

Jednostka projektowa
<b>K O N S O R C J U M P R O J E K T A N T Ó W B R A N Ż O W Y C H</b>
Ul. Franciszkańska 18/11 7 5 - 2 5 4   K o s z a l i n Tel. +48 606-105-301 Tel. +48 602-238-297

# Projekt Remontu

<b>Temat projektu:</b>
Projekt remontu poszycia pomostu dolnego oraz części balustrad molo spacerowego w Kołobrzegu

<b>BRANŻA:</b>	Konstrukcyjna
----------------	---------------

<b>ADRES INWESTYCJI:</b>	GMINA MIASTO KOŁOBRZEG Działki nr 1/5, 43/4, 43/7, 47 OBR nr 4
--------------------------	---

<b>INWESTOR:</b>	GMINA MIASTO KOŁOBRZEG ul. Ratuszowa 13 78-100 Kołobrzeg
------------------	---

<b>KATEGORIA OBIEKTU:</b>	<b>VIII</b>
---------------------------	-------------

Specjalność	Imię i nazwisko	Data	Podpis
PROJEKTANT Konstrukcja	mgr inż. Tomasz LISOWSKI ZAP/0104/POOK/08 w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	marzec 2017	
SPRAWDZIŁ Konstrukcja	mgr inż. Łukasz Ilkiewicz ZAP/0042/PWOK/07 w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	marzec 2017	

Data opracowania:	<b>Marzec 2017</b>
-------------------	--------------------

Jednostka projektowa
<b>K O N S O R C J U M P R O J E K T A N T Ó W B R A N Ż O W Y C H</b>
Ul. Franciszkańska 18/11 7 5 - 2 5 4   K o s z a l i n T e l .   + 4 8   6 0 6 - 1 0 5 - 3 0 1 T e l .   + 4 8   6 0 2 - 2 3 8 - 2 9 7

## SPIS ZAWARTOŚCI

<b>I. Oświadczenie projektantów</b>	3
<b>II. Projekt budowlany remontu</b>	4
Spis treści	
1. Dane ogólne o remontowanym obiekcie	4
2. Opis zakresu prac remontowych	4
2.1. Zakres prowadzenia robót rozbiórkowych	4
3. Zakres prowadzenia robót budowlanych odtworzenia stanu pierwotnego	
4. zakres prowadzenia robót budowlanych w zakresie remontu instalacji elektrycznej	6
5. Uwagi	9
<b>III. Załączniki</b>	
6. Zestawienie obciążeń obliczeniowych, wyniki obliczeń	
7. Uprawnienia budowlane	
Zaświadczenie i decyzja – Tomasz Lisowski	8
<b>IV. Część rysunkowa</b>	
Spis rysunków	12

Jednostka projektowa
<b>K O N S O R C J U M P R O J E K T A N T Ó W B R A N Ż O W Y C H</b>
Ul. Franciszkańska 18/11 7 5 - 2 5 4   K o s z a l i n Tel. +48 606-105-301 Tel. +48 602-238-297

## O Ś W I A D C Z E N I E

Po zapoznaniu się z przepisami ustawy – Prawo budowlane, zgodnie z art. 20 ust 4 tej ustawy oświadczam, że niniejszy projekt budowlany dotyczący:

**Projekt remontu poszycia pomostu dolnego oraz części balustrad  
molo spacerowego w Kołobrzegu**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

W załączeniu przedkładam:

1. kserokopię uprawnień do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych
2. kserokopię aktualnego wpisu na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego

Specjalność	Imię i nazwisko	Data	Podpis
PROJEKTANT Konstrukcja	mgr inż. Tomasz LISOWSKI Upr. Nr ZAP/BO/0056/09 ZAP/0104/POOK/08	MARZEC 2017	

Koszalin, marzec 2017 r.

## II. Projekt budowlany remontu

### CZĘŚĆ OPISOWA

#### 1. DANE OGÓLNE O REMONTOWANYM OBIEKCIE

##### **OBIEKT**

Przedmiotem inwestycji jest remont części uszkodzonego poszycia pomostu dolnego części moło spacerowego zlokalizowanego w Kołobrzegu na działkach nr 1/5, 43/4, 43/7, 47 OBR nr 4 Gmina Miasto Kołobrzeg.

##### **Lokalizacja**

Gmina Miasto Kołobrzeg działka nr 1/5, 43/4, 43/7, 47 OBR nr 4

##### **Funkcja i przeznaczenie obiektu**

Obiekt o przeznaczeniu rekreacyjnym

##### **Elementy wykończeniowe istniejące**

###### Poszycie pomostów

Istniejące pomosty pokryte są obecnie deska kompozytową na legarach kompozytowych grubości 6cm. Legary częściowo wzmacniane kątownikiem stalowym.

###### Balustrady

Istniejące pomosty spacerowe wygrozione zostały balustradami ze stali, mocowanymi do konstrukcji nośnej żelbetowej z zastosowaniem śrub kotwiących.

###### Oświetlenie

Istniejące lampy oraz elementy podświetlenia umieszczone pod pomostem spacerowym

#### 2. OPIS ZAKRESU PRAC REMONTOWYCH

Zakres prac projektowych remontu obejmuje:

- 1) kompleksowy remont poszycia pomostu dolnego (zgodnie z rysunkiem technicznym), w tym wymiana i odtworzenie poszycia pierwotnego z drewna naturalnego o znacznej gęstości w tym częściową wymianę balustrad – wg zakresu oznaczonego na rysunkach technicznych. Szczegółowy zakres remontu odnosi się do:
  - a) demontażu uszkodzonych balustrad pomostu dolnego,
  - b) demontażu poszycia pomostu dolnego w tym uszkodzonych elementów poszycia wraz z legarami i wzmacniającymi je kątownikami stalowymi – zakres wymiany poszycia – zgodnie z rysunkiem technicznym,

- c) szpachlowanie pierwotnych otworów montażowych, z uszczelnieniem z zastosowaniem żywic w celu uszczelnienia przed ingerencją wody,
- d) ułożenie nowych legarów z drewna o znacznej gęstości, zabezpieczonego preparatami ochronnymi wgłębnymi (nanoszonymi ciśnieniowo, powodującymi wgłębne zabezpieczenie drewna przed działaniem wody), (nanoszonymi ciśnieniowo, powodującymi wgłębne zabezpieczenie drewna przed działaniem wody),
- e) montaż nowej balustrady – wykonanej zgodnie z rysunkami technicznymi,
- f) naprawie uszkodzonej instalacji oświetlenia pomostów,

## **2.1. ZAKRES PROWADZENIA ROBÓT ROZBIÓRKOWYCH**

Zakres robót rozbiórkowych obejmuje jedynie elementy wykończeniowe bez ingerencji w konstrukcję obiektu.

- a) Demontażu uszkodzonych stalowych balustrad pomostu dolnego. Zakres remontu obejmuje demontaż uszkodzonych w czasie sztormu balustrad pomostu dolnego w zakresie zgodnym z rysunkami szczegółowymi.
- b) Demontażu poszycia pomostu dolnego z kompozytu drewnianego w tym uszkodzonych elementów poszycia wraz z legarami i wzmacniającymi je kątownikami stalowymi – zakres wymiany poszycia – zgodnie z rysunkiem technicznym,

## **3. ZAKRES PROWADZENIA ROBÓT BUDOWLANYCH ODTWORZENIA STANU PIERWOTNEGO**

Remont obejmuje montaż nowych legarów kotwionych do istniejącej konstrukcji żelbetowej, montaż poszycia z desek oraz montaż balustrad ze stali kwasoodpornej.

### **Materiały odtworzenia:**

- legary – drewno o znacznej gęstości, zabezpieczone wgłębnie metodami ciśnieniowymi przed działaniem wody morskiej. Przekrój 12x16cm
  - deska - drewno o znacznej gęstości, zabezpieczone wgłębnie metodami ciśnieniowymi przed działaniem wody morskiej. Przekrój 6x14cm – obustronnie ryflowana
  - balustrady – stal kwasoodporna typ AISI 316L. Rura główna balustrady - okrągła 60,3x4mm, słupki częściowo wzmacniana żebrami z blachy grubości 5mm. Rura wypełnienia tralek pionowych 30x3mm.
- Kutwienie do istniejącej konstrukcji z zastosowaniem łączników chemicznych M16 kl. 8.8. z zastosowaniem połączenia doczołowego z blachy kwasoodpornej grubości 5mm – usztywnionego żebrami.

### **Wbudowanie nowych elementów – odtworzenie stanu istniejącego:**

- DESKA – 6x14cm z drewna o dużej gęstości impregnowana wgłębnie metodami ciśnieniowymi, zabezpieczona przeciw działaniu wody morskiej, łączona do legarów z zastosowaniem minimum 3 szt. łączników na każde

połączenie. Górna płaszczyzna deski ryflowana, dolna częściowo ryflowana w celu odprężenia deski,

- LEGARY – 12x16cm z drewna o dużej gęstości impregnowana wgłębnie metodami ciśnieniowymi, zabezpieczone przeciw działaniu wody morskiej, łączona do legarów z zastosowaniem połączenia na śruby M16 kl.8.8. Montaż należy wykonać zgodnie z rysunkiem technicznych stosując połączenie typu „A” lub „B” Połączenia z elementami żelbetowymi wykonać z zastosowaniem kotew chemicznych.

**Połączenie typ „A” – montaż pośredni** - połączenie z zastosowaniem elementu pośredniego w postaci kątownika stalowego 120x120x10mm ze stali S355JR. Sposób montażu – dwa kątowniki długości 40cm mocowane po obu stronach legara z zastosowaniem kotwienia chemicznego do konstrukcji żelbetowej z zastosowaniem 2 śrub M16 kl.8.8. na każdy kątownik oraz spięcia legara z kątownikami 4 śrubami M16 kl. 8.8, spinając ze sobą oba kątowniki oraz legar drewniany (w miejscu dylatacji legara połączenie z zastosowaniem 2 śrub na każdy łączony element)

**Połączenie typ „B” – montaż bezpośredni** – połączenie zastosowaniem kotwienia bezpośredniego polegającego na łączeniu legara z konstrukcją żelbetową przez 2 śruby M16 kl.8.8, umieszczone w pionie, przechodzące przez legar i kotwione w elemencie żelbetowym z zastosowaniem kotew chemicznych. W miejscu umieszczenia nakrętki śruby należy w legarach wykonać wycięcia, w taki sposób aby połączenie umożliwiało montaż desek poszycia pomostów. Do połączenia należy stosować po 2szt podkładek powiększonych – średnicy 4-5cm.

- BALUSTRADY – projektuje się z rury okrągłej średnic 60,3x4mm oraz 30x3mm ze stali kwasoodpornej AISI 316L. Elementy montażowe kotwienia balustrad z blachy kwasoodpornej grubości 6mm, usztywniane żebrami z blachy grubości 5mm – zgodnie z rysunkami technicznymi ze stali AISI 316L. Wszystkie połączenia elementów balustrad projektuje się jako spawane obwodowe.

## **4. ZAKRES PROWADZENIA ROBÓT BUDOWLANYCH W ZAKRESIE REMONTU INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ**

### **4.1. Przedmiot inwestycji remontu**

Inwestycja swym zakresem obejmuje instalację urządzeń iluminacji mola polegającej na:

- sprawdzeniu i wymianie kabli w istniejącej kanalizacji kablowej usytuowanej pod podestem mola na potrzeby urządzeń oświetleniowych RGB pracujących w oparciu o protokół DMX 512-RDM oraz zdalnego zarządzania nimi;
- sprawdzeniu i wymianie uszkodzonych urządzeń oświetleniowych RGB DMX 512-RDM;
- sprawdzeniu i wymianie uszkodzonych elementów rozdzielnicy iluminacji;

- pomiarach kontrolnych;
- konfiguracji układu sterującego urządzeniami iluminacji wg. zaleceń Inwestora, w tym programowanie komputera i sterownika wraz z przygotowaniem platformy do zdalnego zarządzania poprzez przeglądarkę www i urządzenie mobilne np. telefon.

#### 4.2. Kanalizacja kablowa

W istniejącej kanalizacji kablowej należy sprawdzić stan techniczny kabli typu YKY 3x16 mm<sup>2</sup> oraz SC-MONOLITH POWER/DMX VLY [Y(1xLIY3x1,5 mm<sup>2</sup>) + DY(1xLIY2x0,25 mm<sup>2</sup>)].

#### 4.3. Rozdzielnica iluminacji „RI”

Należy sprawdzić stan techniczny wyposażenia rozdzielni iluminacji RI, uszkodzone elementy wymienić na równoważne.

#### 4.4. Sterowanie RGB DMX 512-RDM - opis

Urządzenia oświetleniowe RGB iluminacji mola zarządzane będą przy pomocy układu sterującego zlokalizowanego w rozdzielni „RI”. Układ sterujący pracuje w oparciu o protokół DMX 512-RDM. W skład systemu wchodzi dedykowany sprzętowo sterownik z kolorowym panelem dotykowym o przekątnej ekranu 4,3”, za pomocą którego odbywa się sterowanie instalacją RGB wgranych wcześniej programów.



Ekran dotykowy umożliwia definiowanie własnych przycisków oraz suwaków w sposób dowolny według potrzeb indywidualnych Inwestora. Konfiguracja sterownika zintegrowanego z panelem dotykowym odbywa się za pomocą specjalistycznego oprogramowania poprzez złącze USB lub Ethernet. Urządzenie powinno być przystosowane do zasilania poprzez złącze Ethernet (PoE). System wyposażony jest w zegar astronomiczny pozwalający na wyzwalanie określonych programów względem wschodów i zachodów słońca oraz według określonych nastaw czasowych. Projektowany układ sterowania gwarantuje praktycznie nieograniczone możliwości programowania scen świetlnych, w tym umożliwia jednoczesną pracę wielu programów. Układ sterujący

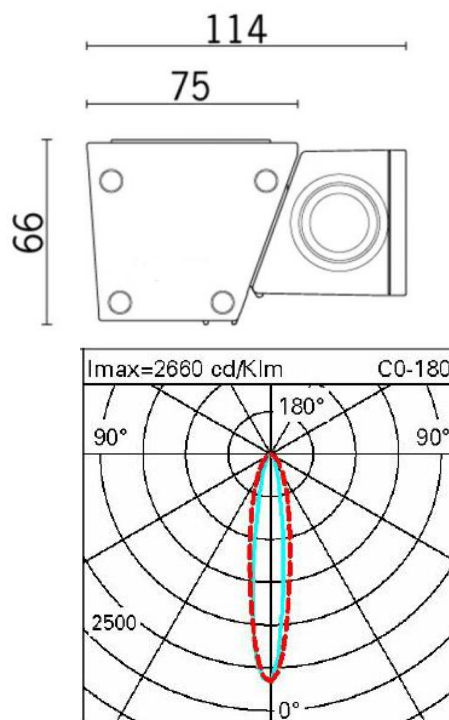
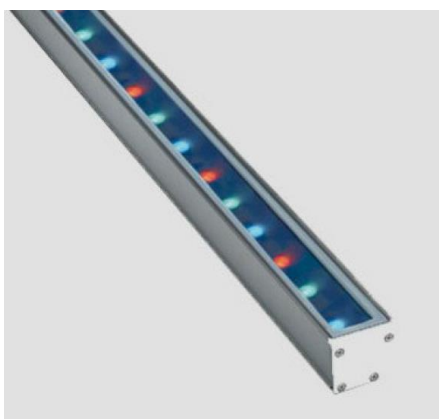
zapewnia możliwość definiowania skomplikowanych zależności logicznych pomiędzy sygnałami wejściowymi, a wyjściowymi (DMX 512, RS232, RS485, TCP/IP, UDP, wejścia zwarciove). Dodatkowo system uwzględnia możliwość jego późniejszej rozbudowy jak np. o elementy sterujące i kompatybilne do zintegrowania z systemami audio działającymi w oparciu o analizę widma. Układ sterujący wyposażony jest dodatkowo w niezależny komputer umożliwiający zdalną konfigurację sterownika oraz diagnostykę systemu poprzez połączenie z siecią Internet za pomocą modemu 3G lub LTE. Komputer powinien spełniać następujące wymagania: wymiary nie większe niż 180x142x48 mm, obudowa aluminiowa, chłodzenie pasywne (brak wentylatorów), dysk SSD, zasilanie niskim napięciem 12VDC, zakres temperatury pracy od 0°C-40°C, zakres wilgotności względnej 0-90% bez kondensacji, procesor dwurdzeniowy nie gorszy niż Atom D525 1,80 GHz, pamięć RAM 2GB, min. 4xUSB 2.0, 1xRS-232, przynajmniej jedno złącze LAN z systemem Windows 7 lub wyższym.

#### 4.5. Oprawy oświetleniowe

Projektuje się oprawy oświetlenia LED RGB (czerwony, zielony, niebieski) z integrowanym elektronicznym sterownikiem wbudowanym w oprawę zgodnym z protokołem DMX 512-RDM 220-240VAC przystosowane do pracy w warunkach morskich, w klasie energetycznej A, posiadające europejski certyfikat bezpieczeństwa ENEC, zgodne z wymaganiami prawa RP i UE.

Parametry techniczne opraw:

**Oprawa typu „A” oświetlenie filarów**



Źródła światła: 24 diod LED RGB

Strumień światła wychodzący z oprawy: 981lm

Moc całkowita (W): 32,4

Optyka: 15° / 20°

IP66, IK05

Waga: 3,00kg

Kolor: szary

Wymiary (mm): 1056 (długość) x 66 (wysokość) x 75/114 (szerokość)

Klasa izolacji: II

Oprawa oświetlenia bezpośredniego na źródła RGB (czerwony, zielony, niebieski) 48V DC przeznaczona do współpracy ze sterownikiem DMX512-RDM. Montaż przy pomocy dedykowanych uchwytów do powierzchni ściany/sufitu. Boczna puszką przyłączeniową wykonana z polifenyleny z podwójnym złączem męski / żeński i z 5-pinowym szybkozłączką do okablowania przelotowego. Aluminiowy korpus, zespół optyczny zamknięty przezroczystym szkłem o grubości 3mm wklejonym na silikon o wysokim



stopniu odporności. Układ optyczny multi-LED złożony z liniowo rozmieszczonych diod LED (RGB). Dwa wejścia PG13.5 umożliwiające przewodowanie przelotowe. Produkt mocowany w dedykowanej puszcze montażowej przy użyciu klucza imbusowego. Wszystkie stosowane śruby zewnętrzne wykonane są ze stali nierdzewnej AISI 316L. Parametry techniczne zgodne z normą EN 60598-1. Oprawy oświetleniowe. Wymagania ogólne i badania oraz PN-EN 62493:2010 Ocena sprzętu oświetleniowego pod względem ekspozycji osób na pola elektromagnetyczne.

#### **Uchwyt montażowy do oprawy typu „A”:**



Waga: 0,44g

Materiał: stal nierdzewna AISI 316L

Regulowane ramiona  $\pm 90^\circ$  o długości 138 mm z systemem zamykania uniemożliwiającym

wysunięcie lub wypadnięcie oprawy. Wyprofilowane elementy stalowe po obrocie o  $90^\circ$  zaciskają się w specjalnie na obudowie oprawy. Ramiona wyposażone są w skalę z podziałką ustawienia względem ściany/sufitu co  $10^\circ$ .



#### **Oprawy typu B – oświetlenie wbudowane w murek**

Karta katalogowa TDT0

## **5. UWAGI**

Przed rozpoczęciem wszelkich prac remontowych, w tym wykonania balustrad wg przedstawionych wzorów należy sprawdzić wszystkie wymiary na budowie. Montaż nowych elementów wykonać po sprawdzeniu konstrukcji wsporczej tych elementów w tym w razie konieczności dokonać stosownych napraw elementów pierwotnie nie widocznych.

**mgr inż. Tomasz LISOWSKI**  
**ZAP/0104/POOK/08**

# INFORMACJE DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

Nazwa i adres obiektu budowlanego:

Projekt remontu poszycia pomostu dolnego oraz części balustrad  
molo spacerowego w Kołobrzegu  
Działka nr 1/5, 43/4, 43/7, 47 OBR nr 4

Nazwa inwestora oraz jego adres:

GMINA MIASTO KOŁOBRZEG  
ul. Ratuszowa 13 78-100 Kołobrzeg

Imię i nazwisko sporządzającego informację:

**mgr inż. Tomasz LISOWSKI**  
**ZAP/BO/056/09**  
**ZAP/0104/POOK/08**  
**Strzeżenice 5H, 76-031 Mścice**

### 1. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych robót

Projekt remontu w zakresie odtworzenia stanu istniejącego poszycia pomostów spacerowych oraz balustrad,

Kolejność robót:

kompleksowy w zakresie.

- c) Wymiana poszycia pomostu – demontaż i montaż poszycia,
- d) Wymiana balustrad – demontaż i montaż balustrad ,
- e) Wymiana części instalacji elektrycznej – demontaż i montaż nowej instalacji wraz z oprawami,

### 2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

Molo spacerowe o przeznaczeniu rekreacyjnym

### 3. Elementy zagospodarowania działki, które mogą stwarzać zagrożenie dla bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

Na przedmiotowym terenie nie występują elementy zagospodarowania działki, które mogą stwarzać zagrożenie dla bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

### 4. Przewidywane zagrożenia podczas realizacji robót

- zagrożenie porażenia prądem przy obsłudze urządzeń i narzędzi elektrycznych,
- zagrożenie bezpieczeństwa przy upadku z wysokości,
- zagrożenie utonięciem w przypadku upadku do wody,
- zagrożenie urazów chemicznych oczu i naskórka podczas stosowania środków chemicznych,
- zagrożenie urazów mechanicznych podczas używania urządzeń i narzędzi,
- zagrożenie wejścia na teren budowy osób postronnych.

### 5. Sposób prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót budowlanych kierownik budowy udzieli zespołom pracowników własnych oraz podwykonawcom robót budowlanych szczegółowego instruktażu w formie ustnej, obejmującej zaznajomienie z:

- zakresem robót budowlanych,
- technologiami robót budowlanych,

- harmonogramem robót z podaniem kolejności ich realizacji oraz czasu wymaganego do ich wykonania,
- przewidywanymi zagrożeniami przy wykonywaniu robót budowlanych z podaniem ich rodzaju, skali, czasu i miejsca wystąpienia oraz sposobu wydzielenia i oznakowania miejsca prowadzonych robót,
- „Instrukcją bezpiecznego wykonywania robót budowlanych”

## 6. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniające bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń

- zabezpieczenie łączności radiowej lub telefonicznej z wykorzystaniem telefonu komórkowego;
- telefony alarmowe:
  - TELEFON ALARMOWY – 112,
  - POGOTOWIE RATUNKOWE – 999,
  - STRAŻ POŻARNA – 998,
  - POLICJA – 997,
  - STRAŻ MIEJSKA – 986,
  - POGOTOWIE WODNO-KANALIZACYJNE – 994,
  - POGOTOWIE GAZOWE – 992,
  - POGOTOWIE ENERGETYCZNE – 991;
- zagospodarowanie terenu budowy lub robót oraz ich prowadzenie winno odbywać się zgodnie z obowiązującymi zasadami i przepisami BHP oraz planem BiOZ;
- uwzględnienie wymagań związanych z organizacją i wykonywaniem robót, jakie wynikają z uzgodnień z:
  - zarządcą drogi wewnętrznej,
  - właścicielem lub użytkownikiem infrastruktury technicznej, znajdującej się w obszarze prowadzonych robót;
- rozmieszczenie pojazdów, sprzętu, materiałów i ziemi z wykopów w taki sposób, aby nie blokować dojazdów i dojść do stanowisk pracy;
- zabezpieczenie miejsc prowadzenia robót przy użyciu:
  - taśm ostrzegawczych,
  - barier,
  - balustrad,
  - ogrodzeń,
  - tablic bezpieczeństwa,
  - daszków ochronnych;
- stosowanie sprzętu ochronnego i środków ochrony indywidualnej, dobranych do rodzaju przewidywanego zagrożenia podczas wykonywania robót;
- stosowanie sprzętu asekuracyjnego, chroniącego przed upadkiem z wysokości;

- stosowanie sprzętu asekuracyjnego, chroniącego przed utonięciem,
- stosowanie sprawdzonych technologii wykonywania robót, w których pracownicy są przeszkoleni.
- zapewnienie dostatecznego oświetlenia stanowisk pracy w przypadku konieczności wykonywania robót gdy światło dzienne nie jest wystarczające oraz po zmroku i w nocy (punkty świetlne powinny być tak rozmieszczone, aby zapewniały również odczytanie tablic i znaków ostrzegawczych na terenie placu budowy);
- odpowiednie oznaczenie miejsc pracy, dróg na placu budowy, dojeżdż i dojazdów.

**mgr inż. Tomasz LISOWSKI**  
**ZAP/0104/POOK/08**

### III. Załączniki

#### Zestawienie obciążeń obliczeniowych, wyniki obliczeń

##### Zestawienie obciążeń:

Pokład dolny:

STAŁE:

-ciężar własny materiału – wg programu obliczeniowego – obciążenie zadane jako ciężar własny.

Użytkowe:

Obiekty które mogą być obciążone

tłumem ludzi w sposób statyczny, pomosty i galerie,

- obciążenie użytkowe:

$$q = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_f = 1,20$$

Balustrada – stal AISI 316L:

- użytkowe – parcie poziome na poziomie pochwyty górnego:

$$q = 1,50 \text{ kN/m}$$

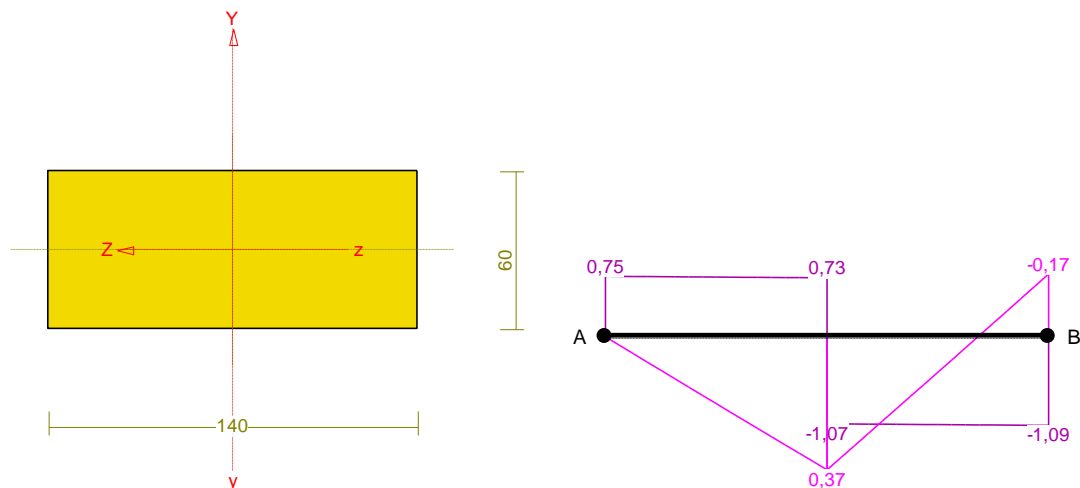
$$\gamma_f = 1,30$$

##### Wyniki obliczeń:

DESKI POSZYCIA

#### Pręt nr 1

Zadanie: deska



**Przekrój: 1** „B 60x140”

Wymiary przekroju:

$$h=60,0 \text{ mm} \quad b=140,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=1372,0; \quad J_z=252,0 \text{ cm}^4; \quad A=84,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,0; \quad i_z=1,7 \text{ cm}; \quad W_y=196,0; \quad W_z=84,0 \text{ cm}^3.$$

### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 3 klasę użytkowania konstrukcji (*warunki powodujące wyższą wilgotność w materiale niż dla klasy 2*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stale** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,50 \quad \gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24,00 & f_{m,d} &= 9,23 \text{ MPa} \\ f_{t,0,k} &= 14,00 & f_{t,0,d} &= 5,38 \text{ MPa} \\ f_{t,90,k} &= 0,50 & f_{t,90,d} &= 0,19 \text{ MPa} \\ f_{c,0,k} &= 21,00 & f_{c,0,d} &= 8,08 \text{ MPa} \\ f_{c,90,k} &= 2,50 & f_{c,90,d} &= 0,96 \text{ MPa} \\ f_{v,k} &= 2,50 & f_{v,d} &= 0,96 \text{ MPa} \\ E_{0,mean} &= 11000 \text{ MPa} \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ MPa} \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ MPa} \\ G_{mean} &= 690 \text{ MPa} \\ \rho_k &= 350 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

### Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

#### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=0,50$  m;  $x_b=0,50$  m, przy obciążeniach „B”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 1000 + 140 + 140 = 1280 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{1280 \times 140 \times 9,23}{3,142 \times 60^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,281$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,00 / 196,00 \times 10^3 = \mathbf{0,00} < \mathbf{9,23} = 1,000 \times 9,23 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=0,50$  m;  $x_b=0,50$  m, przy obciążeniach „B”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{9,23} + 0,7 \times \frac{4,38}{9,23} = \mathbf{0,332} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,00}{9,23} + \frac{4,38}{9,23} = \mathbf{0,475} < \mathbf{1}$$

#### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=1,00$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „BC”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,00 / 84,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 1,26 / 84,00 \times 10 = 0,23 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,00^2 + 0,23^2} = \mathbf{0,23} < \mathbf{0,96} = 1,000 \times 0,96 = k_v f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla  $x_a=0,47$  m;  $x_b=0,53$  m, przy obciążeniach „B”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 5,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/1000)^2] (1 + 2,00) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (60,0/1000)^2] (1 + 2,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („B”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/1000)^2] (1 + 2,00) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,8 \times [1 + 19,2 \times (60,0/1000)^2] (1 + 2,00) = -2,6 \text{ mm}$$

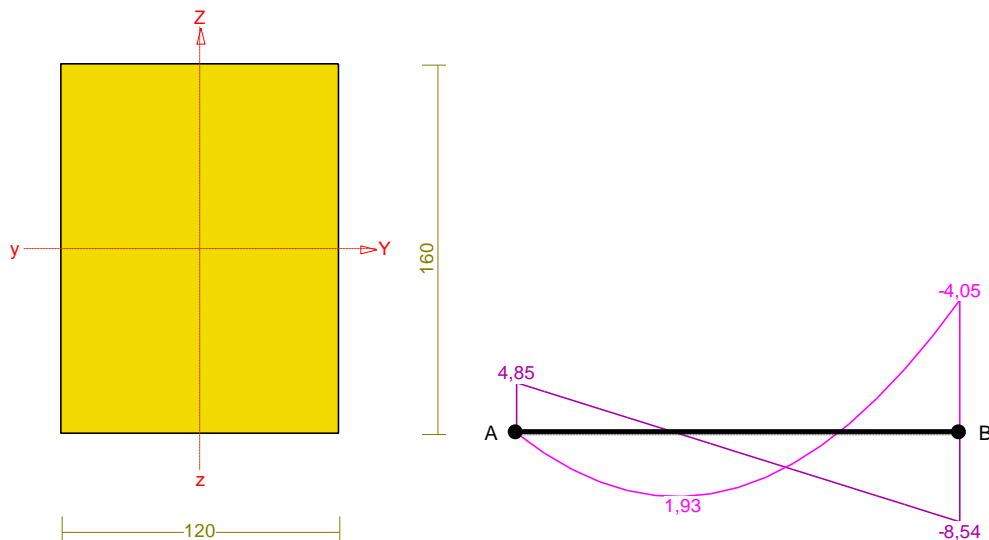
Ugięcie całkowite:

$$u_{y,\text{fin}} = 0,0 + -2,6 = 2,6 < 5,0 = u_{\text{net,fin}}$$

### LEGARY

#### Pręt nr 1

Zadanie: LEGAR



**Przekrój: 1** „B 160x120”

Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \text{ mm} \quad b=120,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=4096,0; J_{zg}=2304,0 \text{ cm}^4; A=192,00 \text{ cm}^2; i_y=4,6; i_z=3,5 \text{ cm}; W_y=512,0; W_z=384,0 \text{ cm}^3.$$



### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 3 klasę użytkowania konstrukcji (*warunki powodujące wyższą wilgotność w materiale niż dla klasy 2*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stale** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,50$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 5,38 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,19 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 0,96 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 0,96 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

### Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

#### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=2,20 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „AC”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 2200 + 160 + 160 = 2520 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2520 \times 160 \times 9,23}{3,142 \times 120^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,211$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 4,05 / 512,00 \times 10^3 = \mathbf{7,92} < \mathbf{9,23} = 1,000 \times 9,23 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,20 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „AC”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{7,92}{9,23} + 0,7 \times \frac{0,00}{9,23} = \mathbf{0,858} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{7,92}{9,23} + \frac{0,00}{9,23} = \mathbf{0,601} < \mathbf{1}$$

#### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=2,20 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „AC”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 8,54 / 192,00 \times 10 = 0,67 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,00 / 192,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,67^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,67} < \mathbf{0,96} = 1,000 \times 0,96 = k_v f_{v,d}$$

## Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla  $x_a=0,96$  m;  $x_b=1,24$  m, przy obciążeniach „A”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 11,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2200)^2] (1 + 2,00) = -0,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (120,0/2200)^2] (1 + 2,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („A”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = -1,4 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2200)^2] (1 + 2,00) = -4,6 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (120,0/2200)^2] (1 + 2,00) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

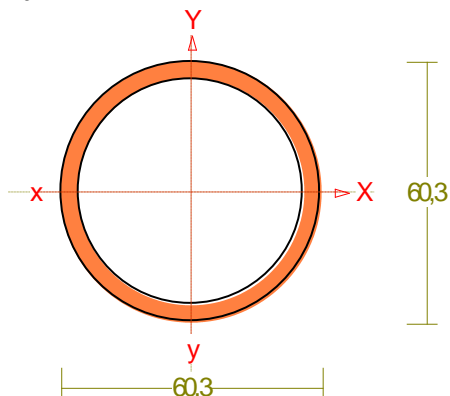
$$u_{z,\text{fin}} = -0,1 + -4,6 = \mathbf{4,7} < \mathbf{11,0} = u_{\text{net,fin}}$$

## BALUSTRADY

### Pręt nr 1

Zadanie: Balustrada typ-1

Przekrój: R 60.3x 4.0



Wymiary przekroju:

R 60.3x 4.0 D=60,3 d=52,3 g=4,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>x</sub>=28,2 J<sub>y</sub>=28,2 A=7,07 i<sub>x</sub>=2,0 i<sub>y</sub>=2,0.

Materiał AISI. 316L Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=4,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Siły przekrojowe:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

$$\mathbf{M_x = 1,50 \text{ kNm}, \quad V_y = -1,36 \text{ kN}, \quad N = -0,07 \text{ kN},}$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 160,6 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -160,8 \text{ MPa}$ .

### Naprężenia:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 160,6 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -160,8 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = -0,1$   $\Delta\sigma = 160,7 \text{ MPa}$   $\psi_{oc} = 1,000$
- ścinanie wzdłuż osi Y:  $A_v = 4,82 \text{ cm}^2$   $\tau = 2,8 \text{ MPa}$   $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,1 / 1,000 + 160,7 = 160,8 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 2,8 / 1,000 = 2,8 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{160,8^2 + 3 \times 2,8^2} = 160,9 < 215 \text{ MPa}$$

### Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

Siała osiowa:  $N = -0,07 \text{ kN}$ .

Pole powierzchni przekroju:  $A = 7,07 \text{ cm}^2$ .

Nośność przekroju na rozciąganie:  $N_{Rt} = A f_d = 7,07 \times 215 \times 10^{-1} = 152,00 \text{ kN}$ .

Warunek nośności (31):

$$N = 0,07 < 152,00 = N_{Rt}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,300 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 2,213 \quad \text{dla } l_o = 1,100$$
$$l_w = 2,213 \times 1,100 = 2,434 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 1,100$$
$$l_w = 1,000 \times 1,100 = 1,100 \text{ m}$$

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 28,2}{2,434^2} 10^{-2} = 96,18 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 28,2}{1,100^2} 10^{-2} = 471,04 \text{ kN}$$

### Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ :

$$N_{RC} = A f_d = 7,1 \times 215 \times 10^{-1} = 152,00 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{152,00 / 96,18} = 1,452 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,429$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{152,00 / 471,04} = 0,656 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,919$$

Przyjęto:  $\varphi = \varphi_{\min} = 0,429$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{0,07}{0,429 \times 152,00} = 0,001 < 1$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 9,3 \times 215 \times 10^{-3} = 2,01 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,07}{152,00} + \frac{1,50}{1,000 \times 2,01} = 0,748 < 1$$

### Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 1,50 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,429 \times 1,452^2 \times \frac{1,000 \times 1,50}{2,01} \times \frac{0,07}{152,00} = 0,000$$

$$\Delta_x = 0,000 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,07}{0,429 \times 152,00} + \frac{1,000 \times 1,50}{1,000 \times 2,01} = 0,748 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{0,07}{0,919 \times 152,00} + \frac{1,000 \times 1,50}{1,000 \times 2,01} = 0,748 < 1,000 = 1 - 0,000$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,100$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 4,5 \times 215 \times 10^{-1} = 56,16 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 16,85 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1,36 < 56,16 = V_R$$

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

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 1,36 < 16,85 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 2,01 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{0,07}{152,00} + \frac{1,50}{2,01} = 0,748 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 1,100$ ,  $x_b = -0,000$ .

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1,36 < 56,16 = 56,16 \times \sqrt{1 - (0,07 / 152,00)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R, N}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,6 \text{ mm}$$

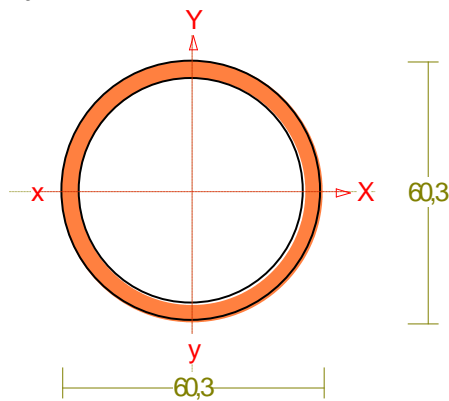
$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 1100 / 250 = 4,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,6 < 4,4 = a_{\text{gr}}$$

### Pręt nr 1

Zadanie: Balustrada typ-3

Przekrój: R 60.3x 4.0



Wymiary przekroju:

R 60.3x 4.0 D=60,3 d=52,3 g=4,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=28,2$   $J_{yg}=28,2$   $A=7,07$   $i_x=2,0$   $i_y=2,0$ .

Materiał AISI. 316L Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=4,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Siły przekrojowe:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

$$M_x = 1,80 \text{ kNm}, \quad V_y = -1,64 \text{ kN}, \quad N = -0,07 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 192,7 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -192,9 \text{ MPa}$ .

### Naprężenia:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 192,7 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -192,9 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

$$\begin{aligned} & \text{- normalne:} \quad \sigma = -0,1 \quad \Delta\sigma = 192,8 \text{ MPa} \quad \psi_{oc} = 1,000 \\ & \text{- ścinanie wzdłuż osi Y:} \quad A_v = 4,82 \text{ cm}^2 \quad \tau = 3,4 \text{ MPa} \quad \psi_{ov} = 1,000 \end{aligned}$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,1 / 1,000 + 192,8 = 192,9 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 3,4 / 1,000 = 3,4 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{192,9^2 + 3 \times 3,4^2} = 193,0 < 215 \text{ MPa}$$

### Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

Siała osiowa:  $N = -0,07 \text{ kN}$ .

Pole powierzchni przekroju:  $A = 7,07 \text{ cm}^2$ .

Nośność przekroju na rozciąganie:  $N_{Rt} = A f_d = 7,07 \times 215 \times 10^{-1} = 152,00 \text{ kN}$ .

Warunek nośności (31):

$$N = 0,07 < 152,00 = N_{Rt}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,300 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 2,213 \quad \text{dla } l_o = 1,100$$
$$l_w = 2,213 \times 1,100 = 2,434 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 1,100$$
$$l_w = 1,000 \times 1,100 = 1,100 \text{ m}$$

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 28,2}{2,434^2} 10^{-2} = 96,18 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 28,2}{1,100^2} 10^{-2} = 471,04 \text{ kN}$$

### Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ :

$$N_{RC} = A f_d = 7,1 \times 215 \times 10^{-1} = 152,00 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{152,00 / 96,18} = 1,452 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,429$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{152,00 / 471,04} = 0,656 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,919$$

Przyjęto:  $\varphi = \varphi_{\min} = 0,429$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{0,07}{0,429 \times 152,00} = 0,001 < 1$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 9,3 \times 215 \times 10^{-3} = 2,01 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,07}{152,00} + \frac{1,80}{1,000 \times 2,01} = 0,897 < 1$$

### Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 1,80 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,429 \times 1,452^2 \times \frac{1,000 \times 1,80}{2,01} \times \frac{0,07}{152,00} = 0,000$$

$$\Delta_x = 0,000 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,07}{0,429 \times 152,00} + \frac{1,000 \times 1,80}{1,000 \times 2,01} = 0,898 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{0,07}{0,919 \times 152,00} + \frac{1,000 \times 1,80}{1,000 \times 2,01} = 0,897 < 1,000 = 1 - 0,000$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,100$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 4,5 \times 215 \times 10^{-1} = 56,16 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 16,85 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1,64 < 56,16 = V_R$$

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

$x_a = 1,100$ ;  $x_b = -0,000$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 1,64 < 16,85 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 2,01 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{0,07}{152,00} + \frac{1,80}{2,01} = 0,897 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 1,100$ ,  $x_b = -0,000$ .

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1,64 < 56,16 = 56,16 \times \sqrt{1 - (0,07 / 152,00)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,9 \text{ mm}$$

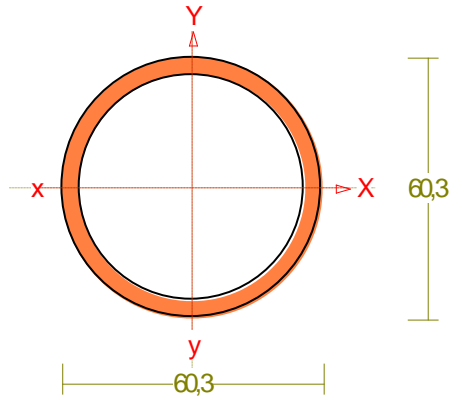
$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 1100 / 250 = 4,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,9 < 4,4 = a_{\text{gr}}$$

## Pręt nr 1

Zadanie: Balustrada typ-4

Przekrój: R 60.3x 4.0



Wymiary przekroju:

R 60.3x 4.0 D=60,3 d=52,3 g=4,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=28,2 J<sub>yg</sub>=28,2 A=7,07 i<sub>x</sub>=2,0 i<sub>y</sub>=2,0.

Materiał AISI. 316L Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=4,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

## Siły przekrojowe:

x<sub>a</sub> = 1,080; x<sub>b</sub> = 0,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

**M<sub>x</sub> = 1,47 kNm, V<sub>y</sub> = -1,37 kN, N = -0,07 kN,**

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 157,7 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -157,9 \text{ MPa}$ .

## Naprężenia:

x<sub>a</sub> = 1,080; x<sub>b</sub> = 0,000.

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 157,7 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -157,9 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = -0,1$   $\Delta\sigma = 157,8 \text{ MPa}$   $\psi_{oc} = 1,000$   
- ścinanie wzdłuż osi Y:  $A_v = 4,82 \text{ cm}^2$   $\tau = 2,8 \text{ MPa}$   $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,1 / 1,000 + 157,8 = 157,9 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 2,8 / 1,000 = 2,8 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{157,9^2 + 3 \times 2,8^2} = 158,0 < 215 \text{ MPa}$$



### Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 1,080$ ;  $x_b = 0,000$ .

Siała osiowa:  $N = -0,07$  kN.

Pole powierzchni przekroju:  $A = 7,07$  cm<sup>2</sup>.

Nośność przekroju na rozciąganie:  $N_{Rt} = A f_d = 7,07 \times 215 \times 10^{-1} = 152,00$  kN.

Warunek nośności (31):

$$N = 0,07 < 152,00 = N_{Rt}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 2,484 \quad \text{dla } l_o = 1,080$$
$$l_w = 2,484 \times 1,080 = 2,683 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 1,080$$
$$l_w = 1,000 \times 1,080 = 1,080 \text{ m}$$

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 28,2}{2,683^2} 10^{-2} = 79,19 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 28,2}{1,080^2} 10^{-2} = 488,64 \text{ kN}$$

### Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 1,080$ ;  $x_b = 0,000$ :

$$N_{RC} = A f_d = 7,1 \times 215 \times 10^{-1} = 152,00 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{152,00 / 79,19} = 1,600 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,364$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{152,00 / 488,64} = 0,644 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,924$$

Przyjęto:  $\varphi = \varphi_{\min} = 0,364$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{0,07}{0,364 \times 152,00} = 0,001 < 1$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,080$ ;  $x_b = 0,000$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 9,3 \times 215 \times 10^{-3} = 2,01 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,07}{152,00} + \frac{1,47}{1,000 \times 2,01} = 0,734 < 1$$

### Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 1,47 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{R_x}} \frac{N}{N_{R_c}} = 1,25 \times 0,364 \times 1,600^2 \frac{1,000 \times 1,47}{2,01} \times \frac{0,07}{152,00} = 0,000$$

$$\Delta_x = 0,000 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{R_c}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{R_x}} = \frac{0,07}{0,364 \times 152,00} + \frac{1,000 \times 1,47}{1,000 \times 2,01} = 0,735 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{R_c}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{R_y}} = \frac{0,07}{0,924 \times 152,00} + \frac{1,000 \times 1,47}{1,000 \times 2,01} = 0,734 < 1,000 = 1 - 0,000$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,080$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 4,5 \times 215 \times 10^{-1} = 56,16 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 16,85 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1,37 < 56,16 = V_R$$

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

$x_a = 1,080$ ;  $x_b = 0,000$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 1,37 < 16,85 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 2,01 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{R_c}} + \frac{M_x}{M_{R_x,V}} = \frac{0,07}{152,00} + \frac{1,47}{2,01} = 0,734 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 1,080$ ,  $x_b = 0,000$ .

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1,37 < 56,16 = 56,16 \times \sqrt{1 - (0,07 / 152,00)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{R_c})^2} = V_{R,N}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,5 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 150 = 1080 / 150 = 7,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,5 < 7,2 = a_{\text{gr}}$$

#### **IV. Część rysunkowa**

K-1 Rzut poziomu dolnego – oznaczenie elementów do wymiany 1:100

K-2 Rzut poziomu dolnego – rozstaw legarów 1:100

K-3 Rzut poziomu dolnego – rozstaw desek drewnianych 1:100

K-4 Rzut poziomu dolnego – geometria balustrad 1:100

K-5 Balustrada typ 1 detale 1:10

K-6 Balustrada typ 2 i 4 detale 1:10

K-7 Balustrada typ 3 detale 1:10

K-8 Balustrada typ 5 i 6 detale 1:10

K-9 Balustrada typ 7 i 8 detale 1:10

K-10 Detal A 1:5

K-11 Połączenie typ A, połączenie typ B, montaż desek do legarów 1:5