



**EKO-EFEKT Spółka z o.o.**

02-679 Warszawa ul. Modzelewskiego 58A/89

ul. 1 Maja 16

77-100 Bytów

Załącznik nr - 2/2011 -

do decyzji o pozwoleniu na budowę

nr 98/2011/C

z dnia 24.03.2011

## PROJEKT BUDOWLANY

Zap. STANISŁAW

mgr inż. Stanisław Przybyłowicz

ul. 24 Maja 16, 77-100 Bytów

tel. 71 721 11 11, fax 71 721 11 12

**Inwestor:** Gmina Czarna Dąbrówka, 77-116 Czarna Dąbrówka, ul. Gdańska 5

**Temat:** Adaptacja istniejącego zbiornika żelbetowego na zbiornik ścieków oczyszczonych

**Branża:** Architektura i konstrukcja

**Obiekt:** Oczyszczalnia ścieków w m. ~~Czarna Dąbrówka~~ dz. nr 7/9 i 7/10  
pow. Bytów

*Podsumowanie  
05.10.2011 r. flr*

Funkcja	Autorzy	Nr uprawnień	Podpis
Projektant	dr inż. Edmund Przybyłowicz	240/84/Pw 212/85/Pw	<i>Edmund Przybyłowicz</i>
Sprawdzający	mgr inż. Piotr Przybyłowicz	WKP/0220/POOK/07	<i>Piotr Przybyłowicz</i>

STAROSTWO POWIATOWE  
ul. 1 Maja 15  
77-100 Bytów

## **I. OPIS TECHNICZNY**

do projektu architektoniczno-konstrukcyjnego adaptacji istniejącego zbiornika żelbetowego na  
zbiornik ścieków oczyszczonych.

## Spis treści

## I. OPIS TECHNICZNY

1. WSTĘP .....	3
1.1. Przedmiot opracowania .....	3
1.2. Cel opracowania .....	3
1.3. Podstawy opracowania .....	3
1.4. Zakres opracowania .....	5
2. DANE OGÓLNE O OBIEKCIE .....	5
3. WARUNKI GRUNTOWO-WODNE .....	6
4. SZCZEGÓŁOWY ZAKRES PRAC ADAPTACYJNYCH .....	8
5. UWAGI KOŃCOWE .....	10

## III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY

## ZDROWIA DLA WYKONANIA MODERNIZACJI ZBIORNIKA NA ŚCIEKI

## OCZYSZCZONE MODERNIZOWANEJ I ROZBUDOWYWANEJ OCZYSZCZALNI

ŚCIEKÓW W CZARNEJ DĄBRÓWCE <i>Podkomorzech 05-10-10n flr</i> .....	10
--	----

1. Podstawa opracowania .....	10
2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych .....	11
3. Zakres robót .....	11
4. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót .....	12
5. Sposób prowadzenia instruktażu pracowników .....	12
6. Zapobieganie niebezpieczeństwom i ewakuacja z terenu działki .....	13
7. Budowa .....	14

III RYSUNKI .....	15
-------------------	----

## OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest adaptacja istniejącego, otwartego zbiornika żelbetowego na ścieki o wymiarach zewnętrznych 6,80x6,80x4,40 m, zagłębionego poniżej terenu na zbiornik ścieków oczyszczonych w modernizowanej i rozbudowywanej oczyszczalni ścieków w ~~Czarnej Dąbrówce~~.

*Podkomorze 05.10.10, gl*

### 1.2. Cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest dostosowanie istniejącego zbiornika żelbetowego do nowej funkcji w modernizowanej i rozbudowywanej oczyszczalni ścieków poprzez remont jego ścian od wnętrza i wykonanie stropu przekrywającego zbiornik z uźebrowanych blach aluminiowych gr. 5 mm wspartych na ruszcie z belek stalowych dwuteowych NP I 100 wspartych na wspornikach z kątowników 100x100x5 kotwionych na kotwy M10x65/15 do żelbetowych ścian zbiornika.

### 1.3. Podstawy opracowania

Podstawy opracowania stanowią:

- mapa sytuacyjno-wysokościowa
- uchwała Rady Gminy w Czarnej Dąbrówce w sprawie uchwalenia ~~zmian~~ miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego ~~gminy~~, *14.03.11. gl*
- zlecenie i uzgodnienia z Inwestorem,
- projekt technologiczny i instalacyjny modernizowanej oczyszczalni ścieków opracowany równolegle z niniejszym projektem,
- istniejąca fragmentaryczna dokumentacja przedmiotowego obiektu, obejmująca rysunki architektoniczno - budowlane,
- dokumentacja geotechniczna
- aktualnie obowiązujące Polskie Normy Budowlane i Przepisy Budowlane a w szczególności:

## **NORMY PAŃSTWOWE**

- PN-82/B-02001. Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- PN-88/B-02014. Obciążenia budowli. Obciążenia gruntem.
- PN-82/B-02004. Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Obciążenie pojazdami.
- PN-B-03264:2002. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-82/B-01801. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Podstawowe zasady projektowania.
- PN-86/B-01806. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Ogólne zasady użytkowania, konserwacji i napraw.
- PN-86/B-01811. Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Ochrona materiałowo-konstrukcyjna. Wymagania.
- PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja, zgodność.
- PN-91/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-62/B-06251. Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne.
- PN-85/B-10702. Wodociągi i kanalizacja. Zbiorniki. Wymagania i badania przy odbiorze.

## **NORMY BRANŻOWE**

- BN-84/8814-07. Zbiorniki żelbetowe na gnojowicę. Projektowanie, warunki wykonania i badania techniczne przy odbiorze.
- 13/BN-62/6738-07. Beton hydrotechniczny. Wymagania techniczne.

## **PRZEPISY**

- Zarządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30.12.1994 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu.
- Ustawa z dnia 07.07.1994 r. - Prawo budowlane (jednolity tekst Dz. U. Nr 80/2003 poz. 718).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia

12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. Nr 75/2002 poz. 690.

- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 07.01.1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie Dz. U. Nr 132/9.

#### INSTRUKCJE I WYTYCZNE

- Instrukcja nr 135 ITB dotycząca stosowania taśm dylatacyjnych z PCV Warszawa 1972 r., 21,
- Instrukcja nr 240 ITB - zabezpieczenie przed korozją konstrukcji betonowych i żelbetowych - Warszawa 1982 r.,
- aktualna literatura techniczna, karty technologiczne producentów zalecanych materiałów budowlanych.

#### 1.4. Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje następujące zagadnienia:

- opis techniczny,
- rysunki budowlano-konstrukcyjne,
- załączniki zawierające kserokopie uprawnień budowlanych i przynależność do Izby Inżynierów Budownictwa zespołu projektowego, oświadczenia o poprawności wykonania dokumentacji projektowej.

#### 2. DANE OGÓLNE O OBIEKCIE

Przedmiotowy zbiornik jest zbiornikiem żelbetowym o rzucie ~~kołowym~~ prostokątnym składającym się z:

- istniejącej płyty dennej żelbetowej o grubości 40 cm i wymiarach w rzucie 7,20x7,20 m, posadowionej na warstwie podbetonu. Górna powierzchnia płyty znajduje się na rzędnej 120,20 m npm i jest położona w odległości 3,60 od powierzchni terenu.

Wykonane badania nieniszczące wytrzymałości betonu ujawniły, że aktualnie

wytrzymałość betonu jest klasy B25 (C25/30).

- istniejących ścian żelbetowych o grubości 40 cm i wysokości 4,0 m, tworzących komorę zbiornika o wymiarach w rzucie przekroju zewnętrznego 6,80x6,80 m. Istniejący beton w ścianach zbiornika zakwalifikowano również do klasy B25 (C25/30), -projektowanego stropu o konstrukcji stalowej, składającego się z belek - rusztu stalowego zaprojektowanych z NP I 160 rozmieszczonych co (4x1,0+1,437+0,563) m opartych na konsolach z kątowników stalowych L100x100x5 mm l = 200 mm, przymocowanych za pomocą dwóch kotew typu I

M10x65/15 każda do ścian zbiornika. Elementy rusztu stalowego wykonanego ze stali St3SX służą jako elementy wsporcze blach aluminiowych gr. 5 mm wzmocnionych żebrami z płaskowników aluminiowych 5x50 mm spawanych do blach za pomocą elektrod topliwych ze stopu aluminium. Rozstaw żeber usztywniających blachy stropowe -400 mm. Szerokość blach przekrywających ruszt - dostosowana do rozstawu żeber. W blachach przekrywających zbiornik w polu o szerokości 1,437 m przewidziano otwory <J> 160 mm dla wentylacji i włączowy <J>600 mm oraz jeden otwór o wymiarach 1,350x1,600 m umożliwiający obsługę pomp. W skrajnym polu o szerokości 1,0 m po przeciwnej stronie otworu wentylacyjnego (po przekątnej por. rys. 1) umieszczono również otwór <J> 160 umożliwiający wentylację zbiornika.

## 2.1 OCENA TECHNICZNA OBIEKTU

Przeznaczony do adaptacji żelbetowy zbiornik nie posiada pęknięć i zdeformowań. Jego stan techniczny określa się jako dobry i nadający do adaptacji.

## 3. WARUNKI GRUNTOWO-WODNE

Teren przy adaptowanym obiekcie jest terenem płaskim nie zadrzewionym o średniej rzędnej 122,3 m npm. Położony jest na działce o nr 7/9 w miejscowości Podkomorzyce. Strona wschodnia obiektu sąsiadować będzie z projektowanymi zbiornikami SBR (obiekt nr 5 i 6), natomiast strona zachodnia z dwukomorowym adaptowanym zbiornikiem zagęszczania osadu o konstrukcji stalowej.

Na terenie przewidzianym pod adaptację występują piaszczyste utwory czwartorzędowe. Utwory czwartorzędowe reprezentowane są przez utwory plejstocénskie i holocénskie jako utwory piaszczyste i pospółki. Lokalnie osady

holoceńskie zalegają w obniżeniach i zagłębieniach terenu w postaci gleby.

Miąszość utworów czwartorzędowych w rejonie badań wynosi ok. 50 m. warstwę przypowierzchniową stanowią holoceńskie gleby i niżej zalegające utwory piaszczyste. Na głębokości ok. 3,8 m występują piaski gliniaste brązowe, przewarstwione piaskiem średnim.

Woda gruntowa w postaci sączów występuje na głębokości 3,8 m. Wykonany w pobliżu przedmiotowego obiektu odwiert „2” wykazał, że do głębokości ~0,50 m od terenu występuje grunt organiczny w postaci gleby. Od rzędnej -0,50 m do -1,20 m stwierdzono występowanie piasku drobnego, przewarstwowanego piaskiem gliniastym, wilgotnego, zagęszczonego. Parametry geotechniczne tej warstwy są następujące:

- stopień zagęszczenia  $ID = 0,55$ ,  $y_m = 1,0 \pm 0,10$
- gęstość objętościowa  $p = 1,75 \text{ g/cm}^3$ ,  $y_m = 1,0 \pm 0,10$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\delta = 30,8^\circ$ ,  $y_m = 1,0 \pm 0,10$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 67000 \text{ kPa}$ ,

$y_m = 1,0 \pm 0,10$  Od rzędnej -1,20 m do -3,80 m występuje piasek średni przewarstwiony pospółką, średnio zagęszczony, wilgotny, brązowy. Parametry geotechniczne tej warstwy są następujące:

- stopień zagęszczenia  $ID = 0,60$ ,  $y_m = 1,0 \pm 0,10$
- gęstość objętościowa  $p = 1,85 \text{ g/cm}^3$ ,  $y_m = 1,0 \pm 0,10$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\delta = 32,5^\circ$ ,  $y_m = 1,0 \pm 0,10$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 112000 \text{ kPa}$ ,

$y_m = 1,0 \pm 0,10$  Od -3,80 m do 6,0 m (poziom wykonanego odwiertu) występują piaski gliniaste przewarstwione piaskiem średnim, brązowe, wilgotne tw. plastyczne. Parametry gruntu

- stopień plastyczności  $II = 0,19$ ,  $y_m = 1,0 \pm 0,10$ ,
- gęstość objętościowa  $p = 2,15 \text{ g/m}^3$ ,  $y_m = 1,0 \pm 0,10$ ,
- kąt tarcia wewnętrznego  $\delta = 18,4^\circ$ ,  $y_m = 1,0 \pm 0,10$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej  $M_0 = 37900 \text{ kPa}$ ,

$y_m = 1,0 \pm 0,10$  Poziom wody w postaci sączeń stwierdzono na głębokości -3,80 m od terenu.

Płytę denną zbiornika posadowiono na rzędnej 119,60 m npm na warstwie podbetonu gr. 0,10 m pod którą znajduje się piasek gliniasty przewarstwiony piaskiem średnim wilgotnym o  $I_L = 0,19$ ,  $p = 2,15 \text{ g/cm}^3$ ,  $ty = 18,4^\circ$ ,  $M_0 = 37,90 \text{ MPa}$ . Poziom posadowienia zbiornika -3,40 m od poziomu istniejącego terenu.

*Obiekt należy do II kategorii geotechnicznej, warunki proste* *gdz*  
*5.40.10*  
*14.03.11*  
*gdz*

#### 4. SZCZEGÓŁOWY ZAKRES PRAC ADAPTACYJNYCH

Prace adaptacyjne powinny obejmować:

- oczyszczenie ścian i dna istniejącego zbiornika na ścieki z osadów silnym strumieniem wody a następnie wypłaskowanie ich powierzchni,
- usunięcie luźnych fragmentów betonu i uzupełnienie ubytków korozyjnych betonu przy pomocy zapraw naprawczych do betonu w systemie PCC

obejmujący następujące preparaty:

- jednoskładnikową zaprawę typu PCC służącą do zabezpieczenia antykorozyjnego zbrojenia i wykonania warstwy szepnej między starym a nowym betonem
- jednoskładnikowa zaprawę typu PCC (na bazie cementu modyfikowanego polimerem) z dodatkiem mikrokrzemionki, zbrojoną włóknami syntetycznymi, służącą do ręcznego uzupełnienia ubytków na warstwie szepnej
- jednoskładnikową zaprawę typu PCC/SPCC (na bazie cementu modyfikowanego polimerem) z dodatkiem mikrokrzemionki służącą do szpachlowania powierzchni betonowych techniką ręczną lub natryskową
- wykonanie przejść szczelnych przez ściany nowych rurociągów PCV-U (I)160 doprowadzających ścieki ze zbiorników SRR nr 1 i 2 (obiekt 5 i 6) i odprowadzających wytrącony osad do zbiornika - zagęszczacza osadu (obiekt nr 9 i 10) - kolektor cj)315 PCV-U. Przejścia te projektuje się wykonać w systemie obejmującym położenia rur w wykonanym otworze:
- piankę montażową rozprężną do stabilizacji położenia rur w nawierconym otworze

w ścianach zbiornika,

- wałki rozpierające z poliuretanu c) 20 mm,
- kit uszczelniający na bazie poliuretanu
- klej epoksydowy do klejenia taśm hypalonowych,
- - elastyczne taśmy hypalonowe tworzące kołnierz uszczelniający przejścia rury przez ścianę od strony ścieków (por. rys. 3),
- montaż wsporników stalowych z  $L100 \times 100 \times 5$   $l = 200$  mm przy pomocy kotew  $M10 \times 65/15$ , w miejscach pokazanych na rys. 2,
- montaż belek rusztu stalowego wykonanych z  $NP I 160$ , przy spawanych do konsol z kształtowników za pomocą spoin pachwinowych o grubości 3 mm, długości 80 mm,
- wykonanie powłok zabezpieczających ściany i dno, powłoki epoksydowej grubości 80  $\mu m$  i powłoki nawierzchniowej z żywicy epoksydowej nawierzchniowej o grubości 40  $\mu m$  w kolorze szarym - produkcji firmy
- wykonanie powłok zabezpieczających konstrukcję rusztu stalowego z powłok epoksydowych grubości 150  $\mu m$
- wykonanie zabezpieczeń powierzchniowych blach aluminiowych uźebrowanych z powłok epoksydowych
- montaż blach przekrywających zbiornik,
- montaż wylazu do zbiornika, drabiny wjazdowej ze stali kwasoodpornej.

## 5. UWAGI KOŃCOWE

Przy realizacji prac adaptacyjnych zbiornika należy przestrzegać przepisy bhp i p.poż., „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano -montażowych”, t. I cz. 1-4 opracowane przez ITB a wydane przez Arkady Warszawa w latach 1989-1990 oraz zalecenia zawarte w kartach technologicznych producentów zalecanych materiałów naprawczych.

Wszystkie wskazane w projekcie systemy mocowań, przejść szczelnych itp. są systemami przykładowymi, należy zastosować systemy wskazane lub o parametrach równoważnych do zaproponowanych.

## II. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA DLA WYKONANIA MODERNIZACJI ZBIORNIKA NA ŚCIEKI OCZYSZCZONE MODERNIZOWANEJ I ROZBUDOWYWANEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W CZARNEJ DĄBRÓWCE

*Podkomisarzy  
05.10.10. Jbr*

**Obiekt:** Zbiornik ścieków oczyszczonych w modernizowanej i rozbudowywanej oczyszczalni ścieków w ~~Czarnej Dąbrowce~~ gmina Czarna Dąbrowka , dz. 7/9 i 7/10.

*Podkomisarzy 05.10.10. Jbr*

**Inwestor:** Gmina Czarna Dąbrowka *Jbr*

**Projektant:** dr inż. Edmund Przybyłowicz upr. 240/84/Pw, 212/85/Pw  
62-006 Kobylnica-Gruszczyn, ul. Spadochronowa 7

### 1. Podstawa opracowania

Art. 20 ust. 1 pkt. 1 lit. b) ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo Budowlane i Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120, poz. 1126).

## 2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

Na nieruchomości znajduje się aktualnie przedmiotowy obiekt wykorzystywany jako zbiornik na ścieki surowe. Ponadto znajdują się zbiorniki o konstrukcji stalowej oraz poletka osadowe wewnętrzne. W/w obiekty będą po modernizacji i adaptacji wykorzystywane w ramach projektowanej modernizacji i rozbudowy oczyszczalni ścieków w Czarnej Dąbrówce. Na teren nieruchomości prowadzi droga dojazdowa o nawierzchni utwardzonej żwirem prowadząca do drogi o nawierzchni asfaltowej prowadzącej do czarnej Dąbrówki. Nieruchomość jest ogrodzona.

## 3. Zakres robót

Realizowana będzie modernizacja istniejącego zbiornika żelbetowego, prostopadłościennego, otwartego na ścieki surowe (obiekt 7) o wymiarach w rzucie ścian wewnętrznych 6,0x6,0 m, z dnem płytowym o gr. 40 cm, monolitycznie połączonym ze ścianami o grubości 40 cm i wysokości 4,0 m. Do zbiornika będą odprowadzane ścieki oczyszczone w reaktorach biologicznych SBR nr 1 i 2 z budynku technicznego (obiekt nr 5 i 6 na planie sytuacyjnym), które następnie będą odprowadzane rurociągiem tłocznym poprzez komory zasuw nr 2 i 3, komorę pomiarową (obiekt 8) do kolektora sanitarnego a dalej do rowu i rzeki.

Zbiornik jest zagłębiony w terenie na głębokość 3,60 m. Powyżej terenu wystaje tylko ściana o wysokości 40 cm. Od przedmiotowego zbiornika odpompowywany jest osad do znajdujących się w pobliżu zbiorników zagęszczania osadu.

Dla zrealizowania modernizacji zbiornika przewiduje się następujący zakres prac:

- wykonanie oczyszczania ścian z nagromadzonych osadów przy pomocy silnego strumienia wody urządzeniem typu ,
- wykonanie piaskowania ścian i dna zbiornika od wnętrza,
- wykonanie naprawy ubytków betonu przy pomocy systemu ręcznego naprawy do betonu PCC
- wykonanie przejść szczelnych rurociągów przez ściany zbiornika,

- wykonanie montażu belek stalowych rusztu dla przekrycia zbiornika stropem,
- wykonanie powłok antykorozyjnych na ścianach i dnie zbiornika oraz zamontowanych belkach stalowych rusztu,
- wykonanie płyt stropowych przekrywających zbiornik z uźebrowanej blachy aluminiowej,
- wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego blach aluminiowych od wnętrza zbiornika,
- montaż płyt przekrywających zbiornik, wjazdu i drabiny wjazdowej ze stali kwasoodpornej,
- montaż urządzeń technologicznych.

#### **4. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót**

Przy wykonywaniu w/w prac występuje ryzyko:

- upadku z wysokości, max. wysokość modernizowanej konstrukcji wynosi 4,00 m,
- porażenia prądem,
- uszkodzenia ciała lub śmierci podczas montażu elementów stropu (samochody ciężarowe, dźwigi, spawarki, elektronarzędzia, rusztowania),
- uszkodzenia ciała lub śmierci podczas pracy sprzętu budowlanego,
- zagrożenia pożarem,
- zagrożenia zatrucia oparami wykonywanych powłok izolacyjnych polimerowych.

#### **5. Sposób prowadzenia instruktażu pracowników**

Przed przystąpieniem do realizacji w/w robót należy przeprowadzić instruktaż w sprawie bhp oraz szkolenie zgodnie z rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996 roku w sprawie szczegółowych zasad szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U.

96.62.285).

Podstawy prawne:

- Kodeks Pracy Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. (Dz. U. 98.21.94),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 27 kwietnia 2000 r. w sprawie BHP przy pracach spawalniczych (Dz. U. 00.40.470),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2001 w sprawie BHP podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz. U. 01.118.1263),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie BHP podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 03.47.401),
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 03.169.1650).

## **6. Zapobieganie niebezpieczeństwom i ewakuacja z terenu działki**

Wymienione roboty budowlane, stwarzające zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia wykonywać powinni ludzie pełnosprawni fizycznie, którzy otrzymali zgodę lekarza i mający odpowiednie kwalifikacje zawodowe. Od pracowników tych wymaga się również korzystania ze środków ochrony osobistej oraz umiejętności udzielania pierwszej pomocy.

Konieczne jest wyposażenie pracowników w sprzęt ochrony osobistej, odpowiednią odzież roboczą, hełm przeciwwuderzeniowy i akcesoria asekuracyjne zabezpieczające przed upadkiem podczas wykonywania prac na wysokości. Działka na której realizowana będzie budowa graniczy z drogą umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń. Istniejące bramy oraz drogi i place zakładowe przystosowane są do ruchu pojazdów ciężkich.

## 7. Budowa

Kierownik budowy będzie prowadził budowę wg planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia wraz z planem zagospodarowania placu budowy swojego autorstwa.

Dokumenty muszą być uzgodnione z Inwestorem. Rozbudowa zakładu nie może zakłócać pracy istniejącej oczyszczalni a w szczególności dojazdu do poszczególnych obiektów. Dotyczy to szczególnie poboru energii elektrycznej i wody.

Rygorystycznie należy przestrzegać przepisy dotyczące gospodarki odpadami i ochrony środowiska. Właściwie urządzić zaplecze socjalne budowy.

**Opracował:**



Edmund Przybyłowicz  
ul. Spadochronowa 7  
62-006 Kobylnica

Piotr Przybyłowicz  
ul. Spadochronowa 7  
62-006 Kobylnica

STAROSTWO POWIATOWE  
ul. 1 Maja 15  
77-100 Bytów

## Oświadczenie projektanta i sprawdzającego

Zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo Budowlane (Dz. U. z 2003 r Nr 207, poz. 2016 ze zmianami) oświadczam, że projekt budowlany na budowę obejmującą:

**Budowa oczyszczalni ścieków w Czarniej Dąbrowce, gmina Czarna Dąbrowka** *dz. nr 7/3 7/10 ob.*  
sporządzony został zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. *Podkomisja Gdm 14.03.11. Gdm*

czerwiec 2009r.

*Podkomisja Gdm  
05.10.10. Gdm*

*[Signature]*

Projektant: .....

**mgr inż. PIOTR PRZYBYŁOWICZ**

uprawnienia budowlane  
do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ewid WKP/0220/POOK/07

Sprawdzający: .....

### III RYSUNKI

Rys. 1	Rozmieszczenie blach przekrywających zbiornik	1:50
Rys. 1.1	Rozmieszczenie blach przekrywających zbiornik	1:50
Rys. 2.	Rozmieszczenie belek wspierających blachę przekrywającą zbiornik konsol podpierających belki	1:50
Rys. 3.	Szczegół przejścia szczelnego rurociągu przez ściany	1:20

STAROSTWO POWIATOWE  
ul. 1 Maja 15  
77-100 Bytów

**OBLICZENIA STATYCZNE ORAZ  
WYMIAROWANIE ELEMENTÓW  
PRZEKRYWAJĄCYCH KOMORĘ ŻELBETOWĄ W  
~~CZARNEJ DĄBRÓWCE~~**

*Podkomorzyca 05.10.10r.*

*głm*

Obliczył:



dr inż. Edmund Przybyłowicz

czerwiec 2009r.

*Spis treści*

<b>1. OBLICZENIA STATYCZNE BLACHY PRZEKRYWAJĄCEJ ZBIORNIK .....</b>	<b>3</b>
1.1. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ .....	3
1.2. WYZNACZENIE SIŁ PRZEKROJOWYCH I MOMENTÓW ZGINAJĄCYCH ORAZ WYZNACZENIE POTRZEBNEGO PRZĘKROJU .....	3
<b>2. OBLICZENIA STATYCZNE BELEK STROPOWYCH ZBIORNIKA .....</b>	<b>9</b>
2.1. ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ .....	9
2.2. WYZNACZENIE SIŁ PRZEKROJOWYCH I MOMENTÓW ZGINAJĄCYCH ORAZ WYZNACZENIE POTRZEBNEGO PRZĘKROJU .....	9
2.3. WYMIAROWANIE PRZĘKROJU .....	14

## 1. OBLICZENIA STATYCZNE BLACHY PRZEKRYWAJĄCEJ ZBIORNIK

### 1.1. Zebranie obciążeń

Obciążenia	Obciążenie charakt.	Współczynnik obciążenia	Obciążenie oblicz.
	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>
- ciężar blachy przekrywającej zbiornik gr. 5mm 0,005·27,0=	0,14	1,2	0,17
- obciążenie zmienne śniegiem dla II-giej strefy 0,90·0,8=	0,7	1,4	1,0
- obc. użytkowe	0,8	1,4	1,12
<b>Razem</b>	<b>1,64</b>		<b>2,29</b>

### 1.2. Wyznaczenie sił przekrojowych i momentów zginających oraz wyznaczenie potrzebnego przekroju

Przyjęto rozstaw poprzeczny belek stropowych: 1,0m

WĘZŁY:



WĘZŁY:

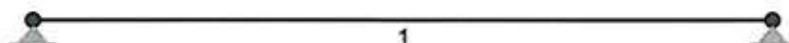
Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	1,000	0,000

PODPORY:

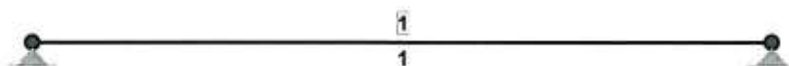
Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*): [ m / k N ]	Dy:	DFI: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

PRETY:



PRZĘKROJE PRETÓW:



PRETY UKŁADU:

Typy pretów: 00 - aktyw.-aktyw., 01 - aktyw.-przegub/  
10 - przegub-aktyw., 11 - przegub-przegub  
22 - ciągłe

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	1,000	0,000	1,000	1,000	1 B 5x1000

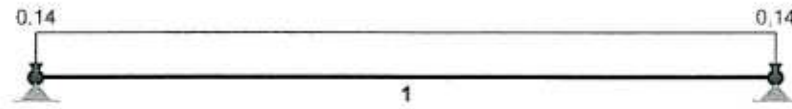
WIELKOŚCI PRZĘKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	50,0	41667		1	4	4	0,5 1 Stal St0

STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
1 Stal St0	205000	175,000	1,20E-05

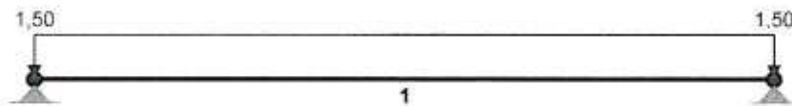
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	"c. własny"			Stale	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,14	0,14	0,00	1,00

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: B	" "			Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Liniowe	0,0	1,50	1,50	0,00	1,00

W Y N I K I  
Teoria I-go rzędu

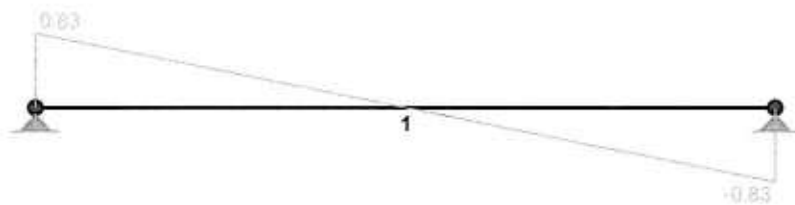
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
A - "c. własny"	Stale	1	1,00
B - " "	Zmienne	1	1,00

MOMENTY:



SIŁY PRZESKROJOWE:



NORMALNE:



**SIŁY PRZESKROJOWE:**

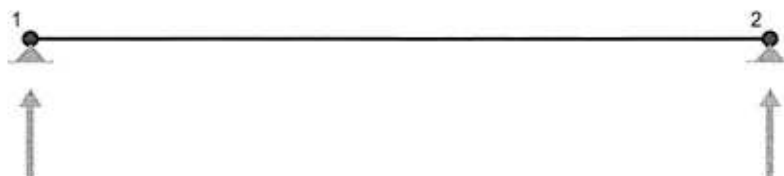
T.I. rzędu

Obciążenia od L1: AB

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,00	0,83	0,00
	0,50	0,500	0,21*	0,00	0,00
	1,00	1,000	0,00	-0,83	0,00

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE:

Obciążenia obl.: AB

T.1 rzędu

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,00	0,83	0,83	
2	0,00	0,83	0,83	

Przyjęto przekrój: B 5x1000



Wymiary przekroju:

$h=5,0$   $s=1000,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=41666,7$   $J_{yg}=1,0$   $A=50,00$   $i_x=28,9$   $i_y=0,1$ .

Materiał: StOS. Wytrzymałość  $f_d=175$  MPa dla  $g=5,0$ .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,500$ ;  $x_b = 0,500$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: AB

$N = 0,00$  kN,

$M_y = 0,21$  kNm,  $V_z = 0,00$  kN.

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 50,04$  MPa  $\sigma_c = -50,04$  MPa.

Naprężenia:

$x_a = 0,500$ ;  $x_b = 0,500$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 50,04$  MPa  $\sigma_c = -50,04$  MPa.

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = 0,00$   $\Delta\sigma = 50,04$  MPa  $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,00 / 1,000 + 50,04 = 50,04 < 175 \text{ MPa}$$

#### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \text{ dla } l_0 = 1,000$$

$$l_w = 1,000 \times 1,000 = 1,000 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \text{ dla } l_0 = 1,000$$

$$l_w = 1,000 \times 1,000 = 1,000 \text{ m}$$

#### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 41666,7}{1,000^2} 10^{-2} = 8,43 \text{E}+05 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1,0}{1,000^2} 10^{-2} = 21,08 \text{ kN}$$

#### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,500$ ;  $x_b = 0,500$ .

- względem osi Y

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 4,2 \times 175 \times 10^{-3} = 0,73 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwężenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,000$  wynosi  $\phi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{0,21}{0,73} = 0,286 < 1$$

#### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 10,0 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 100 = 1000 / 100 = 10,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 10,0 = 10,0 = a_{gr}$$

## 2. OBLICZENIA STATYCZNE BELEK STROPOWYCH ZBIORNIKA

### 2.1. Zebranie obciążeń

Obciążenia	Obciążenie charakt.	Współczynnik obciążenia	Obciążenie oblicz.
	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>
- ciężar blachy przekrywającej zbiornik gr. 5mm 0,005·27,0=	0,14	1,2	0,17
- obciążenie zmienne śniegiem dla II-giej strefy 0,90·0,8=	0,7	1,4	1,0
- obc. użytkowe	1,5	1,4	2,1
<b>Razem</b>	<b>2,34</b>		<b>3,27</b>

Rozstaw belek przyjęto: 1,0m

### 2.2. Wyznaczenie sił przekrojowych i momentów zginających oraz wyznaczenie potrzebnego przekroju

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	6,000	0,000

PODPORY:

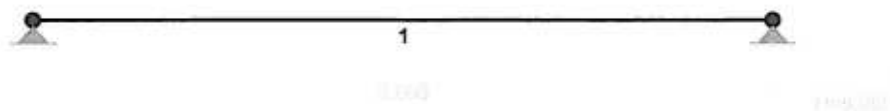
Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [ m / k N ]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

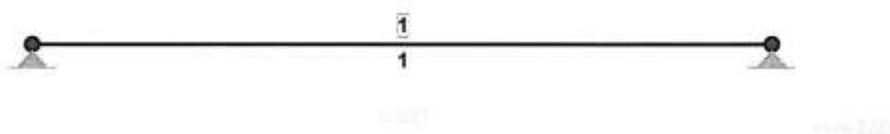
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*) [m]:	Wy[m]:	Fio[grad]:
B r a k   O s i a d a ń				

PRETY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRETY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub;  
22 - ciągłe

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	6,000	0,000	6,000	1,000	1 1 160

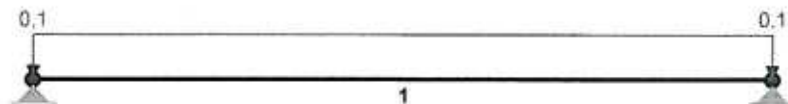
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	22,8	935	55	117	117	16,0	2 Stal St3

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napreż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
2 Stal St3	205000	215,000	1,20E-05

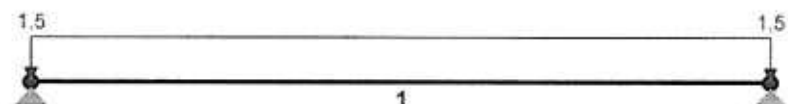
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "C.błach"			Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,14	0,14	0,00	6,00

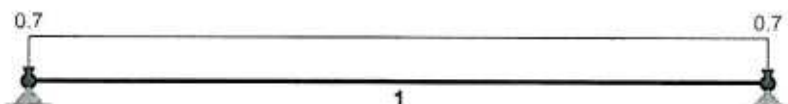
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	B "Obc. użytkowe"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe	0,0	1,50	1,50	0,00	6,00

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	C "Śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe	0,0	0,70	0,70	0,00	6,00

W Y N I K I  
Teoria I-go rzędu  
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	wd:	γf:
Cieężar wł.			1,10
A - "C.blach"	Zmienne	1	1,00
B - "Obc.uzytkowe"	Zmienne	1	1,00
C - "Snieg"	Zmienne	1	1,00

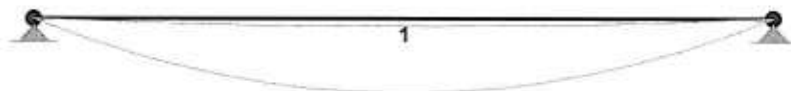
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Cieężar wł.	ZAWSZE
A - "C.blach"	EWENTUALNIE
B - "Obc.uzytkowe"	EWENTUALNIE
C - "Snieg"	EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A EWENTUALNIE: B+C

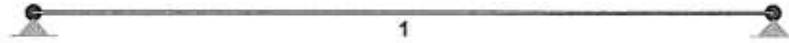
MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



**SILY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** 7.1 rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.\*"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	3,000	15,5*	-0,0	0,0	ABC
	0,000	-0,0*	1,1	0,0	A
	0,000	0,0	10,3*	0,0	ABC
	0,000	0,0	10,3	0,0*	ABC
	3,000	15,5	-0,0	0,0*	ABC
	0,000	0,0	10,3	0,0*	ABC
	3,000	15,5	-0,0	0,0*	ABC
	3,000	15,5	-0,0	0,0*	ABC

\* = Max/Min

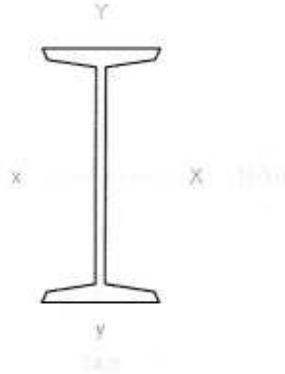
**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** 7.1 rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.\*"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	10,3	10,3		ABC
	0,0*	1,1	1,1		A
	0,0	10,3*	10,3		ABC
	0,0	1,1*	1,1		A
	0,0	10,3	10,3*		ABC
	0,0	10,3	10,3*		ABC
2	0,0*	10,3	10,3		ABC
	0,0*	1,1	1,1		A
	0,0	10,3*	10,3		ABC
	0,0	1,1*	1,1		A
	0,0	10,3	10,3*		ABC
	0,0	10,3	10,3*		ABC

\* = Max/Min

### 2.3. Wymiarowanie przekroju

Przekrój: I 160



Wymiary przekroju:

I 160  $h=160,0$   $g=6,3$   $s=74,0$   $t=9,5$   $r=6,3$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=935,0$   $J_{yg}=54,7$   $A=22,80$   $i_x=6,4$   $i_y=1,5$   $J_w=3098,4$   $J_t=6,2$   $i_s=6,6$ .

Materiał: St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W. Wytrzymałość  $f_d=215$  MPa dla  $g=9,5$ .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

#### Siły przekrojowe:

$x_a = 3,000$ ;  $x_b = 3,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: ABC

$M_x = -15,5$  kNm,  $V_y = -0,0$  kN,  $N = 0,0$  kN.

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 132,6$  MPa  $\sigma_c = -132,6$  MPa.

#### Naprężenia:

$x_a = 3,000$ ;  $x_b = 3,000$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 132,6$  MPa  $\sigma_c = -132,6$  MPa.

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = 0,0$   $\Delta\sigma = 132,6$  MPa  $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 132,6 = 132,6 < 215 \text{ MPa}$$

#### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika I normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \text{ dla } l_0 = 6,000$$

$$l_w = 1,000 \times 6,000 = 6,000 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \text{ dla } l_0 = 6,000$$

$$l_w = 1,000 \times 6,000 = 6,000 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_a = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{00} = 6,000$  m. Długość wyboczeniowa  $l_a = 6,000$  m.

#### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 935,0}{6,000^2} 10^{-2} = 525,5 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 54,7}{6,000^2} 10^{-2} = 30,7 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_x^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{6,6^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 3098,4}{6,000^2} 10^{-2} + 80 \times 6,2 \times 10^2 \right) = 1181,5 \text{ kN}$$

**Zwichrzenie:**

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{oa} = 6000 \text{ mm}$ :

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 15}{1,000} \times \sqrt{215 / 215} = 542 < 6000 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia  $a_o = 0,00 \text{ cm}$ . Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły  $a_s = 0,00 \text{ cm}$ . Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia:  $A_1 = 0,000$ ,  $A_2 = 0,000$ ,  $B = 0,000$ .

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 30,7 + \sqrt{(0,000 \times 30,7)^2 + 0,000^2 \times 0,066^2 \times 30,7 \times 1181,5} = 0,0$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem:  $\bar{\lambda}_L = 0$ .

**Nośność przekroju na zginanie:**

$x_a = 3,000$ ;  $x_b = 3,000$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 116,9 \times 215 \times 10^{-3} = 25,1 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,000$  wynosi  $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{R_x}} = \frac{15,5}{1,000 \times 25,1} = 0,617 < 1$$

**Nośność przekroju na ścinanie:**

$x_a = 6,000$ ;  $x_b = 0,000$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 10,1 \times 215 \times 10^{-3} = 125,7 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,6 V_R = 75,4 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 10,3 < 125,7 = V_R$$

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

$x_a = 3,000$ ;  $x_b = 3,000$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,0 < 75,4 = V_o$

$$M_{R,y} = M_R = 25,1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R_{x,V}}} = \frac{15,5}{25,1} = 0,617 < 1$$

**Nośność środka pod obciążeniem skupionym:**

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 6,000$ .

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 0,0$  mm.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $\sigma_c = 0,0$  MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_{fd} = 78,8 \times 6,3 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 106,8 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,0 < 106,8 = P_{R,W}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 22,2 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 6000 / 250 = 24,0 \text{ mm}$$

$$a_{\min} = 22,2 < 24,0 = a_{gr}$$

*Salem*