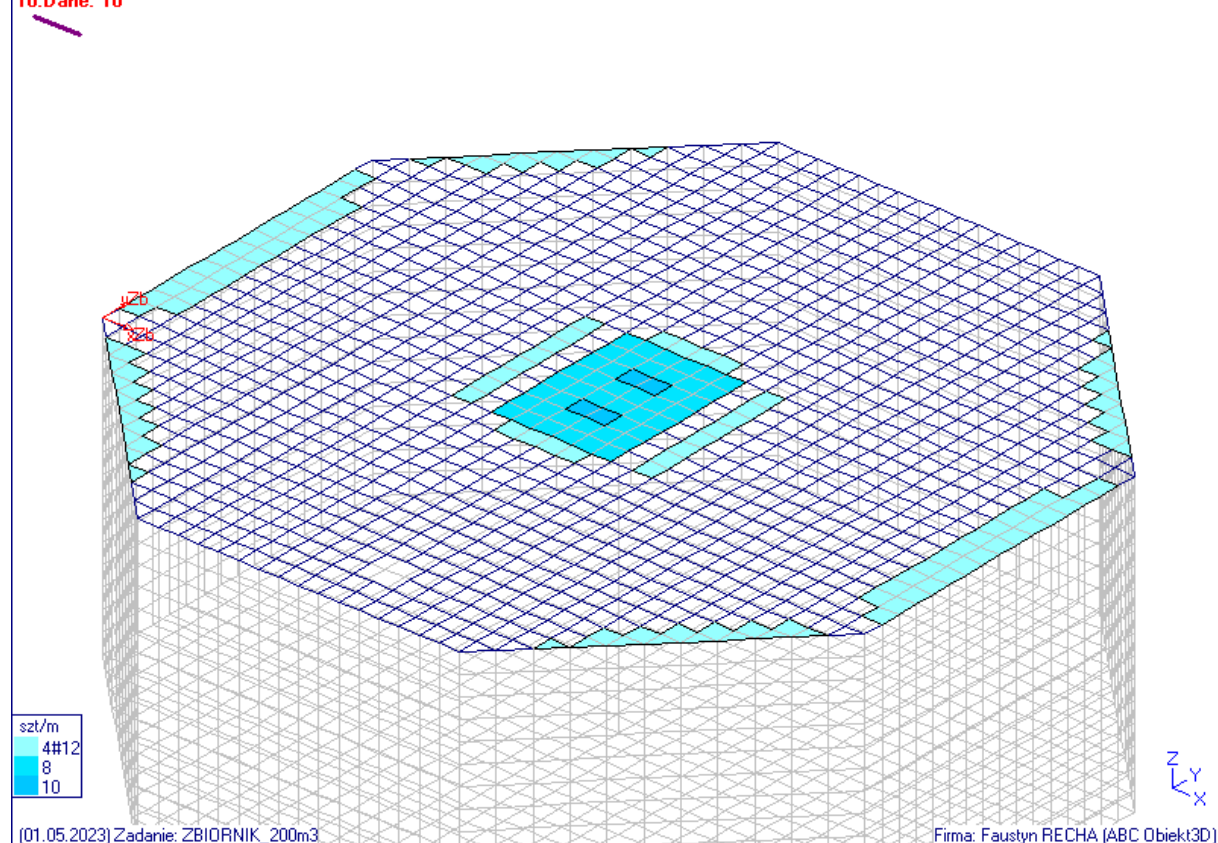


STROP – ZBROJENIE GÓRNE

PŁYTA: Liczba wkładek [szt/m] na żółtej stronie (+) - kierunek X
 Zbrojenie niezbędne (#12) (c=60) (B500B)
10.Dane: 10

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

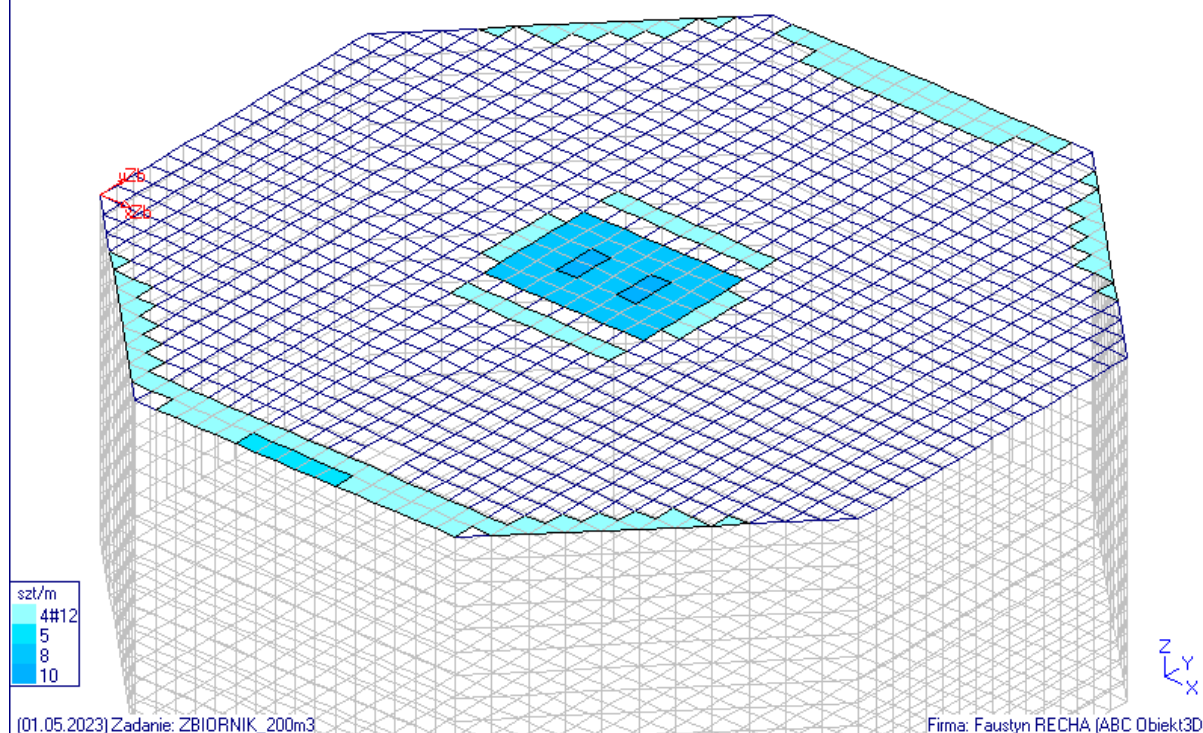


PŁYTA-Liczba wkładek [szt/m] na żółtej stronie (+) - kierunek Y
Zbrojenie niezbędne (#12) (c=60) (B500B)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

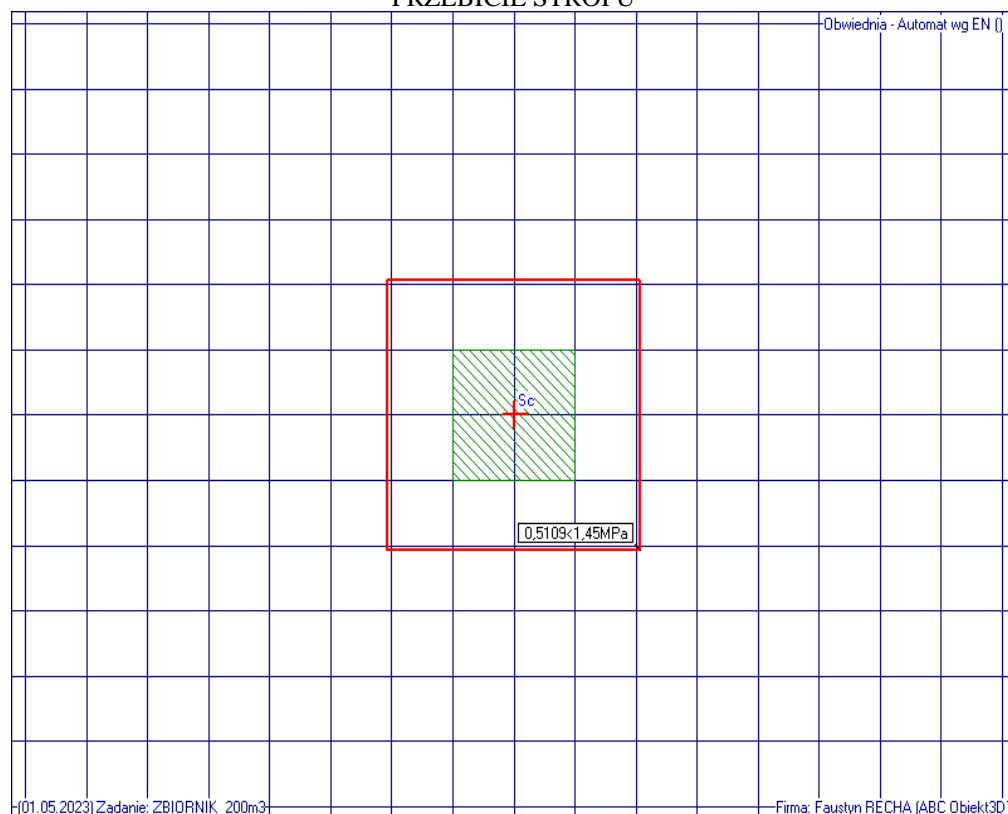
10.Dane: 10



[01.05.2023] Zadanie: ZBIORNIK_200m3

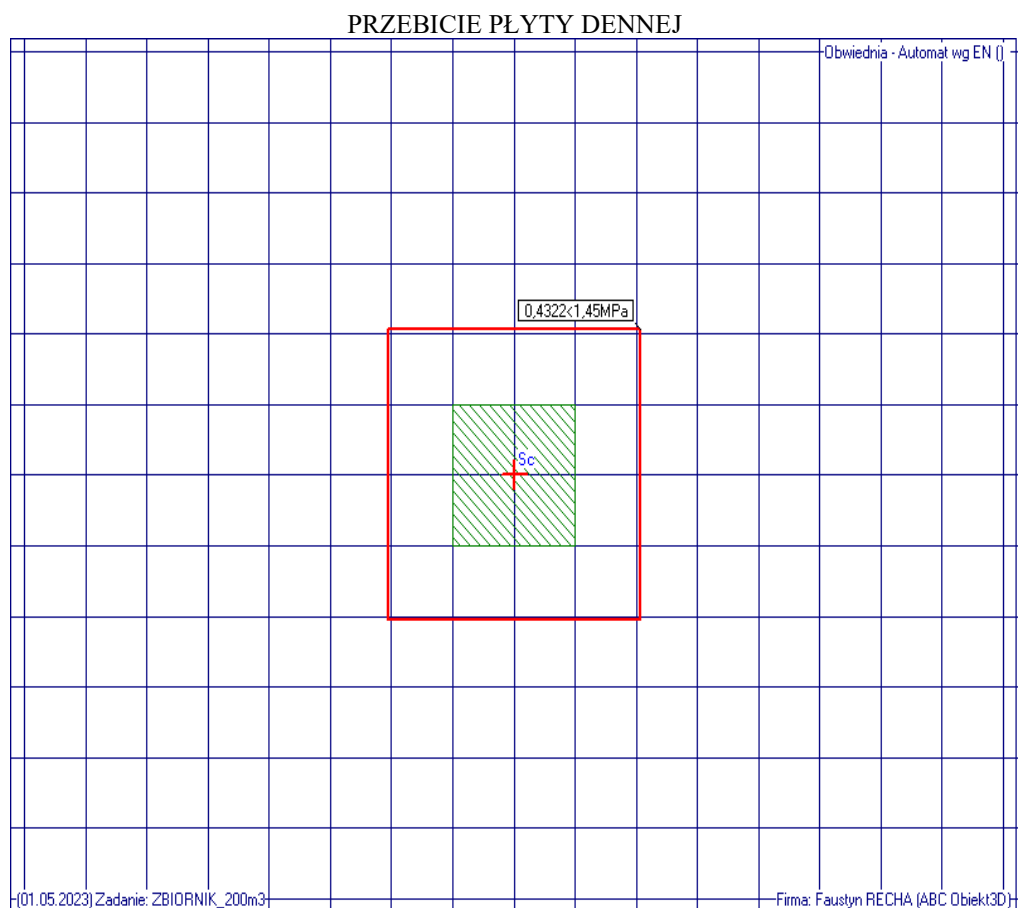
Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

PRZEBICIE STROPU



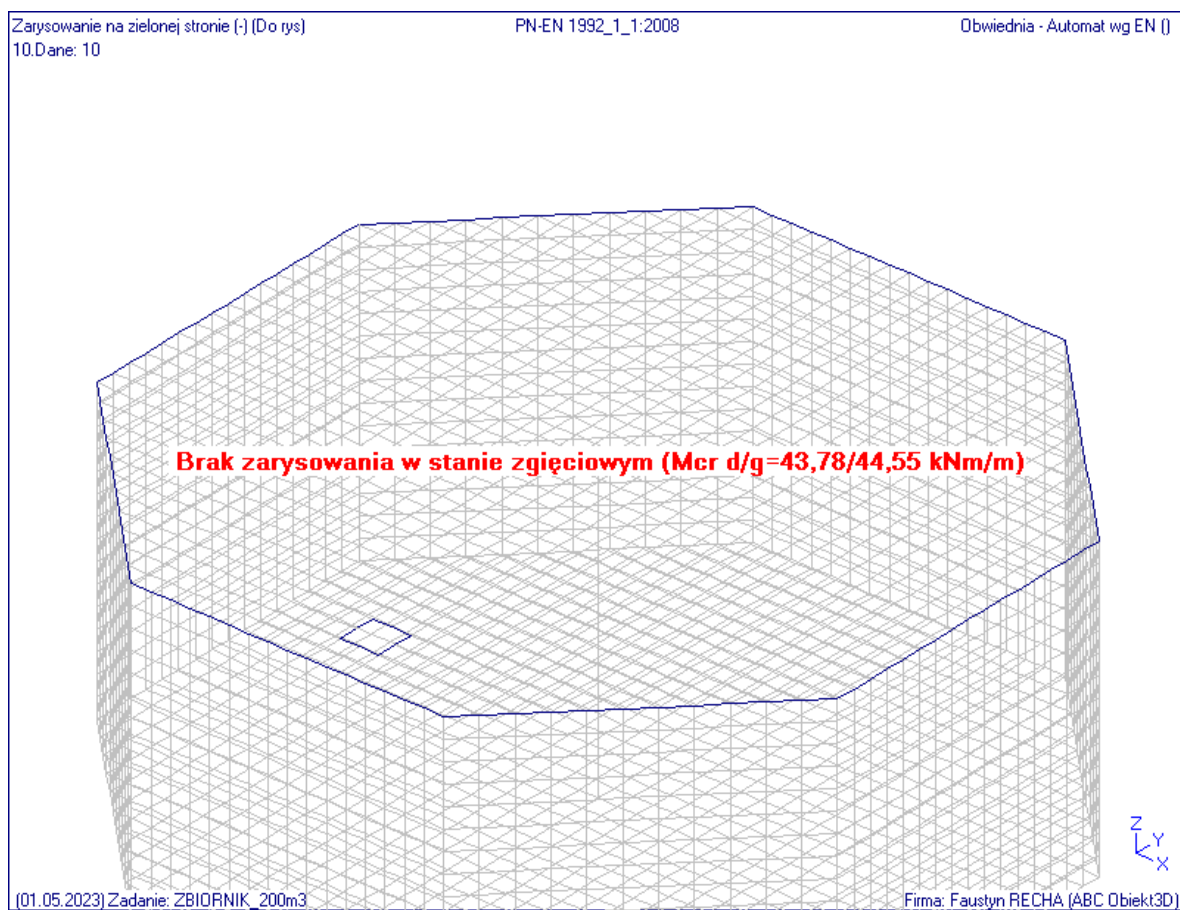
[01.05.2023] Zadanie: ZBIORNIK_200m3

Firma: Faustyn RECHA (ABC Obiekt3D)

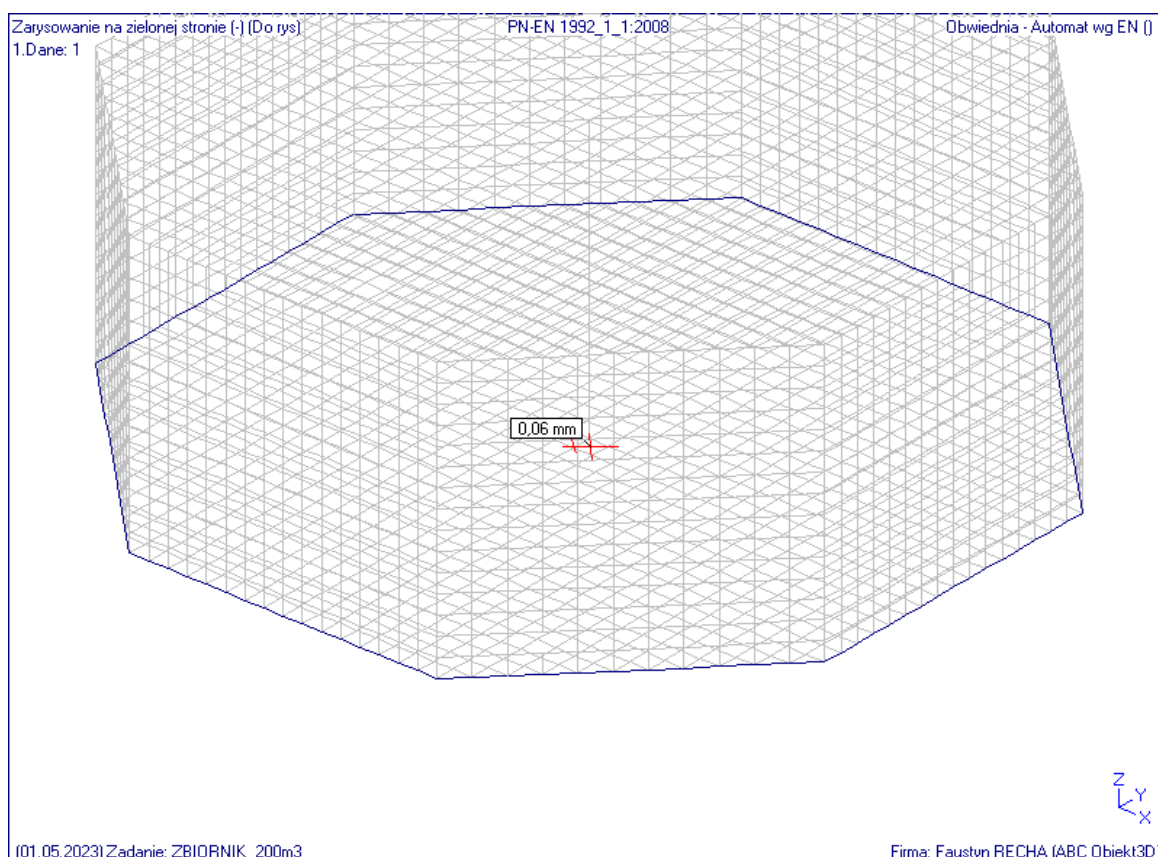


ANALIZA ZARYSOWANIA ZBIORNIKA

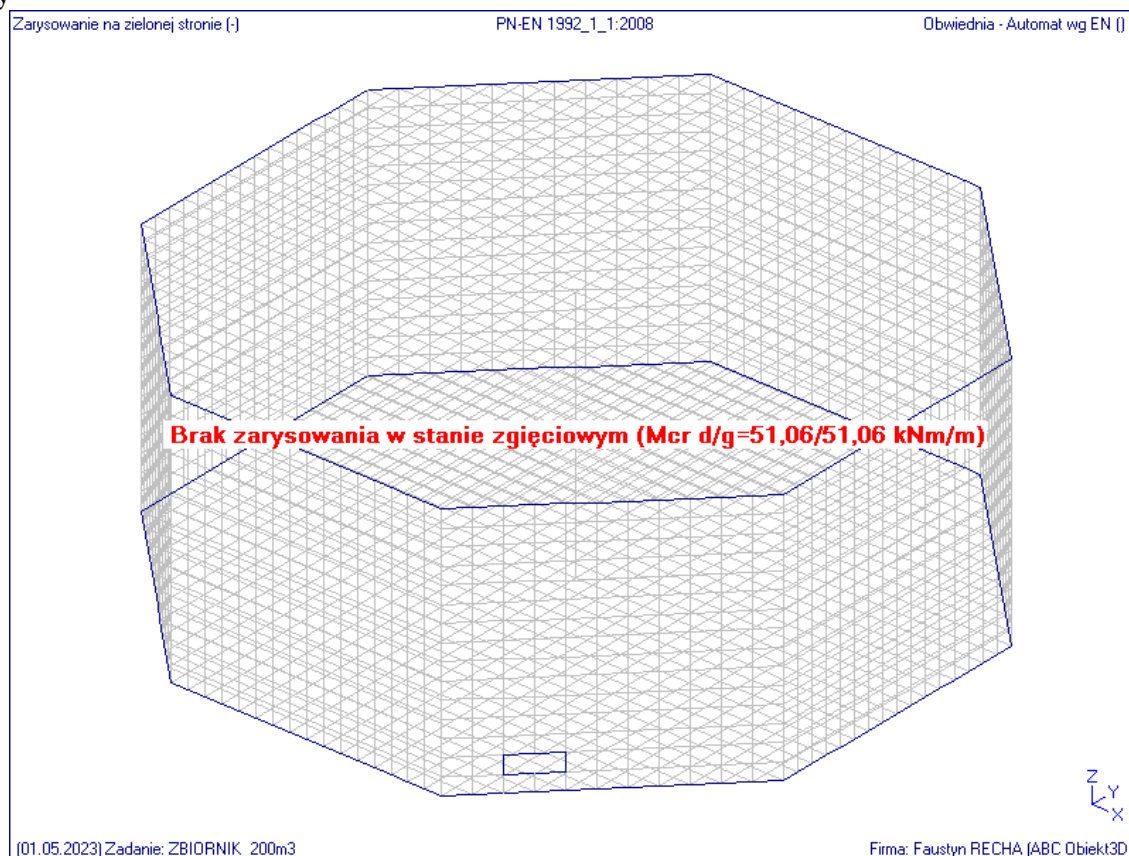
Strop



Płyta denna – zarysowanie wystąpi od dołu płyty, nie przekracza wielkości dopuszczalnej $w_{dop} = 0,10$ mm.

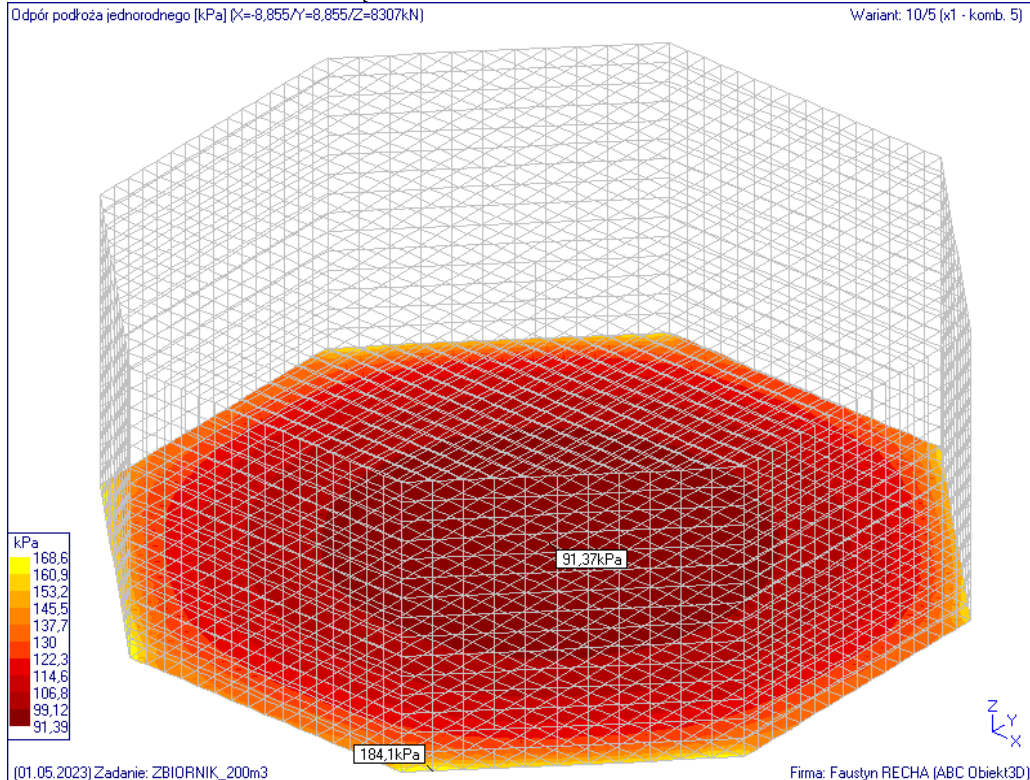


ciany



W stanie tarczowym nie dojdzie do zarysowania żadnego elementu.

ANALIZA STANU NAPRĘŻENIA W POZIOMIE POSADOWIENIA ZBIORNIKA



Dla przyjętych parametrów gruntu nośność podłoża wynosi: $q_{Rd} = 495 \text{ kPa}$

Naprężenia pod płytą denną:

$q_{\max} = 184,1 \text{ kPa}$

$< q_{Rd} = 495 \text{ kPa}$

WARUNEK SPEŁNIONY

$q_{\min} = 91,37 \text{ kPa}$

$< q_{Rd} = 495 \text{ kPa}$

WARUNEK SPEŁNIONY

Odrywanie nie występuje.

1.3.3.2 Słup

Do obliczeń przyjęto obciążenia stanowiące reakcję od płyty stropu zbiornika. Wymiarowanie konstrukcji przeprowadzono zgodnie z normą [N-2] z wykorzystaniem programu Axis VM X6 – licencja dr inż. Faustyn Recha.

Weryfikacja przy mimośrodowej sile podłużnej

Materiały

Beton C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Stal zbrojeniowa B500SP(C) $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Parametry wyboczenia

Długość elementu: $l = 3,800 \text{ m}$

Współczynnik zależny od warunków podparcia

Efektywna długość

Przegub - Przegub $\beta_{yy} = 1$ $l_{0,y} = \beta_{yy} \cdot l = 1 \cdot 3,800 = 3,800 \text{ m}$

Przegub - Przegub $\beta_{zz} = 1$ $l_{0,z} = \beta_{zz} \cdot l = 1 \cdot 3,800 = 3,800 \text{ m}$

Parametry przekroju poprzecznego słupa

Wymiary przekroju poprzecznego:

$h_y = b_y = 500,0 \text{ mm}$ $h_z = b_z = 500,0 \text{ mm}$

Pole przekroju betonu:

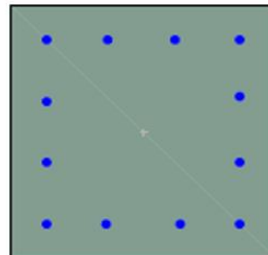
$A_c = b_y \cdot h_z = 500,0 \cdot 500,0 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ mm}^2$

Otulina zbrojenia podłużnego: $c = 60 \text{ mm}$

Parametry zbrojenia

Nazwa: SŁUP S-1

$12\phi 16$ ($A_s = 2413 \text{ mm}^2$)



Środek ciężkości przekroju betonu:

$$y_{CG,c} = \frac{h_y}{2} = \frac{500,0}{2} = 250 \text{ mm} \quad z_{CG,c} = \frac{h_z}{2} = \frac{500,0}{2} = 250 \text{ mm}$$

Moment bezwładności przekroju betonowego:

$$I_{cy} = \frac{h_z^3 \cdot b_y}{12} = \frac{500,0^3 \cdot 500,0}{12} = 5,2083 \cdot 10^9 \text{ mm}^4 \quad I_{cz} = \frac{h_y^3 \cdot b_z}{12} = \frac{500,0^3 \cdot 500,0}{12} = 5,2083 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Promień bezwładności niezarysowanego przekroju betonowego:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_{cy}}{A_c}} = \sqrt{\frac{5,2083 \cdot 10^9}{2,5 \cdot 10^5}} = 144,3 \text{ mm} = 0,144 \text{ m}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_{cz}}{A_c}} = \sqrt{\frac{5,2083 \cdot 10^9}{2,5 \cdot 10^5}} = 144,3 \text{ mm} = 0,144 \text{ m}$$

Moment bezwładności zbrojenia:

$$I_{sy} = \sum (A_{s,i} \cdot (z_{s,i} - z_{CG,c})^2) = 5,6436 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$I_{sz} = \sum (A_{s,i} \cdot (y_{s,i} - y_{CG,c})^2) = 5,6877 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Promień bezwładności całkowitej powierzchni zbrojenia:

$$i_{sy} = \sqrt{\frac{I_{sy}}{A_s}} = \sqrt{\frac{5,6436 \cdot 10^7}{2413}} = 152,9 \text{ mm} \quad i_{sz} = \sqrt{\frac{I_{sz}}{A_s}} = \sqrt{\frac{5,6877 \cdot 10^7}{2413}} = 153,5 \text{ mm}$$

Sprawdzenie reguł konstrukcyjnych PN-EN 1992-1-1 9.5

Sprawdzenie stosunku wymiarów h oraz b przekroju poprzecznego słupa: PN-EN 1992-1-1 9.5.1 (1)

$$h = 500 \text{ mm} < 4 \cdot b = 4 \cdot 500 = 2000 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Przypadek obciążenia: **Komb #1**

$$N_{Ed} = 2442 \text{ kN}$$

Minimalne pole przekroju zbrojenia podłużnego: PN-EN 1992-1-1 9.5.2 (2) (9.12N)

$$A_{s,min} = \text{Max} \left(\frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 2442}{435} = 562 ; 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 2,5 \cdot 10^5 = 500 \right) = 562 \text{ mm}^2 < A_s = 2413 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

Maksymalne pole przekroju zbrojenia podłużnego: PN-EN 1992-1-1 9.5.2 (3)

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 2,5 \cdot 10^5 = 10000 \text{ mm}^2 > A_s = 2413 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

Maksymalny rozstaw zbrojenia poprzecznego wzdłuż słupa: PN-EN 1992-1-1 9.5.3 (3)

$$s_{cl,max} = \min (20 \cdot \phi_{sl,min} ; b ; 400) = \min (20 \cdot 16 ; 500 ; 400) = 320 \text{ mm} > s_{w,l} = 200 \text{ mm} \quad \checkmark$$

W przekrojach na długości $h = 500 \text{ mm}$ powyżej i poniżej belki lub płyty rozstaw strzemion nie powinien przekraczać następujących wartości:

$$0,6 \cdot s_{cl,max} = 0,6 \cdot 320 = 192 \text{ mm} > s_w = 150 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Obliczeniowe wartości właściwości materiałowych

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{30}{1,4} = 21,4 \text{ MPa} = 21429 \text{ kPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Rys. 3.8}$$

Siły w słupie w przekrojach krytycznych

Przypadek obciążenia: **Komb #1**

Siły wewnętrzne w górnym odcinku słupa:

$$N_{Ed,0,T} = 2442 \text{ kN} \quad M_{Ed,0,Ty} = 0 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0,Tz} = 0 \text{ kNm}$$

Siły wewnętrzne w dolnym odcinku słupa:

$$N_{Ed,0,B} = 2442 \text{ kN} \quad M_{Ed,0,By} = 0 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0,Bz} = 0 \text{ kNm}$$

Mimośród początkowy na odcinku górnym i dolnym:

$$e_{e,By} = \frac{M_{Ed,0,Bz}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{0}{2442} = 0 \text{ m} \quad e_{e,Bz} = \frac{-M_{Ed,0,By}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{-0}{2442} = 0 \text{ m}$$

$$e_{e,Ty} = \frac{M_{Ed,0,Tz}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{0}{2442} = 0 \text{ m} \quad e_{e,Tz} = \frac{-M_{Ed,0,Ty}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{-0}{2442} = 0 \text{ m}$$

Ekwiwalentny mimośród początkowy na odcinku środkowym:

$$|e_{e,By}| \geq |e_{e,Ty}| \rightarrow e_{02} = e_{e,By} = \frac{M_{Ed,0,Bz}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{0}{2442} = 0 \text{ m} \quad e_{01} = e_{e,Ty} = \frac{M_{Ed,0,Tz}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{0}{2442} = 0 \text{ m}$$

$$e_{0e,a} = 0,6 \cdot e_{02} + 0,4 \cdot e_{01} = 0,6 \cdot 0 + 0,4 \cdot 0 = 0 \text{ m}$$

$$e_{0e,b} = 0,4 \cdot e_{02} = 0,4 \cdot 0 = 0 \text{ m}$$

$$|e_{0e,a}| \geq |e_{0e,b}| \rightarrow e_{e,x,y} = e_{0e,a} = 0 \text{ m}$$

$$|e_{e,Bz}| \geq |e_{e,Tz}| \rightarrow e_{02} = e_{e,Bz} = \frac{-M_{Ed,0,By}}{N_{Ed,0,B}} = \frac{-0}{2442} = 0 \text{ m} \quad e_{01} = e_{e,Tz} = \frac{-M_{Ed,0,Ty}}{N_{Ed,0,T}} = \frac{-0}{2442} = 0 \text{ m}$$

$$e_{0e,a} = 0,6 \cdot e_{02} + 0,4 \cdot e_{01} = 0,6 \cdot 0 + 0,4 \cdot 0 = 0 \text{ m}$$

$$e_{0e,b} = 0,4 \cdot e_{02} = 0,4 \cdot 0 = 0 \text{ m}$$

$$|e_{0e,a}| \geq |e_{0e,b}| \rightarrow e_{e,x,z} = e_{0e,a} = 0 \text{ m}$$

Mimośród od imperfekcji geometrycznych

Ekwiwalentne pochylenie reprezentujące imperfekcję: PN-EN 1992-1-1 5.2. (5)

$$\Theta_i = 0,005 \quad \text{PN-EN 1992-1-1 (5.1)}$$

Ekwiwalentny mimośród reprezentujący imperfekcję:

$$e_{iy} = \Theta_i \cdot \frac{l_{0,y}}{2} = 0,005 \cdot \frac{3,800}{2} = 0,0095 \text{ m} \quad e_{iz} = \Theta_i \cdot \frac{l_{0,z}}{2} = 0,005 \cdot \frac{3,800}{2} = 0,0095 \text{ m} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 (5.1)}$$

Mimośród od imperfekcji geometrycznych

	Przegub - Przegub	Przegub - Przegub
w górnym węźle	$e_{i,1y} = e_{iy} = 0,0095 \text{ m}$	$e_{i,1z} = e_{iz} = 0,0095 \text{ m}$
w dolnym węźle	$e_{i,2y} = e_{iy} = 0,0095 \text{ m}$	$e_{i,2z} = e_{iz} = 0,0095 \text{ m}$
w weryfikowanym punkcie	$e_{i,x,y} = e_{iy} = 0,0095 \text{ m}$	$e_{i,x,z} = e_{iz} = 0,0095 \text{ m}$

Kryterium smukłości elementów wydzielonych

Smukłość graniczna: PN-EN 1992-1-1 (5.13N)

$$\lambda_{limy} = \frac{20 \cdot A_y \cdot B \cdot C_y}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,1663 \cdot 0,7}{\sqrt{0,4558}} = 17,275$$

$$\lambda_{limz} = \frac{20 \cdot A_z \cdot B \cdot C_z}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,1663 \cdot 0,7}{\sqrt{0,4558}} = 17,275$$

$$\text{gdzie: } A_y = \frac{1}{1+0,2 \cdot \phi_{efy}} = \frac{1}{1+0,2 \cdot 2} = 0,71429 \quad A_z = \frac{1}{1+0,2 \cdot \phi_{efz}} = \frac{1}{1+0,2 \cdot 2} = 0,71429$$

$$B = \sqrt{1+2 \cdot \omega} = \sqrt{1+2 \cdot 0,18015} = 1,1663$$

$$C_y = 0,7 \quad C_z = 0,7$$

Smukłość: PN-EN 1992-1-1 (5.14)

$$\lambda_y = \frac{l_{0,y}}{i_y} = \frac{3,800}{0,144} = 26,327 > \lambda_{limy} = 17,275 \quad \lambda_z = \frac{l_{0,z}}{i_z} = \frac{3,800}{0,144} = 26,327 > \lambda_{limz} = 17,275$$

Efekty drugiego rzędu należy uwzględnić w obu kierunkach.

Mimośród wywołany efektami drugiego rzędu

Moment zginający pierwszego rzędu uwzględniający wpływ imperfekcji:

$$M_{0Edy} = M_{Ed01y} + N_{Ed} \cdot e_{iz} = 0 + 2442 \cdot 0,0095 = 23,197 \text{ kNm}$$

$$M_{0Edz} = M_{Ed01z} + N_{Ed} \cdot e_{iy} = 0 + 2442 \cdot 0,0095 = 23,197 \text{ kNm} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 5.8.8.2. (1)}$$

Metoda nominalnej krzywizny PN-EN 1992-1-1 5.8.8.

Współczynnik poprawkowy zależny od siły podłużnej:

$$k_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} = \frac{1,1802 - 0,4558}{1,1802 - 0,4} = 0,92847 < 1 \quad \text{PN-EN 1992-1-1 (5.36)}$$

Współczynnik uwzględniający pełzanie: PN-EN 1992-1-1 (5.37)

$$k_{\phi y} = \max(1 + \beta_y \cdot \phi_{efy}; 1) = \max(1 + 0,32449 \cdot 2; 1) = 1,649 \quad k_{\phi z} = \max(1 + \beta_z \cdot \phi_{efz}; 1) = \max(1 + 0,32449 \cdot 2; 1) = 1,649$$

Odształcenie zbrojenia przy obliczeniowej granicy plastyczności:

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8} = 0,002175$$

Krzywizna:

$$\kappa_y = k_r \cdot k_{\phi y} \cdot \kappa_{0y} = 0,92847 \cdot 1,649 \cdot 0,011995 = 0,018365 \quad \kappa_z = k_r \cdot k_{\phi z} \cdot \kappa_{0z} = 0,92847 \cdot 1,649 \cdot 0,011977 = 0,018338$$

PN-EN 1992-1-1 (5.34)

gdzie:

$$\kappa_{0y} = \frac{\epsilon_{yd}}{0,45 \cdot d_z} = \frac{0,002175}{0,45 \cdot 0,403} = 0,011995 \quad \kappa_{0z} = \frac{\epsilon_{yd}}{0,45 \cdot d_y} = \frac{0,002175}{0,45 \cdot 0,404} = 0,011977$$

Współczynnik zależny od rozkładu krzywizny

Sztywność nominalna:

$$EI_y = k_{cy} \cdot E_{cd} \cdot I_{cy} + k_s \cdot E_s \cdot I_{sy} = 0,028818 \cdot 27,4 \cdot 5,2083 \cdot 10^9 + 1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 5,6436 \cdot 10^7 = 15394,37 \text{ Nmm}^2$$

$$EI_z = k_{cz} \cdot E_{cd} \cdot I_{cz} + k_s \cdot E_s \cdot I_{sz} = 0,028818 \cdot 27,4 \cdot 5,2083 \cdot 10^9 + 1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 5,6877 \cdot 10^7 = 15482,39 \text{ Nmm}^2 \quad \text{PN-EN 1992-1-1 (5.21)}$$

Siła krytyczna przy wyboczeniu na podstawie nominalnej sztywności:

$$N_{by} = \pi^2 \cdot \frac{EI_y}{l_{0,y}^2} = 3,1416^2 \cdot \frac{15394,37}{3,800^2} = 10522 \text{ kN} \quad N_{bz} = \pi^2 \cdot \frac{EI_z}{l_{0,z}^2} = 3,1416^2 \cdot \frac{15482,39}{3,800^2} = 10582 \text{ kN} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 (5.17)}$$

Współczynnik zależny od rozkładu momentu pierwszego rzędu: PN-EN 1992-1-1 5.8.7.3 (1)

$$r_M = \frac{M_{01y}}{M_{02y}} = \frac{23,2}{23,2} = 1$$

$$c_{0y} = c_{0,min} + \frac{c_{0,max} - c_{0,min}}{r_{M,max} - r_{M,min}} \cdot (r_M - r_{M,min}) = 12 + \frac{8 - 12}{1 - (-1)} \cdot (1 - (-1)) = 8$$

$$r_M = \frac{M_{01z}}{M_{02z}} = \frac{23,2}{23,2} = 1$$

$$c_{0z} = c_{0,min} + \frac{c_{0,max} - c_{0,min}}{r_{M,max} - r_{M,min}} \cdot (r_M - r_{M,min}) = 12 + \frac{8 - 12}{1 - (-1)} \cdot (1 - (-1)) = 8$$

Współczynnik zależny od rozkładu krzywizny wywołanej przez efekty drugiego rzędu:

$$c_2 = \pi^2 = 3,1416^2 = 9,8696$$

Współczynnik zależny od rozkładu krzywizny:

$$c_y = c_2 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{by}} + c_{0y} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{by}}\right) = 9,8696 \cdot \frac{2442}{10522} + 8 \cdot \left(1 - \frac{2442}{10522}\right) = 8,4339 < c_2 = \pi^2 = 3,1416^2 = 9,8696$$

$$c_z = c_2 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{bz}} + c_{0z} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{bz}}\right) = 9,8696 \cdot \frac{2442}{10582} + 8 \cdot \left(1 - \frac{2442}{10582}\right) = 8,4314 < c_2 = \pi^2 = 3,1416^2 = 9,8696$$

Mimośród drugiego rzędu:

$$e_{2y} = \frac{\kappa_z \cdot I_{0z}^2}{c_z} = \frac{0,018338 \cdot 3,800^2}{8,4314} = 0,0314 \text{ m} \quad e_{2z} = \frac{\kappa_y \cdot I_{0y}^2}{c_y} = \frac{0,018365 \cdot 3,800^2}{8,4339} = 0,0314 \text{ m} \quad \text{PN-EN 1992-1-1}$$

5.8.8.2 (3)

Położenie przekroju najbardziej wykorzystanego: $x = 1,9 \text{ m}$

Mimośród pierwsze go rzędu zawierający imperfekcje:

$$e_{0x,y} = e_{ex,y} + e_{ix,y} = 0 + 0,0095 = 0,0095 \text{ m} \quad e_{0x,z} = e_{ex,z} + e_{ix,z} = 0 + 0,0095 = 0,0095 \text{ m}$$

$$e_{2x,y} = \sin\left(\frac{\pi \cdot x}{l}\right) \cdot e_{2y} = \sin\left(\frac{3,1416 \cdot 1,9}{3,8}\right) \cdot 0,0314 = 0,0314 \text{ m} \quad \text{Przegub - Przegub}$$

$$e_{2x,z} = \sin\left(\frac{\pi \cdot x}{l}\right) \cdot e_{2z} = \sin\left(\frac{3,1416 \cdot 1,9}{3,8}\right) \cdot 0,0314 = 0,0314 \text{ m} \quad \text{Przegub - Przegub}$$

Mimośród minimalny : PN-EN 1992-1-1 6.1. (4)

$$e_{min,y} = \max\left(\frac{h_y}{30} ; 20\right) = \max\left(\frac{500,0}{30} ; 20\right) = 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

$$e_{min,z} = \max\left(\frac{h_z}{30} ; 20\right) = \max\left(\frac{500,0}{30} ; 20\right) = 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

Mimośród miarodajny :

$$e_{dx,y} = e_{0x,y} + e_{2x,y} = 0,0095 + 0,0314 = 0,0409 \text{ m} \quad e_{dx,z} = e_{0x,z} + e_{2x,z} = 0,0095 + 0,0314 = 0,0409 \text{ m}$$

$$|e_{dx,y}| = 0,0409 > e_{min,y} = 0,02 \text{ m} \quad \checkmark$$

$$|e_{dx,z}| = 0,0409 > e_{min,z} = 0,02 \text{ m} \quad \checkmark$$

Siły w słupie w przekrojach krytycznych

Przypadek obciążenia: **Komb #1**

$$N_{Ed} = 2442 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = N_{Ed} \cdot e_{dx,z} = 2442 \cdot -0,0409 = -100 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = N_{Ed} \cdot e_{dx,y} = 2442 \cdot 0,0409 = 99,9 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \sqrt{M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2} = \sqrt{(-100)^2 + 99,9^2} = 141 \text{ kNm}$$

Obliczeniowa wartość nośności przy mimośrodku miarodajnym:

$$N_{Rd(e)} = 5095 \text{ kN}$$

$$M_{Rd(e)} = \sqrt{M_{Rd(e)y}^2 + M_{Rd(e)z}^2} = \sqrt{(-209)^2 + 208^2} = 295 \text{ kNm}$$

Stopień wykorzystania przy stałym mimośrodku:

$$\eta_{(e)m} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd(e)}} = \frac{2442}{5095} = 0,47928 < 1 \text{ spełniony}$$

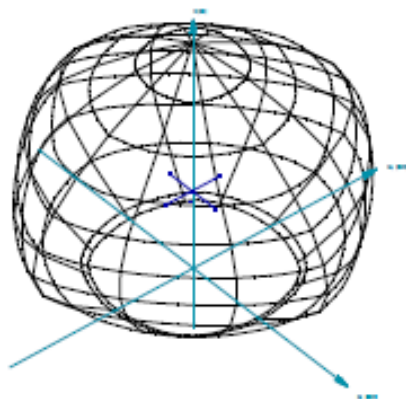
Obliczeniowa wartość nośności przy miarodajnej sile podłużnej:

$$N_{Rd(N)} = N_{Ed} = 2442 \text{ kN}$$

$$M_{Rd(N)} = \sqrt{M_{Rd(N)y}^2 + M_{Rd(N)z}^2} = \sqrt{(-412)^2 + 412^2} = 582 \text{ kNm}$$

Stopień wykorzystania na moment zginający:

$$\eta_{(N)m} = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd(N)}} = \frac{141}{582} = 0,24267 < 1 \text{ spełniony}$$



Strzemiona

	Długość l_w [m]	Punkt początkowy x_0 [m]	Punkt końcowy x_0 [m]	Średnica strzemion ϕ_w [mm]	Rozstaw strzemion s_w [mm]
Strefa górna	1,14	2,66	3,8	8	150
Strefa środkowa	1,52	1,14	2,66	8	200
Strefa dolna	1,14	0	1,14	8	150

Liczba cięć strzemion: $n_{wy} = 4$ $n_{wz} = 4$

Sprawdzenie reguł konstrukcyjnych PN-EN 1992-1-1 9.5Sprawdzenie stosunku wymiarów h oraz b przekroju poprzecznego słupa: PN-EN 1992-1-1 9.5.1 (1)

$$h = 500 \text{ mm} < 4 \cdot b = 4 \cdot 500 = 2000 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Przypadek obciążenia: **Komb #1**

$$N_{Ed} = 2442 \text{ kN}$$

Minimalne pole przekroju zbrojenia podłużnego: PN-EN 1992-1-1 9.5.2 (2) (9.12N)

$$A_{s,min} = \text{Max} \left(\frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 2442}{435} = 562 ; 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 2,5 \cdot 10^5 = 500 \right) = 562 \text{ mm}^2 < A_s = 2413 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

Maksymalne pole przekroju zbrojenia podłużnego: PN-EN 1992-1-1 9.5.2 (3)

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 2,5 \cdot 10^5 = 10000 \text{ mm}^2 > A_s = 2413 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

Maksymalny rozstaw zbrojenia poprzecznego wzdłuż słupa: PN-EN 1992-1-1 9.5.3 (3)

$$s_{cl,max} = \min (20 \cdot \phi_{sl,min} ; b ; 400) = \min (20 \cdot 16 ; 500 ; 400) = 320 \text{ mm} > s_{w,B} = 200 \text{ mm} \quad \checkmark$$

W przekrojach na długości $h = 500 \text{ mm}$ powyżej i poniżej belki lub płyty rozstaw strzemion nie powinien przekraczać następujących wartości:

$$0,6 \cdot s_{cl,max} = 0,6 \cdot 320 = 192 \text{ mm} > s_w = 150 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Obliczeniowe wartości właściwości materiałowych

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{30}{1,4} = 21,4 \text{ MPa} = 21429 \text{ kPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{ad} = \alpha_a \cdot \frac{f_{ak,0,05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{2,03}{1,4} = 1,45 \text{ MPa} = 1448 \text{ kPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

Obliczeniowa granica plastyczności stali zbrojeniowej: PN-EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Rys. 3.8

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad f_{ywd} = f_{yd} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa}$$

Współczynnik pełzania: $\phi (\infty, t_0) = 2$ PN-EN 1992-1-13.1.7. (2)**Siły w słupie w przekrojach krytycznych**Przypadek obciążenia: **Komb #1**

$$N_{Ed} = 2442 \text{ kN}$$

$$V_{Edy} = V_{Ed,0y} = 0 \text{ kN} \quad V_{Edz} = V_{Ed,0z} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{Ed} = T_{Ed,0} = 0 \text{ kNm}$$

Czyste ścinanieWysokość użyteczna: $d_y = 0,413 \text{ m}$ $d_z = 0,414 \text{ m}$ Ramię sił wewnętrznych: $z_y = 0,311 \text{ m}$ $z_z = 0,312 \text{ m}$ Kąt betonowych krzyżulców ściskanych: $\Theta = 45,00^\circ$ ($\cot \Theta = 1$)

Zbrojenie rozciągane

			$y(-)$	$y(+)$	$z(-)$	$z(+)$
Pole przekroju poprzecznego	A_{st}	$[mm^2]$	804	804	804	804
Położenie pręta zbr.	a	$[mm]$	68	68	68	68

Nośność przy ścinaniu (y)

Obliczeniowa nośność na ścinanie elementu bez zbrojenia na ścinanie: PN-EN 1992-1-1 6.2.2. (1)

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_z \cdot d_y = (0,423 + 0,15 \cdot 4,29) \cdot 500 \cdot 413 = 2,2013 \cdot 10^5 \text{ N} = 220 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,y} = \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_z \cdot d_y = (0,12857 \cdot 1,696 \cdot (100 \cdot 0,0038956 \cdot 30)^{1/3} + 0,15 \cdot 4,29) \cdot 500 \cdot 413 = 2,3488 \cdot 10^5 \text{ N} = 235 \text{ kN} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 (6.2.b)}$$

$$V_{Rd,c,y} = 235 \text{ kN} > V_{Rd,c,min} = 220 \text{ kN}$$

Obliczeniowa nośność na ścinanie ograniczona przez osiągnięcie granicy plastyczności w zbrojeniu na ścinanie:

$$V_{Rd,s,y} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot z_y \cdot f_{ywd} \cdot \cot \Theta = \frac{0,000201}{0,15} \cdot 0,311 \cdot 435 \cdot \cot 45,00^\circ = 181 \text{ kN} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 (6.8.)}$$

Obliczeniowa nośność na ścinanie ograniczona przez zmiążdżenie ściskanych krzyżulców betonowych: PN-EN 1992-1-1 (6.9.)

$$V_{Rd,max,y} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_z \cdot z_y \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} = \frac{1,25 \cdot 0,5 \cdot 0,311 \cdot 0,528 \cdot 21429}{\cot 45,00^\circ + \tan 45,00^\circ} = 1100 \text{ kN}$$

Nośność na ścinanie przekroju poprzecznego:

$$V_{Rd,y} = \min (\max (V_{Rd,c,y} ; V_{Rd,s,y}) ; V_{Rd,max,y}) = \min (\max (235 ; 181) ; 1100) = 235 \text{ kN}$$

Nośność przy ścinaniu (z)

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_y \cdot d_z = (0,423 + 0,15 \cdot 4,29) \cdot 500 \cdot 414 = 2,2054 \cdot 10^5 \text{ N} = 221 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,z} = \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_y \cdot d_z = (0,12857 \cdot 1,6952 \cdot (100 \cdot 0,0038873 \cdot 30)^{1/3} + 0,15 \cdot 4,29) \cdot 500 \cdot 414 = 2,3526 \cdot 10^5 \text{ N} = 235 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,z} = 235 \text{ kN} > V_{Rd,c,min} = 221 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s,z} = \frac{A_{swz}}{s_w} \cdot z_z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \Theta = \frac{0,000201}{0,15} \cdot 0,312 \cdot 435 \cdot \cot 45,00^\circ = 182 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max,z} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_y \cdot z_z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} = \frac{1,25 \cdot 0,5 \cdot 0,312 \cdot 0,528 \cdot 21429}{\cot 45,00^\circ + \tan 45,00^\circ} = 1103 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,z} = \min (\max (V_{Rd,c,z} ; V_{Rd,s,z}) ; V_{Rd,max,z}) = \min (\max (235 ; 182) ; 1103) = 235 \text{ kN}$$

Weryfikacja

Wykorzystanie na ścinanie w kierunku -y- oraz -z-:

$$\eta_{V,y} = \frac{|V_{Edy}|}{V_{Rd,y}} = \frac{|0|}{235} = 0 < 1 \text{ spełniony} \quad \eta_{V,z} = \frac{|V_{Edz}|}{V_{Rd,z}} = \frac{|0|}{235} = 0 < 1 \text{ spełniony}$$

Całkowite wykorzystanie na ścinanie bez skręcania:

$$\eta_V = \frac{|V_{Edy}|}{V_{Rd,y}} + \frac{|V_{Edz}|}{V_{Rd,z}} = \frac{|0|}{235} + \frac{|0|}{235} = 0 < 1 \text{ spełniony}$$

Ścinanie ze skręcaniem

$$|T_{Ed}| = |0| = 0 \text{ kNm} < 0,001 \text{ kNm} \quad \text{Skręcanie jest nieistotne}$$

1.3.3.3 Ściany nadbudówki

grubość ściany $h_w = 20\text{cm}$

wysokość obliczeniowa ściany $l_0 = \beta \times l_w = 2,5\text{m}$

gdzie β – współczynnik zamocowania ściany (przyjęto $\beta = 1,0$), l_w – rzeczywista wysokość ściany

Nośność ściany słabo zbrojonej (metoda uproszczona):

$$N_{Rd} = \Phi b h_w f_{cd}$$

$$\Phi = \max \left[1,14 \left(1 - 2 \frac{e_{tot}}{h_w} \right) - 0,02 \frac{l_0}{h_w}; \left(1 - 2 \frac{e_{tot}}{h_w} \right) \right]$$

e_0 - mimośród I rzędu wynikający ze sposobu zamocowania i wpływu oddziaływań zewnętrznych

e_i - mimośród uwzględniający imperfekcje geometryczne wg 5.2 normy EC2 z warunku $l_0 / 400$

e_a - mimośród uwzględniający niedokładność przyłożenia obciążenia

$$e_{tot} = e_0 + e_i + e_a = 2\text{cm} + 1,0\text{cm} + 2\text{cm} = 7,5\text{cm}$$

$$\Phi = \max \left[1,14 \left(1 - 2 \frac{e_{tot}}{h_w} \right) - 0,02 \frac{l_0}{h_w}; \left(1 - 2 \frac{e_{tot}}{h_w} \right) \right] = 0,25$$

Beton C30/37, stal B500SP.

$f_{cd} = 2,0\text{kN/cm}^2$

$$N_{Rd} = 0,25 \times 100\text{cm} \times 20\text{cm} \times 2,0\text{kN/cm}^2 = 1000\text{kN} > 18\text{kN} - \text{warunek spełniony}$$

Zwymiarowano pasmo pionowe ściany o szer. 1,0 m; występuje mały mimośród

minimalna ilość zbrojenia: $A.s.\min = 2,60\text{ cm}^2$,

przyjęto #8 co 15 cm po obu stronach ściany: $A.s1.\text{prov} = 3,51\text{ cm}^2 > A.s.\min$

1.3.4 Wykaz norm

[N-1] PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje.

Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenia śniegiem.

Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Obciążenia wiatrem.

[N-2] PN-EN 1992: 2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu.

Część 1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.

Część 3: Silosy i zbiorniki na ciecze.

[N-3] PN-EN 1997-1: 2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne

[N-4] PN-EN 206:2014-04: Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

[N-5] PN-B-06050:1999 – Geotechnika, roboty ziemne.

KONIEC WYCIĄGU Z OBLICZEŃ

1.4 CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Nr rysunku	Nazwa rysunku	Skala
KONSTRUKCJA		
PB-K-01	PŁYTA DENNA	1:50
PB-K-02	ŚCIANY	1:50
PB-K-03	STROP	1:50
PB-K-04	NADBUDÓWKA	1:50
PB-K-05	SŁUP S-1	1:25
PB-K-06	BALUSTRADA SCHODÓW	1:25
PB-K-07	ELEMENTY WYPOSAŻENIA ZBIORNIKA	1:25
PB-K-08	STOPA FUNDAMENTOWA F-1	1:25
PB-K-09	DETALE IZOLACJI ZBIORNIKA	---
PB-K-10	DETALE PRZEBICIA ŚCIAN ZBIORNIKA	1:50