

**Projekt technologiczny zabudowy przęseł  
tymczasowych w km 93,087  
linii kolejowej nr 401 Szczecin Dąbie – Świnoujście**

Zleceniodawca	 <b>ZRK-DOM POZNAŃ</b> Zakład Robót Komunikacyjnych – DOM w Poznaniu Sp. z o.o. ul. Mogileńska 10G, 61-052 Poznań
Jednostka projektowa	 <b>Mesilo ENGINEERING</b> Mesilo Engineering sp. z o.o. ul. Tadeusza Kościuszki 34/L306 50-012 Wrocław tel. +48 691 682 555 e-mail: biuro@mesilo.pl
Obiekt	Budowa przejść podziemnych pod linią kolejową nr 401 oraz pod linią kolejową nr 996 w Świnoujściu - Łunowie wraz z ciągiem pieszo-rowerowym Zadanie 2. Budowa przejścia pod linią kolejową nr 401
Lokalizacja	w km 93,087linii kolejowej nr 401 Szczecin Dąbie – Świnoujście
Stadium	Projekt technologiczny
Branża	mostowa
Kategoria obiektu	XXVIII

Zespół projektowy			
Stanowisko	Imię i nazwisko	Nr i zakres uprawnień budowlanych	Podpis
Opracował	dr inż. Kamil Pawłowski	DOŚ/0126/PBM/17 spec. mostowa	

Wrocław, maj 2024 r.

## SPIS TREŚCI

I. CZĘŚĆ OPISOWA .....	3
1. Podstawa opracowania .....	3
1. Dane ogólne.....	4
2. Przedmiot i zakres projektu .....	4
3. Charakterystyka obiektu .....	4
3.1. Opis stanu istniejącego linii kolejowej nr 401 .....	4
3.2. Opis tymczasowej konstrukcji wiaduktu.....	5
4. Opis planowanych prac .....	5
4.1. Fundamenty pod konstrukcje tymczasowe .....	5
4.2. Zabezpieczenie wykopu pod obiektem .....	6
4.3. Powierzchniowe zabezpieczenie elementów betonowych .....	6
4.4. Wyposażenie obiektu .....	6
4.4.1. Chodniki służbowe .....	6
4.5. Roboty torowe .....	6
5. Wytyczne technologii i organizacji robót.....	7
II. DOKUMENTY FORMALNO – PRAWNE .....	9
III. CZĘŚĆ GRAFICZNA.....	15
IV. ZAŁĄCZNIKI.....	15

# I. CZĘŚĆ OPISOWA

## 1. Podstawa opracowania

- 1) Zlecenie wystawione przez Zakład Robót Komunikacyjnych DOM z Poznania na wykonanie projektu technologicznego zabudowy prześel tymczasowych w km 93,087 linii kolejowej nr 401 Szczecin Dąbie – Świnoujście
- 2) Dokumentacja archiwalna oraz dane dostarczone przez Zamawiającego
- 3) Obowiązujące normy państwowe i przepisy resortowe:
  - PN-EN 1990:2002. Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.
  - PN-EN 1991-2 Oddziaływania na konstrukcje. Obciążenia ruchome mostów.
  - PN-EN 15528 - Klasyfikacja linii w odniesieniu do oddziaływań pomiędzy obciążeniami pojazdów szynowych a infrastrukturą.
  - PN-EN 1992-1-1. Eurokod 2 - Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
  - PN-EN 1993-1-1. Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
  - PN-85/S-10030. Obiekty mostowe. Obciążenia. (wyd. 2).
  - PN-82/S-10052. Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Projektowanie.
  - PN-91/S-10042. Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.
  - PN-83/B-03010. Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
  - PN-B-03020:1981 Grunty budowlane - Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie
  - PN-77/S-10040. Żelbetowe i betonowe konstrukcje mostowe. Wymagania.
  - Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz.U. nr 151 z 15.12.1998r poz. 987)
  - Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości  $V_{max} \leq 200$  km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem) – TOM II - SKRAJNIA BUDOWLANA LINII KOLEJOWYCH
  - Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości  $V_{max} \leq 200$  km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem) – TOM III – KOLEJOWE OBIEKTY INŻYNIERYJNE

## **1. Dane ogólne**

### **Adres**

Przedmiotowy obiekt zlokalizowany będzie w km 93,087 linii kolejowej nr 401 Szczecin Dąbie – Świnoujście

### **Uzasadnienie wykonania remontu**

Projektowane prace mają na celu umożliwić ruch kolejowy w trakcie budowy nowego przejścia pod torami.

## **2. Przedmiot i zakres projektu**

Przedmiotem opracowania jest wykonanie projektu wykonawczego zabudowy konstrukcji tymczasowych w km 93,087 linii kolejowej nr 401 Szczecin Dąbie – Świnoujście.

Projektem objęty jest następujący zakres robót:

- Wykonanie instalacji ścian szczelnych zabezpieczających przyszły wykop dla wykonania przejścia pod torami.
- Wykonanie fundamentów dla konstrukcji tymczasowych.
- Wykonanie blach nadłożyskowych i montaż łożysk zgodnie ze schematem łożyskowania.
- Montaż konstrukcji przęseł stalowych, tymczasowych.
- Wyposażenie obiektu w szyny, oraz inne elementy wyposażenia.

### **Projekt wykonawczy składa się z następujących części:**

1. Części opisowej – zawierającej opis techniczny i dokumenty formalno-prawne.
2. Części graficznej – zawierającej rysunki konstrukcyjne remontu przedmiotowego obiektu.
3. Wykazu masy stali konstrukcyjnej.
4. Obliczeń statyczno-wytrzymałościowych dotyczących nośności obiektu w ramach przewidzianych prac.

## **3. Charakterystyka obiektu**

### **3.1. Opis stanu istniejącego linii kolejowej nr 401**

Linia kolejowa nr 401 relacji Szczecin Dąbie SDB - Świnoujście Port, normalnotorowa, kategorii pierwszorzędnej jest dwutorowa, zelektryfikowana, znaczenie linii – państwowa, klasa torów 1, prędkość konstrukcyjna 160 km/h. W rejonie projektowanego przejścia

podziemnego toru położone są na łuku poziomym prawym o promieniu 900 m. Z uwagi na łuki poziome oba tory mają przechyłkę ok. 100 mm. W profilu podłużnym tory położone są w poziomie. Nad środkiem projektowanego przejścia podziemnego, tor nr 1 (szyna wewnętrzna) jest na rzędnej 2,277 m npm w układzie Kronsztadt, a tor nr 2 (szyna wewnętrzna) jest na rzędnej 2,297 m npm w układzie Kronsztadt. Rozstaw osiowy torów wynosi 4,148 m. W obu torach nawierzchnia z szyn S60 na podkładach strunobetonowych PS ma podsypkę tłuczniową. Szyny mają przytwierdzenie sprężyste SB, tory są bezстыkowe. Stan nawierzchni jest bardzo dobry, podsypka nie jest zanieczyszczona. Tory w stosunku do przyległego terenu położone są na nasypie o wysokości około 1,00 m. Nad torami znajduje się kolejowa sieć trakcyjna.

### 3.2. Opis tymczasowej konstrukcji wiaduktu

Każde z przęseł tymczasowych przeznaczonych do zabudowania pod torami linii 401 składać się będzie z dwóch dźwigarów stalowych, spawanych z blach, o przekroju skrzynkowym zamkniętym. Dźwigary połączone będą ceownikami i przewiązkami z blach.

#### Charakterystyka pojedynczego przęsła:

- Klasa obciążenia:  $\alpha_k = 1,1$  (PN-85/S-10030)
- nośność: 250 kN/oś
- prędkość dopuszczalna: 120 km/h – dotyczy konstrukcji przęsła,
- układ statyczny: konstrukcja jednoprzęsłowa, swobodnie podparta,
- długość przęsła: 14,00 m,
- rozpiętość teoretyczna: 13,800 m,
- szerokość przęsła: 2,49 m,
- rodzaj i typ nawierzchni: szyny S60, mocowanie typu SB.

## 4. Opis planowanych prac

### 4.1. Fundamenty pod konstrukcje tymczasowe

W celu posadowienia nowych konstrukcji tymczasowych należy wykonać fundamenty żelbetowe. Pojedynczy fundament stanowi masywna bryła o wymiarach 3,0 x 3,0 x 0,5 m ze ścianką o wysokości maksymalnie 0,78 m, zapobiegającą osuwaniu się tłucznia na łożyska.

Fundament można wykonać z elementów prefabrykowanych. Jako elementy podstawy fundamentu należy użyć płyt drogowych o wymiarach 1,5x3,0 m układanych w 3 warstwach naprzemiennie. Ściankę zapleczną można wykonać z elementów peronowych typu L. Fundamenty monolityczne projektuje się jako wykonaną z betonu klasy C 30/37, zbrojonego

prętami ze stali B500B. Fundament powinien mieć wykształtowane spadki pozwalające na odprowadzenie wody opadowej na obie strony elementu.

Fundament należy wykonać na warstwie betonu podkładowego grubości 10 cm, klasy C 12/15.

Grunt w postaci nasypu niekontrolowanego lub słabonośne warstwy gruntu spoistego, znajdującego się w obrębie posadowienia, należy bezwzględnie wymienić na grunt stabilizowany cementem. Wbudowywany grunt należy układać warstwami o miąższościach nie przekraczających 30 cm i zagęszczać do wskaźnika zagęszczenia  $I_s=1,0$ . Do wymiany gruntu możliwe jest użycie gruntów niespoistych (piasków) odzyskanych po wykonaniu wykopy pod wykonywane fundamenty. Zawartość cementu należy przyjmować w granicach od 8% do 10% liczonych w stosunku do masy suchego gruntu lub kruszywa. Wymieniony grunt pod fundamentem powinien przenosić naprężenia o wartości nie mniejszej niż 0,5 MPa.

Fundamenty wykonać zgodnie z Dokumentacją Projektową – *Rys. 4 – Podpory*

## **4.2. Zabezpieczenie wykopu pod obiektem**

Ze względu na konieczność wykonania głębokiego wykopu pod zainstalowanymi konstrukcjami przęseł tymczasowych należy wykonać zabezpieczenie w postaci ścian szczelnych z grodzic stalowych. Opracowanie dotyczące sposobu wykonania oraz geometrii ścian zabezpieczenia wykopu stanowią osobne opracowanie. Należy zwrócić uwagę na konieczność wykonania zabezpieczenia z grodzic przed instalacją przęseł tymczasowych.

## **4.3. Powierzchniowe zabezpieczenie elementów betonowych**

Dla elementów betonowych stale zagłębionych w gruncie, a także na powierzchniach fundamentów po stronie zewnętrznej do wysokości 50 cm nad gruntem i do głębokości 50 cm poniżej terenu, zastosować izolację z roztworów asfaltowych nakładanych na zimno np. izoplast lub równoważny.

## **4.4. Wyposażenie obiektu**

### **4.4.1. Chodniki służbowe**

Skrajne przęsła konstrukcji tymczasowych należy, po ich zewnętrznych stronach, wyposażyć w chodniki obsługi z balustradami.

## **4.5. Roboty torowe**

Zakres robót torowych obejmuje rozbiórkę istniejących torów nr 1 i 2, oraz wytyczenie osi torów nr 1 i 2 wg odrębnego opracowania. W celu zabudowania konstrukcji tymczasowych konieczne jest poziome nasunięcie toru wraz ze zmianą lokalnie geometrii łuku poziomego. Po wykonaniu robót geometrię toru należy przywrócić do stanu pierwotnego.

W obrębie przęseł tymczasowych szyny S60 montować za pomocą łapek sprężystych SB, do mocowań przyspawanych do dźwigarów.

## 5. Wytyczne technologii i organizacji robót

- Całość remontu przeprowadzona zostanie w ramach zatwierdzonych organizacji ruchu zgodnych z Tymczasowym Regulaminem ruchu pociągów.
  - Tory na zabudowywanych konstrukcjach tymczasowych należy ułożyć wg odrębnego opracowania torowego.
  - Wykonawca robót budowlanych powinien opracować:
    - harmonogram robót,
    - plan BIOZ.
  - Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy wykonać ręcznie kontrolne przekopy w celu określenia położenia urządzeń obcych.
  - ***Zabezpieczenie sieci prowadzić pod nadzorem właściwych służb PKP lub osób wyznaczonych przez właściciela lub zarządcę instalacji znajdujących się w obrębie prowadzonych prac remontowych.***
  - W razie konieczności przebudowy (zmiany trasy lub wykonania nowej obudowy) sieci biegnących w obrębie lub w bezpośrednim sąsiedztwie prowadzonych prac remontowych należy wykonać stosowny projekt. Projekt powinien zostać opracowany przez jednostki o wymaganych uprawnieniach w oparciu o ustalenia z właścicielem lub zarządcą projektowanej instalacji. Projekt ten, nie jest objęty zakresem niniejszego opracowania.
  - Miejsce robót na torach powinno być zabezpieczone i osygnalizowane zgodnie z przepisami PKP.
  - Wszelkie prace (nie ujęte w tym projekcie), jakie mogą ewentualnie wystąpić w trakcie wykonania robót (wynikające np. z jakości materiałów w częściach podziemnych konstrukcji wiaduktu) powinny być zgłaszane Inspektorowi Nadzoru, a za jego pośrednictwem Projektantowi.
5. Roboty prowadzić zgodnie z Projektem Wykonawczym, Projektu Technologicznego Rozbiórki i Remontu Wiaduktu oraz Szczegółową Specyfikacją Techniczną opracowaną w ramach niniejszego zlecenia oraz pod nadzorem właściwych służb PKP.

- W całym okresie robót należy ściśle przestrzegać zasad ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy bezwzględnie stosując się do następujących aktów prawnych.

### **Ochrona środowiska:**

1. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627, z późniejszymi zmianami)
2. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. Nr 62, poz. 628, z późniejszymi zmianami)
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. W sprawie katalogu odpadów (Dz. U. Nr 112, poz. 1206)

### **Bezpieczeństwo i higiena:**

1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 grudnia 2002 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy czyszczeniu powierzchni, malowaniu i metalizacji natryskowej (Dz. U. Nr 237, poz. 2003)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2002 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr 237, poz. 2003)
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120, poz. 1126)

Opracował

**dr inż. Kamil Pawłowski**  
Upr. bud. do projektowania bez ograniczeń  
w spec. inżynierii mostowej  
nr ewid. DOŚ/0126/PBM/17

(dr inż. Kamil Pawłowski)



## **II. DOKUMENTY FORMALNO – PRAWNE**

1. Oświadczenie o kompletności dokumentacji
2. Zaświadczenie o przynależności projektanta do Izby Inżynierów Budownictwa

Wrocław, dn. 31.05.2024 r.

## **OŚWIADCZENIE** **o kompletności opracowania**

Niniejszym oświadczam, że przekazywana przez Mesilo Engineering spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością, sp. k. z siedzibą we Wrocławiu, dokumentacja projektowa pn.:

### **„Projekt technologiczny zabudowy przęseł tymczasowych w km 93,087 linii kolejowej nr 401 Szczecin Dąbie – Świnoujście”**

została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami Prawa Budowlanego, normami technicznymi oraz zleceniem zawartym pomiędzy Zamawiającym, a Jednostką Projektową i jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

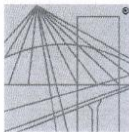
Dokumentacja została sprawdzona przez osobę posiadającą wymagane uprawnienia w specjalności inżynierskiej mostowej i może być skierowana do realizacji.

Projektant

**dr inż. Kamil Pawłowski**  
Upr. bud. do projektowania bez ograniczeń  
w spec. inżynierskiej mostowej  
nr ewid. DOŚ/0126/PBM/17



(dr inż. Kamil Pawłowski)



DOLNOŚLĄSKA  
OKRĘGOWA  
IZBA  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
OKK.7131-119/2016/17

Wrocław, dnia 19 czerwca 2017 r.

## DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (*tekst jednolity: Dz.U. z 2016r., poz. 1725*) i art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 3 lit. a ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz.U. z 2016r., poz. 290, z późniejszymi zmianami*) oraz § 13 ust. 1 i 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz.U. z 2014 r., poz. 1278*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

### Pan Kamil Stanisław Pawłowski

magister inżynier z kierunku budownictwo  
doktor nauk technicznych w dziedzinie budownictwo  
urodzony dnia 28 maja 1983 r. w Częstochowie

otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny DOŚ/0126/PBM/17

**w specjalności inżynierskiej mostowej**  
**do projektowania bez ograniczeń**

## UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 KPA odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

## Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Otrzymują:

1. Pan Kamil Stanisław Pawłowski  
Ul. Polna 56E  
55-093 Kielczów
2. Okręgowa Rada Dolnośląskiej Okręgowej  
Izby Inżynierów Budownictwa
3. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego
4. a/a



## Skład orzekający OKK

DOLNOŚLĄSKA OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
Prof. dr inż. Kazimierz Czapliński  
Przewodniczący  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

1. prof. dr inż. Kazimierz Czapliński
2. dr inż. Zofia Zwierzchowska
3. mgr inż. Jacek Oszytko

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5 ustawy Prawo budowlane, w związku z § 13 ust. 1 i 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

**Pan Kamil Stanisław Pawłowski**

jest upoważniony

**w specjalności inżynierskiej mostowej**

do:

- projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego w odniesieniu do obiektów budowlanych, takich jak:
  - 1) drogowy obiekt inżynierski, w rozumieniu przepisów o drogach publicznych;
  - 2) kolejowy obiekt inżynierski: most, wiadukt, przepust, ściany oporowe, tunele liniowe, nadziemne i podziemne przejścia dla pieszych, w rozumieniu przepisów w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie,
- obliczania światła mostów i przepustów,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych **bez ograniczeń.**

Na podstawie § 10 w/w rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie - uprawnienia niniejsze uprawniają do sporządzania projektów zagospodarowania działki lub terenu w zakresie specjalności inżynierskiej mostowej.

**Skład orzekający OKK**

**DOLNOŚLĄSKA OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA**

*Prof. dr inż. Kazimierz Czapliński*  
Przewodniczący  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

1. prof. dr inż. Kazimierz Czapliński
2. dr inż. Zofia Zwierzchowska
3. mgr inż. Jacek Oszytko



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:  
DOŚ-4G6-ZHT-CCY \*

Pan Kamil Stanisław Pawłowski o numerze ewidencyjnym DOŚ/BM/0211/17  
adres zamieszkania ul. Polna 56e, 55-093 Kiełczów  
jest członkiem Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-08-01 do 2024-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-07-25 roku przez:

Marek Kalinski, Zastępca Przewodniczącego Rady Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.

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

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

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





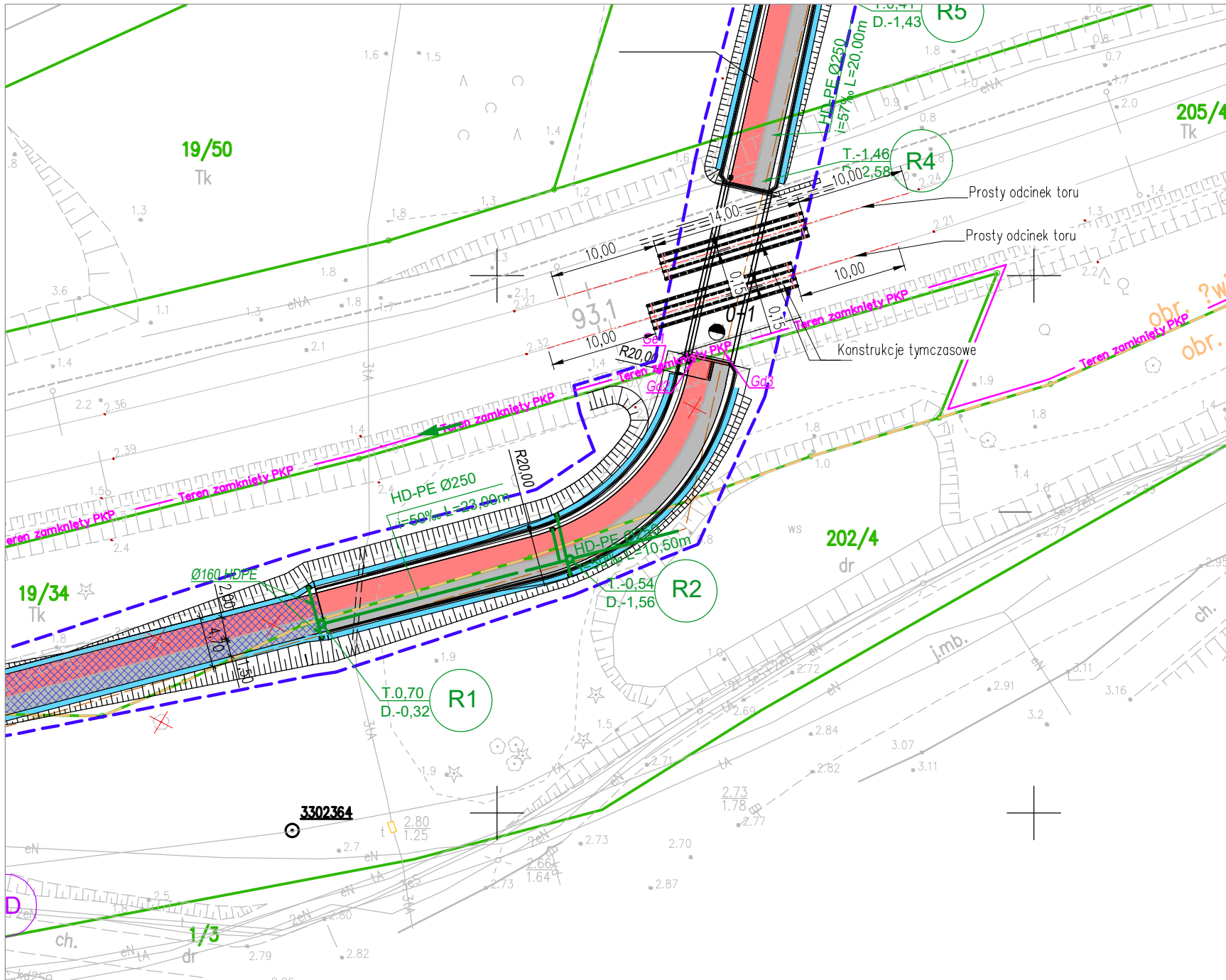
### **III. CZĘŚĆ GRAFICZNA**

- |                        |           |
|------------------------|-----------|
| 1. Plan sytuacyjny     | rys. nr 1 |
| 2. Przekroje           | rys. nr 2 |
| 3. Podpory rzut        | rys. nr 3 |
| 4. Podpory konstrukcja | rys. nr 4 |

### **IV. ZAŁĄCZNIKI**

1. Obliczenia statyczne przęsła tymczasowego





Oznaczenia:

- Obszar oddziaływania inwestycji
- Droga rowerowa, nawierzchnia z kostki betonowej "polbruk" kolor czerwony
- Droga rowerowa, nawierzchnia z żywic syntetycznych na betonie kolor czerwony
- Chodnik dla pieszych, nawierzchnia z kostki betonowej "polbruk" kolor popielaty
- Chodnik dla pieszych, nawierzchnia z żywic syntetycznych na betonie kolor popielaty
- Droga rowerowa i chodnik dla pieszych, nawierzchnia z tłuczni kamionnego
- Ściek trójkątny
- Ściek mostowy korytkowy, polimerobetonowy
- Ściek drogowy trójkątny z prefabrykatów betonowych wg KPED 01.05 i 01.06Projektowane skarpy
- Skarpy

OZNACZENIA:

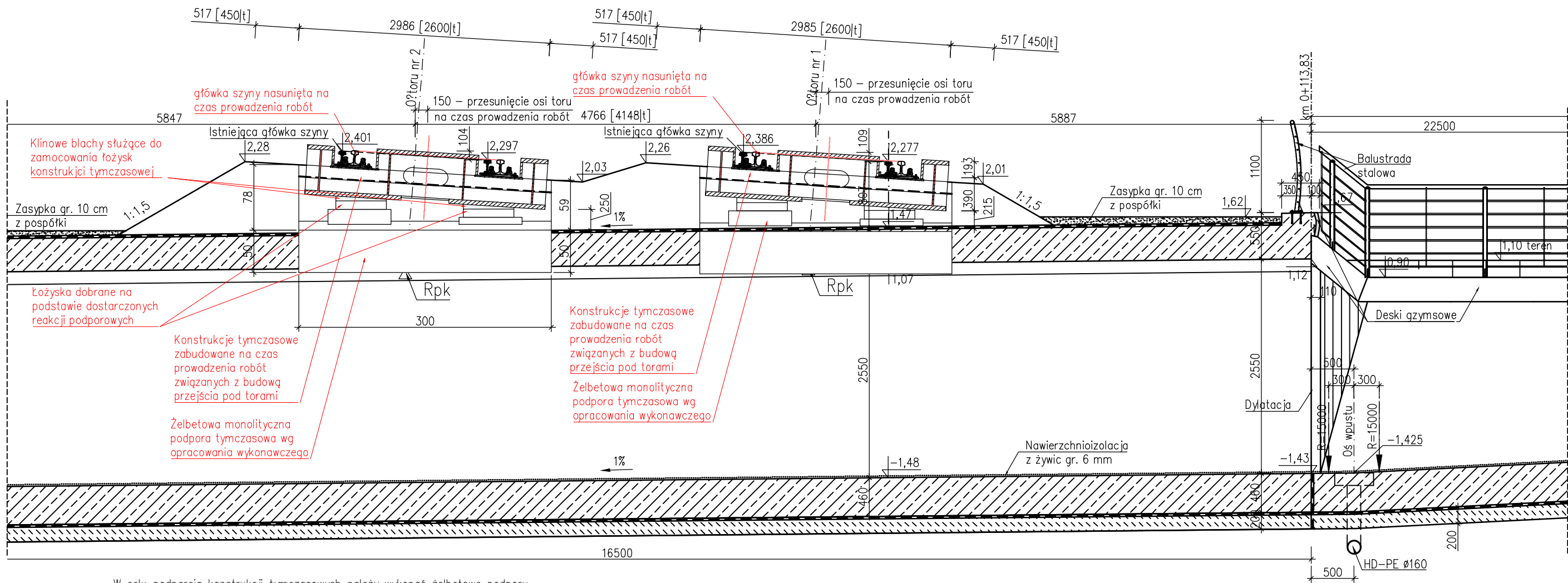
- PROJEKTOWANA STUDZIENKA NA KANALIZACJI DESZCZOWEJ
- PROJEKTOWANY PRZYKANALIK KANALIZACJI DESZCZOWEJ
- PROJEKTOWANY KANAŁ DESZCZOWY
- PROJEKTOWANA STUDZIENKA WLOTOWA Z OSADNIKIEM
- PROJEKTOWANA PRZEPOMPOWNIA WÓD DESZCZOWYCH
- PROJEKTOWANY RUROCIĄG TŁOCZNY
- PROJEKTOWANY WYLOT KANALIZACJI DESZCZOWEJ
- PROJEKTOWANY WPUST ULICZNY
- PROJEKTOWANY WPUST MOSTOWY Z ODPLYWEM PIONOWYM
- TRACONA OBUDOWA WYKOPU POMPOWNI
- PROJEKTOWANE OGRODZENIE PRZEPOMPOWNI WÓD OPADOWYCH
- PROJEKTOWANA BRAMA WJAZDOWA
- GRANICA DZIAŁKI
- LOKALIZACJA I NUMER OTWORU GEOLOGICZNEGO
- RZĘDNA DNA ZBIORNIKA PO ODMULENIU
- Teren zamknięty PKP
- Granica zamkniętego terenu kolejowego
- Punkt skrzyżowania sieci elektrycznej z granicą terenu kolejowego
- Punkt skrzyżowania sieci kanalizacyjnej deszczowej z granicą terenu kolejowego
- Wpust uliczny km 0+073,78  
Rzędna wierzchu wpustu 0,78
- Wpust mostowy z bocznym odpływem i koszem osadowym  
km 0+073,78, rzędna wierzchu wpustu 0,78
- Proj. kanalizacja deszczowa

Tytuł projektu	Budowa przejść podziemnych pod linią kolejową nr 401 oraz pod linią kolejową nr 996 w Świnoujściu – Łunowie wraz z ciągiem pieszo-rowerowym Zadanie 2. Budowa przejścia pod linią kolejową nr 401		Umowa
Tytuł rysunku	Konstrukcje tymczasowe - położenie konstrukcji		Data 03.2024
Projektant	dr inż. Kamil Pawłowski Upr.nr DOŚ/0126/PBM/17		Skala 1: 500
Opracował			Nr rys. 1



Przekrój A-A ( po osi niwelety)

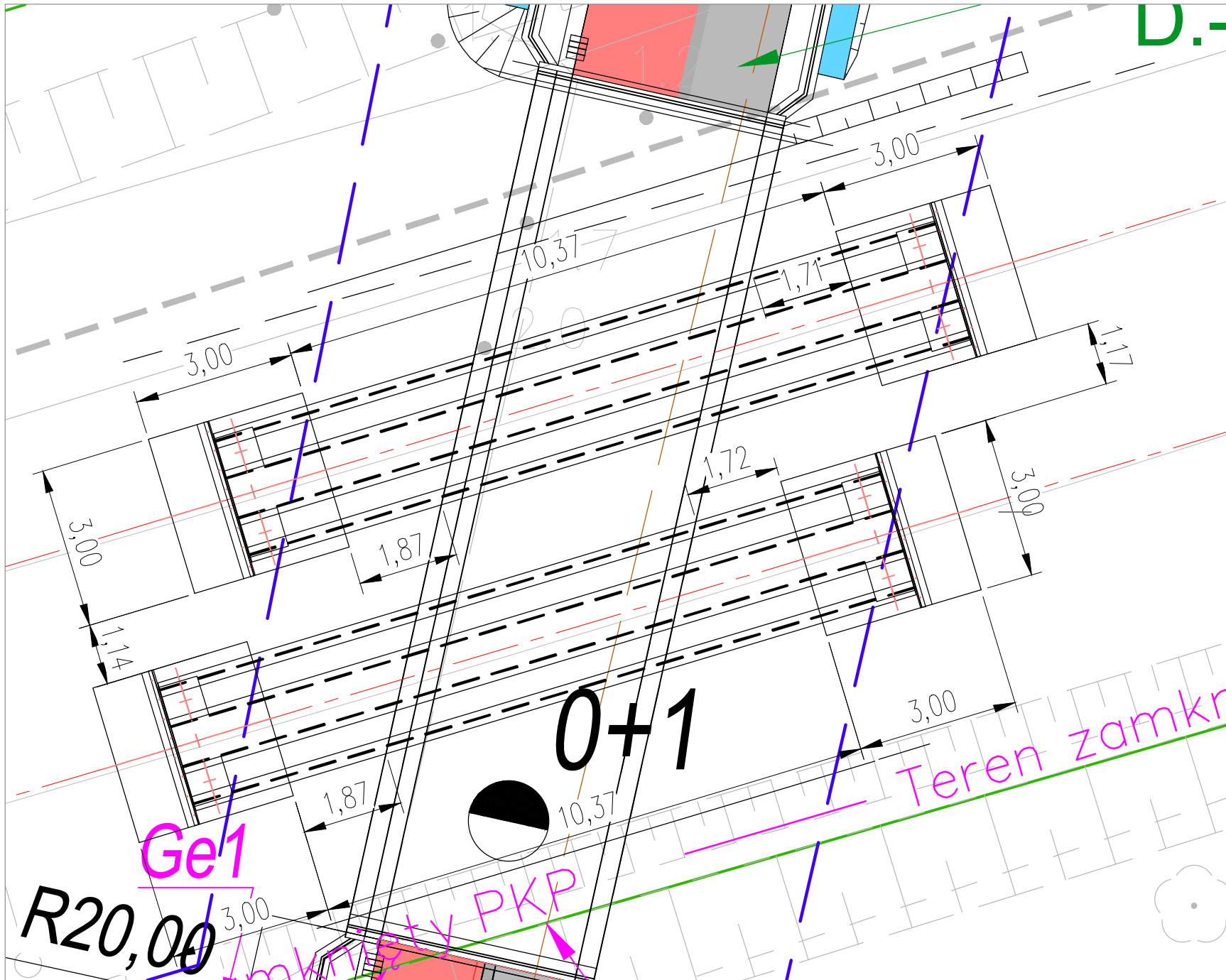
skala 1:50



W celu podparcia konstrukcji tymczasowych należy wykonać żelbetowe podpory. Podpory można wykonać, jako monolityczne płyty o wymiarach w planie 3 x 3 m. Podpory wymagają wykonania ścianek zaplecnych uniemożliwiających obsypywaniu się nawierzchni kolejowej pod przęsła.

Alternatywnie możliwe jest wykonanie podpór z płyt żelbetowych typu MON o wymiarach 1,5 x 3 m. Płyty należy układać w 3 warstwach naprzemiennie w celu powiązania warstw. Górna warstwa płyt powinna być wykonana z płyt ułożonych dłuższym bokiem równolegle do osi przęsła. Ściankę zapleczną można wykonać z elementów prefabrykowanych typu L dostosowanych na wysokość do poziomu szyn. Podpory wykonać na warstwie zagęszczonej stabilizacji piaskowo-cementowej.

Tytuł projektu	Budowa przejść podziemnych pod linią kolejową nr 401 oraz pod linią kolejową nr 996 w Świnoujściu – Łunowie wraz z ciągiem pieszo-rowerowym Zadanie 2. Budowa przejścia pod linią kolejową nr 401		Umowa WM/68/2021
	Tytuł rysunku Przejście pod linią kolejową nr 401 Przekroje		Data 03.2024
Projektant	dr inż. Kamil Pawłowski Upr.nr DOŚ/0126/PBM/17		Skala 1: 50 1:100
Opracował	dr inż. Kamil Pawłowski Upr.nr DOŚ/0126/PBM/17		Nr rys. 2



OZNACZENIA:

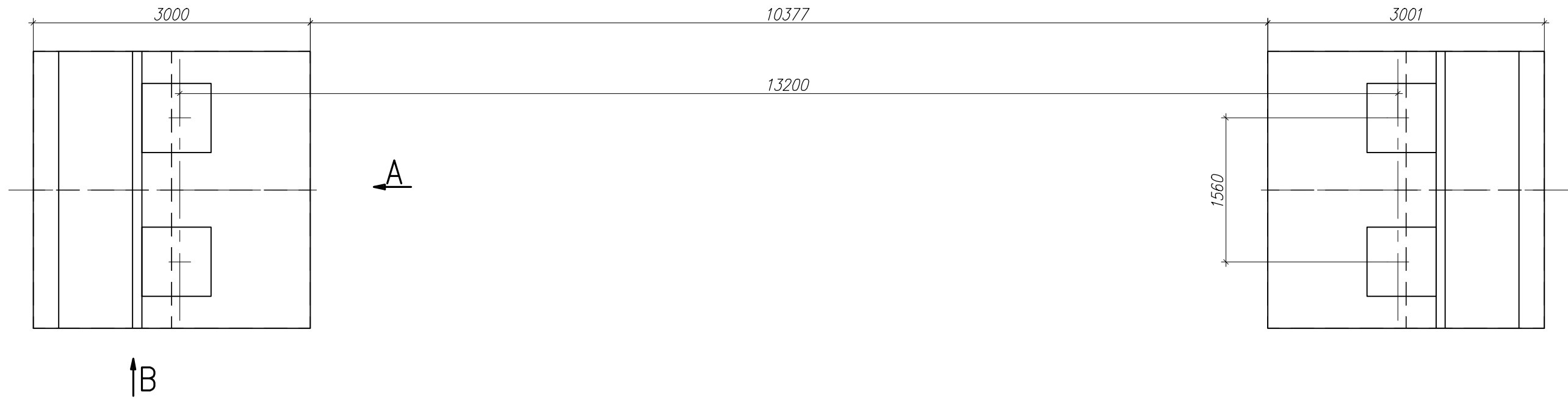
- PROJEKTOWANA STUDZIENKA NA KANALIZACJI DESZCZOWEJ
- PROJEKTOWANY PRZYKANALIK KANALIZACJI DESZCZOWEJ
- PROJEKTOWANY KANAŁ DESZCZOWY
- PROJEKTOWANA STUDZIENKA WLOTOWA Z OSADNIKIEM
- PROJEKTOWANA PRZEPOMPOWNIA WÓD DESZCZOWYCH
- PROJEKTOWANY RUROCIĄG TŁOCZNY
- PROJEKTOWANY WYLOT KANALIZACJI DESZCZOWEJ
- PROJEKTOWANY WPUST ULICZNY
- PROJEKTOWANY WPUST MOSTOWY Z ODPLYWEM PIONOWYM
- TRACONA OBUDOWA WYKOPU POMPOWNI
- PROJEKTOWANE OGRODZENIE PRZEPOMPOWNI WÓD OPADOWYCH
- PROJEKTOWANA BRAMA WJAZDOWA
- GRANICA DZIAŁKI
- LOKALIZACJA I NUMER OTWORU GEOLOGICZNEGO
- RZĘDNA DNA ZBIORNIKA PO ODMULENIU
- Teren zamknięty PKP
- Granica zamkniętego terenu kolejowego
- Punkt skrzyżowania sieci elektrycznej z granicą terenu kolejowego
- Punkt skrzyżowania sieci kanalizacyjnej deszczowej z granicą terenu kolejowego
- Wpust uliczny km 0+073,78  
Rzędna wierzchu wpustu 0,78
- Wpust mostowy z bocznym odpływem i koszem osadowym  
km 0+073,78, rzędna wierzchu wpustu 0,78
- Proj. kanalizacja deszczowa

Oznaczenia:

- Obszar oddziaływania inwestycji
- Droga rowerowa, nawierzchnia z kostki betonowej "polbruk" kolor czerwony
- Droga rowerowa, nawierzchnia z żywic syntetycznych na betonie kolor czerwony
- Chodnik dla pieszych, nawierzchnia z kostki betonowej "polbruk" kolor popielaty
- Chodnik dla pieszych, nawierzchnia z żywic syntetycznych na betonie kolor popielaty
- Droga rowerowa i chodnik dla pieszych, nawierzchnia z tłucznia kamiennego
- Ściek trójkątny
- Ściek mostowy korytkowy, polimerobetonowy
- Ściek drogowy trójkątny z prefabrykatów betonowych wg KPED 01.05 i 01.06Projektowane skarpy
- Skarpy

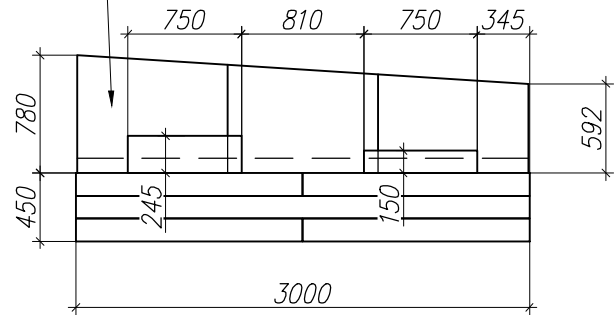
Tytuł projektu	Budowa przejść podziemnych pod linią kolejową nr 401 oraz pod linią kolejową nr 996 w Świnoujściu – Łunowie wraz z ciągiem pieszo-rowerowym Zadanie 2. Budowa przejścia pod linią kolejową nr 401		Umowa
Tytuł rysunku	Konstrukcje tymczasowe - podpory widok		Data 03.2024
Projektant	dr inż. Kamil Pawłowski Upr.nr DOŚ/0126/PBM/17		Skala 1:100
Opracował	dr inż. Kamil Pawłowski Upr.nr DOŚ/0126/PBM/17		Nr rys. 3

Widok z góry

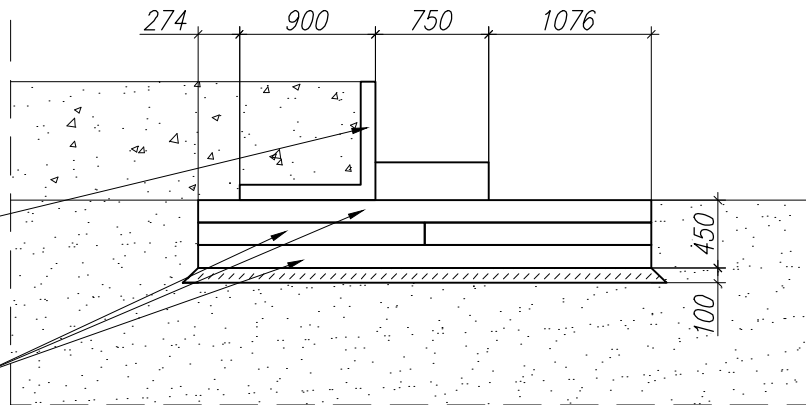


Ścianka peronowa typu L  
wysokość dostosowana do  
geometrii toru

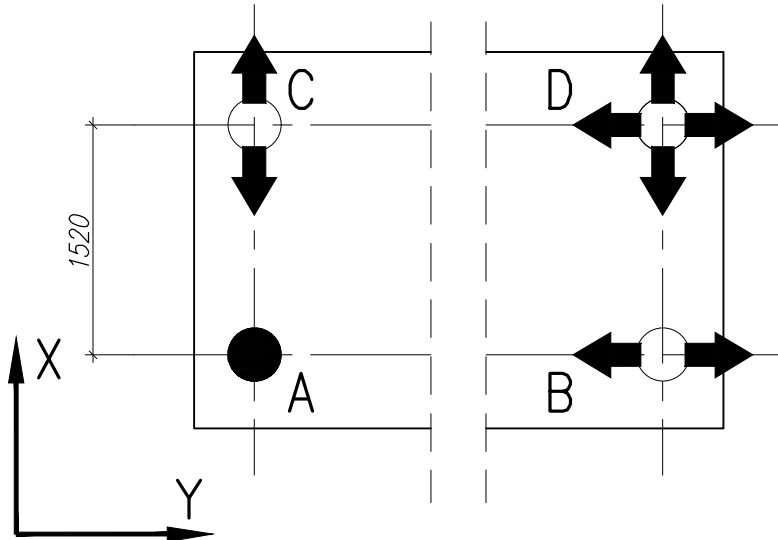
Widok A



Widok B



Schemat łożyskowania

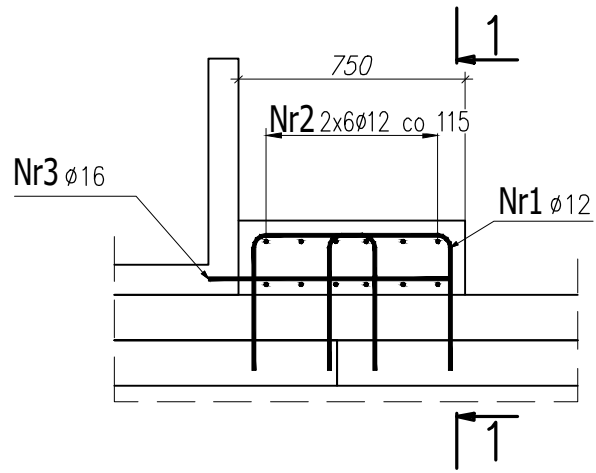


	Wartości reakcji podporowych [kN]			
	A	B	C	D
Vz	900	900	900	900
Hx	± 220	± 220	-	-
Hy	± 400	-	± 400	-

Zbrojenie ciosu wyższego

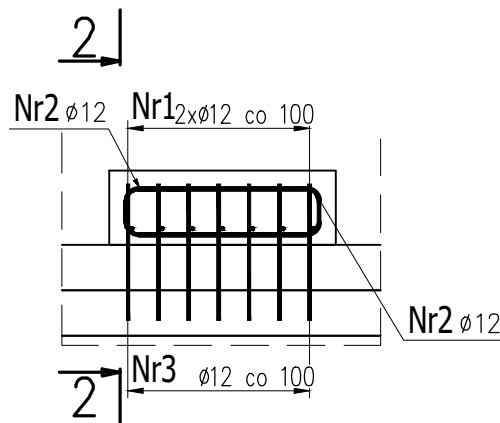
Przekrój 2-2

Skala 1:25



Przekrój 1-1

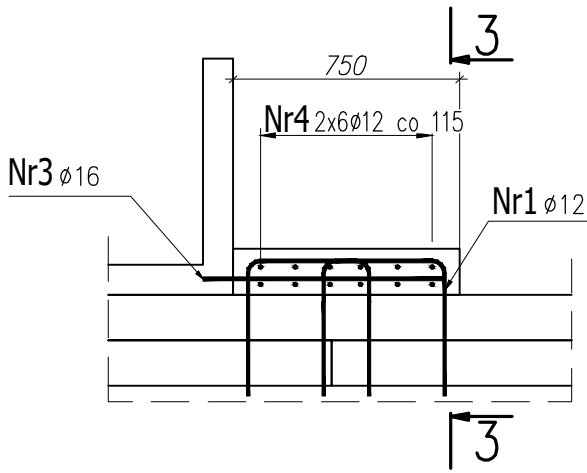
Skala 1:25



Zbrojenie ciosu niższego

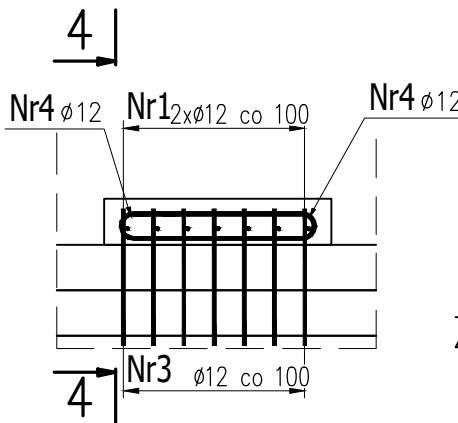
Przekrój 4-4

Skala 1:25



Przekrój 3-3

Skala 1:25



ZESTAWIENIE STALI ZBROJENIOWEJ DLA JEDNEJ PODPORY

POZ.	NR PRĘTA	Ø [mm]	DŁUGOŚĆ [m]	ILOŚĆ			DŁ. ŁĄCZNA [m]
				PRĘTÓW	x POZ.	RAZEM	A–IIIN
							Ø12
Ciosy podłożyskowe – jedna podpora							
Nr1	1	12	1.260	28	1	28	35.28
Nr2	2	12	1.300	14	1	14	18.20
Nr3	3	12	0.800	12	1	12	9.60
Nr5	4	12	1.230	12	1	12	25.56
DŁUGOŚĆ RAZEM [m]							88.64
MASA JEDNOSTKOWA [kg/m]							0.888
MASA [kg]							78.72
MASA CAŁKOWITA [kg]							78.72

UWAGI:  
Zbrojenie wykonać x2

Fundament należy wykonać na warstwie betonu podkładowego grubości 10 cm, klasy C 12/15.  
Grunt w postaci nasypu niekontrolowanego lub słabonośne warstwy gruntu spoiściego, znajdującego się w obrębie posadowienia, należy bezwzględnie wymienić na grunt stabilizowany cementem. Wbudowywany grunt należy układać warstwami o miąższościach nie przekraczających 30 cm i zagęszczać do wskaźnika zagęszczenia  $Is=1,0$ . Do wymiany gruntu możliwe jest użycie gruntów niespoistych (piasków) odzyskanych po wykonaniu wykopy pod wykonywane fundamenty. Zawartość cementu należy przyjmować w granicach od 8% do 10% liczonych w stosunku do masy suchego gruntu lub kruszywa. Wymieniony grunt pod fundamentem powinien przenosić naprężenia o wartości nie mniejszej niż 0,5 MPa.

Tytuł projektu	Budowa przejść podziemnych pod linią kolejową nr 401 oraz pod linią kolejową nr 996 w Świnoujściu – Lunowie wraz z ciągiem pieszo-rowerowym Zadanie 2. Budowa przejścia pod linią kolejową nr 401		Umowa
Tytuł rysunku	Konstrukcje tymczasowe - położenie konstrukcji		Data 03.2024
Projektant	dr inż. Kamil Pawłowski Upr.nr DOŚ/0126/PBM/17		Skala 1:50
Opracował	dr inż. Kamil Pawłowski Upr.nr DOŚ/0126/PBM/17		Nr rys. 4

## **OBLICZENIA STATYCZNE**

**konstrukcji kolejowego przęsła tymczasowego  
na linii nr 401 Szczecin Dąbie - Świnoujście w km 93.087**

**BRANŻA:** mostowa,

**ZAMAWIAJĄCY:** Gmina Miasto Świnoujście, ul. Wojska Polskiego 1/5, 72-600 Świnoujście

**ZLECENIODAWCA:** Zakład Robót Komunikacyjnych – DOM w Poznaniu sp. z o.o.  
ul. Mogileńska 10G, 61-052 Poznań

Autorzy	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektował:	dr inż. Kamil Pawłowski DOŚ/0126/PBM/17	<b>dr inż. Kamil Pawłowski</b> Upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w spec. inżynierii mostowej nr ewid. DOŚ/0126/PBM/17

## Spis treści

1.	Wstęp.....	2
1.1.	Przedmiot opracowania .....	2
1.2.	Oprogramowanie .....	2
1.3.	Opis konstrukcji elementu.....	2
2.	Model obliczeniowy .....	3
2.1.	Opis modelu obliczeniowego .....	3
2.2.	Parametry modelowe .....	3
2.3.	Materiały .....	3
2.4.	Przekroje poprzeczne .....	4
3.	Obciążenia .....	4
3.1.	Obciążenia stałe konstrukcyjne .....	4
3.2.	Obciążenie stałe niekonstrukcyjne .....	4
3.3.	Oddziaływanie wiatru .....	4
3.4.	Oddziaływanie taboru kolejowego LM 71 wg PN-EN 1991-2.....	5
3.4.1.	Efekty dynamiczne .....	6
3.4.2.	Oddziaływania pionowe .....	7
3.4.3.	Sklassyfikowane obciążenie twarem .....	7
3.4.4.	Uderzenia boczne .....	8
3.4.5.	Siły odśrodkowe .....	8
3.4.6.	Oddziaływania związane z przyspieszaniem i hamowaniem.....	9
3.5.	Oddziaływanie taboru kolejowego klasyfikowanego zgodnie z PN-EN 15528 .....	9
3.5.1.	Efekty dynamiczne .....	10
3.5.2.	Obciążenia pionowe wg PN-EN 15528 .....	11
4.	Kombinacje obliczeniowe .....	13
4.1.	Stan graniczny nośności .....	13
4.2.	Stan graniczny użytkowalności .....	13
5.	Analiza nośności .....	14
5.1.	Założenia obliczeniowe .....	14
5.2.	Odształcenia pionowe ustroju nośnego .....	14
5.3.	Wyniki wymiarowania konstrukcji przęsła – obciążenie D4/30.....	14
5.4.	Określenie reakcji podporowych – obciążenie D4/30.....	16
5.5.	Wnioski .....	17



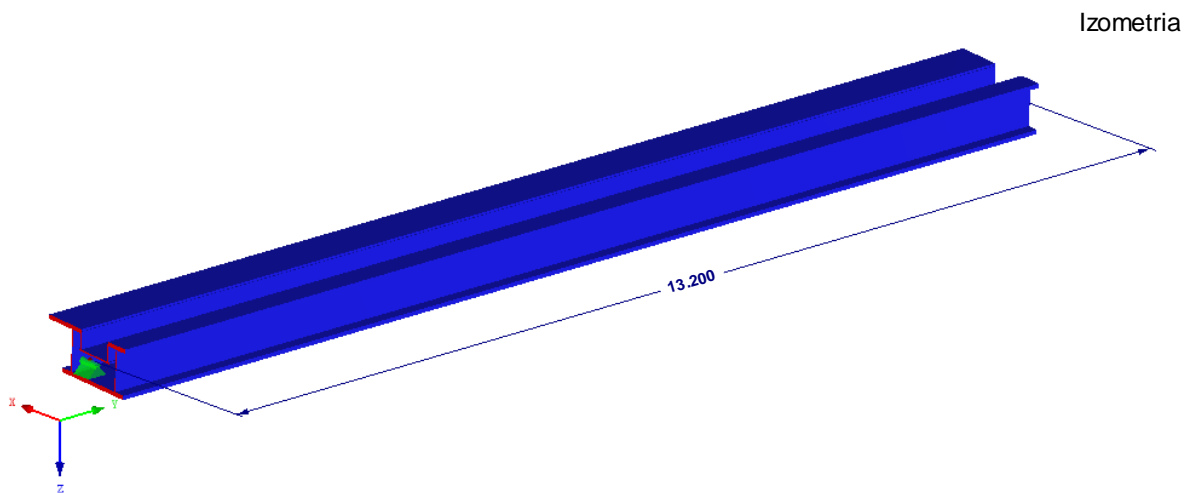
## 2. Model obliczeniowy

### 2.1. Opis modelu obliczeniowego

Model obliczeniowy analizy globalnej został zbudowany z wykorzystaniem elementów jednowymiarowych w przestrzeni dwuwymiarowej  $e^1, p^2$ .

Zakłada się następujący schemat orientowania przestrzeni:

- kierunek X – zorientowany prostopadle do środkowej osi podłużnej obiektu,
- kierunek Y – zorientowany na podstawie kierunku X oraz Z, z zachowaniem układu prawoskrętnego,
- kierunek Z – zorientowany zgodnie z kierunkiem sił ciężkości,



Rysunek 2. Model obliczeniowy

### 2.2. Parametry modelowe

Wprowadza się wybrane zmienne obowiązujące na przestrzeni całego raportu. Odzworowują one podstawowe parametry środowiska oraz konstrukcji w zagadnieniach fizycznych, geometrycznych, z zakresu analizy numerycznej, procedur wymiarowania oraz inne.

- przyspieszenie ziemskie:  $g_a = 9,81 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$
- rozpiętość teoretyczna przęsła:  $L_T = 13,200 [m]$

### 2.3. Materiały

Do wykonania konstrukcji blachownicowej przęsła, zastosowano stal gatunku S355J2N.

## 2.4.Przekroje poprzeczne

Geometrię przęsła przyjęto na podstawie danych dostarczonych przez Zamawiającego.

## 3. Obciążenia

### 3.1.Obciążenia stałe konstrukcyjne

Obciążenie stałe konstrukcyjne jest generowane automatycznie w oparciu o charakterystyki elementu skończonego i gęstość objętościową materiału. Zastosowanie ma norma projektowa [1].

- współczynnik bezpieczeństwa, niekorzystny:  $\gamma_{G,sup} = 1,35$
- współczynnik bezpieczeństwa, korzystny:  $\gamma_{G,inf} = 1,00$

### 3.2.Obciążenie stałe niekonstrukcyjne

Uwzględniono ciężar znaczących elementów niekonstrukcyjnych znajdujących się na obiekcie m.in. ciężar własny nawierzchni kolejowej nad analizowanym przęsłem. Zastosowanie ma norma projektowa [1].

- współczynnik bezpieczeństwa, niekorzystny:  $\gamma_{G,sup} = 1,35$
- współczynnik bezpieczeństwa, korzystny:  $\gamma_{G,inf} = 1,00$
- ciężar nawierzchni typu S60 mocowanej bezpośrednio:  $q_1 = 1,5 \left[ \frac{kN}{m} \right]$
- ciężar chodnika obsługi (jednostronnego):  $q_2 = 1,71 \left[ \frac{kN}{m} \right]$

### 3.3.Oddziaływanie wiatru

Wartość ciśnienia wiatru wyznacza się zgodnie z rozdziałem 8 normy PN-EN 1991-1-4.

Siła wypadkowa od działania wiatru:

$$F_W = \frac{1}{2} \rho * v_b^2 * C * A_{ref,x}$$

gdzie:

$\rho = 1,25 kg/m^3$ - gęstość powietrza

$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$  - bazowa prędkość wiatru, dla której zalecane wartości to:  $c_{dir} = 1,0$ ,  $c_{season} = 1,0$ ,  $v_{b,0} = 25m/s$

$C = c_e * c_{f,x}$  – współczynnik obciążenia wiatrem

$c_e(z)$  – współczynnik ekspozycji



$c_{f,x} = 1,3$  – zalecana wartość współczynnika oporu aerodynamicznego

$A_{ref,x}$  - powierzchnia odniesienia

Do obliczenia współczynnika obciążenia wiatrem  $C$  przyjmuje się I kategorię terenu i wysokość odniesienia równą  $z_e = 5,30m$  (odległość od najniższego punktu terenu pod obiektem do 4m ponad główką szyny). Zatem współczynnik ekspozycji wynosi:

$$c_e(z_e) = 3,0 * \left(\frac{z}{10}\right)^{0,17} = 3,0 * \left(\frac{5,30}{10}\right)^{0,17} = 2,69$$

Wartość współczynnika obciążenia wiatrem wynosi:

$$C = 2,69 * 1,3 = 3,50$$

Wartość ciśnienia wiatru na dźwigar:

$$p_w = \frac{1}{2} * 1,25 \frac{kg}{m^3} * \left(25 \frac{m}{s}\right)^2 * 3,50 = 1367 N/m^2 = 1,367 kN/m^2$$

Wartość liniowego obciążenia wypadkowego od ciśnienia wiatru na pociąg dla referencyjnej wysokości pociągu ponad dźwigarem równej 4,0m:

$$q_w = p_w * 4,0m = 5,468 kN/m$$

Obciążenie wypadkowe działa jako obciążenie poziome przyłożone na wysokości 2m powyżej górnej krawędzi szyny, zatem przyjęto model pary sił o rozstawie równym rozstawowi szyn:

$$q_{wo} = \frac{5,468 * 2,26}{1,50} = 8,24 kN/m$$

Współczynnik obciążenia dla stanu granicznego nośności wynosi  $\gamma_f = 1.5$ .

### 3.4. Oddziaływanie taboru kolejowego LM 71 wg PN-EN 1991-2

Oddziaływanie taboru kolejowego zostało podzielone na grupy, które rozpatrują najniekorzystniejsze sytuacje ustawienia pojazdu z uwzględnieniem odpowiedniego stopnia prawdopodobieństwa jednoczesności składowych wewnątrz oraz interakcji z innymi obciążeniami.

- współczynnik bezpieczeństwa, niekorzystny:  $\gamma_{F,sup} = 1,45$
- współczynnik bezpieczeństwa, korzystny:  $\gamma_{F,inf} = 0,00$
- współczynnik dla wartości kombinacyjnej oddziaływania zmiennego:  $\psi_0 = 0,80$
- współczynnik dla wartości częstej oddziaływania zmiennego:  $\psi_1 = 0,80$
- współczynnik dla wartości prawie stałej oddziaływania zmiennego:  $\psi_2 = 0,00$

### 3.4.1. Efekty dynamiczne

#### Zakres stosowania metody statycznej ze współczynnikiem dynamicznym:

Obiekt musi spełniać pewne wymagania, aby poprawnym było zastosowanie analizy statycznej ze współczynnikiem dynamicznym. Procedura sprawdzająca jest opisana w normie projektowej [2].

- graniczna prędkość pojazdów poruszających się po obiekcie:  $v_{max} = 30 \left[ \frac{km}{h} \right]$

- górna granica obszaru dla którego analiza dynamiczna nie jest wymagana:

$$n_{0,g} = 94,76 \cdot L_{\phi}^{-0,748}$$

$$n_{0,g} = 13,75 [Hz]$$

- dolna granica obszaru dla którego analiza dynamiczna nie jest wymagana:

$$n_{0,d} = \begin{cases} \frac{80}{L_{\phi}} & \text{dla } 4 \text{ m} \leq L_{\phi} \leq 20 \text{ m} \\ 23,58 \cdot L_{\phi}^{-0,592} & \text{dla } 20 \text{ m} < L_{\phi} \leq 100 \text{ m} \end{cases}$$

$$n_{0,d} = 6,06 [Hz]$$

Wnioski:

Częstotliwość drgań własnych wynosi  $n_o = 9,49 Hz$ . Zatem do dalszych analiz przyjęto do stosowania współczynniki dynamiczne wyznaczone zgodnie z [2].

#### Funkcja współczynnika dynamicznego:

Zastosowanie ma uproszczona metoda ewaluacji efektów dynamicznych [2].

- stan utrzymania toru dla obliczeń podstawowych: normalny
- współczynnik dynamiczny dla starannie utrzymywanego toru:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_{\phi}} - 0,2} + 0,82$$

$$1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

$$\Phi_2 = 1,24$$

- współczynnik dynamiczny dla normalnie utrzymywanego toru:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_{\phi}} - 0,2} + 0,73$$

$$1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$$

$$\Phi_3 = 1,36$$

**W ramach analizy oddziaływań taboru kolejowego LM 71 wg PN-EN 1991-2 do dalszych obliczeń zastosowanie znajduje współczynnik dynamiczny właściwy dla normalnie utrzymywanego toru, który wynosi:**

$$\Phi_3 = 1,36 - \text{dla dźwigarów głównych}$$

- zredukowane efekty dynamiczne:

W przypadku mostów łukowych i mostów betonowych wszystkich rodzajów z nadsypką większą od 1,00 m,  $\Phi_2$  i  $\Phi_3$  mogą być zredukowane następująco:

$$red\Phi_{2,3} = \Phi_{2,3} - \frac{h - 1,00}{10} \geq 1,0$$

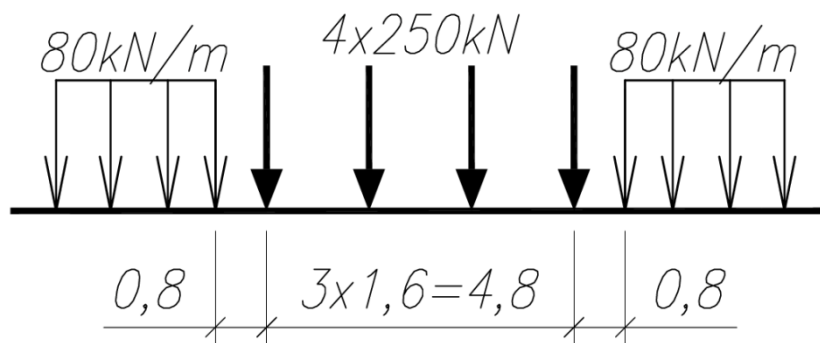
gdzie:

$h$  – wysokość nadsypki łącznie z podsypką od wierzchu pomostu do wierzchu podkładu (w mostach łukowych od klucza sklepienia),

**Z uwagi na brak nadsypki tłuczniowej, w analizowanym przypadku, nie uwzględnia się jej wpływu na redukcję efektów dynamicznych.**

### 3.4.2. Oddziaływania pionowe

Obciążenie pionowe jest reprezentowane przez blok sił skupionych oraz blok sił równomiernie rozłożonych. Dowolna część modelu może zostać pominięta, jeżeli wywołuje ona korzystne oddziaływanie w analizowanym przekroju.



Rysunek 3. Model obciążenia LM 71

### 3.4.3. Sklasyfikowane obciążenie taborem

Obciążenie pojazdem podlega klasyfikacji linii kolejowej współczynnikiem  $\alpha$ . Współczynnik ten odnosi się do obciążeń pionowych, sił odśrodkowych, sił uderzeń bocznych (w ograniczonym zakresie), sił przyspieszania i hamowania oraz wspólnej odpowiedzi toru oraz do sytuacji awaryjnej wykolejenia taboru.

- normowe wartości współczynnika klasyfikacyjnego:

$$0,75 - 0,83 - 0,91 - 1,00 - 1,10 - 1,21 - 1,33 - 1,46$$

Zgodnie z rozporządzeniem [3] linie pierwszorzędne (kat:1) projektuje się ze współczynnikiem  $\alpha = 1,21$ , jest to zatem maksymalny rozpatrywany współczynnik.

- analizowane wartości współczynnika klasyfikacyjnego:

$$0,75 - 0,83 - 0,91 - 1,00 - 1,10 - 1,21$$

#### 3.4.4. Uderzenia boczne

Uderzenie boczne należy przyjmować jako siłę skupioną działającą poziomo na wierzchu szyn, prostopadle do osi toru [2]. Wartość charakterystyczna uderzenia bocznego jest równa  $Q_{sk} = 100 [kN]$ . Nie należy jej mnożyć przez współczynnik dynamiczny. Wartość charakterystyczną uderzenia bocznego należy mnożyć przez współczynnik klasyfikacji obciążeń dla  $\alpha \geq 1,00$ .

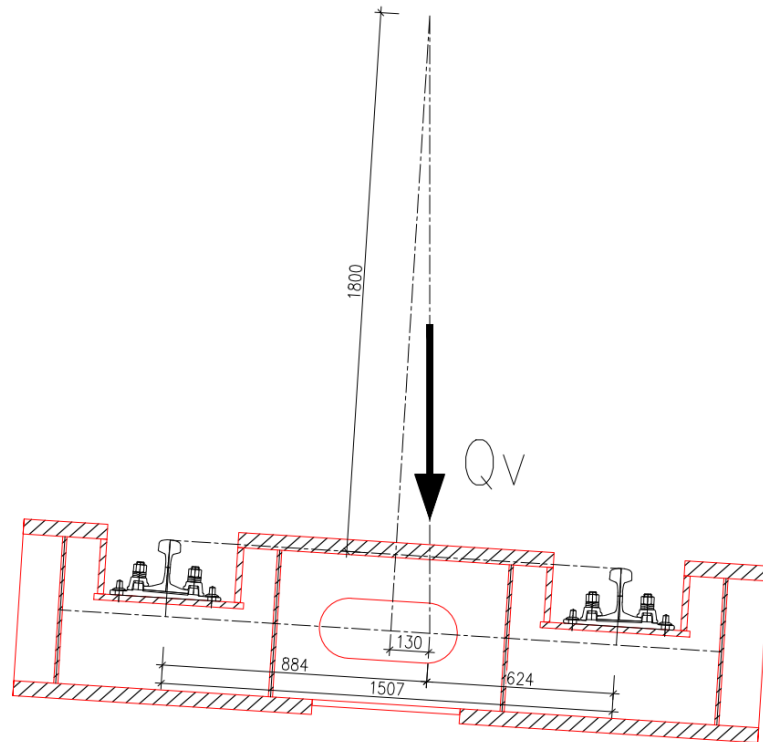
#### 3.4.5. Siły odśrodkowe

Jeżeli tor na moście jest zakrzywiony na całej długości lub na części długości mostu, to należy uwzględniać siłę odśrodkową oraz przechyłkę toru [2]. Siły odśrodkowe działają na kierunku wskazującym zewnętrzną część łuku, jako miejsce oddziaływania siły odśrodkowej przyjęto teoretyczny środek ciężkości pojazdu. Siłę odśrodkową należy zawsze łączyć z pionowym obciążeniem ruchomym oraz nie należy jej mnożyć przez współczynnik dynamiczny. Wynikiem oddziaływania sił odśrodkowych są siły poziome i siły pionowe.

- prędkość pojazdu: 
$$v = 30 \left[ \frac{km}{h} \right]$$
- położenie środka ciężkości: 
$$h_g = 1,8 [m]$$

Współczynnik obciążenia dla stanu granicznego nośności wynosi  $\gamma_f = 1.5$ .

W analizowanym przypadku, nie uwzględnia się działania siły odśrodkowej, natomiast uwzględniono wpływ przechyłki z uwagi na montaż przęseł w układzie nachylonym o kąt  $\alpha = 3,62^\circ$ . Zastosowana przechyłka generuje mimośrodowe położenie wypadkowej sił pionowych. Wskazany mimośród został uwzględniony przy zwiększeniu oddziaływania obciążenia przypadającego na niższą szynę.



Rysunek 4. Schemat przedstawiający przechyłkę powodującą mimośrodowe położenie wypadkowej sił pionowych.

#### 3.4.6. Oddziaływania związane z przyśpieszaniem i hamowaniem

Siły przyśpieszania i hamowania należy przyjmować jako działające na wierzchu szyn w kierunku podłużnym toru, jako równomiernie rozłożone na długościach linii wpływu  $L_{a,b}$  [2].

Wartości charakterystycznych sił przyśpieszania i hamowania nie należy mnożyć przez współczynnik dynamiczny. Należy jednak uwzględnić współczynnik klasyfikacji  $\alpha$  [2].

Siły przyśpieszania i hamowania należy przykładać tylko i wyłącznie z obciążeniem pionowym.

- siła przyśpieszania:  $Q_{lak} = 33 \left[ \frac{kN}{m} \right] L_{a,b} [m] \leq 1000 [kN]$
- siła hamowania:  $Q_{lbk} = 20 \left[ \frac{kN}{m} \right] L_{a,b} [m] \leq 6000 [kN]$

Współczynnik obciążenia dla stanu granicznego nośności wynosi  $\gamma_f = 1.5$ .

### 3.5. Oddziaływanie taboru kolejowego klasyfikowanego zgodnie z PN-EN 15528

Oddziaływanie taboru kolejowego zostało podzielone na grupy [2], w skład których wchodzi obciążenie pojazdem rzeczywistym (zamiast pojazdów standardowych [2]).

Zastosowanie mają współczynniki bezpieczeństwa i jednoczesności obciążeń jak dla pojazdów podstawowych europejskiej normy projektowej [4, Tablica A2.3].

- współczynnik bezpieczeństwa, niekorzystny:  $\gamma_{F,sup} = 1,45$
- współczynnik bezpieczeństwa, korzystny:  $\gamma_{F,inf} = 0,00$
- współczynnik dla wartości kombinacyjnej oddziaływania zmiennego:  $\psi_0 = 0,80$
- współczynnik dla wartości częstej oddziaływania zmiennego:  $\psi_1 = 0,80$
- współczynnik dla wartości prawie stałej oddziaływania zmiennego:  $\psi_2 = 0,00$

### 3.5.1. Efekty dynamiczne

**Zakres stosowania metody statycznej ze współczynnikiem dynamicznym:**

Patrz punkt (3.5.1).

**Funkcja współczynnika dynamicznego:**

Zastosowanie ma uproszczona metoda ewaluacji efektów dynamicznych.

- stan utrzymania toru dla obliczeń podstawowych: normalny
- Parametr obliczeniowy:

$$K = \frac{v}{2 \cdot L_{\phi} \cdot n_o}$$

- współczynnik dynamiczny, część I:

$$\varphi' = \begin{cases} 1,325 & K(L_{\phi},v) \geq 0,76 \\ \frac{K(L_{\phi},v)}{1 - K(L_{\phi},v) + (K(L_{\phi},v))^4} & \text{w pozostałych przypadkach} \end{cases}$$

- współczynnik prędkości:

$$\alpha_m = \min\left(\frac{v}{22}, 1\right)$$

- współczynnik dynamiczny, część II:

$$\varphi'' = \max\left(\frac{\alpha_m}{100} \left[ 56 \cdot e^{-\left(\frac{L_{\phi}}{10}\right)^2} + 50 \cdot \left(\frac{L_{\phi} \cdot n_o}{80} - 1\right) \cdot e^{-\left(\frac{L_{\phi}}{20}\right)^2} \right], 0\right)$$

- końcowa funkcja współczynnika dynamicznego:

$$\varphi_{dyn} = \begin{cases} \varphi = 1 + \varphi' + 1,00 \cdot \varphi'' & \text{jeżeli staranny} \\ \varphi = 1 + \varphi' + 0,50 \cdot \varphi'' & \text{jeżeli normalny} \end{cases}$$

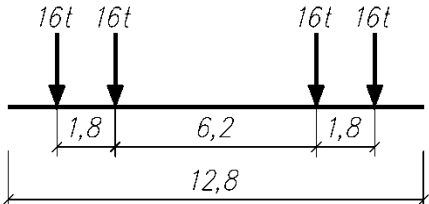
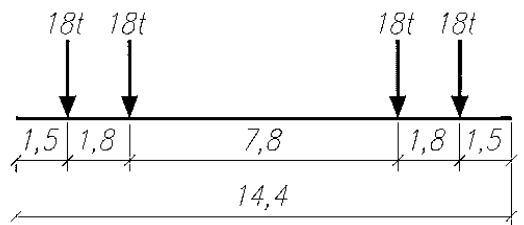
Tabela 1 Wartości współczynnika dynamicznego dla pociągów rzeczywistych.

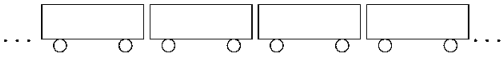
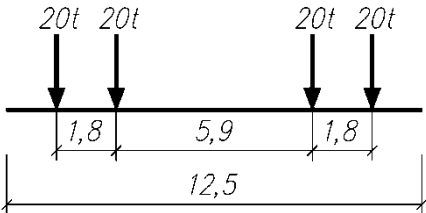
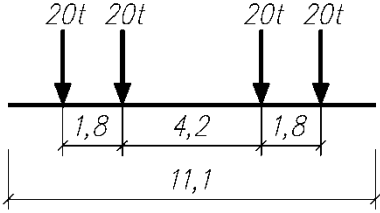
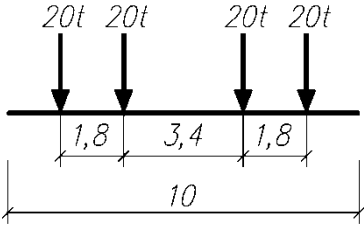
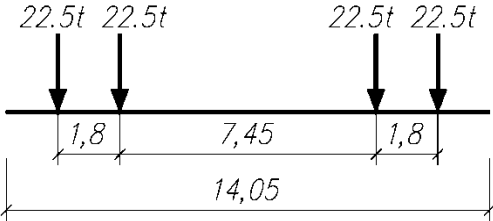
$v$		$K$	$\alpha$	$\varphi'$	$\varphi''$	$1+\varphi$
km/h	m/s	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
30	8	0,033	0,379	0,034	0,106	1,14
40	11	0,044	0,505	0,046	0,142	1,19
50	14	0,055	0,631	0,059	0,177	1,24
60	17	0,067	0,758	0,071	0,213	1,28
70	19	0,078	0,884	0,084	0,248	1,33
80	22	0,089	1,000	0,097	0,281	1,38
100	28	0,111	1,000	0,125	0,281	1,41
110	31	0,122	1,000	0,139	0,281	1,42
120	33	0,133	1,000	0,153	0,281	1,43
130	36	0,144	1,000	0,168	0,281	1,45
140	39	0,155	1,000	0,184	0,281	1,46
150	42	0,166	1,000	0,199	0,281	1,48
160	44	0,177	1,000	0,215	0,281	1,50

### 3.5.2. Obciążenia pionowe wg PN-EN 15528

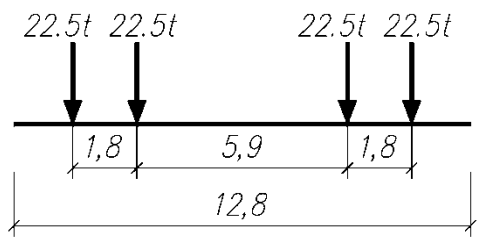
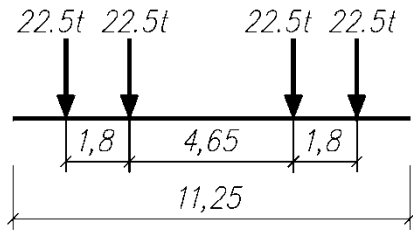
Przyjęto najbardziej niekorzystne warianty ustawienia obciążeń referencyjnych w celu określenia ekstremalnych wartości sił przekrojowych w elementach konstrukcji.

Tabela 2 Analizowane modele obciążeń wg normy PN-EN 15528 [5]

Wagon referencyjny	Nacisk osi P (t)	Obciążenia równomierne P (t/m)	Charakterystyka geometryczna
A	16.0	5.0	
B1	18.0	5.0	

Wagon referencyjny	Nacisk osi P (t)	Obciążenia równomierne P (t/m)	Charakterystyka geometryczna
B2	18.0	6.4	<p><math>n \times B2</math></p> 
C2	20.0	6.4	
C3	20.0	7.2	
C4	20.0	8.0	
D2	22.5	6.4	



Wagon referencyjny	Nacisk osi P (t)	Obciążenia równomierne P (t/m)	Charakterystyka geometryczna
D3	22.5	7.2	
D4	22.5	8.0	

## 4. Kombinacje obliczeniowe

Przyjęto miarodajne kombinacje obciążeń zgodnie z wytycznymi normy PN-EN 1990

### 4.1. Stan graniczny nośności

Stany graniczne nośności to sytuacje odpowiadające maksymalnej nośności konstrukcji, polegającej na m.in.: utracie stateczności położenia lub stateczności sprężystej, zniszczeniu, zamianie w układ zmienny, przekroczeniu określonych naprężeń oznaczających zagrożenie poprzez uplastycznienie, poślizg w złączach czy niebezpieczne rozwarcie rys. Analizy nośności konstrukcji dokonuje się dla kombinacyjnych sytuacji obliczeniowych.

### 4.2. Stan graniczny użytkowości

Stany graniczne użytkowości to sytuacje stanowiące zagrożenie normalnego użytkowania i trwałości konstrukcji, m.in: nadmierne ugięcia, zarysowania, nadmierne drgania. Przy wielu sprawdzeniach użytkowości obiektu istotnym jest przyrost efektów wewnętrznych wyłącznie od obciążenia zmiennego. Jest to realizowane poprzez analizę wartości przyrostowych, inne podejście byłoby błędne, jeżeli analiza nie jest liniowa. Analizy użytkowości konstrukcji dokonuje się dla kombinacyjnych sytuacji obliczeniowych.

## 5. Analiza nośności

### 5.1. Założenia obliczeniowe

Wymiary konstrukcji przyjęto na podstawie danych dostarczonych przez Zamawiającego. Schemat statyczny belki swobodnie podpartej. Analizowano sytuacje obliczeniowe najbardziej niekorzystne dla poszczególnych elementów konstrukcji przęsła.

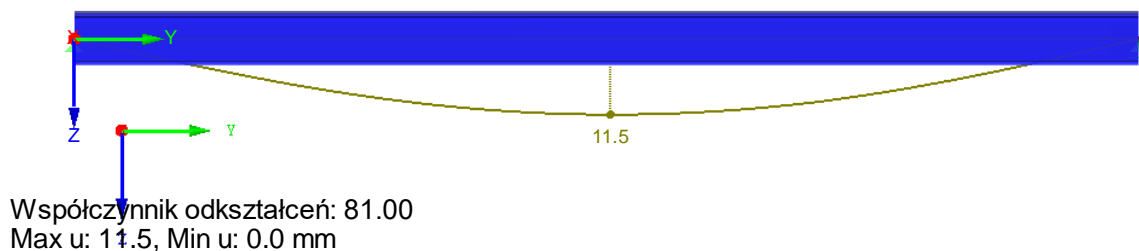
Analiza statyczna wykonana została w oparciu o wymagania Zamawiającego w kwestii dopuszczenia do ruchu pociągów rzeczywistych D4 wg normy PN-EN 15528.

Prędkość maksymalna taboru kolejowego, dopuszczona do poruszania się po obiekcie w sąsiedztwie prac budowlanych określona została jako 30 km/h. W dalszej części opracowania analizowano przedmiotową konstrukcję z uwzględnieniem modelu obciążenia D4/30.

### 5.2. Odształcenia pionowe ustroju nośnego

Pionowe przemieszczenia przęsła należy sprawdzać dla modelu obciążenia D4 bez uwzględnienia współczynnika dynamicznego.

- Warunek graniczny:  $u_{dop} = Lt/600$
- Rozpiętość przęsła:  $L_T = 13,200 \text{ m}$
- Wartość dopuszczalna ugięcia:  $u_{dop} = 22,00 \text{ mm}$



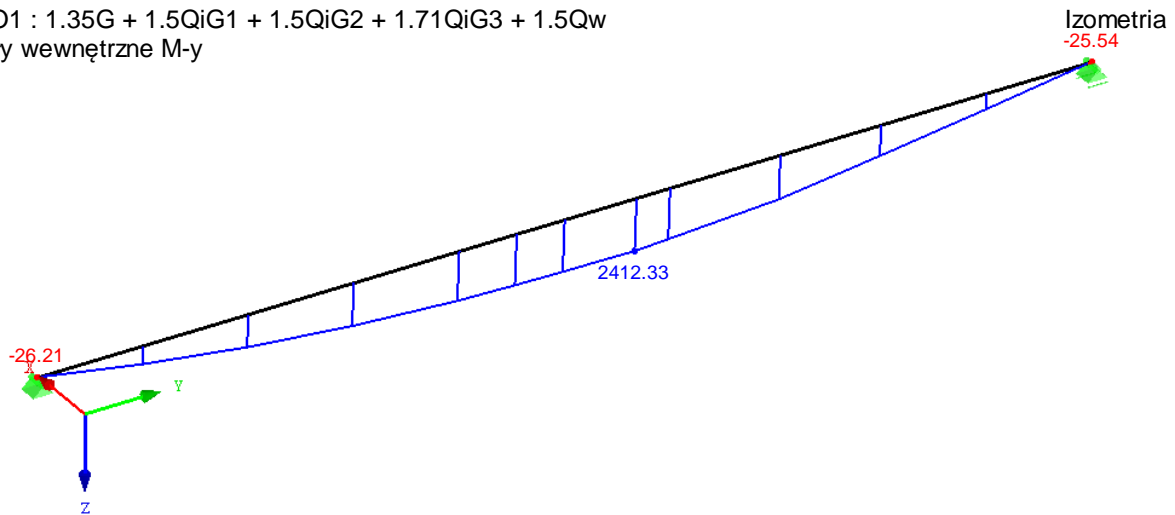
Rysunek 5. Wykres ugięcia od obciążenia ruchomego. Maksymalne ugięcie przęsła 11,5 mm.

- Maksymalne ugięcie  $u_{Ed} = 11,5 \text{ mm}$
- Poziom wyężenia:  $\frac{u_{Ed}}{u_{dop}} = 52,27 \%$

### 5.3. Wyniki wymiarowania konstrukcji przęsła – obciążenie D4/30

Poniżej przedstawiono wyężenie belek głównych konstrukcji przęsła od obciążenia modelem D4/30 wg normy PN-EN 15528

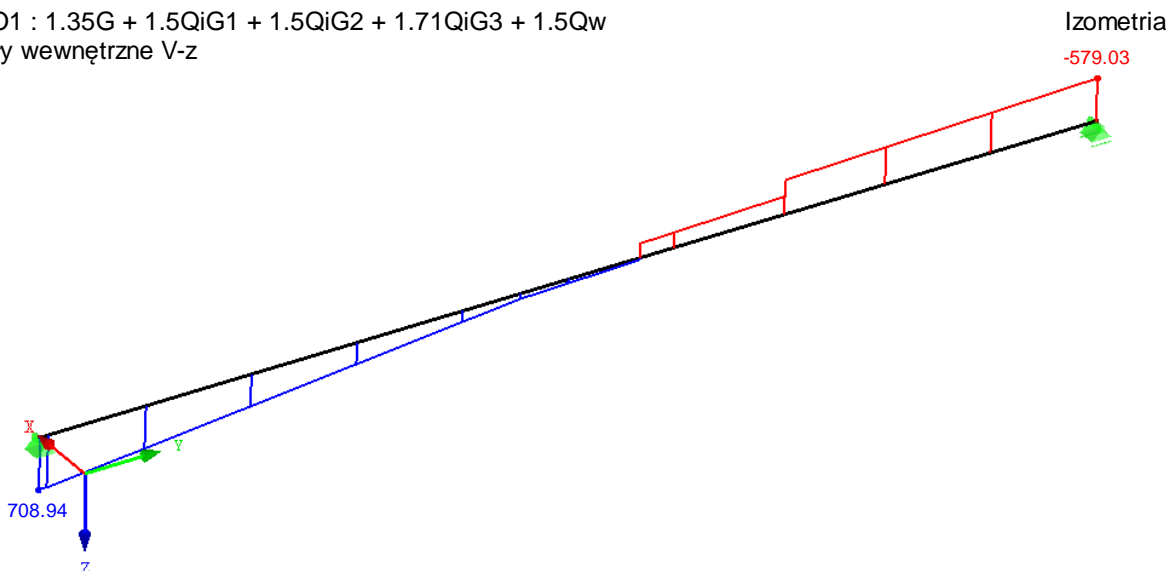
KO1 : 1.35G + 1.5QiG1 + 1.5QiG2 + 1.71QiG3 + 1.5Qw  
Siły wewnętrzne M-y



Max M-y: 2412.33, Min M-y: -26.21 [kNm]

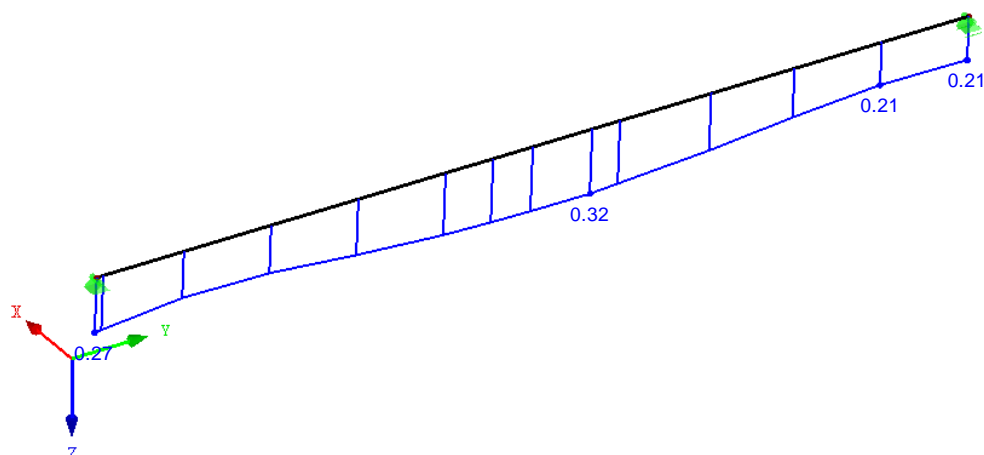
Rysunek 6. Wykres momentów zginających My [kNm] w dźwigarach głównych konstrukcji przęsła

KO1 : 1.35G + 1.5QiG1 + 1.5QiG2 + 1.71QiG3 + 1.5Qw  
Siły wewnętrzne V-z



Max V-z: 708.94, Min V-z: -579.03 [kN]

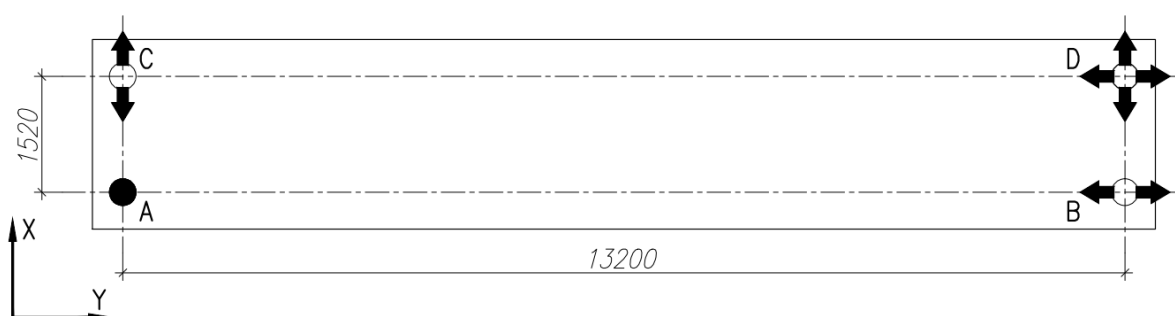
Rysunek 7. Wykres sił tnących Vz [kN] w dźwigarach głównych konstrukcji przęsła



Max Sigma-eqv: 0.32, Min Sigma-eqv: 0.00

Rysunek 8. Wykres wykorzystania profili dźwigarów głównych

#### 5.4. Określenie reakcji podporowych – obciążenie D4/30



Rysunek 9. Schemat łożyskowania przęsła tymczasowego

Tabela 3 – Wartości reakcji podporowych, właściwych dla kategorii obciążenia D4/30

	Wartości reakcji podporowych [kN]			
	A	B	C	D
Vz	900	900	900	900
Hx	± 220	± 220	-	-
Hy	± 400	-	± 400	-

## 5.5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych analiz konstrukcji przęsła tymczasowego, stwierdza się, iż w świetle aktualnie obowiązując norm branżowych obiekt spełnia wymagania nośności dla kategorii obciążenia **D4/30** wg normy PN-EN 15528.

Tabela 4 - Dopuszczalne prędkości przejazdu pojazdów wg normy PN-EN 15528

Kategoria obciążenia	A	B1	B2	C2	C3	C4	D2	D3	D4
Dopuszczalna prędkość w km/h	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Dopuszczalny nacisk na oś w [kN]	157	177	177	196	196	196	221	221	221

### Bibliografia:

- [1] PN-EN 1991-1-1:2004. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcję – Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach. Polska, 2004.
- [2] PN-EN 1991-2:2007. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcję – Część 2: Obciążenia ruchome mostów. Polska, 2007.
- [3] Dz.U.1998.151.987. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami. Polska, Warszawa, 2018.
- [4] PN-EN 1990:2004/A1. Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji. Polska, 2004.
- [5] PN-EN 15528:2015. Kolejnictwo. Klasyfikacja linii w odniesieniu do oddziaływań pomiędzy obciążeniami granicznymi pojazdów szynowych a infrastrukturą. Polska, 2015.
- [6] PN-85 S-10030 Obiekty mostowe, Obciążenia.