


STADIUM PROJEKTU:	
<b>MATERIAŁY DO WNIOSKU O ZGŁOSZENIE ROBÓT BUDOWLANYCH</b>	
NAZWA OBIEKTU: <b>Przebudowa ul. Lewińskiego - wyposażenie w osłony przeciwhałasowe trasy tramwajowej w rejonie nasypu po stronie północnej w obrębie węzła komunikacyjnego Bydgoszcz - Wschód</b>	
ADRES OBIEKTU:	<div style="text-align: center;"> <b>województwo kujawsko-pomorskie</b>  <b>Miasto Bydgoszcz</b>  <b>Działka : 046101_1.0219.33/7;</b> </div> <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> Tramwaj Fordon Sp. z o.o.  2023-06-26  WPLYNEŁO  1 dz. 1216/11/2011 </div>
INWESTOR:	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <b>Tramwaj Fordon Sp. z o. o.</b>  <b>ul. Jagiellońska 94c</b>  <b>85-026 Bydgoszcz</b> </div> </div>
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <b>PPT CONSULT Sp. z o.o.</b>  <b>ul. Fordońska 353/20</b>  <b>85-796 Bydgoszcz</b> </div> </div>
OPRACOWANIE:	<b>PROJEKT TECHNICZNY</b> <b>kategoria obiektu budowlanego: XXVIII</b>

Załącznik do zgłoszenia z dnia 01.06.2023  
Znak sprawy: HAB.II.6743.438.2022.MC  
ilość stron

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO, NR UPRAWNIEŃ	PODPIS
PROJEKTANT	mgr inż. Piotr Stejbach KUP/0124/POOM/07 do projektowania bez ograniczeń w specjalności mostowej	
SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Paweł Kula KUP/0044/POOM/17 do projektowania bez ograniczeń w specjalności mostowej	
DATA:	03.2023	Nr egz.: <u>2</u>

## Spis treści

1. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....	3
3. ZAKRES OPRACOWANIA .....	3
4. ISTNIEJĄCE ZAGOSPODAROWANIE TERENU .....	3
5. WARUNKI GEOTECHNICZNE I SPOSÓB POSADOWIENIA OBIEKTU .....	4
5.1. Warunki gruntowe w rejonie obiektu .....	4
5.2. Wpływy eksploatacji górniczej .....	4
5.3. Kategoria geotechniczna .....	4
5.4. Posadowienie obiektu .....	4
6. ROZWIĄZANIA ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANE .....	4
6.1. Przeznaczenie, funkcja i program użytkowy obiektu .....	4
6.2. Opis warunków drogowych .....	4
6.2.1. Trasa i niweleta w obrębie obiektu .....	4
6.2.2. Analiza widoczności .....	4
6.3. Nawiazanie geodezyjne .....	4
6.4. Podstawowe parametry obiektu .....	4
7. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE.....	5
7.1. Osłona EA-2 – na nasypie drogowym .....	5
7.2. Wypełnienie osłon przeciwhałasowych .....	5
7.3. Zabezpieczenia antykorozyjne obiektu .....	5
7.4. Zabezpieczenie przed porażeniem prądem .....	6
7.5. Kolorystyka .....	6
7.6. Wykonanie fundamentów palowych .....	6
8. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY PRZY EKSPLOATACJI OBIEKTU .....	6
9. OBSZAR ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU .....	6
10. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA OBIEKTU .....	7
11. WPŁYW OBIEKTÓW BUDOWLANYCH NA ŚRODOWISKO I JEGO WYKORZYSTANIE ORAZ NA ZDROWIE I OBIEKTY SĄSIEDNIE .....	7
11.1. Emisja zanieczyszczeń gazowych, w tym zapachów pyłowych i płynnych .....	7
11.2. Rodzaj i ilość wytwarzanych odpadów .....	7
11.3. Emisja hałasu, wibracji i promieniowania. ....	7
11.4. Wpływ obiektu budowlanego na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe i podziemne .....	7
12. PODSTAWOWE INFORMACJE O SPOSOBIE WZNOSZENIA OBIEKTÓW .....	8
12.1. Metody realizacji .....	8
12.1.1. Wykopy fundamentowe .....	8
12.1.2. Rozbiórki istniejących obiektów .....	8
12.1.3. Montaż konstrukcji stalowej .....	8
12.1.4. Zasyпки przyobiektove .....	8
12.2. Próbne obciążenie obiektu .....	8
12.3. Bezpieczeństwo i higiena pracy w trakcie prowadzenia robót .....	9

13. UWAGI KOŃCOWE .....	9
13.1. Prace przygotowawcze .....	9
13.2. Dodatkowe opracowania .....	9

#### **Oświadczenie i kopie uprawnień**

**Załącznik nr 1 - Obliczenia statyczno – wytrzymałościowe. Oslona przeciwhałasowa na nasypie.**

#### **Spis rysunków :**

**Rys nr 1 Sytuacja**

**Rys nr 2 Profil podłużny**

**Rys nr 3 Słup S-2**

**Rys nr 4 Podwalina betonowa**

**Rys nr 5 Pal żelbetowy**

## **I. Opis techniczny**

### **1. PODSTAWA OPRACOWANIA**

Podstawą opracowania niniejszego projektu wykonawczego jest:

- Mapa zasadnicza,
- Rozporządzenie MTiGM z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.
- Rozporządzenie MTiGM z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, z 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane.

inne:

- Pozostałe ustawy, rozporządzenia, wytyczne, normy i inne przepisy prawne, dotyczące projektowania dróg i obiektów inżynierskich.
- Wizja i pomiary w terenie,

### **2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA**

Przedmiotem opracowania jest umowa nr TF/01/2021 z dnia 02.11.2021 roku pomiędzy Tramwaj Fordon Sp. z o. o. ul. Jagiellońskiej 94, 85-023 Bydgoszcz, a PPT Consult Sp. z o. o. ul. Fordońska 353/20, 85-796 Bydgoszcz na opracowanie dokumentacji projektowej pn. „Zaprojektowanie przebudowy ul. Lewińskiego - wyposażenie w osłony przeciwhałasowe trasy tramwajowej w rejonie nasypu po stronie północnej w obrębie węzła Bydgoszcz - Wschód”.

### **3. ZAKRES OPRACOWANIA**

W ramach prac projektowych planowane są:

- wykonanie osłon przeciwhałasowych na nasypie drogowym

### **4. ISTNIEJĄCE ZAGOSPODAROWANIE TERENU**

Projektowana przebudowa ul. Lewińskiego - wyposażenie w osłony przeciwhałasowe przebiega w terenie zabudowanym, na którym znajduje się infrastruktura techniczna związana z linią tramwajową. Obiekt zlokalizowana w istniejącym pasie drogowym na działkach o numerach: 046101\_1.0219.33/7;

## **5. WARUNKI GEOTECHNICZNE I SPOSÓB POSADOWIENIA OBIEKTU**

### **5.1. Warunki gruntowe w rejonie obiektu**

Na podstawie przeprowadzonych badań w zakresie nasypu drogowego stwierdzono występowanie gruntów nasypowych o stopniu zagęszczenia od  $I_D=0,55$  do  $I_D=0,7$ . w trakcie prowadzonych prac wiertniczych nie stwierdzono występowania zwierciadła wód gruntowych.

Zgodnie z zapisami Rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r (Dz. U. z 2012 poz. 463) i wytycznymi „Instrukcji badań podłoża gruntowego” [GDDP, 1998] **warunki gruntowe należy uznać za proste.**

### **5.2. Wpływy eksploatacji górniczej**

Obszar projektowanej inwestycji nie podlega wpływom eksploatacji górniczej.

### **5.3. Kategoria geotechniczna**

Zgodnie z §4 pkt.4 Rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r (Dz. U. z 2012 poz. 463) **projektowany obiekt zalicza się do II kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych.**

### **5.4. Posadowienie obiektu**

Projektuje się pośrednie posadowienie obiektu na fundamentach palowych.

## **6. ROZWIĄZANIA ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANE**

### **6.1. Przeznaczenie, funkcja i program użytkowy obiektu**

Projektowany obiekt ma na celu ochronę akustyczną terenów mieszkalnych położonych na północ od estakady tramwajowej na węźle komunikacyjnym Bydgoszcz Wschód.

### **6.2. Opis warunków drogowych**

Nie dotyczy

#### **6.2.1. Trasa i niweleta w obrębie obiektu**

Nie dotyczy

#### **6.2.2. Analiza widoczności**

Projektowane osłony przeciwhałasowe nie wpływają na widoczność.

### **6.3. Nawiązanie geodezyjne**

W projekcie dowiązано usytuowanie słupów do układu współrzędnych mapy zasadniczej.

### **6.4. Podstawowe parametry obiektu**

Projektuje się wykonanie:

Osłona przeciwhałasowa EA-2

Długość osłony:  $L= 52,0\text{ m}$       Wysokość osłony:  $H= 2,50\text{ m}$

posadowienie pośrednie na palach wierconych o średnicy  $0,60\text{ m}$

## **7. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE**

### **7.1. Osłona EA-2 – na nasypie drogowym**

Osłona o wysokości 2,5 m i rozpiętości przęsła 4,0 m – osłona przeciwhałasowa. Konstrukcje nośną projektowanej osłony przeciwhałasowej stanowią słupy stalowe S-2 wykonane z profili HEA 160 z dospawaną przyporą z połowy dwuteownika HEA 160. Słupy posadowione na palach żelbetowych o średnicy  $\varnothing$  60 cm i długości 4,5 m wykonane z betonu C 25/30. Słupy zatapiane są w palach żelbetowych na głębokość 0,6 m.

Typowe belki podwalinowe dla osłony zaprojektowano jako prefabrykowane z betonu C 30/37 o wymiarach odpowiednio 3.95x0.55x0.12 m. W celu dostosowania belek podwalinowych do poziomu głowic pali fundamentowych, końce belek podcinać na budowie.

### **7.2. Wypełnienie osłon przeciwhałasowych**

Osłony przeciwhałasowe pochłaniające zaprojektowano z systemowych aluminiowych paneli akustycznych posiadających deklarację właściwości użytkowych na zgodność z Polską Normą, krajową lub europejską ocenę techniczną lub Aprobatę techniczną. Strona pochłaniania zlokalizowana od strony drogi. Typowy rozstaw słupów 4.0 m.

Zaprojektowane osłony przeciwhałasowe zostaną wykonane jako osłony posiadające minimalne parametry akustyczne i mechaniczne określone następującymi wskaźnikami:

- Jednolicebowy wskaźnik oceny pochłaniania dźwięku - min. 16 dB- klasa A4 (wg EN 14388 Tablica 1 –EN 1793-1)
- Izolacyjność od dźwięków powietrznych -  $DLr \geq 27$  dB, klasa B3 (wg EN 14388 Tablica 1 –EN 1793-2)
- największe obciążenie normalne (90 stopni) które może przenieść panel przy max. rozpiętości 4 m- min. 2,42 kN/m<sup>2</sup> (wg EN 14388 Tablica 1 –EN 1794-1:2011 Zał. A)
- odporność na uderzenie kamieniem ma spełniać wymagania EN 14388 Tablica 1 –EN 1794-1 Zał. C,
- zagrożenie przez odpadające elementy NPD-klasa 0 (wg EN 14388 Tablica 1 –EN 1794-2 Zał. B).

Elementy osłon (podwaliny, panele osłon, elementy stalowe) należy pokryć powłokami antygraffiti w systemie trwałym materiałami posiadającymi Aprobatę Techniczną IBDiM. Część elementów osłon zostanie pokryta powłoką antygraffiti na etapie produkcji, pozostałe zostaną zabezpieczone na budowie.

Zamawiający wymaga, aby powłoki antygraffiti nie zmieniały wymaganych kolorów i zapewniały trwałość kolorów osłon i były odporne na promieniowanie UV oraz na ścieranie i środki chemiczne czyszczące, rozpuszczalniki.

W osłonie EA-2 należy zamontować drzwi techniczne o wymiarach 1,40x2,00 [m].

### **7.3. Zabezpieczenia antykorozyjne obiektu**

Oczyszczenie powierzchni przed wykonaniem zabezpieczenia należy wykonać przez piaskowanie lub śrutowanie do drugiego stopnia czystości wg PN-ISO 8501-1. Zabezpieczenie antykorozyjne należy wykonać w wytworni konstrukcji stalowych.

Wszystkie powierzchnie elementów stalowych podlegające zabezpieczeniu antykorozyjnemu należy zabezpieczyć przez metalizację ogniową cynkiem, wykonaną zgodnie z wymogami normy PN-EN ISO1461. Grubość powłoki cynkowej dla słupów ma wynosić 85 µm.

Powłokę metalizacyjną należy doszczelnić i zabezpieczyć powłokami malarskimi o łącznej grubości zestawu 160µm, w tym:

- grubość międzywarstwy 50-70 µm (w zależności od zaleceń Producenta powłoki),
- grubość warstwy nawierzchniowej 50 – 100 µm (w zależności od zaleceń Producenta powłoki).

Łączna minimalna grubość zabezpieczenia antykorozyjnego słupów - 245 µm.

Słupy osłon winny mieć odporność na ogień klasy A1 wg PN-EN-1090-1:2012+A1

Należy stosować łączniki zabezpieczone antykorozyjnie zgodnie z wymaganiami Producenta elementów wypełniających. W przypadku braku takiej informacji, łączniki należy zabezpieczać poprzez cynkowanie zgodnie z wymogami normy PN-EN ISO 1461, a po zastosowaniu do montażu osłony pokryć zestawem malarskim przewidzianym dla słupów.

#### **7.4. Zabezpieczenie przed porażeniem prądem**

Konstrukcje stalowe słupów osłon należy usztywnić do konstrukcji stalowej estakady. Zaleca się połączenie słupów stalowych ze śrubami mocującymi barierę na skrzydle obiektu za pomocą kabla o minimalnym przekroju  $A=70 \text{ mm}^2$ . Szczegółowe rozwiązanie opracuje Wykonawca.

#### **7.5. Kolorystyka**

- |                    |   |                        |
|--------------------|---|------------------------|
| słupy stalowe      | - | ocień zieleni          |
| podwaliny betonowe | - | naturalny kolor betonu |
| panele akustyczne  | - | odcień zieleni         |

Kolor RAL należy uzgodnić z Zamawiającym.

#### **7.6. Wykonanie fundamentów palowych**

Roboty palowe wykonywane będą z poziomu terenu lub nasypu drogowego w zależności od możliwości sprzętowych. Pale zaprojektowano w postaci pali wierconych. Fundamenty palowe zbrojone są prętami stalowymi uformowanymi w postaci szkieletu zbrojeniowego. W górnej partii fundamentów należy zabetonować słupy stalowe. Ze względu na osadzenie słupków osłony w głowicach pali, betonowanie należy wykonać w dwóch etapach. Betonowanie głowicy może nastąpić wyłącznie po dokładnym przygotowaniu przerwy roboczej. Beton głowicy musi być dobrze zagęszczony, aby nie odbiegał jakością od betonu pierwszego etapu betonowania pala.

### **8. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY PRZY EKSPLOATACJI OBIEKTU**

Bezpieczeństwo użytkowania obiektu zapewnione jest przez zastosowanie barier od strony torowiska.

### **9. OBSZAR ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU**

Zgodnie z Art. 20 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. - Prawo Budowlane - (Dz. U. Nr 89, poz.414) tekst jednolity Dz.U.1974 nr 89 poz. 414 (z późniejszymi zmianami), obszar oddziaływania przedmiotowego obiektu nie wykracza poza teren pasa drogowego.

Obszar, na którym usytuowany jest obiekt nie znajduje się na terenie objętym ochroną Konserwatora Zabytków oraz nie jest wpisany do rejestru zabytków.

## **10. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA OBIEKTU**

Nie dotyczy.

## **11. WPŁYW OBIEKTÓW BUDOWLANYCH NA ŚRODOWISKO I JEGO WYKORZYSTANIE ORAZ NA ZDROWIE I OBIEKTY SĄSIEDNIE**

Projektowane prace budowlane nie będą wpływać na środowisko i jego wykorzystywanie oraz na zdrowie ludzi i obiekty sąsiednie. Teren budowy zostanie uporządkowany po zakończeniu wznoszenia obiektu.

### **11.1. Emisja zanieczyszczeń gazowych, w tym zapachów pyłowych i płynnych**

Nie występuje w czasie eksploatacji.

Potencjalne zagrożenie może wystąpić w trakcie prac budowlanych w wyniku użycia maszyn budowlanych i nakładania środków chemicznych do zabezpieczenia powierzchniowego elementów (farby, impregnaty, itp.).

### **11.2. Rodzaj i ilość wytwarzanych odpadów**

W czasie prowadzenia robót budowlanych będzie miało miejsce powstawanie odpadów. Odpady wyprodukowane w związku z wykonywanymi pracami budowlanymi będą należały do grupy 17, tj. odpadów z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz infrastruktury drogowej (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych).

Zgodnie z ustawą o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity Dz.U. z 2007r nr 39 poz. 251) właścicielem odpadów jest ich wytwórca. W przypadku robót objętych niniejszym projektem gospodarka odpadami spoczywa na Wykonawcy.

Wykonawca robót ma obowiązek dowiezienia materiałów użytecznych z ewentualnych rozbiórek we wskazane przez Zamawiającego miejsca wraz z ich rozładunkiem, segregacją i ułożeniem w wyznaczonym miejscu.

### **11.3. Emisja hałasu, wibracji i promieniowania.**

Nie przekracza wartości dopuszczalnych podczas eksploatacji.

Potencjalne przekroczenie wartości dopuszczalnych może wystąpić w trakcie prac budowlanych w wyniku użycia maszyn budowlanych.

### **11.4. Wpływ obiektu budowlanego na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe i podziemne**

W związku z planowanym przedsięwzięciem nie wystąpi naruszenie stosunków wodnych (np. w wyniku prowadzonych prac ziemnych), jak również w efekcie działań inwestycyjnych nie będą zakłócone warunki przepływu wód powierzchniowych i podziemnych. Potencjalne zagrożenie dla środowiska gruntowo-wodnego w trakcie prac budowlanych może powstać w wyniku wycieków olejów i paliw do gruntu związanych z pracą maszyn budowlanych. W trakcie prowadzonych robót może wystąpić także lokalne i czasowe obniżenie zwierciadła wody gruntowej w sąsiedztwie wykopów.



## 12. PODSTAWOWE INFORMACJE O SPOSOBIE WZNOSZENIA OBIEKTÓW

### 12.1. Metody realizacji

#### 12.1.1. Wykopy fundamentowe

##### 12.1.1.1. Lokalizacja i zabezpieczenie infrastruktury technicznej w rejonie robót budowlanych

Przed przystąpieniem do robót objętych niniejszym projektem, Wykonawca jest zobowiązany do zinventaryzowania wszystkich elementów infrastruktury technicznej na terenie przewidzianym pod prace budowlane, w szczególności sprawdzić, czy w okresie po opracowaniu niniejszego projektu budowlanego, nie zostały wybudowane inne elementy infrastruktury technicznej.

Elementy infrastruktury technicznej w rejonie obiektu należy zdemontować, przełożyć lub zabezpieczyć zgodnie z odpowiednimi projektami branżowymi przed przystąpieniem do wykonywania robót objętych niniejszym projektem. Elementy te należy lokalizować wg aktualnych podkładów mapowych i projektów branżowych.

##### 12.1.1.2. Prace ziemne

W celu wbudowania obiektu zakłada się wykonanie szerokoprzestrzennego wykopu o nachyleniu skarpy nie większym niż 1:1:5.

Wykonawca zobowiązany do potwierdzenia przyjętych w projekcie warunków gruntowych. W przypadku stwierdzenia odmiennych warunków bezzwłocznie należy poinformować o zaistniałym fakcie Projektanta w celu podjęcia stosownych rozwiązań.

#### 12.1.2. Rozbiórki istniejących obiektów

Wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania przepisów BHP a w szczególności:

- zabezpieczyć teren przed osobami postronnymi (ogrodzenia, znaki ostrzegawcze),
- zapoznać pracowników ze sposobem wykonywania prac i ewentualnymi zagrożeniami,
- zaopatrzyć pracowników w potrzebny sprzęt ochronny (hełmy, okulary, rękawice).

#### 12.1.3. Montaż konstrukcji stalowej

Konstrukcję obiektu montuje się w miejscu docelowym na podstawie przygotowanego przez Wykonawcę projektu montażu.

#### 12.1.4. Zasyпки przyobektowe

Zasyпки przyobektowe w zakresie podanym na rysunku należy wykonać warstwami grubości do 30cm z gruntu niespoistego (np. piasek średni lub gruby), wolnego od części organicznych, o co najmniej następujących parametrach:

gęstość objętościowa	$\gamma \leq 21,0 \text{ kN/m}^3$
kąt tarcia wewnętrznego	$\Phi \geq 32^\circ$
wodoprzepuszczalność	$k \geq 8 \text{ m/dobę}$
wskaźnik zagęszczenia po wbudowaniu	$I_s \geq 1,00$ .

Wskaźnik zagęszczenia należy potwierdzić badaniem metodą Proctora i płytą dynamiczną w korelacji.

### 12.2. Próbné obciążenie obiektu

Nie dotyczy.

### **12.3. Bezpieczeństwo i higiena pracy w trakcie prowadzenia robót**

Wykonawca robót zobowiązany zostanie do:

- umieszczenia na tablicy informacyjnej stosownych zapisów,
- opracowania planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na okres wykonywania robót budowlanych.
- Całość prac wykonać z zachowaniem przepisów określonych w:
  - Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dn. 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. nr 47/2003, poz. 401 (§55)).
  - Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dn. 23.06.2003 w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. nr 120/2003, poz. 1126).
  - Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dn. 17.09.1999 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. nr 80/99 poz. 912 (§55)).

## **13. UWAGI KOŃCOWE**

### **13.1. Prace przygotowawcze**

Przed rozpoczęciem robót budowlanych przy obiekcie sprawdzić czy nie występują inne urządzenia obce w rejonie robót.

### **13.2. Dodatkowe opracowania**

Niezależnie od opracowania podstawowego, jakim jest niniejszy projekt, przed wykonaniem obiektu należy wykonać następujące opracowania robocze:

- technologię wykonywania pali
- technologię montażu konstrukcji stalowych i osłon
- technologię zasypywania, zagęszczania i odwodnienia stref dookoła konstrukcji,
- opracowania i projekty wyszczególnione w Specyfikacjach Technicznych,

Wykonawca zobowiązany jest do zapoznania się z projektem technicznym ze szczególnym uwzględnieniem treści uzgodnień oraz ich wdrożenia.

Sporządził:  
mgr inż. Piotr Stejbach

Bydgoszcz, marzec 2023

### Oświadczenie:

Zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt. 3 Ustawy z dn. 7.07.1994r. – Prawo budowlane oświadczam, że projekt budowlany sporządzony jest zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej

<i>FUNKCJA</i>	<i>IMIĘ i NAZWISKO</i>	<i>NR I SPECJ. UPRAWNIEŃ</i>	<i>PODPIS</i>
PROJEKTANT	mgr inż. Piotr Stejbach	KUP/0124/POOM/07 do projektowania bez ograniczeń w specjalności mostowej	
SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Paweł Kula	KUP/0044/POOM/11 do projektowania bez ograniczeń w specjalności mostowej	
DATA:	03.2023		

*Zamierzenie budowlane:*

Projekt techniczny pod nazwą „Zaprojektowanie osłon przeciwhałasowych na estakadzie tramwajowej w obrębie węzła komunikacyjnego Bydgoszcz Wschód oraz na części nasypu po stronie północnej”

*Przedmiot opracowania:*

Zaprojektowanie osłon przeciwhałasowych na estakadzie tramwajowej w obrębie węzła komunikacyjnego Bydgoszcz Wschód oraz na części nasypu po stronie północnej.

## Obliczenia statyczno - wytrzymałościowe

Ekrany akustyczne na nasypie.

Metryka dokumentu :

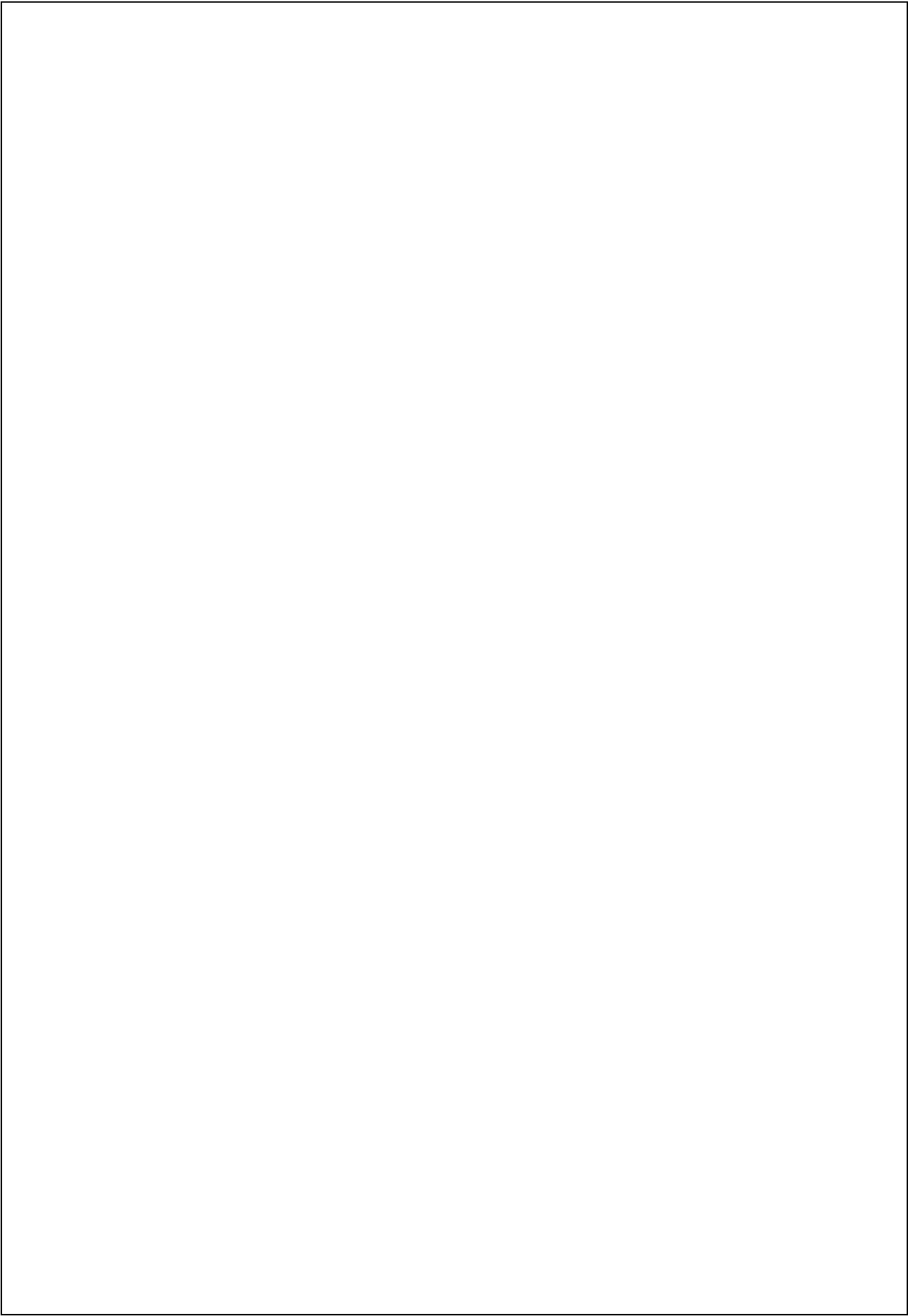
Opracował	Sprawdził	Opublikował
Bydgoszcz		
P. Stejbach		
11.2021r.		

Historia zmian :

[illegible]

## Spis treści

1	Dokumentacja geologiczna .....	5
2	Przyjęte parametry materiałowe .....	5
3	Trwałość konstrukcji.....	5
3.1	Projektowany okres użytkowania .....	5
3.2	Elementy betonowe .....	5
4	Współczynniki częściowe do sprawdzania stanów granicznych .....	6
5	Zebranie obciążeń .....	8
5.1	Obciążenia stałe .....	8
1.	Ciężar własny konstrukcji .....	8
2.	Obciążenie panelami .....	8
5.2	Oddziaływania zmienne .....	8
1.	Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 .....	8
2.	Obciążenie wg PN-EN 1794-1 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Wymagania pozaakustyczne. Część 1 Właściwości mechaniczne o stateczność.....	8
3.	Obciążenia dynamiczne związane z odśnieżaniem przy prędkości 50 km/h.....	9
4.	Przyjęcie do wymiarowania obciążeń zmiennych .....	9
6	Wyniki obliczeń statyczno - wytrzymałościowych.....	9
6.1	Siły wewnętrzne przy podstawie słupa .....	9
6.2	Charakterystyki przekroju słupa .....	9
6.3	Nośność elementu .....	9
6.4	Stateczność elementu .....	9
6.5	Ugięcie elementu .....	10
6.6	Charakterystyki przekroju złożonego .....	10
6.7	Nośność elementu złożonego .....	10
6.8	Stateczność elementu .....	10
6.9	Ugięcie elementu zespolonego .....	11
7	Zakotwienie elementu w palu .....	11
7.1	Zakotwienie słupa w palu .....	11
7.2	Sprawdzenie siły rozrywającej.....	12
7.3	Zakotwienie słupa.....	12
8	Obliczenie nośności pala .....	12
8.1	Warunki gruntowe .....	12
8.2	Dane geometryczne pali.....	12
8.3	Obciążenia na pal .....	12
8.4	Nośność pionowa pala.....	13
8.5	Wyznaczenie nośności poziomej pala .....	13



## 1 Dokumentacja geologiczna

## 2 Przyjęte parametry materiałowe

Konstrukcje mostu wykonana z następujących materiałów :

### Beton pali wierconych : C25/30

Charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie:	$f_{ck} = 30 \text{ MN/m}^2$
Obliczeniowa wytrzymałość na ściskanie:	$f_{cd} = 18,21 \text{ MN/m}^2$
Średnia wytrzymałość na rozciąganie:	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MN/m}^2$
Moduł sprężystości:	$E_{cm} = 32000 \text{ MN/m}^2$

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa:

Kombinacja podstawowa:	$\gamma_c = 1,4$
Kombinacja wyjątkowa:	$\gamma_c = 1,2$
współczynnik korekcyjny:	$\alpha_{cc} = 0,85$

### Stal zbrojeniowa

Gatunek stali zbrojeniowej:	$f_{yk}=500\text{MPa}$ klasa ciągliwości C
Charakterystyczna granica plastyczności:	$f_{yk} = 500 \text{ MN/m}^2$
Obliczeniowa granica plastyczności:	$f_{yd} = 435 \text{ MN/m}^2$
Charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie:	$f_{tk} = 525 \text{ MN/m}^2$
Moduł sprężystości:	$E_s = 200\,000 \text{ MN/m}^2$
Częściowe współczynniki bezpieczeństwa:	
Kombinacja podstawowa:	$\gamma_s = 1,15$
Kombinacja wyjątkowa:	$\gamma_s = 1,0$

### Stal konstrukcyjna

Gatunek stali konstrukcyjnej:	S235 JR
Charakterystyczna granica plastyczności:	$f_y = 215 \text{ MN/m}^2$
Moduł sprężystości:	$E_s = 205\,000 \text{ MN/m}^2$
Częściowe współczynniki bezpieczeństwa:	
Kombinacja podstawowa:	$\gamma_s = 1,15$
Kombinacja wyjątkowa:	$\gamma_s = 1,0$

## 3 Trwałość konstrukcji

### 3.1 Projektowany okres użytkowania

Dla konstrukcji mostowych przyjęto kategorię 5 projektowanego okresu użytkowania – 100 lat.

### 3.2 Elementy betonowe

Klasa ekspozycji : XC2

Klasa betonu C30/37

Otulenie zbrojenia :

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$$



$$c_{\min} = \max \{c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm}\}$$

$$c_{\min,b} = \phi = 25 \text{ mm}$$

$$c_{\min,dur} = 45 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma} = 0 \text{ mm}, \quad \Delta c_{dur,st} = 0 \text{ mm}, \quad \Delta c_{dur,add} = 0 \text{ mm}$$

$$c_{\min} = \max \{ 25 ; 45 ; 10 \} \text{ mm}$$

$$c_{\min} = 45 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 45 + 5 = 50 \text{ mm}$$

Ograniczenie szerokości rys

Szerokość rysy:  $w_k = 0,3 \text{ mm}$

Maksymalna średnica pręta:  $d_s = 25 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw:  $s = 150 \text{ mm}$

#### 4 Współczynniki częściowe do sprawdzania stanów granicznych

Zastosowano podejście obliczeniowe

Kombinacja: A1 + M1 + R2

**Tablica A.3 – Współczynniki częściowe do oddziaływań ( $\gamma_F$ )  
lub do efektów oddziaływań ( $\gamma_E$ )**

Oddziaływanie		Symbol	Zestaw	
			A1	A2
Stałe	Niekorzystne	$\gamma_G$	1,35	1,0
	Korzystne		1,0	1,0
Zmienne	Niekorzystne	$\gamma_Q$	1,5	1,3
	Korzystne		0	0

**Tablica A.4 – Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych ( $\gamma_M$ )**

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw	
		M1	M2
Kąt tarcia wewnętrznego <sup>a</sup>	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odplywu	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe	$\gamma_{qu}$	1,0	1,4
Ciężar objętościowy	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0
<sup>a</sup> Współczynnik ten stosuje się do wartości $\tan \varphi'$			

**Tablica A.5 – Współczynniki częściowe do oporu/nośności ( $\gamma_R$ )  
dotyczące fundamentów bezpośrednich**

Nośność	Symbol	Zestaw		
		R1	R2	R3
Nośność podłoża	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,4	1,0
Przesunięcie (poślizg)	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0

Kombinacje obciążeń w ujęciu PN-EN 1990

Zastosowano następujący układ kombinacji:

Kombinacja oddziaływań w przypadku trwałych lub przejściowych sytuacji obliczeniowych

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinacja charakterystyczna

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinacja częsta

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kombinacja quasi-stała

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kombinacja wyjątkowa

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d (\psi_{1,1} \text{ lub } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kombinacja w przypadku sprawdzenia zmęczenia stali, betonu i drewna

$$\left( \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right) + Q_{fat}$$

gdzie:

$Q_{fat}$  jest obciążeniem zmęczeniowym

$Q_{k,1}, Q_{k,j}$  są to oddziaływania niecykliczne i nie stałe

## 5 Zebranie obciążeń

### 5.1 Obciążenia stałe

#### 1. Ciężar własny konstrukcji

Przyjęto słup HEA 160

ciężar słupa – 0,304 kN/m

długości słupa  $H = 2,50 + 0,10 = 2,60$  m

charakterystyczny ciężar słupa –  $N = 2,6 * 0,304 = 0,79$  kN

#### 2. Obciążenie panelami

Przyjęto panele aluminiowe o masie  $p = 0,25$  kN/m<sup>2</sup>

rozstaw słupów  $L = 4,00$  m

charakterystyczny ciężar wypełnienia  $p = 0,25 * 4,0 * 2,6 = 2,60$  kN

### 5.2 Oddziaływania zmienne

#### 1. Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4

wysokość położenia ekranu w m m.p.m. 55,00 m

strefa wiatrowa w jakiej znajduje się ekran wg mapy str. 3 PN-EN 1991-1-4 strefa 1

określenie podstawowej wartości bazowej prędkości wiatru w zależności od strefy klimatycznej o wysokości :

$v_{b0} = 22$  m/s  $c_{season} = 1,0$   $C_{dir} = 1,0$

$v_b = 22$  m/s – bazowa prędkość wiatru

$\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup> – gęstość powietrza

obliczenie wartości bazowej ciśnienia prędkości wiatru

$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 0,303$  kN/m<sup>2</sup>

określenie kategorii terenu wg PN-EN 1991-1-4 str. 20 kategoria II

określenie współczynnika ekspozycji wg PN-EN 1991-1-4  $c_e = 2,60$

określenie współczynnika sił do obliczeń obc. wiatrem dla mostów

$d = 1,86 + 2,60 = 4,46$  m  $b = 11,02$  m  $b/d = 2,47$   $c_{f,x} = 1,80$

współczynnik obciążenia wiatrem  $C = c_{f,x} * c_e = 1,80 * 2,60 = 4,68$

wartość charakterystyczna obciążenia wiatrem :  $q = q_b * C = 0,303 * 4,68 = 1,42$  kN/m<sup>2</sup>

#### 2. Obciążenie wg PN-EN 1794-1 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Wymagania pozaakustyczne. Część 1 Właściwości mechaniczne o stateczność.

Z uwagi na konstrukcję obiektu oraz dominujące obciążenie ruchome w postaci tramwajów nie zachodzą warunki określone w normie PN-EN 1794 -1 w zakresie obciążenia dynamicznego ekranów w wyniku ruchu drogowego.

### 3. Obciążenia dynamiczne związane z odśnieżaniem przy prędkości 50 km/h

Przyjęto możliwość powstania obciążenia śniegiem o masie 10 kN działającego na powierzchni 2,0x2,0 m na wysokości 1,5m od powierzchni jezdni.

obliczenie wartości jednostkowej obciążenia poziomego śniegiem :

$$s=(10*1,5)/(4,0*2,6^2*0,5)=1,10 \text{ kN/m}^2$$

### 4. Przyjęcie do wymiarowania obciążeń zmiennych

Z uwagi na fakt wzajemnego wykluczania się obciążeń opisanych w punktach od 1 do 3 przyjęto jako miarodajne do dalszego wymiarowania charakterystyczne obciążenie maksymalne.

$$q=\max(1,42; 1,10)= 1,42 \text{ kN/m}^2$$

## 6 Wyniki obliczeń statyczno - wytrzymałościowych

### 6.1 Siły wewnętrzne przy podstawie słupa

– siły poziome charakterystyczne

obliczeniowe

$$V=1,42*2,60*4,00 = 14,77 \text{ kN}$$

$$V=14,77*1,50 = 22,15 \text{ kN}$$

– momenty zginające charakterystyczne

obliczeniowe

$$M=2,6*0,5*14,77 = 19,20 \text{ kNm}$$

$$M=19,20*1,50=28,80 \text{ kNm}$$

### 6.2 Charakterystyki przekroju słupa

HEA 160

$$A=38,77 \text{ cm}^2 \quad I_x=1673 \text{ cm}^4 \quad I_y=615,6 \text{ cm}^4 \quad i_x=6,569 \text{ cm} \quad i_y=3,985 \text{ cm} \quad W_x=220,13 \text{ cm}^3$$

$$t_w= 6 \text{ mm} \quad t_f= 9 \text{ mm} \quad h= 152 \text{ mm} \quad b_f= 160 \text{ mm} \quad R=15 \text{ mm}$$

określenie klasy przekroju;

$$\text{środek} \quad c=152-2*9-2*15=104 \text{ mm} \quad c/t_w=104/6=17,33 < 33 \quad \text{klasa 1}$$

$$\text{pasy} \quad c=160/2-6/2-15= 62 \text{ mm} \quad c/t_f=62/9 = 6,89 < 9 \quad \text{klasa 1}$$

### 6.3 Nośność elementu

- nośność na ściskanie  $N_{Rd}=0,003877*215000 = 833,55 \text{ kN}$
- nośność na zginanie  $M_{Rd}=0,00022013*215000 = 47,33 \text{ kNm}$
- nośność na ścinanie  $V_{Rd}=0,58*0,104*0,006*215000 = 77,81 \text{ kN}$

- zredukowana nośność na zginanie

$$M_{Rd}=M_{Rd}*(1,1-0,3*(V_{Ed}/V_{Rd})^2)=47,33*(1,1-0,3*(22,15/77,81)^2)=47,33*1,07=50,64 \text{ kNm}$$

$$0,6*V_{Rd}=46,69 \text{ kN} > V=22,15 \text{ zatem zredukowana nośność na zginanie wynosi}$$

$$M_{Rd}=47,33 \text{ kNm}$$

### 6.4 Stateczność elementu

Długość wyboczeniowa słupa

$$L= 2*1,80=3,60 \text{ m} \quad \text{- długość bez przypory}$$

smukłość słupa

$$\lambda_x=3,60/0,06569 =54,80$$

$$\lambda_y=3,60/0,03985 = 90,34$$

smukłość porównawcza  $\lambda_p=84$

smukłość względna  $\lambda_w=90,34/84=1,08$

współczynnik wyboczeniowy

$n=1,2$  dla dwuteowników szerokostopowych

$$\chi=(1+\lambda_w^{2n})^{-1/n} = 0,518$$

współczynnik zwichrzenia

$$l_0=2,60\text{m} \quad \beta=1,0 \quad \lambda_L := 0,045 \cdot \sqrt{\frac{l_0 \cdot h_1}{b_{f1} \cdot t_{f1}}} \cdot \beta \cdot \frac{f_d}{215\text{MPa}} \quad \lambda_L=0,755$$

$n=2,5$

$$\rho_L := \left(1 + \lambda_L^{2n}\right)^{\frac{-1}{n}} \quad \chi_{LT}=0,916$$

Nośność z uwzględnieniem stateczności słupa

$$\frac{N_{Ed}}{\chi N_{Rk}/\gamma_{M1}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}/\gamma_{M1}} \leq 1$$

$$2,77/(0,518 \cdot 833,55) + 28,8/(0,916 \cdot 47,33) = 0,01 + 0,66 = 0,67 < 1$$

## 6.5 Ugięcie elementu

$$f=(1,41 \cdot 1,8^4 \cdot 4,0)/(8 \cdot 205000000 \cdot 0,00001673)=59,20/27437,2=0,002 \text{ m}$$

## 6.6 Charakterystyki przekroju złożonego

HEA 160 + ½ HEA 160

$$A = 57,12 \text{ cm}^2 \quad I_x=4172 \text{ cm}^3 \quad I_y=922 \text{ cm}^3 \quad i_x=8,546 \text{ cm} \quad i_y=4,018 \text{ cm} \quad W_x=340,57 \text{ cm}^3$$

## 6.7 Nośność elementu złożonego

- nośność na ściskanie  $N_{Rd}=0,005712 \cdot 215000 = 1228,08 \text{ kN}$
- nośność na zginanie  $M_{Rd}=0,00034057 \cdot 215000 = 73,22 \text{ kNm}$
- nośność na ścinanie  $V_{Rd}=0,58 \cdot 0,22 \cdot 0,006 \cdot 215000 = 156,37 \text{ kN}$

- zredukowana nośność na zginanie

$$M_{Rd}=M_{Rd} \cdot (1,1-0,3 \cdot (V_{Ed}/V_{Rd})^2)=73,22 \cdot (1,1-0,3 \cdot (22,15/156,37)^2)=73,22 \cdot 1,09=79,98 \text{ kNm}$$

$$0,6 \cdot V_{Rd}=93,82 \text{ kN} > V=22,15 \text{ zatem zredukowana nośność na zginanie wynosi}$$

$$M_{Rd}=73,22 \text{ kNm}$$

## 6.8 Stateczność elementu

Długość wyboczeniowa słupa  $L=2 \cdot 0,80=1,60 \text{ m}$  - długość bez przypory

smukłość słupa  $\lambda_x=1,60/0,08546 = 18,72$

$$\lambda_y = 1,60 / 0,04018 = 39,82$$

smukłość porównawcza  $\lambda_p = 84$

smukłość względna  $\lambda_w = 39,82 / 84 = 0,47$

współczynnik wyboczeniowy

$n=1,2$  dla dwuteowników szerokostopowych

$$\chi = (1 + \lambda_w^{2n})^{-1/n} = 0,882$$

współczynnik zwichrzenia

$$l_0 = 2,60 \text{ m} \quad \beta = 1,0 \quad \lambda_L := 0,045 \cdot \sqrt{\frac{l_0 \cdot h_1}{b_{f1} \cdot t_{f1}}} \cdot \beta \cdot \frac{f_d}{215 \text{ MPa}} \quad \lambda_L = 0,9$$

$n=2,5$

$$\rho_L := \left(1 + \lambda_L^{2n}\right)^{\frac{-1}{n}} \quad \chi_{LT} = 0,831$$

Nośność z uwzględnieniem stateczności słupa

$$\frac{N_{Ed}}{\chi N_{Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1$$

$$2,77 / (0,882 \cdot 1228,08) + 28,8 / (0,831 \cdot 73,22) = 0,00 + 0,47 = 0,47 < 1$$

## 6.9 Ugięcie elementu zespolonego

$$f = (1,41 \cdot 0,8^4 \cdot 4,0) / (8 \cdot 205000000 \cdot 0,00004172) = 2,31 / 68420,8 = 0,000 \text{ m}$$

$$f_{dop} = 0,8 / 150 = 0,005 \text{ m}$$

## 7 Zakotwienie elementu w palu

Siły działające w połączeniu

– siły poziome charakterystyczne

obliczeniowe

$$V = 1,42 \cdot 2,60 \cdot 4,00 = 14,77 \text{ kN}$$

$$V = 14,77 \cdot 1,50 = 22,15 \text{ kN}$$

– momenty zginające charakterystyczne

obliczeniowe

$$M = 2,6 \cdot 0,5 \cdot 14,77 = 19,20 \text{ kNm}$$

$$M = 19,20 \cdot 1,50 = 28,80 \text{ kNm}$$

### 7.1 Zakotwienie słupa w palu

$$\text{średnica pala } d = 0,60 \text{ m} \quad b_f = 0,16 \text{ m} \quad A = 0,16 \cdot 0,60 = 0,096 \text{ m}^2 \quad W = (0,16 \cdot 0,60^2) / 6 = 0,0096 \text{ m}^3$$

naprężenia w betonie

$$\sigma_1 = 22,15 / (1,7 \cdot 0,096) + 28,80 \cdot (1,7 \cdot 0,0096) = 136 + 1765 = 1901 \text{ kN/m}^2 < 13900 / 1,6 = 868,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 22,15 / (1,7 \cdot 0,096) - 28,80 \cdot (1,7 \cdot 0,0096) = 136 - 1765 = -1629 \text{ kN/m}^2 < 13900 / 1,6 = 868,8 \text{ kN/m}^2$$

## 7.2 Sprawdzenie siły rozrywającej

$$H = M / (0,67 \cdot d) = 28,8 / (0,67 \cdot 0,60) = 71,64 \text{ kN}$$

Przyjęto zbrojenie : 3 strzemiona fi 12       $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$

$$H_R = 2 \cdot A_s \cdot f_{yd} / 1,2 = 2 \cdot 0,000452 \cdot 435000 / 1,2 = 327,7 \text{ kN}$$

## 7.3 Zakotwienie słupa

Przyjęto zakotwienie słupa w palu na długości 0,60m

$$V_{ED} = 28,8 / (0,67 \cdot 0,60) = 71,64 \text{ kN} < V_{RD} = 156,37 \text{ kN}$$

# 8 Obliczenie nośności pala

## 8.1 Warunki gruntowe

Na podstawie przeprowadzonych badań określono średnie parametry gruntu zasypowego w nasypie drogowym.

$$P_s, P_r \quad I_D = 0,55 \quad \gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3 \quad \phi = 32,5^\circ$$

Wyznaczenie jednostkowego oporu wzdłuż pobocznic pala dla głębokości 5,0m poniżej terenu

przyjęto występowanie uśrednionego gruntu na do głębokości 6,0m

interpolacja oporu jednostkowego na pobocznicę :

$$t_1 = 0 \text{ kPa}$$

$$t_2(h=5,0\text{m}) = 64,47 \text{ kPa} \quad \text{dla } I_D = 0,55$$

jednostkowy opór podstawy pala

$$D_i = 0,60 \text{ m} - \text{średnica pala} \quad D_0 = 0,40 \text{ m} \quad h_c = 10,0 \text{ m} \quad h_{ci} = h_c \sqrt{\frac{D_i}{D_0}} \quad h_{ci} = 12,25 \text{ m}$$

$$h_{ci}^* = 1,3 \cdot h_{ci} = 15,92 \text{ m} - \text{dla pali wierconych}$$

$$h \leq h_c \quad q_i = q \sqrt{\frac{D_0}{D_i}} \quad q_i = 3088 \cdot 0,816 = 2520 \text{ kPa}$$

## 8.2 Dane geometryczne pali

$D_i = 0,60 \text{ m}$  – średnica pala

$h = 4,50 \text{ m}$  – długość pala

$r = 4,00 \text{ m}$  – rozstaw pali

$A_p = 0,28 \text{ m}^2$  – pole przekroju pala

$O_p = 1,88 \text{ m}$  - obwód pobocznicy pala

$J_p = 0,0063617 \text{ m}^3$  – moment bezwładności pala

## 8.3 Obciążenia na pal

Siły działające w połączeniu

– siły poziome charakterystyczne

obliczeniowe

$$V = 14,77 \text{ kN}$$

$$V = 14,77 \cdot 1,50 = 22,15 \text{ kN}$$

– momenty zginające charakterystyczne

obliczeniowe

M=19,20 kNm

M=19,20\*1,50=28,80 kNm

– siły pionowe charakterystyczne

obliczeniowe

słup stalowy N=1,15 kN

ciężar wypełnienia N= 2,60 kN

podwalina N= 1,65 kN

pał żelbetowy N= 31,5 kN

Razem: N=36,9 kN

N=36,90\*1,35=49,82 kN

#### 8.4 Nośność pionowa pała

współczynniki technologiczne :  $S_s = 1,15$   $S_p = 1,10$

obliczeniowe wartości oporów :  $q = 0,9 * 2520 = 2268$  kPa  $t_1 = 0$  kPa  $t_2 = 0,9 * 64,47 = 58,02$  kPa

nośność podstawy pała  $N_p = 2268 * 0,28 * 1,10 = 698,54$  kN

nośność pobocznic  $N_s = 0,5 * 58,02 * 4,5 * 1,88 * 1,15 = 282,24$  kN

całkowita nośność pała  $N = 0,7 * (698,54 + 282,24) = 686,55$  kN

$Q = 49,82$  kN <  $N = 686,55$  kN

#### 8.5 Wyznaczenie nośności poziomej pała

współczynnik naruszenia gruntu w trakcie wykonywania pała  $S_n = 1,1$

podatność boczna gruntu  $k_x = 1,1 * (750 * 0,55^2 + 225 * 0,55 + 150) * (18,5 / 0,6) = 16\,979$  kN/m<sup>3</sup>

obliczenie sprężystego zagłębienia pała w gruncie  $h_s = \pi + 4 \sqrt{\frac{4EJ}{k_x D}} h^\pi$   $h_s = 3,25$  m

ustalenie rodzaju pracy pała  $h = 4,5$  m <  $1,5 * 3,25 = 4,875$  m - pał sztywny

obliczeniowe parametry gruntu

$\gamma = 0,9 * 1,1 * 18,5 = 18,31$  kN/m<sup>3</sup>  $\phi = 0,8 * 1,1 * 32,5 = 28,6^\circ$   $c = 0$  kPa

$h/D = 4,5 / 0,6 = 7,5$   $N_q = 5,5$   $N_c = 18$   $\beta_q = 0,14$   $\beta_c = 0,22$

$S_q = 1,14$   $S_c = 1,22$

$h_H = M/V = 28,5 / 22,15 = 1,29$  m  $h_H/h = 1,29 / 4,5 = 0,286$   $i_q = 0,03$   $i_c = 0,08$

$H_f = 18,5 * 0,6 * 4,5^2 * 5,5 * 0,03 * 1,14 + 0 = 42,28$  kN

$m = 0,8$

$H_r = 22,15$  kN <  $H_f = 0,8 * 42,28 = 33,82$  kN

obliczenie odkształcenia głowicy pała

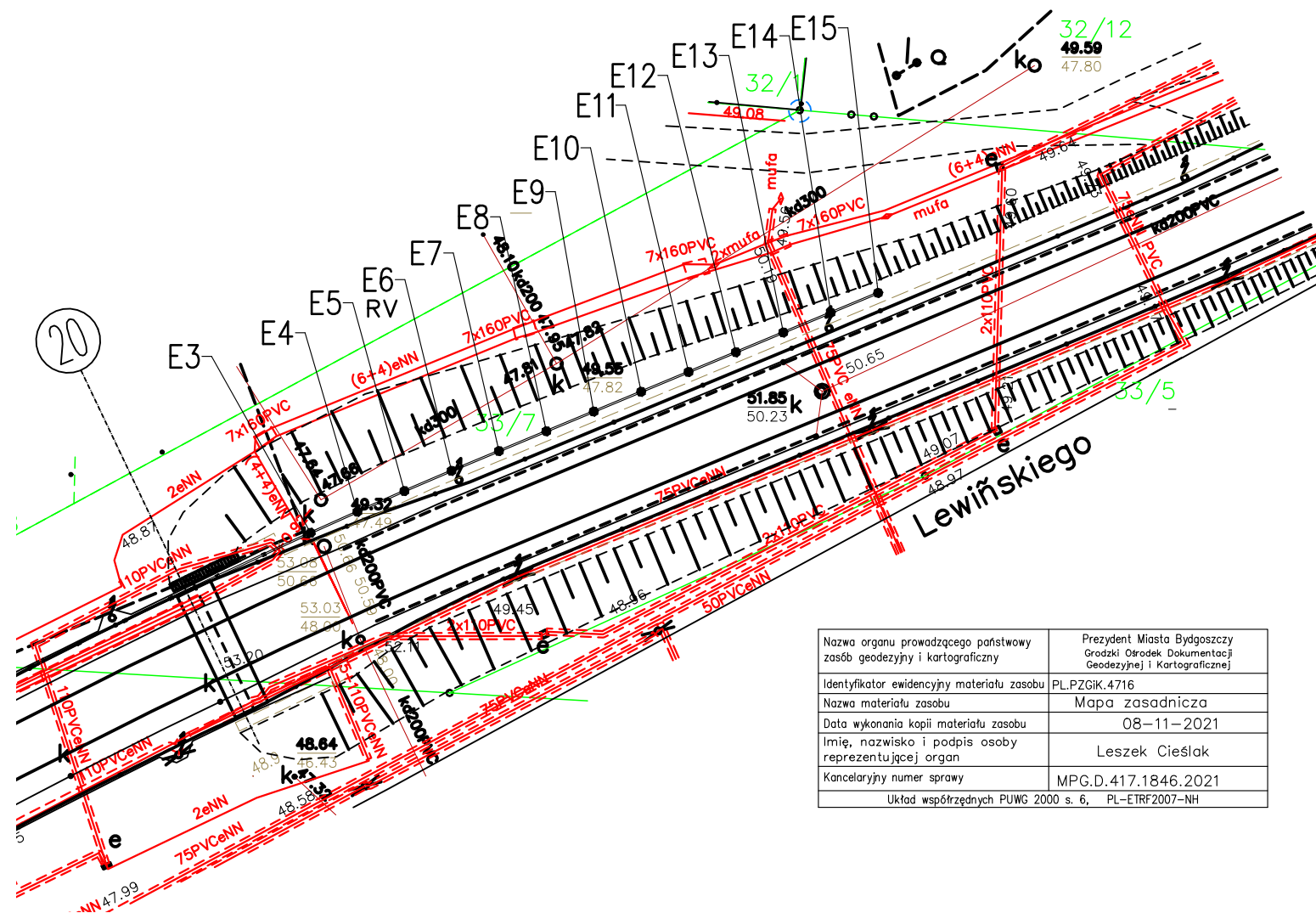
$$y_0 = \frac{18 H_n \left( 1 + 1,33 \frac{h_H}{h} \right)}{h^2 k_x} \quad y_0 = 0,001 \text{ m}$$



Obliczenie momentu zginającego do wymiarowania pala

$h_u = 0,4 \cdot 3,25 = 1,30$  m – obliczeniowy poziom utwierdzenia pala

$M_{\max} = 22,15 \cdot (1,29 + 1,30) = 57,36$  kNm



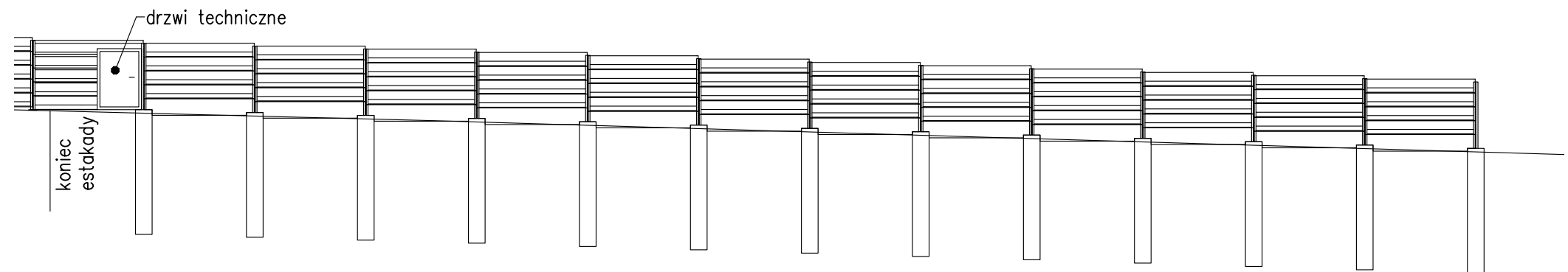
## Punkty tyczenia

Oznaczenie	X (E)*	Y (N)*
E3	6505735.401	5888563.761
E4	6505739.048	5888565.402
E5	6505742.708	5888567.018
E6	6505746.385	5888568.592
E7	6505750.077	5888570.130
E8	6505753.769	5888571.669
E9	6505757.461	5888573.208
E10	6505761.154	5888574.746
E11	6505764.846	5888576.285
E12	6505768.538	5888577.823
E13	6505772.230	5888579.363
E14	6505775.922	5888580.902
E15	6505779.617	5888582.442

\*) współrzędne w układzie 2000

Punkty tyczenia znajdują się w środku ciężkości profilu HEA160.



JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	PPT Consult Sp. z o.o. Ul. Fordońska 353 / 20, 85-796 Bydgoszcz e-mail: biuro@pptconsult.pl NIP: 554-298-40-82 / REGON: 385811800			
NAZWA ZADANIA:	Przebudowa ul. Lewińskiego - wyposażenie w osłony przeciwhałasowe trasy tramwajowej w rejonie nasypu po stronie północnej w obrębie węzła komunikacyjnego Bydgoszcz - Wschód			
ADRES INWESTYCJI:	Działki : 046101_1.0219.33/7			
ZAMAWIAJĄCY:	TRAMWAJ FORDON Sp. z o. o. ul. Fordońska 94c 85-027 Bydgoszcz			
PROJEKTANT:	mgr inż. Piotr Stejbach KUP/0124/POOM/07 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>			PODPIS:
SPRAWDZAJĄCY:	mgr inż. Paweł Kula KUP/0044/POOM/11 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>			PODPIS:
NAZWA RYSUNKU:	Sytuacja			FAZA PROJEKTU: Projekt Techniczny
BRANŻA: MOSTOWA	DATA: 03.2023 r.	SKALA: 1:500		NR RYSUNKU: 1

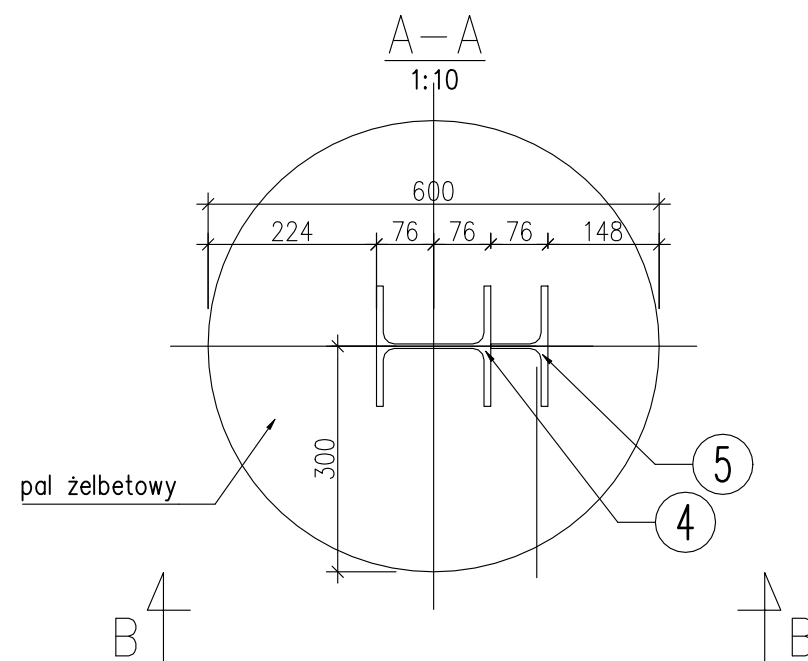
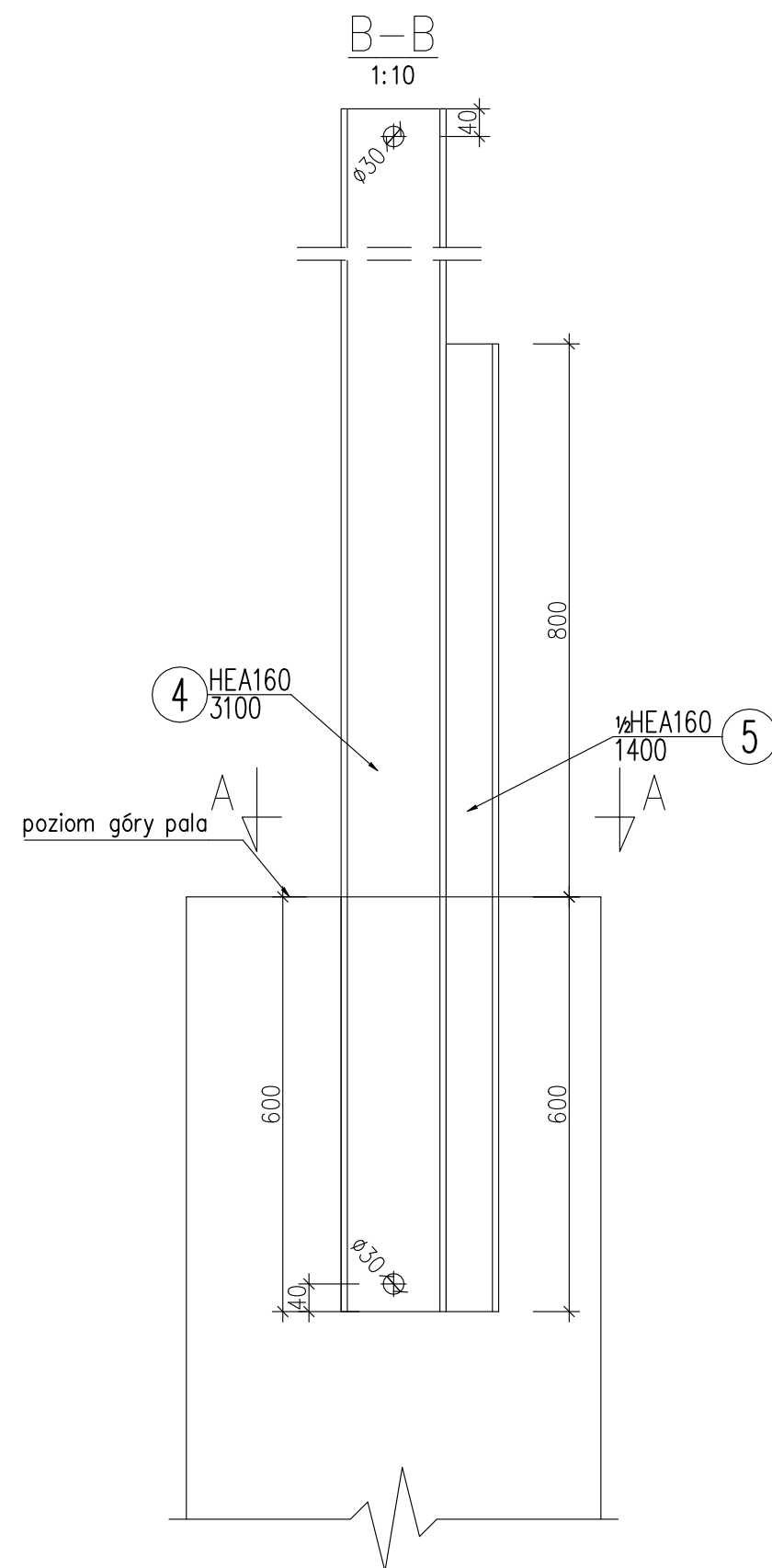


ekran		EA-2												
nr słupa	39	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
rzędna gzymsu	53,31													
rzędna góry pala		53,33	53,23	53,12	53,01	52,89	52,77	52,65	52,53	52,41	52,29	52,17	52,05	51,93
rodzaj słupa	S-1	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2
rodzaj podwaliny		P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1
rodzaj pala		F-1	F-1	F-1	F-1	F-1	F-1	F-1	F-1	F-1	F-1	F-1	F-1	F-1
rozstaw słupów		4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m	4.00 m

Uwagi :

- 1) Przed rozpoczęciem robót palowych należy potwierdzić lokalizację sieci uzbrojenia terenu.
- 2) Konstrukcje stalowe należy uszynić z konstrukcja barieroporęczy. Szczegółowe rozwiązanie opracuje Wykonawca.

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	PPT Consult Sp. z o.o. Ul. Fordońska 353 / 20, 85-796 Bydgoszcz e-mail: biuro@pptconsult.pl NIP: 554-298-40-82 / REGON: 385811800				
NAZWA ZADANIA:	Przebudowa ul. Lewińskiego - wyposażenie w osłony przeciwhałasowe trasy tramwajowej w rejonie nasypu po stronie północnej w obrębie węzła komunikacyjnego Bydgoszcz - Wschód				
ADRES INWESTYCJI:	Działki : 046101_1.0219.33/7				
ZAMAWIAJĄCY:	TRAMWAJ FORDON Sp. z o. o. ul. Fordońska 94c 85-027 Bydgoszcz				
PROJEKTANT:	mgr inż. Piotr Stejbach KUP/0124/POOM/07 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>			PODPIS:	
SPRAWDZAJĄCY:	mgr inż. Paweł Kula KUP/0044/POOM/11 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>			PODPIS:	
NAZWA RYSUNKU:	Profil podłużny			FAZA PROJEKTU: Projekt Techniczny	
BRANŻA:	DATA:	SKALA:	NR RYSUNKU:		
MOSTOWA	03.2023 r.	1:200	2		



Nr pozycji	Liczba [szt]	Przedmiot	Długość [mm]	Masa [kg]		Powierzchnia malowania [m <sup>2</sup> ]	Gatunek materiału	Uwagi
				1 szt.	całkowita			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Element: S-2								
4	1	HEA160	3100	94.24	94.24	2.82	S235JR	
5	1	1/2 HEA160	1400	21.28	21.28	0.63	S235JR	
Suma dla: S-2			1 szt.		115.52 kg	3.45 m <sup>2</sup>		
Wykonać:			13 szt.		1501.76 kg	44.85 m <sup>2</sup>		
Masa Sumaryczna dla Rysunku								1502 kg
Dodatek do Masy Sumarycznej - 1.8 %								27 kg
Masa Całkowita dla Rysunku								1529 kg
Powierzchnia Malowania dla Rysunku								44.8 m <sup>2</sup>

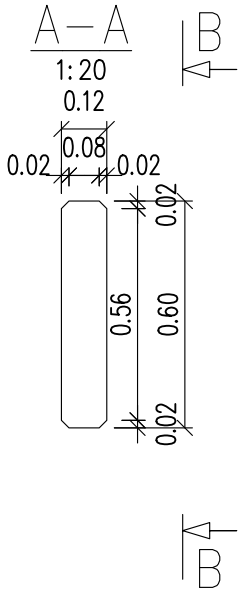
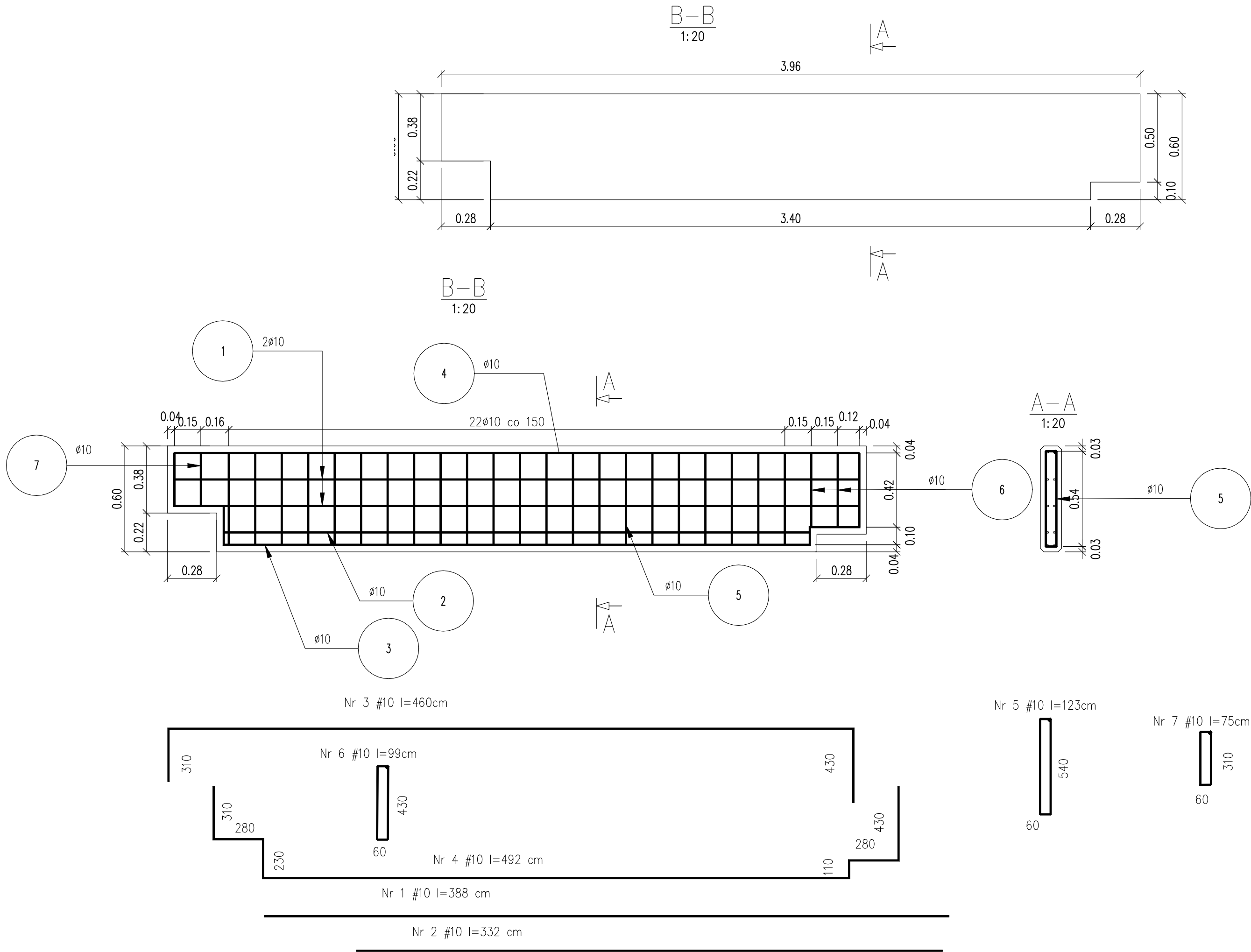
Uwagi :

1) Zabezpieczenia antykorozyjne zgodnie z opisem technicznym.

Stal : S235JR

klasa konstrukcji EXC 2

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	PPT Consult Sp. z o.o. Ul. Fordońska 353 / 20, 85-796 Bydgoszcz e-mail: biuro@pptconsult.pl NIP: 554-298-40-82 / REGON: 385811800				
NAZWA ZADANIA:	Przebudowa ul. Lewińskiego - wyposażenie w osłony przeciwhałasowe trasy tramwajowej w rejonie nasypu po stronie północnej w obrębie węzła komunikacyjnego Bydgoszcz - Wschód				
ADRES INWESTYCJI:	Działki : 046101_1.0219.33/7;				
ZAMAWIAJĄCY:	TRAMWAJ FORDON Sp. z o. o. ul. Fordońska 94c 85-027 Bydgoszcz				
PROJEKTANT:	mgr inż. Piotr Stejbach KUP/0124/POOM/07 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>			PODPIS:	
SPRAWDZAJĄCY:	mgr inż. Paweł Kula KUP/0044/POOM/11 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>			PODPIS:	
NAZWA RYSUNKU:	Słup S-2			FAZA PROJEKTU: Projekt Techniczny	
BRANŻA: MOSTOWA	DATA: 03.2023 r.		SKALA: 1:200		NR RYSUNKU: 3



- UWAGI:**
- Jeżeli na rysunkach nie podano inaczej odgięcia prętów wykonuje się przy założeniu minimalnych promieni gięcia wg normy PN-91/S-10042.
  - Zbrojenie wymiarowane w osi pręta zgodnie z PN-91/S-10042.
  - Otulina prętów: 3cm

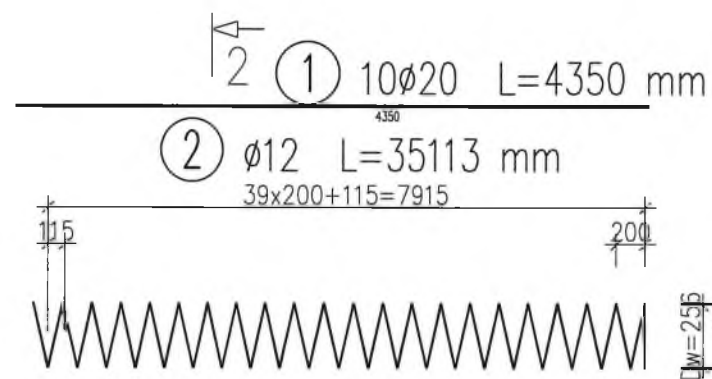
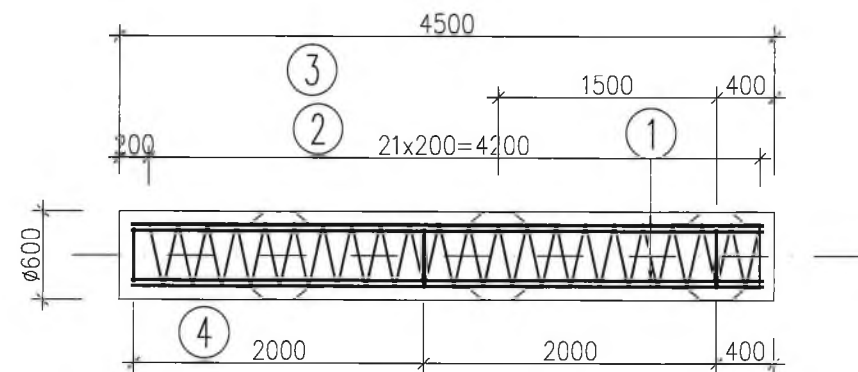
WYKAZ ZBROJENIA										
		Zamawiający: Tramwaj Fordon								
		Nr rysunku: 5					Data: 2021-11-22			
		Wykonał: mgr inż. P. Stejbach								
Nr poz.	Liczba		Średnica [mm]	Długość [cm]	Długość ogólna [m]					Uwagi
	w 1 elem.	Ogółem			B500SP	B500SP	B500SP			
	[szt]	[szt]			φ10					
Element:		Element1		1 szt.						
1	4	4	φ10	388	15,52					
2	2	2	φ10	332	6,64					
3	2	2	φ10	460	9,20					
4	2	2	φ10	492	9,84					
5	22	22	φ10	123	27,06					
6	2	2	φ10	99	1,98					
7	1	1	φ10	75	0,75					
Długość ogólna wg średnic				[m]	70,99					
Masa 1m pręta				[kg/m]	0,617					
Masa prętów wg średnic				[kg]	43,8					
Masa wg rodzajów stali				[kg]	43,8					
Masa całkowita				[kg]	44					

Beton: C30/37 V=0,27m<sup>3</sup>  
Stal zbroj.: AIIIIN G=44kg  
Wykonać 12 sztuk

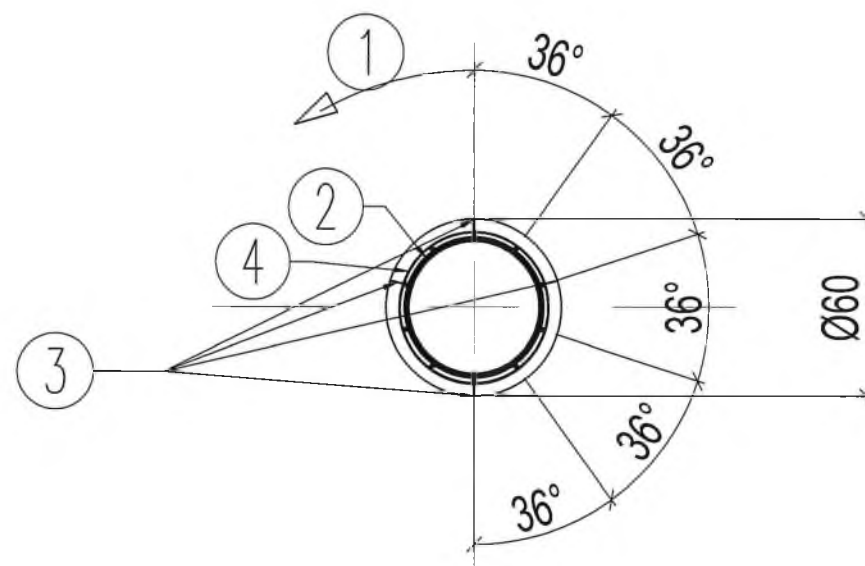
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	PPT Consult Sp. z o.o. Ul. Fordońska 353 / 20, 85-796 Bydgoszcz e-mail: biuro@pptconsult.pl NIP: 554-298-40-82 / REGON: 385811800						
NAZWA ZADANIA:	Przebudowa ul. Lewińskiego - wyposażenie w osłony przeciwhałasowe trasy tramwajowej w rejonie nasypu po stronie północnej w obrębie węzła komunikacyjnego Bydgoszcz - Wschód						
ADRES INWESTYCJI:	Działki : 046101_1.0219.33/7;						
ZAMAWIAJĄCY:	TRAMWAJ FORDON Sp. z o. o. ul. Fordońska 94c 85-027 Bydgoszcz						
PROJEKTANT:	mgr inż. Piotr Stejbach KUP/0124/POOM/07 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>				PODPIS:		
SPRAWDZAJĄCY:	mgr inż. Paweł Kula KUP/0044/POOM/11 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>				PODPIS:		
NAZWA RYSUNKU:	Podwalina				FAZA PROJEKTU: Projekt Techniczny		
BRANŻA: MOSTOWA		DATA: 03.2023 r.		SKALA: 1:20		NR RYSUNKU: 4	

# ZBROJENIE PALA o L=4,50m

SKALA 1:50

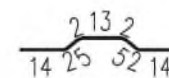


4 szt. po obwodzie  
pręty dystansowe Nr3 spawać do  
prętów głównych spoiną  
dwustronną

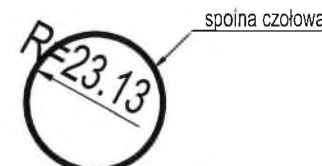


obręcze spawać od  
wewnątrz  
do zbrojenia głównego

3 12Ø10 L=58 mm



4 9Ø20 L=1455 mm



promień dotyczy  
osi pręta

## UWAGI:





- Jeżeli na rysunkach nie podano inaczej odgięcia prętów wykonuje się przy założeniu minimalnych promieni gięcia wg normy PN-91/S-10042.
- Jeżeli na rysunku nie podano inaczej połączenia prętów o długości całkowitej większej od długości handlowej należy wykonywać zgodnie z PN-91/S-10042.
- Otulina prętów:
  - rura osłonowa -2.0cm
  - zbrojenie poprzeczne -4.0cm
  - zbrojenie główne -5.0cm

## WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręta	Średnica	Liczba	Długość	Długość ogólna [m]			Uwagi
				AlIIN	AlIIN	AlIIN	
	[mm]	[szt]	[mm]	Ø10	Ø12	Ø20	
Element:      Element1							
1	Ø20	10	4350			43,5	
2	Ø12	1	35113		35,11		
3	Ø10	12	58	0,7			
4	Ø20	3	1455			4,37	
Długość razem			[m]	0,7	35,11	47,87	
Masa jednostkowa			[kg/m]	0,617	0,888	2,466	
Masa razem			[kg]	0,4	31,2	118	
Masa ogólna			[kg]	150			
Wykonać 13 szt.				13 x 150 = 1950 kg			

Beton: C30/37 V = 13x1,30=16,90 m<sup>3</sup>

Stal zbroj.: A-IIIIN G = 1950 kg

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	PPT Consult Sp. z o.o. Ul. Fordońska 353 / 20, 85-796 Bydgoszcz e-mail: biuro@pptconsult.pl NIP: 554-298-40-82 / REGON: 385811800				
NAZWA ZADANIA:	Zaprojektowanie osłon przeciwhałasowych na estakadzie tramwajowej w obrębie węzła komunikacyjnego Bydgoszcz Wschód oraz na części nasypu po stronie północnej				
ADRES INWESTYCJI:	Działki : 046101_1.0219.33/7;				
ZAMAWIAJĄCY:	TRAMWAJ FORDON Sp. z o. o. ul. Fordońska 94c 85-027 Bydgoszcz				
PROJEKTANT:	mgr inż. Piotr Stejbach KUP/0124/POOM/07 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>			PODPIS: 	
SPRAWDZAJĄCY:	mgr inż. Paweł Kula KUP/0044/POOM/11 <i>do projektowania w spec. mostowej, bez ograniczeń</i>			PODPIS: 	
NAZWA RYSUNKU:	Pal żelbetowy			FAZA PROJEKTU: Projekt Techniczny	
BRANŻA:	DATA:	SKALA:	NR RYSUNKU:		
MOSTOWA	03.2023 r.	1:50	5		