

Zamierzenie budowlane: REALIZACJA ROBÓT BUDOWLANYCH ORAZ WYKONANIE PROJEKTU WYKONAWCZEGO I REALIZACJA ROBÓT BUDOWLANYCH NA ZABUDOWĘ URZĄDZEŃ STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM, URZĄDZEŃ KOLEJOWYCH SIECI TELEKOMUNIKACYJNYCH NA ODCINKU ZABRZEG - ZEBRZYDOWICE - GRANICA PAŃSTWA W RAMACH PROJEKTU „PRACE NA PODSTAWOWYCH CIĄGACH PASAŻERSKICH (E 30 I E 65) NA OBSZARZE ŚLĄSKA, ETAP I: LINIA E 65 NA ODCINKU ZABRZEG - ZEBRZYDOWICE”

Zleceniodawca: PPM-T Sp. z o.o.  
Aleje Jerozolimskie 142B  
02-305 Warszawa



Nr projektu: **P-723**

## PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA ODCINKA 63+950 DO 64+525

### PROJEKTANT:

*mgr inż. Marcin Derlacz*

*mgr inż. Marcin Derlacz*  
uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ewid. Wa-424/01  
Certyfikat PKG nr 0230

### ZESPÓŁ PROJEKTOWY:

*mgr inż. Paweł Pieniążek*  
*mgr inż. Karol Dzedzic*

### SPRAWDZAJĄCY:

*mgr inż. Robert Dziurzyński*

*mgr inż. Robert Dziurzyński*  
uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ew. MAZ/0086/POOK/08

WARSZAWA, MAJ 2026 r.

P-723-0020-W1

## OPIS TECHNICZNY

### SPIS TREŚCI

|   |    |
|---|----|
| 1. Wstęp.....                             | 3  |
| 2. Merytoryczna podstawa opracowania..... | 4  |
| 3. Warunki geotechniczne [1].....         | 6  |
| 4. Opis robót .....                       | 10 |
| 5. Uwagi końcowe .....                    | 17 |

### ZAŁĄCZNIKI

1. Uprawnienia budowlane i świadectwa członkowskie Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
2. Raport obliczeniowy
3. Lista rysunków i dokumentów
4. Część rysunkowa wg załącznika nr 3

## 1. Wstęp

- Zlecenie

Projekt wykonano na zlecenie firmy PPM-T Sp. z o.o. z siedzibą przy al. Jerozolimskich 142B w Warszawie.

- Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy wzmocnienia gruntu pod nasypami kolejowymi budowanej i remontowanej linii kolejowej zlokalizowanej w województwie śląskim, gmina Chybie, Strumień i Zebrzydowice w powiecie cieszyńskim, gminy Czechowice-Dziedzice w powiecie bielskim oraz gminy Goczałkowice-Zdrój w powiecie pszczyńskim, realizowanego w ramach zamierzenia budowlanego: „Budowa, przebudowa i remont układu torowego wraz z elementami infrastruktury towarzyszącej na odcinku Zabrzeg (bez stacji) – Zebrzydowice (ze stacją) – granica państwa (z Czechami)”, obejmującego odcinek 63+950 do 64+525.

Zaprojektowano wzmocnienie podtorza poprzez wykonanie warstwy transmisyjnej ze stabilizacji współpracującej z zaprojektowanymi betonowymi kolumnami bezpośrednio pod nasypem kolejowym.

Jest to rozwiązanie zamienne w stosunku do Projektu Wykonawczego Wzmocnienia Podtorza uwzględniające zmiany wprowadzone w karcie nadzoru autorskiego nr T027 [4]

## 2. Merytoryczna podstawa opracowania

### Materiały przekazane przez Zamawiającego:

- [1] Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla zamierzenia budowlanego: „Przebudowa i budowa linii kolejowych nr 93 od km 53,100 do km 80,662; nr 150 od km 7,880 do km 13,459; nr 693 od km 5,210 do km 5,664; nr 694 od km 0,000 do km 2,600; nr 157 od km 8,581 do km 12,450; nr 90 od km 12,983 do km 14,300 oraz szlaki styczne wraz z przebudową elementów infrastruktury technicznej i kolejowej”, Grupa HGS, Warszawa, grudzień 2017;
- [2] Sprawozdanie z badań podłoża gruntowego dotyczącego projektu pn. „Prace na podstawowych ciągach pasażerskich (E 30 i E 65) na obszarze Śląska, etap I: linia E 65 na odcinku Zabrzeg-Zebrzydowice”, Centralne Laboratorium Drogowo-Kolejowe, Warszawa, kwiecień 2025;
- [3] Projekt wykonawczy Część T.3: Wzmocnienie podtorza „Budowa, przebudowa i remont układu torowego wraz z elementami infrastruktury towarzyszącej na odcinku Zabrzeg (bez stacji) Zebrzydowice (ze stacją) – granica państwa (z Czechami), Arcadis sp. z o.o., MOSTY KATOWICE Sp. z o.o., MP-Mosty Sp z o.o.;
- [4] Karta Nadzoru Autorskiego nr T027 (Odcinek D od km 63+950 do km 64+525) z dn. 28.01.2026;
- [5] Schematy etapowania wykonawstwa torów „Fazowanie na odcinku 53+100 – 68+676” z 02.2025, PPM-T Dział Techniczny;
- [6] Rysunki w wersji elektronicznej;
- [7] Informacje przekazane przez Zamawiającego za pośrednictwem poczty e-mail oraz telefonicznie.



Projekt opracowano wykorzystując następujące normy i przepisy związane:

- PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne – część 1: Zasady ogólne;
- PN-EN 1990, 2002. Eurokod 0. Podstawy projektowania konstrukcji;
- PN-EN 1991, 2002. Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje;
- PN-EN 1992, 2004. Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu;
- PN-EN 1993, 2004. Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych.
- PN-EN 1536 „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Pale wiercone”
- PN-EN 12699 „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Pale przemieszczeniowe”
- Ustawa „Prawo Budowlane”.

Jako uzupełnienie wiedzy technicznej wykorzystane zostały następujące opracowania:

- PN-83/B-02482 „Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych”;
- PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”;
- PN-82/B-02000 „Obciążenia budowli – Zasady ustalania wartości”;
- PN-82/B-02001 „Obciążenia budowli – Obciążenia stałe”;
- PN-82/B-02003 „Obciążenia budowli – Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe”;
- PN-82/B-02004 „Obciążenia budowli – Obciążenia zmienne technologiczne. Obciążenia pojazdami”;
- PN-88/B-02014 „Obciążenia budowli – Obciążenia gruntem”;
- PN-83/B-03010 „Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie”;
- PN-83/B-02482 „Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych”
- PN-S-96012 „Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.”
- Recommendations for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcement – EBGeo, DGGGT, 2011r.
- Recommendations on Piling EA-Pfähle), DGGGT, 2013r.

### 3. Warunki geotechniczne [1]

Charakterystykę warunków gruntowych przeprowadzono w oparciu o rezultaty prac terenowych, tj. wierceń oraz sondowań, a także o wyniki badań laboratoryjnych prób gruntu.

Podłoże gruntowe w przebiegu omawianej inwestycji stanowią osady mioceńskie i czwartorzędowe. Osady mioceńskie występują na całym odcinku modernizowanej trasy kolejowej. Starsze osady przykryte są czwartorzędowymi osadami lessowymi, lodowcowymi i wodno – lodowcowymi, deluwialnymi, koluwalnymi oraz osadami rzecznyymi. Plejstocieńskie gliny zwałowe o niewielkiej miąższości zachowane są fragmentarycznie w postaci niewielkich płatów. Osady lessowe i lessopodobne występują na znacznym obszarze planowanej inwestycji.

Z uwagi na kryteria genezy i rodzaju gruntu wyodrębniono w podłożu gruntowym 5 serii litologiczno-genetycznych. W obrębie pakietów, biorąc pod uwagę zróżnicowanie litologiczne, zagęszczenia i konsystencji gruntów wydzielono warstwy geotechnicznych. Poniżej zamieszczono krótki opis pakietów i warstw:

**Pakiet n** – grunty nasypowe

Warstwa nl – tłuczeń, żużel.

Warstwa nla-1 – piaski drobne i pylaste w stanie średniozagęszczonym – grunty niewysadzinowe oraz wątpliwe

Warstwa nlb-1 – piaski drobne i pylaste w stanie średniozagęszczonym – grunty niewysadzinowe oraz wątpliwe

Warstwa nlb-2 – piaski średnie i grube w stanie średniozagęszczonym – grunty niewysadzinowe

Warstwa nlb-3 – pospółki i żwiry w stanie średniozagęszczonym – grunty niewysadzinowe

Warstwa nlla – utwory spoiste (pyły i gliny pylaste i gliny pylaste zwięzłe) w stanie miękkoplastycznym

Warstwa – nllb – utwory spoiste (pyły i gliny pylaste i gliny pylaste zwięzłe) w stanie twardoplastycznym – grunty bardzo wysadzinowe i mało wysadzinowe

Warstwa nIVc – utwory spoiste (iły) w stanie twardoplastycznym – grunty mało wysadzinowe

Warstwa nIVd – utwory spoiste (iły) w stanie półzwałowym – grunty mało wysadzinowe

**Pakiet I** – grunty niespoiste:

Warstwa Ia – 1 warstwa wykształcona w postaci luźnych piasków drobnych i pylastych. Stanowią one podłoże słabonośne. Są to grunty niewysadzinowe i wątpliwe.

Warstwa Ia-2 warstwa wykształcona w postaci luźnych piasków średnich oraz grubych. Stanowią one podłoże słabonośne. Są to grunty niewysadzinowe.

Warstwa Ib-1 warstwa wykształcona w postaci średniozagęszczonych piasków drobnych i pylastych. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty niewysadzinowe i wątpliwe.

Warstwa Ib-3 warstwa wykształcona w postaci średniozagęszczonych piasków drobnych i pylastych. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty niewysadzinowe oraz wątpliwe.

Warstwa Ic-1 warstwa wykształcona w postaci zagęszczonych piasków drobnych i pylastych. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty niewysadzinowe.

Warstwa Ic-2 warstwa wykształcona w postaci zagęszczonych piasków średnich i grubych. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty niewysadzinowe.

Warstwa Ic-3 warstwa wykształcona w postaci zagęszczonych pospólek i żwirów. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty niewysadzinowe.

**Pakiet II – grunty spoiste mineralne z wyjątkiem ilów**

Warstwa IIaC warstwa wykształcona w postaci utworów spoistych w stanie miękkoplastycznym, o genezie deluwialnej i rzeczno – deluwialnej. Stanowią one podłoże słabonośne. Są to grunty bardzo wysadzinowe

Warstwa IIbC warstwa wykształcona w postaci utworów spoistych w stanie plastycznym o genezie deluwialnej i rzeczno – deluwialnej. Stanowią one podłoże słabonośne dla obiektów inżynierskich. Są to grunty bardzo wysadzinowe.

Warstwa IIbB warstwa wykształcona w postaci utworów spoistych w stanie plastycznym o genezie lodowcowej. Stanowią one podłoże słabonośne dla obiektów inżynierskich. Są to grunty bardzo wysadzinowe.

Warstwa IIcB warstwa wykształcona w postaci utworów spoistych w stanie twaroplastycznym o genezie lodowcowej. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty bardzo wysadzinowe.

Warstwa IIdB warstwa wykształcona w postaci utworów spoistych w stanie półzwałym o genezie lodowcowej. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty bardzo wysadzinowe.

Warstwa IIdC warstwa wykształcona w postaci utworów spoistych w stanie półzwałym o genezie deluwialnej i rzeczno – deluwialnej. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty bardzo wysadzinowe.

### **Pakiet III – grunty organiczne**

Warstwa IIIe stanowią torfy

Warstwa IIIa stanowią namuły gliniaste w stanie miękkoplastycznym

Warstwa IIIb stanowią namuły gliniaste w stanie plastycznym

Warstwa IIIc stanowią namuły gliniaste w stanie twardoplastycznym

Warstwa IIIf stanowią namuły piaszczyste w stanie luźnym.

Wszystkie warstwy pakietu III zostały uznane za słabonośne.

### **Pakiet IV – iły**

Warstwa IVb warstwa wykształcona w postaci ilów w stanie plastycznym o genezie zastoiskowej lub zwietrzelinowej. Stanowią one podłoże słabonośne dla obiektów inżynierskich. Są to grunty mało wysadzinowe.

Warstwa IVc warstwa wykształcona w postaci ilów w stanie twardoplastycznym o genezie zastoiskowej lub zwietrzelinowej. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty mało wysadzinowe

Warstwa IVd warstwa wykształcona w postaci ilów w stanie półzwałnym o genezie zastoiskowej lub zwietrzelinowej. Stanowią one podłoże nośne. Są to grunty mało wysadzinowe.

Szczegółowy układ warstw geotechnicznych, przedstawiono w konkretnych przekrojach, w dokumentacji rysunkowej, na podstawie dokumentacji geologiczno - inżynierskiej [1] oraz dokumentacji geologicznej uzupełniającej [2].

Wartości wyprowadzone parametrów warstw geotechnicznych zestawiono w tabeli poniżej:

| Nr warstwy<br>Geologiczno-<br>inżynierskiej | Rodzaj<br>gruntów | Stopień<br>zagęszczenia<br>$I_0$ [-] | Stopień<br>plastyczności<br>$I_L$ [-] | Gęstość<br>objętościowa<br>gruntu $\rho$ [Mg/m <sup>3</sup> ] | Spójność<br>gruntu<br>$c_u$ [kPa] | Kąt tarcia<br>wewnętrzny<br>$\varphi_u$ [°] | Edometryczny<br>moduł ścisłości<br>pierwotnej $M_0$<br>[MPa] | Edometryczny<br>moduł ścisłości<br>wibracyjnej $M$ [MPa] | Moduł<br>pierwotnego<br>odkształcenia<br>$E_0$ [MPa] | Moduł<br>wibracyjnego<br>odkształcenia<br>$E$ [MPa] |
|---|-------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------------|---|--|--|--|---|
| Ia-1  | Pd, Pn            | 0,25-0,33                            | -                                     | 1,60-1,85   | -                                 | 29-30                                       | 40-45  | 50-56  | 29,0-33,0  | 36,3-41,3   |
| Ia-2  | Ps, Pr            | 0,25-0,33                            | -                                     | 1,65-1,95   | -                                 | 31-32                                       | 60-70  | 67-78  | 50,0-59,0  | 55,6-65,6   |
| Ib-1  | Pd, Pn            | 0,34-0,67                            | -                                     | 1,65-1,90   | -                                 | 30-31                                       | 45-80  | 56-100   | 33,0-62,0  | 41,3-77,5   |
| Ib-2  | Ps, Pr            | 0,34-0,67                            | -                                     | 1,70-2,00   | -                                 | 32-34                                       | 70-120   | 78-133   | 59,0-105,0   | 65,6-116,7  |
| Ib-3  | Po, Z             | 0,34-0,67                            | -                                     | 1,75-2,05   | -                                 | 37-39                                       | 130-190  | 130-190  | 108,0-170,0  | 108,0-170,0   |
| Ic-1  | Pd, Pn            | 0,68-0,80                            | -                                     | 1,70-2,00   | -                                 | 31-32                                       | 80-100   | 100-125  | 62,0-77,0  | 77,5-96,3   |
| Ic-2  | Ps, Pr            | 0,68-0,80                            | -                                     | 1,80-2,05   | -                                 | 34-35                                       | 120-150  | 133-167  | 105,0-129,0  | 116,7-146,3   |
| Ic-3  | Po, Z             | 0,68-0,80                            | -                                     | 1,85-2,10   | -                                 | 39-41                                       | 190-220  | 190-220  | 170,0-197,0  | 170,0-197,0   |
| IIaC  | G, Π, Pg,<br>Pog  | -                                    | ≥0,51                                 | 1,80-2,05   | 6-9                               | 7-10  | 12-15  | 20-25  | 7,5-11,5   | 12,5-19,2   |
| IIbB  | G, Π, Pg,<br>Pog  | -                                    | 0,26-0,50                             | 1,90-2,10   | 21-29                             | 13-17                                       | 19-33  | 25-44  | 14,5-24,5  | 19,3-32,7   |
| IIbC  | G, Π, Pg,<br>Pog  |                                      |                                       |   | 9-14                              | 10-14                                       | 15-26  | 25-43  | 11,5-18,0  | 19,2-30,0   |
| IIcB  | G, Π, Pg,<br>Pog  |                                      |                                       |   | 29-40                             | 17-22                                       | 33-64  | 44-85  | 24,5-49,5  | 32,7-66,0   |
| IIcC  | G, Π, Pg,<br>Pog  | -                                    | 0,01-0,25                             | 2,00-2,15   | 14-30                             | 14-18                                       | 26-48  | 43-80  | 18,0-33,5  | 30,0-55,8   |
| IIdB  | G, Π, Pg,<br>Pog  | -                                    | ≤0,00                                 | 2,15-2,25   | >40                               | >22   | >64  | >85  | >49,5  | >66   |
| IIdC  | G, Π, Pg,<br>Pog  | -                                    | ≤0,00                                 | 2,15-2,25   | >30                               | >18   | >48  | >80  | >33,5  | >55,8   |
| IIIa  | Nmg               | -                                    | 0 ≥<br>0,51                           | 1,20-1,40   | 6-9                               | 7-10  | 1-2  | 2-3  | 0,5-1  | 1-2   |
| IIIb  | Nmg               | -                                    | 0,26-0,50                             | 1,40-1,60   | 9-14                              | 10-14                                       | 2-5  | 3-8  | 1-2,5  | 2-4   |
| IIIc  | Nmg               | -                                    | 0,01-0,25                             | 1,50-1,90   | 14-30                             | 14-18                                       | 5-10   | 8-17   | 2,5-5  | 4-8   |
| IIIE  | T                 | -                                    | -                                     | 1,10-1,60   | 10                                | 10  | 1-5  | 2-8  | 0,5-2,5  | 1-4   |
| IIIf  | Nmp               | 0,25-0,33                            | -                                     | 1,50-1,75   | -                                 | 29-30                                       | 20-25  | 25-31  | 10-12,5  | 13-16   |
| IVb   | I                 | -                                    | 0,26-0,50                             | 1,80-1,95   | 35-45                             | 6-9   | 13-22  | 16-28  | 6,8-12,2   | 8,5-15,3  |
| IVc   | I                 | -                                    | 0,01-0,25                             | 1,90-2,10   | 45-60                             | 9-13  | 22-40  | 28-50  | 12,2-22,2  | 15,3-27,8   |
| IVd   | I                 | -                                    | ≤0,00                                 | 2,05-2,20   | >60                               | >13   | >40  | >50  | >22,2  | >27,8   |
| nI  | Tł, Żu            | -                                    | -                                     | -   | -                                 | -   | -  | -  | 96,0-108,0   | 96,0-108,0  |
| nIa-1                                       | Pd, Pn            | 0,25-0,33                            | -                                     | -   | -                                 | -   | -  | -  | 29,0-33,0  | 36,3-41,3   |
| nIb-1                                       | Pd, Pn            | 0,34-0,67                            | -                                     | -   | -                                 | -   | -  | -  | 33,0-62,0  | 41,3-77,5   |
| nIb-2                                       | Ps, Pr            | 0,34-0,67                            | -                                     | -   | -                                 | -   | -  | -  | 59,0-105,0   | 65,6-116,7  |
| nIb-3                                       | Po, Z             | 0,34-0,67                            | -                                     | -   | -                                 | -   | -  | -  | 108,0-170,0  | 108,0-170,0   |
| nIIa  | G, Π, Pg,<br>Pog  | -                                    | ≥0,51                                 | -   | -                                 | -   | -  | -  | 7,5-11,5   | 12,5-19,2   |
| nIIb  | G, Π, Pg,<br>Pog  | -                                    | 0,26-0,50                             | -   | -                                 | -   | -  | -  | 11,5-18,0  | 19,2-30,0   |
| nIIc  | G, Π, Pg,<br>Pog  | -                                    | 0,01-0,25                             | -   | -                                 | -   | -  | -  | 11,5-18,0  | 19,2-30,0   |
| nIIId                                       | G, Π, Pg,<br>Pog  | -                                    | 0,01-0,25                             | -   | -                                 | -   | -  | -  | 18,0-33,5  | 30,0-55,8   |
| nIVc  | I                 | -                                    | 0,01-0,25                             | -   | -                                 | -   | -  | -  | 12,2-22,2  | 15,3-27,8   |
| nIVd  | I                 | -                                    | ≤0,00                                 | -   | -                                 | -   | -  | -  | >22,2  | >27,8   |

## 4. Opis robót

### UWAGA!

Przed przystąpieniem do wiercenia kolumn należy sprawdzić położenie istniejącego uzbrojenia podziemnego, a ewentualne kolizje usunąć.

### 4.1. Informacje ogólne

Ze względu na zaleganie gruntów słabonośnych pod nasypami kolejowymi należy wzmocnić słabe podłoże. Wzmocnienie zostanie wykonane przy zastosowaniu sztywnych kolumn betonowych współpracujących z zaprojektowanym materacem, co pozwoli na zagwarantowanie możliwie małych osiadań resztkowych. Podstawowe kolumny zostaną wykonane z betonu, w technologii pala przemieszczeniowego, palownicą o dużym momencie obrotowym. Zastosowanie świda przemieszczeniowego pozwala na niewytwarzanie urobku w czasie wiercenia otworu pod kolumnę. Przyjęta metoda wzmocnienia podłoża redukuje osiadania pod nasypami i jednocześnie podnosi nośność podłoża. Zasada wzmocnienia opiera się na stworzeniu kompozytu gruntu rodzimego i kolumn betonowych oraz współpracującej z nimi warstwy transmisyjnej. Kolumny CFA mogą być stosowane zamiennie za kolumny przemieszczeniowe.

### 4.2. Roboty palowe

#### Opis technologii kolumn przemieszczeniowych (FDP)

Kolumny przemieszczeniowe wykonywane są przy pomocy palownicy z zastosowaniem świda o specjalnej konstrukcji. Jest to tuba z poszerzoną głowicą, która podczas wkręcania rozpycha grunt na boki i dogęsza go na pobocznicę kolumny. Grunt jest dogęszczany zarówno podczas pogrążania jak i wycofywania świda. Wpływa to korzystnie na nośność pobocznicę kolumny.

W pierwszej fazie formuje się odwiert na zadaną głębokość. Następnie poprzez tubę centralną świda pompuje się mieszankę betonową pod ciśnieniem z jednoczesnym podnoszeniem świda.

PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA ODCINKA 63+950 DO 64+525

Do głównych zalet technologii kolumn przemieszczeniowych możemy zaliczyć:

- bezwibracyjność,
- dogęszczenie gruntu podczas wykonywania kolumny,
- większa nośność w stosunku do kolumn wykonywanych świdrem ciągłym,
- brak urobku podczas wykonywania kolumn a co za tym idzie czysty plac budowy.

Opis technologii kolumn CFA

Pale w technologii wiercenia świdrem ciągłym (CFA) wykonywane są przy pomocy palownicy z zastosowaniem świdra ślimakowego, w którego centralnej części znajduje się przewód umożliwiający tłoczenie betonu podczas wykonywania pali. Wiercenie pala odbywa się poprzez pograżanie świdra. Przewód centralny, którym tłoczony jest beton jest zamknięty do momentu osiągnięcia żądanej głębokości (projektowanej głębokości zapuszczenia pala). Następnie przewód centralny zostaje otwarty i następuje powolne podciąganie świdra. Beton pompowany jest pod ciśnieniem, co zapobiega rozluźnieniu ścian otworu, a tym samym umożliwia dokładne wypełnienie odwiertu. Do otworu wprowadzane jest zbrojenie pala tuż po zakończeniu wypełniania odwiertu betonem.

Przed rozpoczęciem robót należy zlokalizować wszelkie obiekty mogące kolidować z projektowanymi palami. Położenie pali należy wytyczyć geodezyjnie na podstawie części rysunkowej projektu. Pale będą wykonywane kolejno na poszczególnych strefach zgodnie z ustalonym harmonogramem robót.

Wykonawstwo kolumn

Kolumny należy wykonywać z poziomu spodu górnej warstwy materaca pod nasyp. Warstwy po których będą poruszały się maszyny, muszą być stabilne i umożliwiać ciągłą pracę wiertnicy i ciężkiego sprzętu budowlanego. Należy również zapewnić dojazd pompy i betonowozów.

Przed rozpoczęciem robót należy zlokalizować wszelkie obiekty mogące kolidować z projektowanymi kolumnami. Położenie kolumn należy wytyczyć geodezyjnie na podstawie lokalizacji kolumn określonej w projekcie technologicznym opracowanym przez wykonawcę robót.



PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA ODCINKA 63+950 DO 64+525

Kolejność robót przy wykonywaniu kolumny:

- wprowadzenie do wymaganej głębokości w grunt rodzimy świdra,
- w czasie podciągania świdra do góry następuje tłoczenie mieszanki betonowej o parametrach określonych w recepturze; mieszanka dostarczana jest przez rdzeń świdra pod odpowiednio dobranym ciśnieniem, by jak najlepiej wypełnić otwór wiertniczy nie powodując jednocześnie zniszczenia ścianek otworu wiertniczego,
- w czasie podciągania świdra następuje obrót wiertła w stronę zgodną z kierunkiem wiercenia, co zapobiega rozluźnieniu otaczającego podłoża jak również zapewnia, że kolumna w całości będzie wykonana z betonu.

Kolumny będą wykonywane kolejno na poszczególnych strefach zgodnie z ustalonym harmonogramem robót. Dopuszcza się dwa sposoby wykończenia wierzchu kolumn. Jeżeli poziom wykonanego materaca pod nasyp na to pozwala, należy ściągać niezwiązany beton górnej części kolumn razem z jego wierzchnią warstwą aż do wymaganej rzędnej. Jeżeli materac pod nasyp wykonany jest wyżej, uniemożliwiając ścięcie kolumn przed ich związaniem, należy poczekać przynajmniej 7 dni, a następnie odkopywać skuwając nadmiar betonu.

Warunki wykonywania kolumn betonowych:

- nie dopuszcza się prowadzenia prac następujących w sposób mogący zagrażać kolumnom betonowym (zniszczenie główki kolumny, przerwanie jej ciągłości w wyniku pęknięcia),
- wierzch kolumn należy wyrównać na płasko,
- kolumny należy zbroić zgodnie z wytycznymi podanymi w części rysunkowej.

Dane konstrukcyjne i materiałowe

- technologia wykonania kolumn: betonowe, przemieszczeniowe FDP oraz CFA
- kolumny: beton C20/25, XC2
- stal profilowa: S355



#### Dopuszczalne odchyłki wykonawcze

- odchylenie w pionie: 1:50

#### Metryki kolumn

Dla każdej kolumny należy sporządzić „Metrykę kolumny” zawierającą następujące niezbędne dane:

- o kolumnie (numer, długość, średnica, rzędne),
- o betonowaniu (klasa betonu, czas betonowania, ilość).

#### Odbiór robót

Odbiory częściowe należy wykonywać w oparciu o metryki kolumn oraz ilości zabudowanego materiału w warstwach materaca.

Odbiór końcowy należy wykonać na podstawie następujących danych:

- dokumentacja techniczna z naniesionymi zmianami (jeżeli takowe wystąpią),
- inwentaryzacja powykonawcza osi kolumn,
- metryki kolumn,
- atesty materiałowe,
- wyniki badań wytrzymałościowych próbek betonu,
- wartości parametrów odbiorowych materaca.
- Badania ciągłości losowo wybranych kolumn – minimum 5% kolumn na każdym z wydzielonych odcinków.

#### UWAGA:

Ostateczna długość kolumn powinna zostać określona na budowie na podstawie obserwacji oporów wiercenia maszyny. Wymagane jest zagłębienie kolumny w warstwy gruntów niespoistych Ic-1 (oznaczonej jako V w nowym rozpoznaniu) na min. 1,5 m.

#### **4.3. Materac współpracujący z kolumnami**

Materac jest integralną częścią wzmocnienia gruntu pod nasypami pełniącą funkcję transmisyjną. Składa się on z dwóch części: warstwy górnej (stabilizacja na siatce GFRP), pełniącej funkcję transmisyjną i warstwy dolnej (platformy roboczej) pełniącej funkcję stabilizującą podłoże na etapie wykonawstwa i powierzchniowego wzmocnienia na etapie docelowym. Obie warstwy zapewniają prawidłowy rozkład sił pomiędzy nasypem i kolumnami.

Warstwa transmisyjna wykonywana jest bezpośrednio na siatce GFRP, układanej bezpośrednio na platformie roboczej po wykonaniu kolumn.

##### **Dolna warstwa materaca (platforma robocza):**

Dolną warstwę materaca należy wykonać w postaci stabilizacji gruntu po wybraniu do rzędnej zaprojektowanej istniejącego słabonośnego gruntu, bezpośrednio na wyrównanym gruncie rodzimym. Dolny materac powinien zapewnić odpowiednie odprowadzenie wód opadowych, tak by nie dopuścić do zastoju wody. Dolny materac powinien być odpowiednio szerszy, tak aby zapewnić stabilność gruntu na czas pracy maszyn budowlanych – jego wypadkowa szerokość w planie powinna wynikać z wymagań technologicznych i organizacyjnych placu budowy. Wierzch dolnej warstwy materaca powinna być równy, a także dobrze zagęszczony, aby spełniać parametry odbiorowe określone w projekcie technologicznym wykonawcy kolumn.

##### **Górna warstwa materaca (warstwa transmisyjna):**

Górną warstwę materaca (warstwę transmisyjną) należy wykonać z gruntu stabilizowanego cementem, wapnem, popiołami lotnymi lub innymi spoiwami hydraulicznymi. Proces stabilizacji polega na zmieszaniu rozdrobnionego gruntu z optymalną ilością spoiwa i wody oraz zagęszczeniu takiej mieszanki. Do prac należy przystąpić w momencie uzyskania przez beton kolumn odpowiedniej wytrzymałości, jeśli nie przeprowadzono badań wytrzymałościowych wcześniej to co najmniej po 10 dniach. Prace należy rozpocząć od niwelacji terenu do wymaganej rzędnej. Jego nadmiar należy usunąć, a ewentualne nierówności wypełnić materiałem platformy roboczej.

Proces stabilizacji polega na zmieszaniu rozdrobnionego gruntu z optymalną ilością spoiwa i wody oraz zagęszczeniu takiej mieszanki. Warstwa stabilizacji może być wykorzystywana do realizacji kolejnych warstw nasypu przy założeniu uzyskania minimalnej

wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  po 28 dniach w rozumieniu normy PN-S-96012 (wytrzymałość  $R_{28}$ ) wynoszącej 3,0 MPa. Minimalna grubość warstwy transmisyjnej wynosi 30 cm.

Warstwa transmisyjna wykonywana jest bezpośrednio na siatce kompozytowej GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) o oczku 10x10cm, z prętów  $\Phi 8$  mm w kierunku poprzecznym do nasypu i  $\Phi 5$  mm w kierunku podłużnym nasypu. Siatka musi być naciągnięta i dobrze przylegać do podłoża. Po ułożeniu siatki należy przystąpić do ułożenia warstwy transmisyjnej. Nie dopuszcza się poruszania się pojazdów i maszyn roboczych bezpośrednio po siatce.

Siatkę GFRP należy ułożyć bezpośrednio na dolnej warstwie materaca (platformie roboczej) i główkach kolumn.

### **Warstwa wyrównawcza**

Ze względu na różnicę nachylenia materaca (2%) względem warstwy ochronnej (4%) należy ułożyć warstwę wypełniającą, której zadaniem jest uzyskanie docelowego spadku 4%. Warstwę wypełniającą należy wykonać ze stabilizacji o minimalnej wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  po 28 dniach w rozumieniu normy PN-S-96012 (wytrzymałość  $R_{28}$ ) wynoszącej 3,0 MPa.

### **Uwaga:**

W przypadku, gdy bezpośrednio w dnie wykopu pod dolną warstwą materaca zalegać będą grunty miękkoplastyczne, należy pogłębić wykop.

W miejscach przegłębienia dolnej warstwy materaca należy wykonać badanie odbiorcze potwierdzające spełnienie wymagań projektowych. Wymagania podano w części rysunkowej.

Oceny gruntu rodzimego zalegającego w wykopie (poniżej materaca) powinien dokonać geolog o odpowiednich uprawnieniach i kwalifikacjach do oceny stanu i rodzaju gruntu.

### **Wymagania techniczne i materiałowe dolnej warstwy materaca (platformy roboczej):**

- Stabilizacja według projektu technologicznego wykonawcy kolumn.

### **Wymagania techniczne i materiałowe górnej warstwy materaca (warstwy transmisyjnej):**

- Technologia: grunt stabilizowany
- Materiał stabilizujący: cement, wapno, popiół lotnymi lub inne spoiwo hydrauliczne

PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA ODCINKA 63+950 DO 64+525

- Klasa wytrzymałości: RM 5,0 MPa
- Minimalna wytrzymałość na ściskanie:  $R_c (R_{28}) = 3,0 \text{ MPa}$
- Grubość warstwy: min. 30 cm
- Wymagania techniczne i materiałowe siatki pod warstwą transmisyjną:
- Materiał: siatka GFRP  $\varnothing 8 / \varnothing 5 \text{ mm}$ , oczko siatki 10 x 10 [cm x cm]

Wymagania techniczne i materiałowe warstwy wyrównawczej:

- Technologia: grunt stabilizowany
- Materiał stabilizujący: cement, wapno, popiół lotnymi lub inne  
spoiwo hydrauliczne
- Klasa wytrzymałości: RM 5,0 MPa
- Minimalna wytrzymałość na ściskanie:  $R_c (R_{28}) = 3,0 \text{ MPa}$

#### **4.4. Kolejność robót:**

**Dla etapu P3:**

- Wykonanie pali obudowy berlińskiej zabezpieczającej tor istniejący na czas wykonywania nowego toru nr 2.
- Demontaż toru istniejącego oraz głębienie wykopu do rzędnej docelowej z równoczesnym zakładaniem opinki obudowy berlińskiej zabezpieczającej sąsiadujący z wykopem tor istniejący.
- Wykonanie dolnej warstwy materaca (platformy roboczej).
- Wykonanie kolumn betonowych wraz z pograżaniem zbrojenia.
- Ułożenie siatki GFRP, uciągnięcie na stykach etapów (siatki nie uciągać w lokalizacjach wykopów pod drenaż).
- Wykonanie warstwy transmisyjnej z gruntu stabilizowanego.
- Wykonanie drenaży.
- Wykonanie warstwy wyrównawczej.
- Wybudowanie nasypu (warstwy ochronnej, nawierzchni torowiska).
- Wykonanie torowiska toru 2 wraz z niezbędną infrastrukturą.
- Włączenie ruchu kolejowego na ukończonym torze.

#### **Dla etapu P4:**

- Poprzednio wykonana obuwia berlińska pełni w tym etapie rolę zabezpieczenia nowo wykonanego toru nr 2 na czas wykonywania nowych torów bieżącego etapu
- Demontaż torów istniejących (lub ich wyłączenie w przypadku regulacji torów) oraz głębinie wykopu do rzędnej docelowej.
- Wykonanie dolnej warstwy materaca (platformy roboczej).
- Wykonanie kolumn betonowych wraz z pograżaniem zbrojenia.
- Ułożenie siatki GFRP, uciąglenie na stykach etapów (siatki nie uciągać w lokalizacjach wykopów pod drenaż).
- Wykonanie warstwy transmisyjnej z gruntu stabilizowanego z równoczesnym zdejmowaniem opinki w wysokości tej warstwy.
- Wykonanie drenaży.
- Wykonanie warstwy wyrównawczej.
- Wykonanie warstwy ochronnej stabilizowanego z równoczesnym zdejmowaniem opinki w wysokości tej warstwy
- Odzysk profili stalowych obudowy berlińskiej.
- Wykonanie nawierzchni torowiska
- Wykonanie torowisk i włączenie ruchu kolejowego na ukończonych torach w kolejności zgodnej ze schematem fazowania.

#### **5. Uwagi końcowe**

1. Na etapie prowadzenia prac należy zapewnić równomierne obciążenie kolumn, dlatego:
  - Układanie warstw nasypu należy wykonywać równomiernie na całej jego długości.
  - Nie dopuszcza się składowania materiału nasypu, na obszarze wzmocnienia, w przyzmach wyższych niż 2,0m.
2. Na bieżąco należy sprawdzać stan utrzymania materaca pod nasyp, szczególnie po wystąpieniu niekorzystnych warunków atmosferycznych, naruszeniu struktury itp. W przypadku stwierdzenia uszkodzenia materaca, należy podjąć środki naprawcze.
3. Należy zachować szczególną ostrożność podczas wykonywania dolnej części materaca w bezpośredniej bliskości istniejących instalacji uzbrojenia podziemnego, tak aby nie doprowadzić do osunięcia gruntu spod instalacji.

- K O N I E C -

## UPRAWNIENIA PROJEKTANTÓW

Warszawa, dnia 21 grudnia 2001 r. *EL*

WOJEWODA MAZOWIECKI

Nr ewid.uprawnień: Wa-424/01

DECYZJA Nr 524/U/01

Na podstawie art. 13 i 14 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane /Dz.U. Nr 89 z 1994 r. poz.414 z późn. zmianami/ oraz § 9 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz.U. Nr 8 z 1995 r. poz.38/, w związku z art. 104 § 1 i 2 Kpa, po rozpatrzeniu wniosku Pana Marcina Derlacz na podstawie dokumentów stwierdzających wymagane wykształcenie /dyplom Politechniki Warszawskiej – Wydział Inżynierii Łąkowej na kierunku Budownictwo w zakresie konstrukcji budowlanych i inżynierskich/ i praktykę zawodową oraz na podstawie pozytywnej oceny z egzaminu na uprawnienia budowlane złożonego przed Komisją egzaminacyjną –

### N A D A J Ę

Panu magistrów inżynierowi  
**Marcinowi Derlacz**  
ur. dnia 22 czerwca 1971 r. w Warszawie

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BUDOWLANymi BEZ OGRANICZEŃ W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

Zgodnie z § 4 ust. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. niniejsze uprawnienia budowlane stanowią również podstawę do sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej tymi uprawnieniami.

### UZASADNIENIE

W związku z potwierdzeniem przez Komisję egzaminacyjną, powołaną przez Wojewodę Mazowieckiego Zarządzeniem Nr 128 z dnia 12 czerwca 2001 r., posiadania przez Pana Marcina Derlacz wymaganego prawem wykształcenia oraz praktyki zawodowej koniecznej do uzyskania uprawnień budowlanych w powyższej specjalności i po uzyskaniu pozytywnego wyniku z egzaminu na uprawnienia budowlane – orzeczono jak w sentencji.

Od niniejszej decyzji przysługuje odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji za pośrednictwem Wojewody Mazowieckiego.



Z ud. Wojewody Mazowieckiego  
ARCHIT. WOJEWÓDZKI  
*[Signature]*  
mgr inż. arch. Barbara Łasinska



## Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-SLK-PET-YPX \*

Pan MARCIN DERLACZ o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/5028/02  
adres zamieszkania ul. LIPOWA 2, 05-123 DĄBROWA CHOTOMOWSKA  
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2026-01-01 do 2026-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-12-30 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

\* 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.



## UPRAWNIENIA PROJEKTANTÓW



sygn. akt. MAZ/7131/ 81 /08 /K

Warszawa, dnia 25 czerwca 2008 r.

### DECYZJA

Na podstawie art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42 z późn. zm.), art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz.U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.) oraz § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 83 poz. 578), **Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa stwierdza, że:**

**Pan Robert Dziurzyński**  
**magister inżynier**

**urodzony dnia 13 maja 1976 roku w Radomiu , syn Tadeusza**

**uzyskał**

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**nr MAZ/ 0086 /POOK/08**

**do projektowania bez ograniczeń**  
**w specjalności konstrukcyjno – budowlanej**

### UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Szczegółowy zakres nadanych uprawnień został opisany na odwrocie niniejszej decyzji.

### POUCZENIE

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 ustawy – Prawo budowlane, podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru, prowadzonego przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.

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

### Skład Orzekający

1/ mgr inż. Zygmunt Garwoliński

2/ mgr inż. Leszek Ganowicz

3/ mgr inż. Hanna Bałaj







## Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-8LA-UN5-IKU \*

Pan ROBERT DZIURZYŃSKI o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0592/08  
adres zamieszkania ul. ŻÓŁWIA 1 A, 05-840 BRWINÓW  
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2026-01-01 do 2026-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2025-12-16 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

\* 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.

Zamierzenie  
budowlane:

Wykonanie projektów budowlanych i pozyskanie niezbędnych pozwoleń wraz z nadzorami autorskimi dla odcinka Katowice Szopienice Pld. - Katowice - Katowice Piotrowice; Tychy - Czechowice Dziedzice - Zebrzydowice - granica państwa - LOT A, B, C, D w ramach projektu "Prace na podstawowych ciągach pasażerskich (E30 i E65) na obszarze Śląska, etap I: linia E65 na odc. Będzin - Katowice - Tychy - Czechowice Dziedzice - Zebrzydowice - prace przygotowawcze" oraz projektu "Prace na podstawowych ciągach pasażerskich (E30 i E65) na obszarze Śląska, etap I: linia E65 na odc. Będzin - Katowice - Tychy - Czechowice Dziedzice - Zebrzydowice" w części 4 (LOT D) na odcinku Zabrzeg -Zebrzydowice - granica państwa

Zamawiający:



PPM-T Sp. z o.o.  
Aleje Jerozolimskie 142B  
02-305 Warszawa

Nr wew. projektu:

**P-723**

## **PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**

### **RAPORT OBLICZENIOWY ODCINEK 63+950 – 64+525**

**Rewizja 01**

#### OPRACOWANIE:

mgr inż. Marcin Derlacz

mgr inż. Paweł Pieniążek

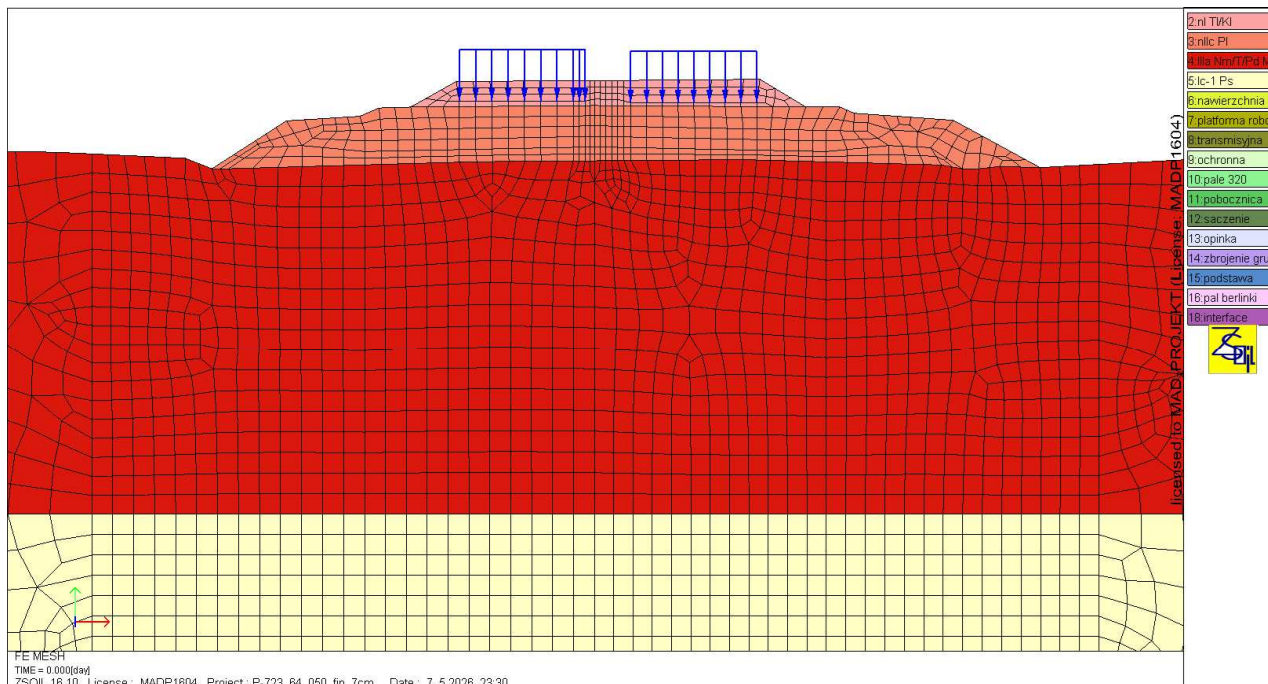
WARSZAWA, 08.05.2026 r.



## 1. Nasyp km 64+050

### 1.1. Analiza numeryczna w programie Z-Soils

Analizę numeryczną nasypu przeprowadzono przy użyciu oprogramowania ZSoil PC na modelu gruntowym hybrydowym: Mohra-Coulomba i HS (Hardening Soil) w zależności od warstwy. Profil gruntowy oraz parametry wyjściowe qc przekroju obliczeniowego 64+050 przyjęto na podstawie otworu 38A.



Rys. 1. Model obliczeniowy, stan początkowy.

|              | Gb     | nl      | nllc   | platforma    | transmisyjna | ochronna | nawierzchn.  |                      |
|--------------|--------|---------|--------|--------------|--------------|----------|--------------|----------------------|
|              | Gb     | Tł/Kł   | Π      | stabilizacja | stabilizacja | pospółka | stabilizacja |                      |
| ID/IL=       | [-]    | 0,67    | 0,25   | [-]          | [-]          | 0,70     | [-]          |                      |
| $\phi' =$    | 27     | 37      | 14     | 35           | 35           | 35       | 40           | [°]                  |
| $\gamma_m =$ | 17,5   | 20      | 20     | 20           | 20           | 20       | 20           | [kN/m <sup>3</sup> ] |
| $\gamma_s =$ | 26,5   | 26,5    | 26,5   | 26,5         | 26,5         | 26,5     | 26,5         | [kN/m <sup>3</sup> ] |
| $w_n =$      | 30     | 10      | 23     | 5            | 5            | 5        | 20           | [%]                  |
| $c' =$       | 2      | 1       | 14     | 25           | 25           | 1        | 1            | [kPa]                |
| E=           | 12,000 | 108,000 | 18,000 | 100,000      | 100,000      | 100,000  | 100,000      | [MPa]                |

Tab. 1 Parametry obliczeniowe ośrodków M-C dla programu Z-Soils.

**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**

|                     | ID/IL [-] | $\phi'$ [°] | $\gamma_m$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $w_n$ [%] | $c'$ [kPa] | E.ur.ref [MPa] | $\sigma_{ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ] | v.ref [-] |
|---------------------|-----------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------|-------------------------------------|-----------|
| <b>IIIa</b><br>Nm/Π | [-]       | 8,5         | 20,0                            | 26,5                            | 23        | 7,5        | 11,400         | 100                                 | 0,2       |
| <b>Ic-1</b><br>Ps   | 0,67      | 28,1        | 20,0                            | 26,5                            | 22        | 1          | 90,000         | 100                                 | 0,2       |

|                     | m [-] | $\sigma_L$ [kN/m <sup>2</sup> ] | E.o.ref [MPa] | $\gamma_{0,7}$ [-] | E.50.ref [MPa] | E.oed [MPa] | $\sigma_{oed.ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ] | k.o.NC [-] | OCR [-] |
|---------------------|-------|---------------------------------|---------------|--------------------|----------------|-------------|---|------------|---------|
| <b>IIIa</b><br>Nm/Π | 0,95  | 10                              | 34,200        | 0,0002             | 3,800          | 3,800       | 200                                     | 0,86       | 1       |
| <b>Ic-1</b><br>Ps   | 0,50  | 10                              | 225,000       | 0,0001             | 30,000         | 30,000      | 200                                     | 0,45       | 2       |

Tab. 2 Parametry obliczeniowe ośrodków H-S dla programu Z-Soils.

| Materiał<br>typu: | Sztywność<br>osiowa<br>[kN/m] | Wsp.<br>Poissona<br>[-] | $f_c$ - wyt.<br>na<br>ściskanie<br>[kN/m] | $f_t$ - wyt. na<br>rozciąganie<br>[kN/m] |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------|---|--|
| Membrana          | 3000                          | 0,2                     | 0,0                                       | 150,0                                    |

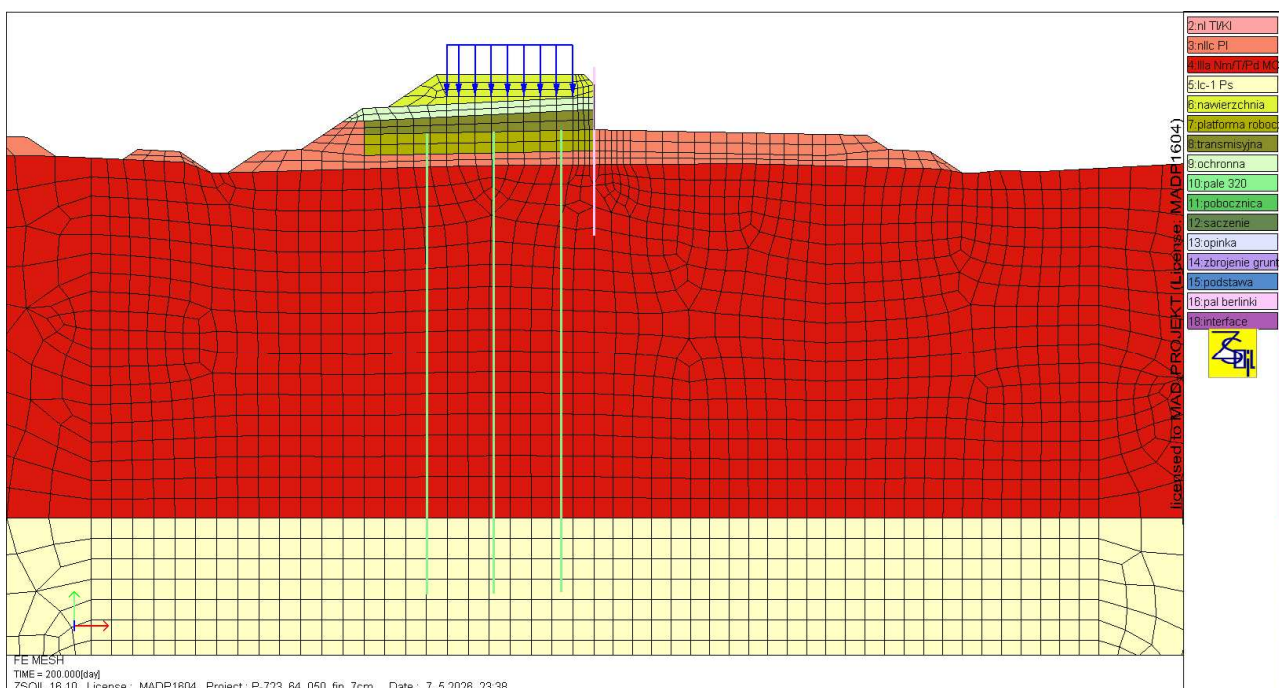
Tab. 3 Parametry obliczeniowe elementu membranowego (siatka) dla programu Z-Soils.

#### 1.1.1. Założenia dotyczące etapowania na potrzeby obliczeń

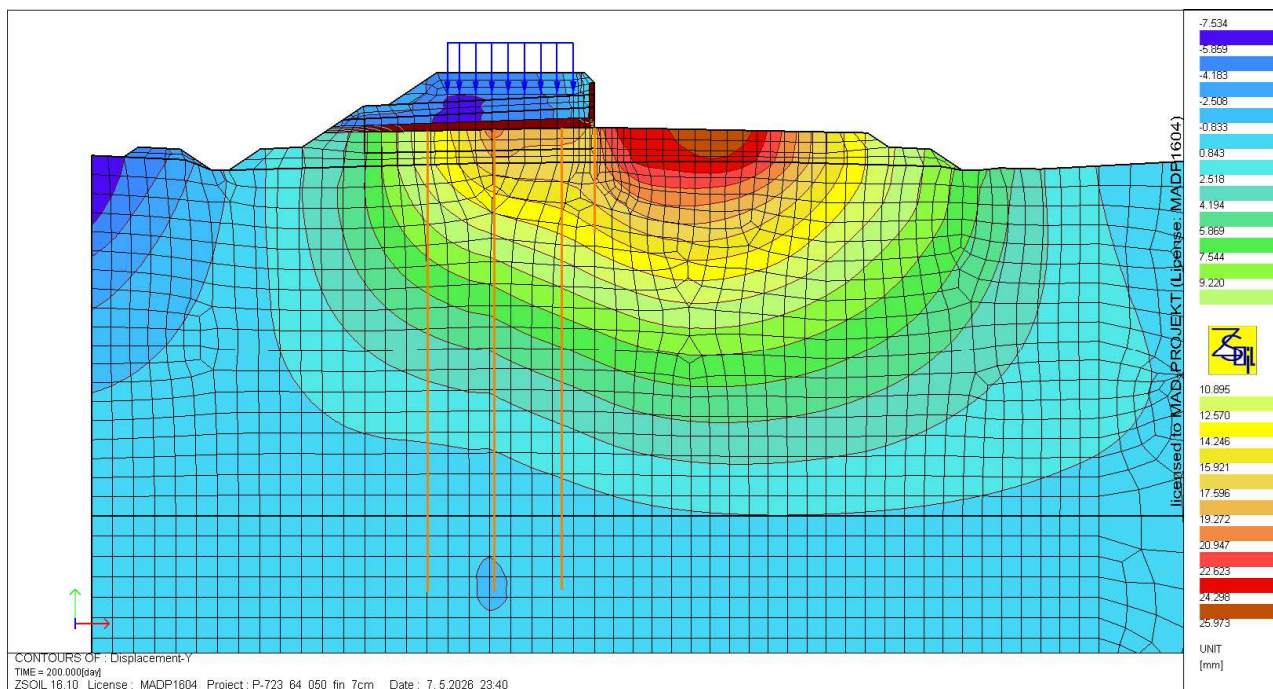
- W pierwszej kolejności wwibrowywane są pale obudowy berlińskiej zabezpieczającej istn. tor nr 1 na czas wykonywania nowego toru nr 2.
- Następnie tor istn. nr 2 jest wyłączany z ruchu a istniejący nasyp kolejowy jest zdejmowany. Równocześnie ze zdejmowaniem istniejącego nasypu układana jest opinka obudowy berlińskiej.
- Pod torem nr 2 wykonywana jest platforma robocza oraz pale.
- Następnie wykonywany jest nasyp nowego toru 2 oraz włącza ruch dla tego toru.
- Następnie tor istn. nr 1 jest wyłączany z ruchu a istniejący nasyp kolejowy w obrębie tego toru jest zdejmowany;
- Następnie pod torem 1 wykonywana jest platforma robocza oraz pale.
- Następnie wykonywany jest nasyp nowego toru 1.
- Następnie wykonuje się tor nr 1 oraz włącza ruch dla tego toru.

Szczegóły etapowania (kolejność wykonywania pali, warstw itd.) wg Opisu Technicznego.

**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**



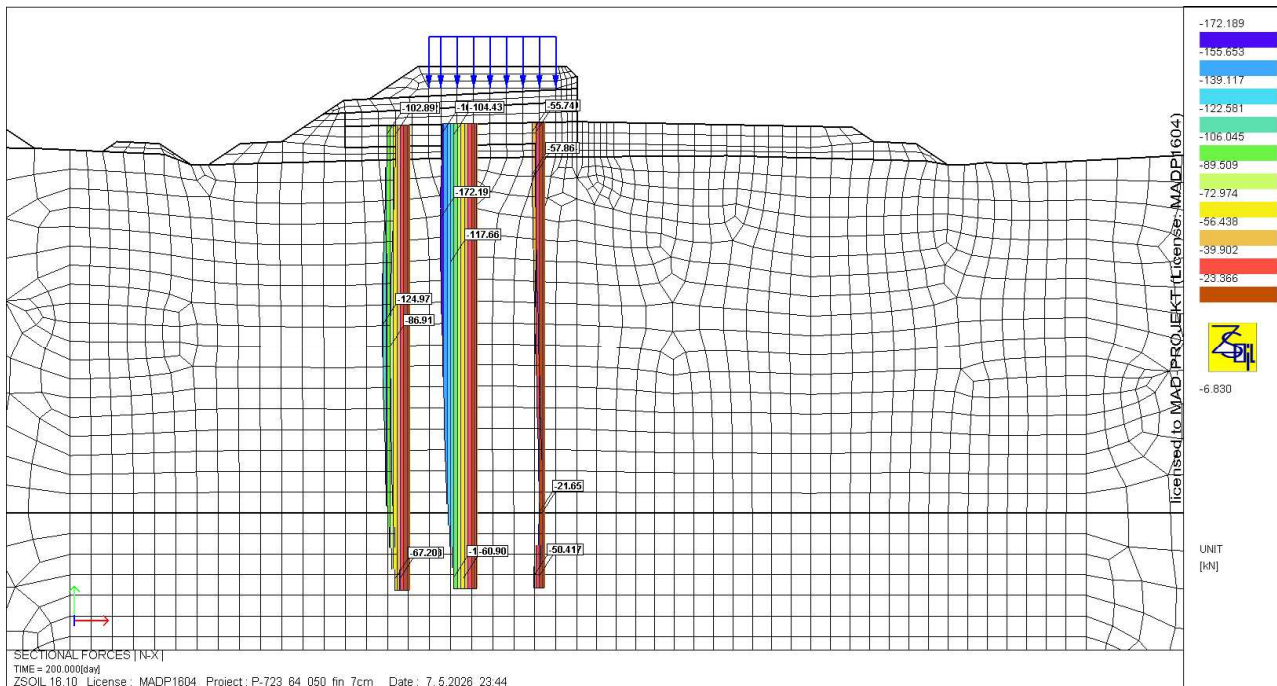
Rys. 2. Model obliczeniowy w etapie 1.



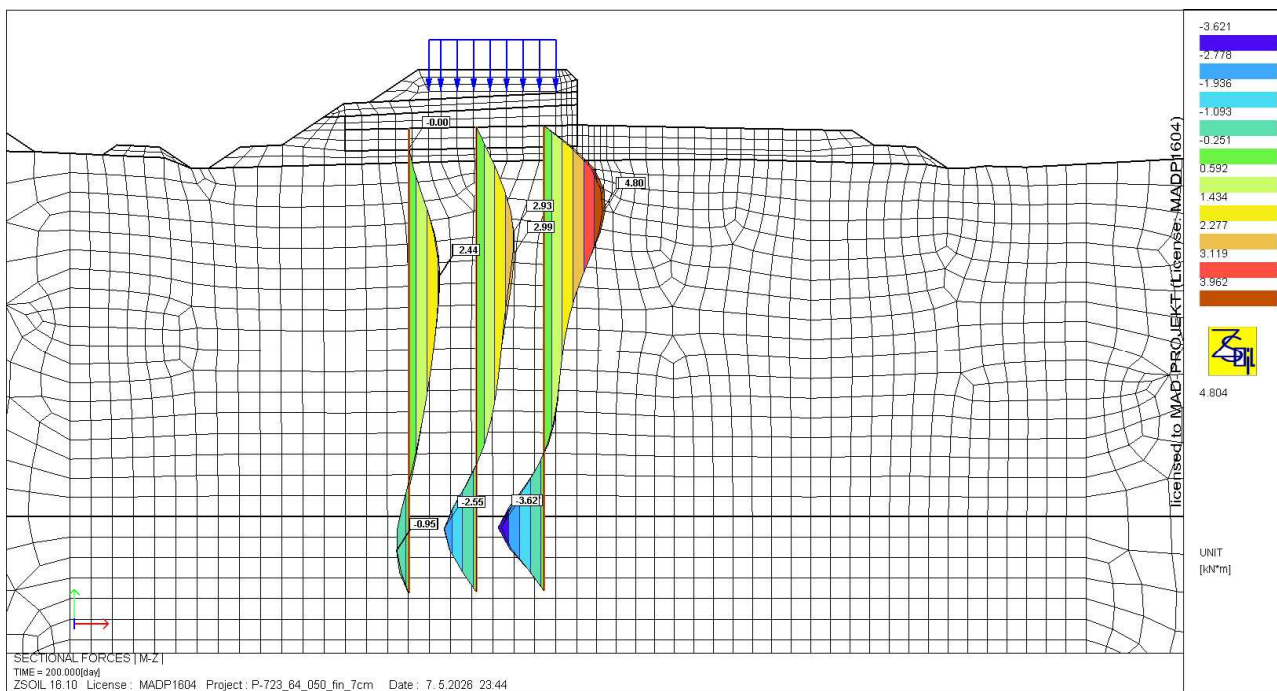
Rys. 3. Osiadania (przemieszczenia pionowe) w etapie 1 [mm].



**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**

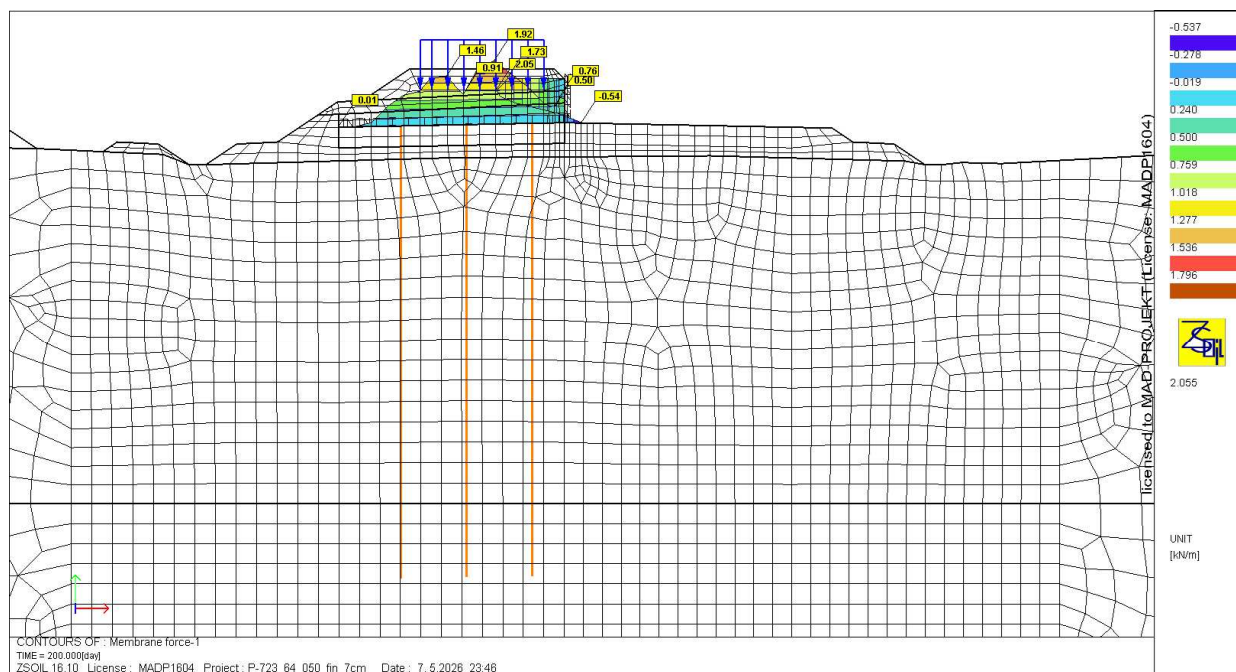


Rys. 4. Siły osiowe w palach w etapie 1 [kN].



Rys. 5. Momenty zginające w palach w etapie 1 [kNm].

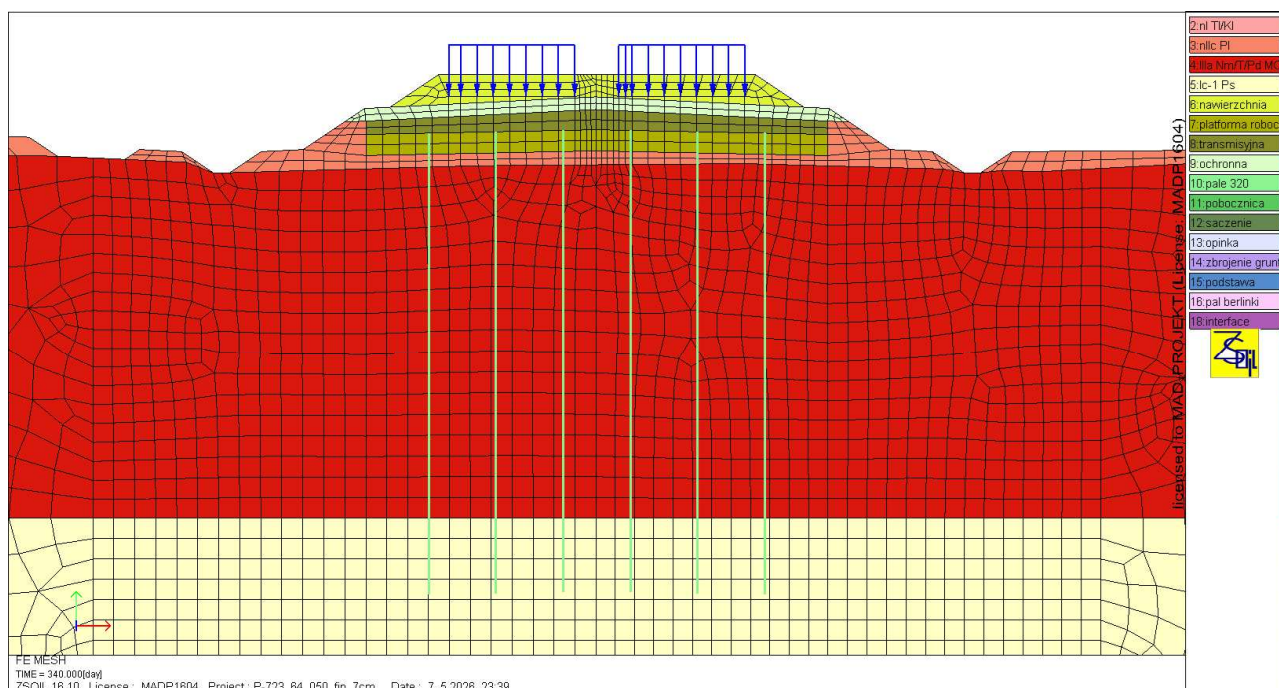
**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA  
RAPORT OBLICZENIOWY**



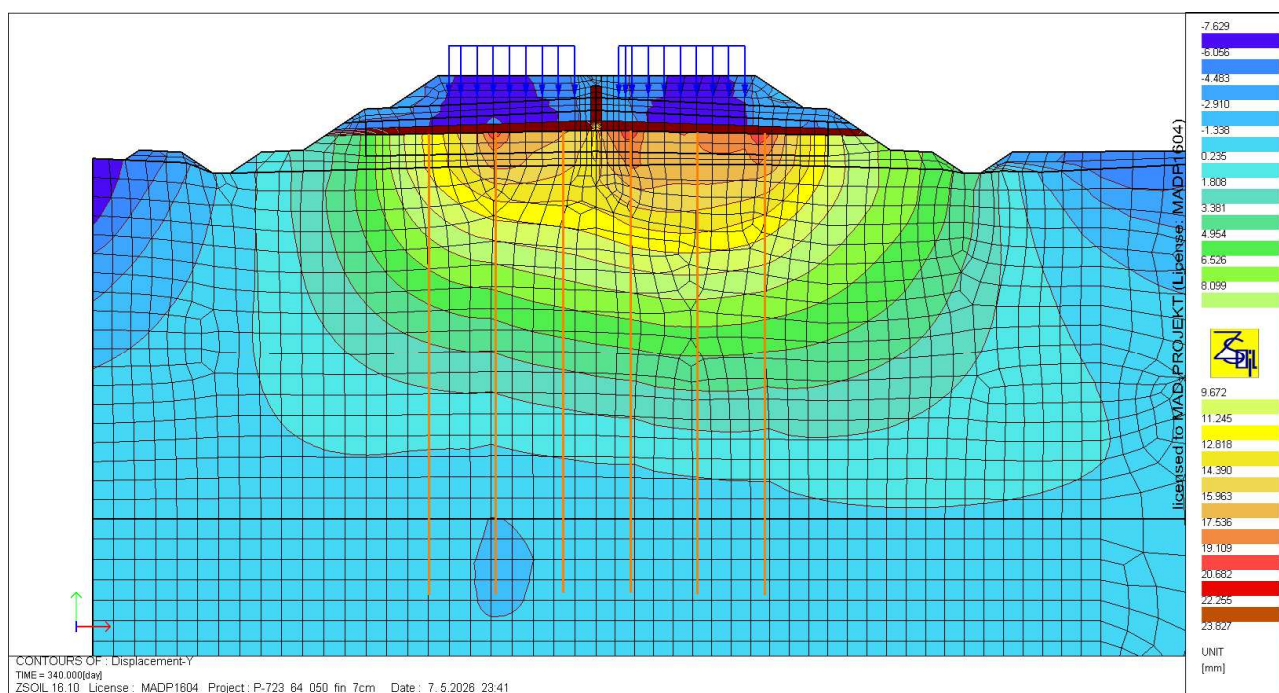
Rys. 6. Siły osiowe w siatce GFRP w etapie 1 [kN/m].



**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**

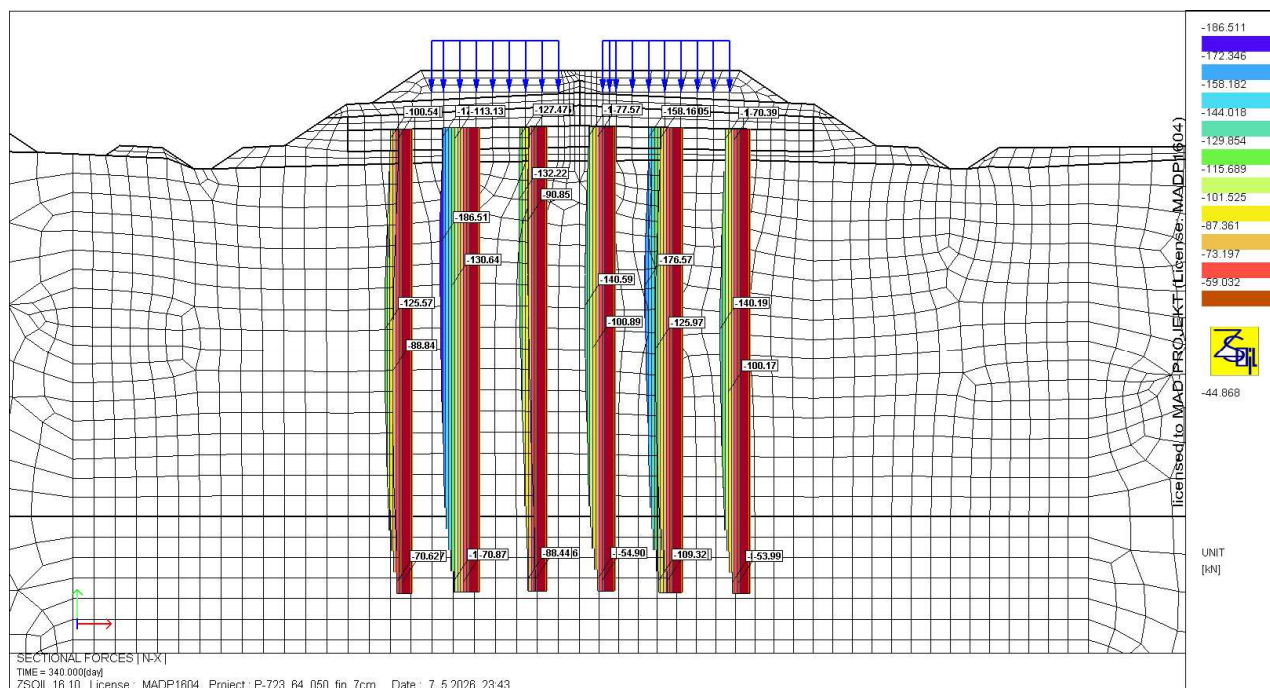


Rys. 7. Model obliczeniowy w etapie 2.

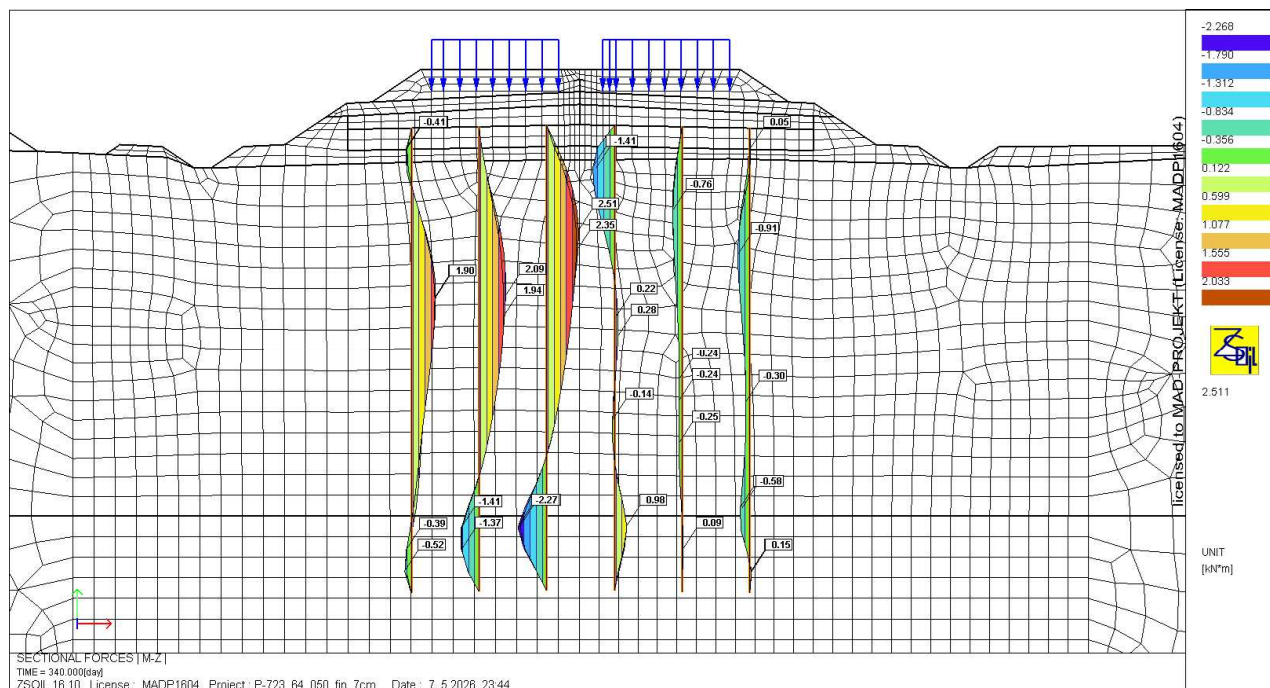


Rys. 8. Osiadania (przemieszczenia pionowe) w etapie 2 [mm].

**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**



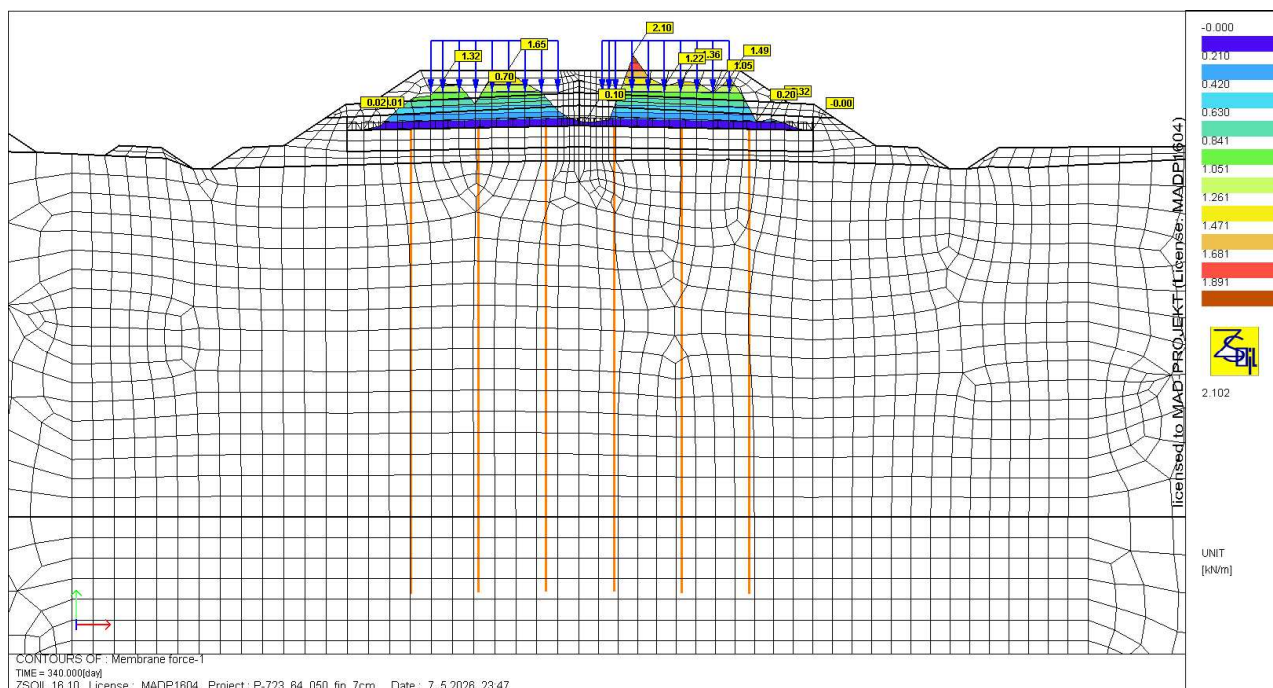
Rys. 9. Siły osiowe w palach w etapie 2 [kN].



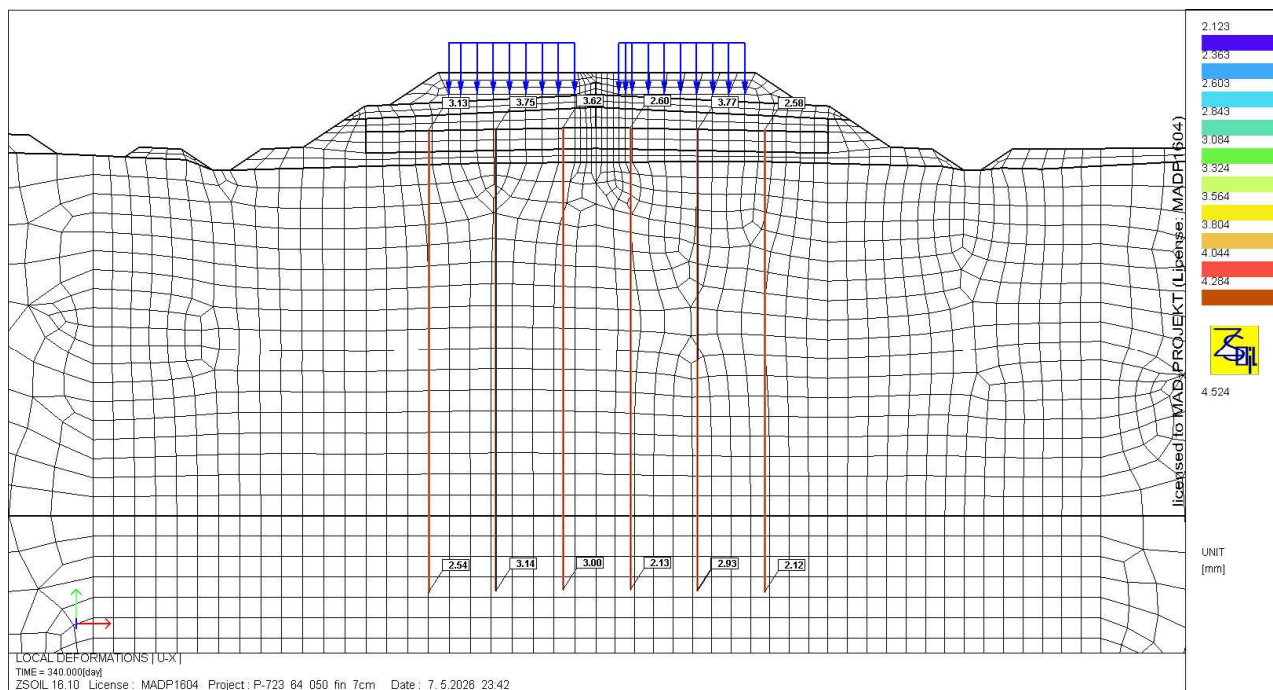
Rys. 10. Momenty zginające w palach w etapie 2 [kNm].



**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA  
RAPORT OBLICZENIOWY**



Rys. 11. Siły osiowe w siatce GFRP w etapie 2 [kN/m].



Rys. 1. Przemieszczenia pionowe pali w etapie 2 [mm]

## 1.2. Sprawdzenie nośności pali na zginanie

### Zginanie pali:

**Sprawdzenie nośności  
kolumny niezbrojonej**

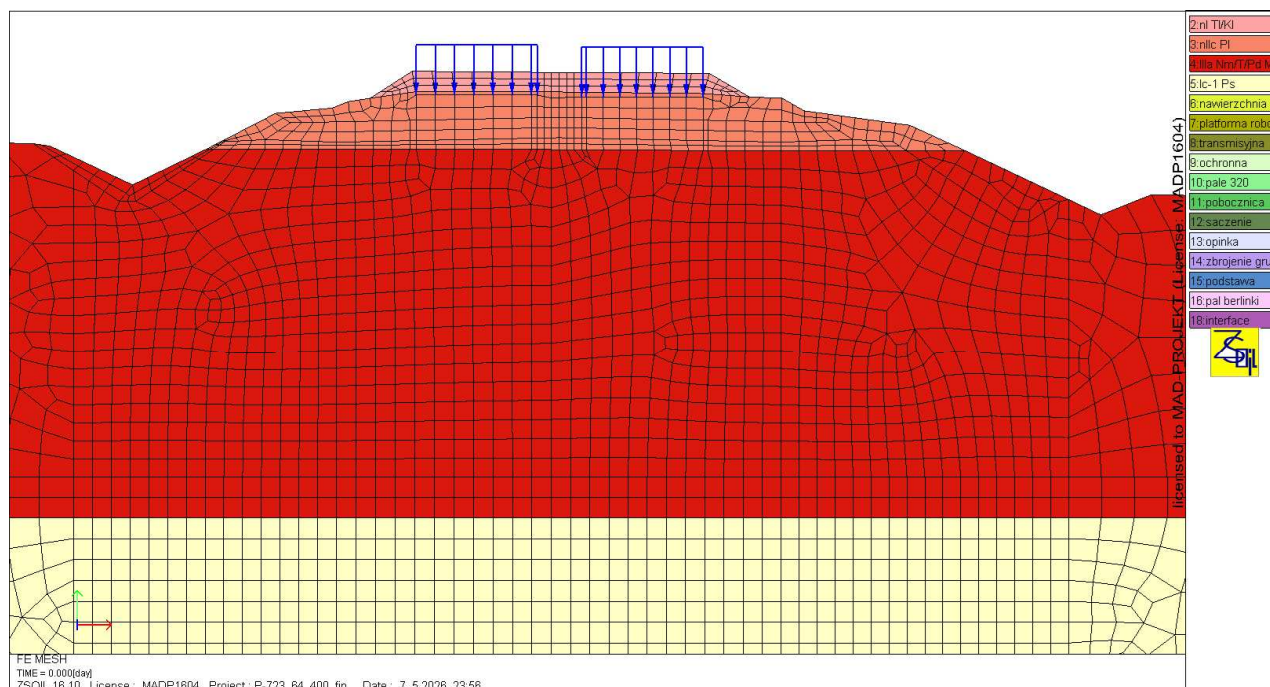
**km 64+050**

|  |                    |          |          |                    |          |          |          |
|--|--------------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|----------|
| Kolumna  |                    | L1       | L2       | L3                 | L4       | L5       | L6       |
| Kolumna  |                    | 1        | 2        | 3                  | 4        | 5        | 6        |
| <b>Dane</b>  |                    |          |          |                    |          |          |          |
| Średnica kolumny   | [mm]               | 320      | 320      | 320                | 320      | 320      | 320      |
| Przyjęta siła ściskająca $N_k$   | [kN]               | 122,11   | 117,04   | 54,81              | 111,08   | 57,70    | 131,40   |
| Maksymalna siła ścisk. $N_{k,max}$                                       | [kN]               | 130,92   | 191,65   | 179,21             | 140,59   | 176,57   | 140,71   |
| Przyjęty moment zginający $M_{k,max}$                                    | [kNm]              | 2,44     | 2,99     | 4,81               | 2,63     | 1,21     | 1,15     |
| Współczynnik obliczeniowy dla oddziaływań niekorzystnych                 | [-]                | 1,30     | 1,30     | 1,30               | 1,30     | 1,30     | 1,30     |
| Współczynnik obliczeniowy dla oddziaływań korzystnych                    | [-]                | 1,00     | 1,00     | 1,00               | 1,00     | 1,00     | 1,00     |
| Beton  | [-]                | C20/25   | C20/25   | C20/25             | C20/25   | C20/25   | C20/25   |
| $f_{od}$   | [MPa]              | 13,3     | 13,3     | 13,3               | 13,3     | 13,3     | 13,3     |
| $f_{ctd}$  | [MPa]              | 1,0      | 1,0      | 1,0                | 1,0      | 1,0      | 1,0      |
| <b>Wyniki</b>  |                    |          |          |                    |          |          |          |
| Powierzchnia przekroju $A_o$   | [m <sup>2</sup> ]  | 0,080    | 0,080    | 0,080              | 0,080    | 0,080    | 0,080    |
| Moment bezwładności $J_o$  | [m <sup>4</sup> ]  | 5,14E-04 | 5,14E-04 | 5,14E-04           | 5,14E-04 | 5,14E-04 | 5,14E-04 |
| Wskaźnik wytrzymałości $W_o$   | [m <sup>3</sup> ]  | 3,22E-03 | 3,22E-03 | 3,22E-03           | 3,22E-03 | 3,22E-03 | 3,22E-03 |
| Siła osiowa $N_{d+}$   | [kN]               | 158,7    | 152,1    | 71,3               | 144,4    | 75,0     | 170,8    |
| Siła osiowa $N_{d-}$   | [kN]               | 122,1    | 117,0    | 54,8               | 111,1    | 57,7     | 131,4    |
| Moment zginający $M_d$   | [kNm]              | 3,2      | 3,9      | 6,3                | 3,4      | 1,6      | 1,5      |
| Napężenia minimalne (ściskające)<br>$\sigma_{-} = -N_d / A - M_d / W$    | [MPa]              | -3,0     | -3,1     | -2,8               | -2,9     | -1,4     | -2,6     |
| Napężenia maksymalne (rozciągające)<br>$\sigma_{+} = -N_d / A + M_d / W$ | [MPa]              | -0,5     | -0,2     | 1,3                | -0,3     | -0,2     | -1,2     |
| <b>Sprawdzenie</b>   |                    |          |          |                    |          |          |          |
| ściskanie $\sigma_{-} \leq f_{od}$                                       |                    | OK       | OK       | OK                 | OK       | OK       | OK       |
| wyżężenie  |                    | 22%      | 23%      | 21%                | 22%      | 11%      | 19%      |
| rozciąganie $\sigma_{+} \leq f_{ctd}$                                    |                    | OK       | OK       | Wymagane zbrojenie | OK       | OK       | OK       |
| wyżężenie  |                    | ND       | ND       | 126%               | ND       | ND       | ND       |
| Zbrojenie  | [-]                | IPE100   | IPE100   | IPE100             | IPE100   | IPE100   | IPE100   |
| $W_x$  | [cm <sup>3</sup> ] | 34,2     | 34,2     | 34,2               | 34,2     | 34,2     | 34,2     |
| $f_{yd}$   | [MPa]              | 355      | 355      | 355                | 355      | 355      | 355      |
| $\sigma_M = M_d / W_x$   | [MPa]              | 0,0      | 0,0      | 182,8              | 0,0      | 0,0      | 0,0      |
|  |                    | -        | -        | 0,51               | -        | -        | -        |
| <b>Sprawdzenie</b>   |                    |          |          |                    |          |          |          |
| $\sigma_M \leq f_{yd}$   |                    | ND       | ND       | OK                 | ND       | ND       | ND       |
| wyżężenie  |                    | ND       | ND       | 51%                | ND       | ND       | ND       |

## 2. Nasyp km 64+400

### 2.1. Analiza numeryczna w programie Z-Soils

Analizę numeryczną nasypu przeprowadzono przy użyciu oprogramowania ZSoil PC na modelu gruntowym hybrydowym: Mohra-Coulomba i HS (Hardening Soil) w zależności od warstwy. Profil gruntowy oraz parametry wyjściowe qc przekroju obliczeniowego 64+050 przyjęto na podstawie otworu 38C.



Rys. 2. Model obliczeniowy, stan początkowy.

|              | Gb     | nl      | nllc   | platforma    | transmisyjna | ochronna | nawierzchn.  |                      |
|--------------|--------|---------|--------|--------------|--------------|----------|--------------|----------------------|
|              | Gb     | Tł/Kł   | Π      | stabilizacja | stabilizacja | pospółka | stabilizacja |                      |
| ID/IL=       | [-]    | 0,67    | 0,25   | [-]          | [-]          | 0,70     | [-]          |                      |
| $\phi'$ =    | 27     | 37      | 14     | 35           | 35           | 35       | 40           | [°]                  |
| $\gamma_m$ = | 17,5   | 20      | 20     | 20           | 20           | 20       | 20           | [kN/m <sup>3</sup> ] |
| $\gamma_s$ = | 26,5   | 26,5    | 26,5   | 26,5         | 26,5         | 26,5     | 26,5         | [kN/m <sup>3</sup> ] |
| $w_n$ =      | 30     | 10      | 23     | 5            | 5            | 5        | 20           | [%]                  |
| $c'$ =       | 2      | 1       | 14     | 25           | 25           | 1        | 1            | [kPa]                |
| E=           | 12,000 | 108,000 | 18,000 | 100,000      | 100,000      | 100,000  | 100,000      | [MPa]                |

Tab. 4 Parametry obliczeniowe ośrodków M-C dla programu Z-Soils.

**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**

|                     | ID/IL [-] | $\phi'$ [°] | $\gamma_m$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $w_n$ [%] | $c'$ [kPa] | E.ur.ref [MPa] | $\sigma_{ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ] | v.ref [-] |
|---------------------|-----------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------|-------------------------------------|-----------|
| <b>IIIa</b><br>Nm/Π | [-]       | 8,5         | 20,0                            | 26,5                            | 23        | 7,5        | 13,200         | 100                                 | 0,2       |
| <b>Ic-1</b><br>Ps   | 0,67      | 28,6        | 20,0                            | 26,5                            | 22        | 1          | 93,300         | 100                                 | 0,2       |

|                     | m [-] | $\sigma_L$ [kN/m <sup>2</sup> ] | E.o.ref [MPa] | $\gamma_{0,7}$ [-] | E.50.ref [MPa] | E.oed [MPa] | $\sigma_{oed.ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ] | k.o.NC [-] | OCR [-] |
|---------------------|-------|---------------------------------|---------------|--------------------|----------------|-------------|---|------------|---------|
| <b>IIIa</b><br>Nm/Π | 0,95  | 10                              | 39,600        | 0,0002             | 4,400          | 4,400       | 200                                     | 0,86       | 1       |
| <b>Ic-1</b><br>Ps   | 0,50  | 10                              | 233,250       | 0,0001             | 31,100         | 31,100      | 200                                     | 0,45       | 2       |

Tab. 5 Parametry obliczeniowe ośrodków H-S dla programu Z-Soils.

| Materiał<br>typu: | Sztywność<br>osiowa<br>[kN/m] | Wsp.<br>Poissona<br>[-] | $f_c$ - wyt.<br>na<br>ściskanie<br>[kN/m] | $f_t$ - wyt. na<br>rozciąganie<br>[kN/m] |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------|---|--|
| Membrana          | 3000                          | 0,2                     | 0,0                                       | 150,0                                    |

Tab. 6 Parametry obliczeniowe elementu membranowego (siatka) dla programu Z-Soils.

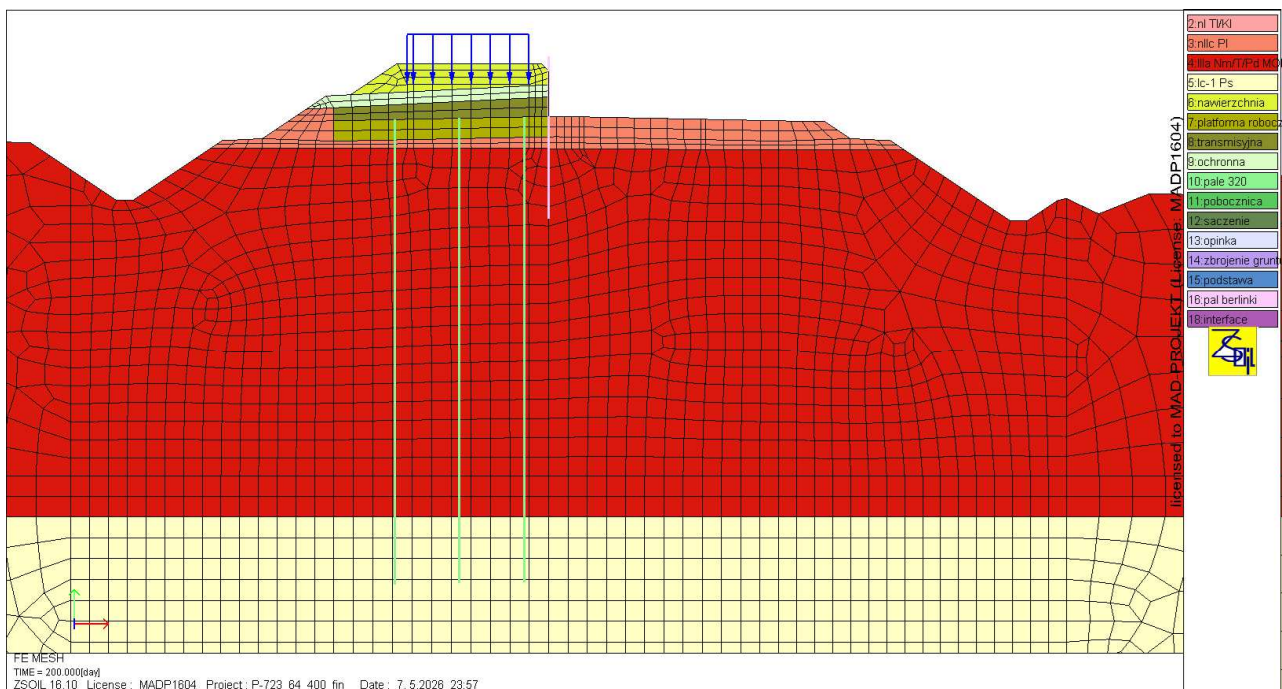
### 2.1.1. Założenia dotyczące etapowania na potrzeby obliczeń

- W pierwszej kolejności wwibrowywane są pale obudowy berlińskiej zabezpieczającej istn. tor nr 1 na czas wykonywania nowego toru nr 2.
- Następnie tor istn. nr 2 jest wyłączany z ruchu a istniejący nasyp kolejowy jest zdejmowany. Równocześnie ze zdejmowaniem istniejącego nasypu układana jest opinka obudowy berlińskiej.
- Pod torem nr 2 wykonywana jest platforma robocza oraz pale.
- Następnie wykonywany jest nasyp nowego toru 2 oraz włącza ruch dla tego toru.
- Następnie tor istn. nr 1 jest wyłączany z ruchu a istniejący nasyp kolejowy w obrębie tego toru jest zdejmowany;
- Następnie pod torem 1 wykonywana jest platforma robocza oraz pale.
- Następnie wykonywany jest nasyp nowego toru 1.
- Następnie wykonuje się tor nr 1 oraz włącza ruch dla tego toru.

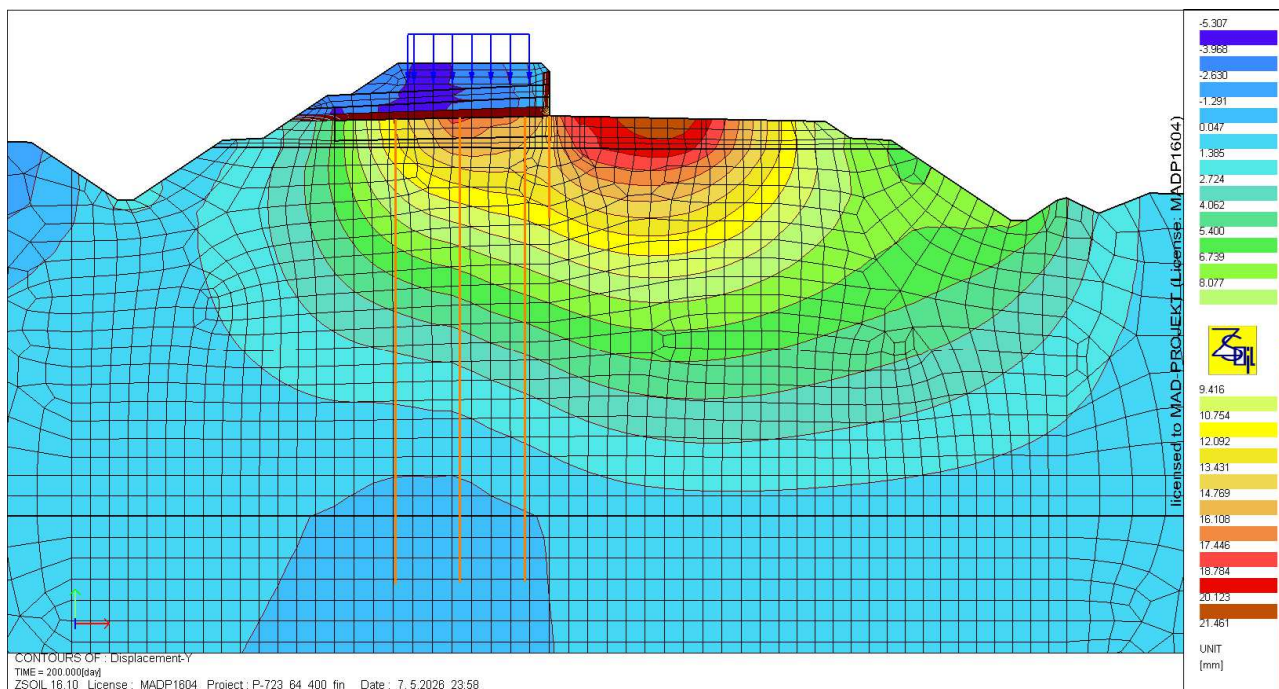
Szczegóły etapowania (kolejność wykonywania pali, warstw itd.) wg Opisu Technicznego.



**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**



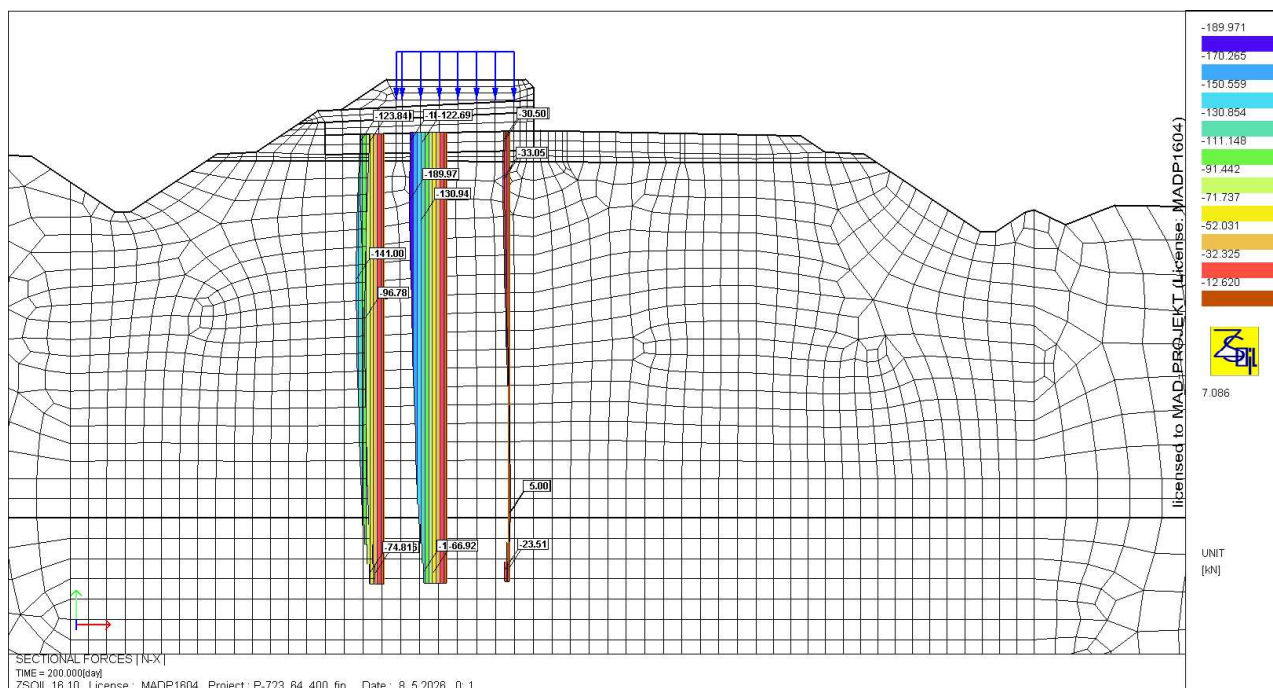
Rys. 3. Model obliczeniowy w etapie 1.



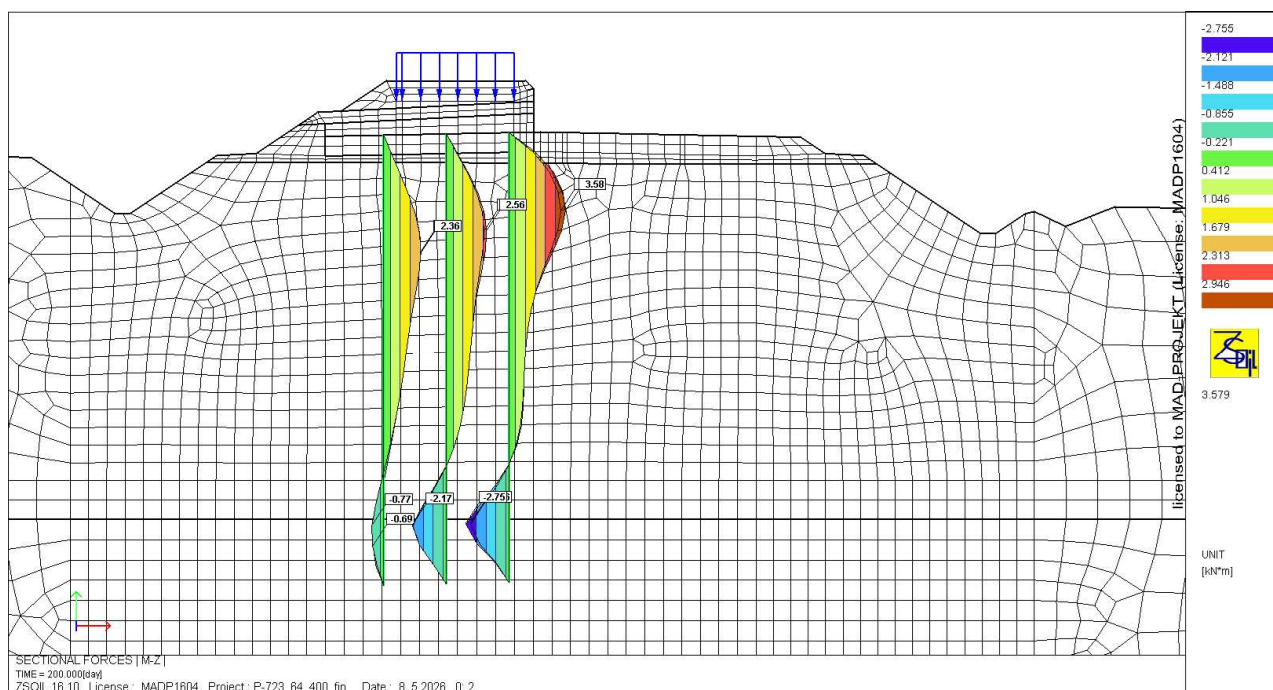
Rys. 4. Osiadania (przemieszczenia pionowe) w etapie 1 [mm].



**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA  
RAPORT OBLICZENIOWY**

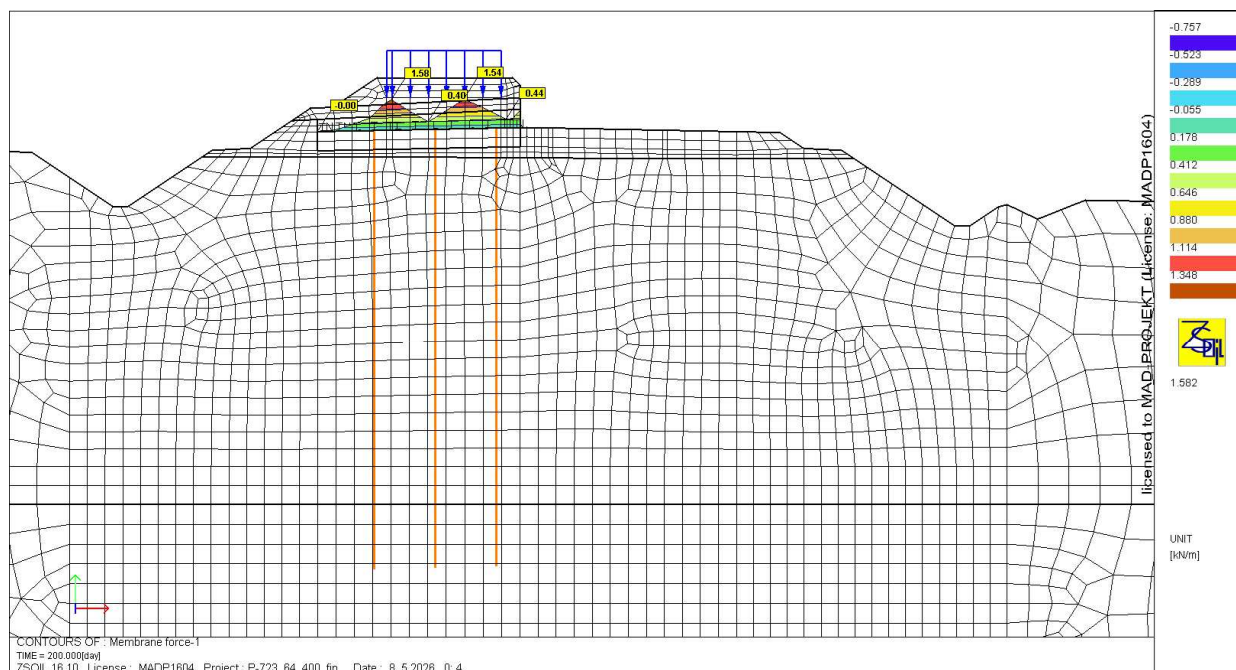


Rys. 5. Siły osiowe w palach w etapie 1 [kN].



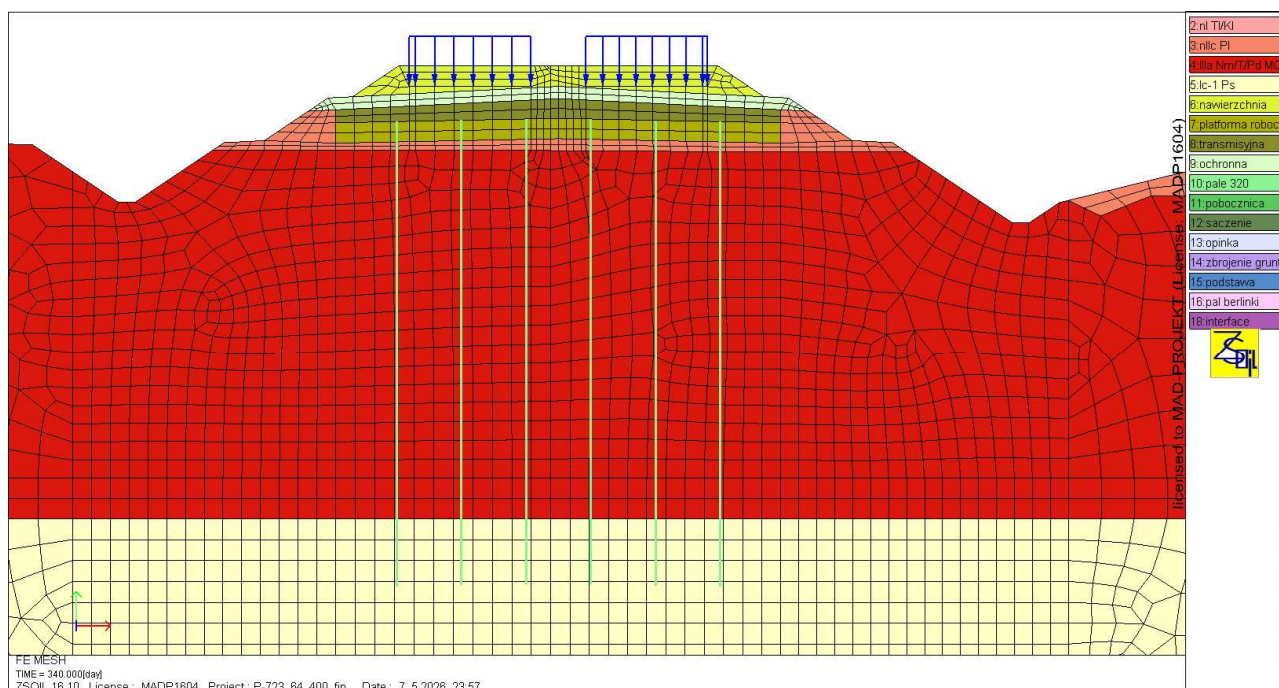
Rys. 6. Momenty zginające w palach w etapie 1 [kNm].

**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**

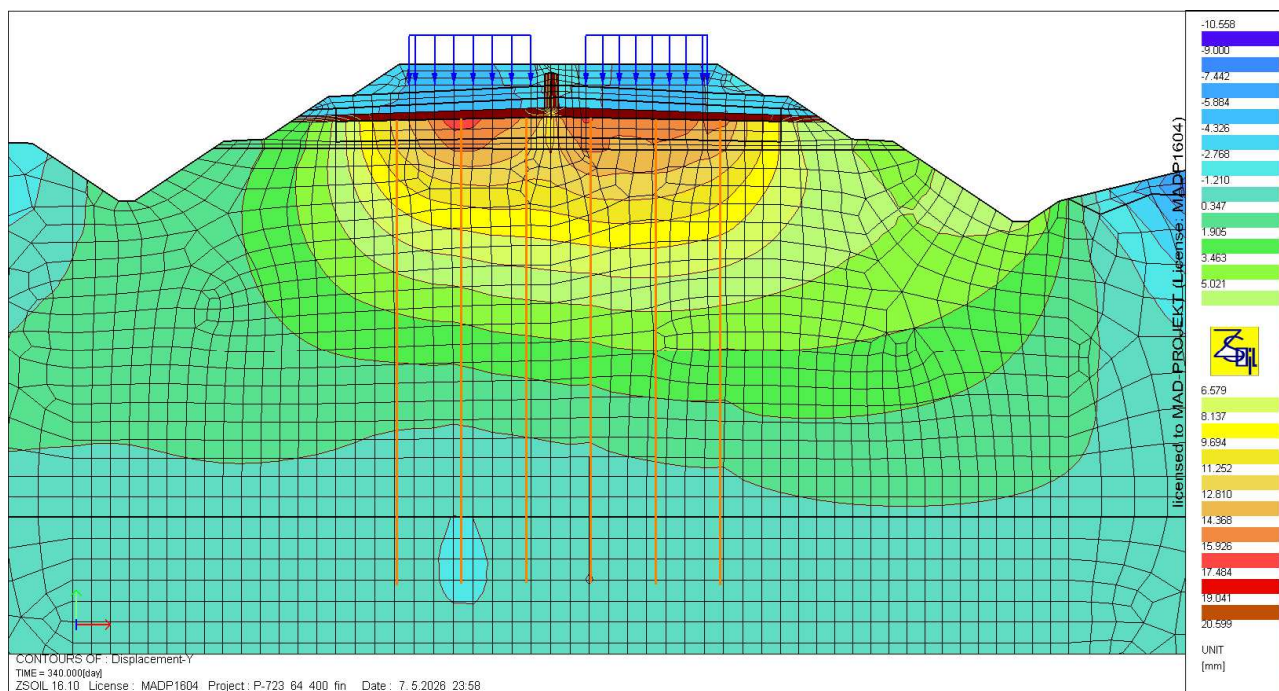


Rys. 7. Siły osiowe w geosyntetyku w etapie 1 [kN/m].

**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**



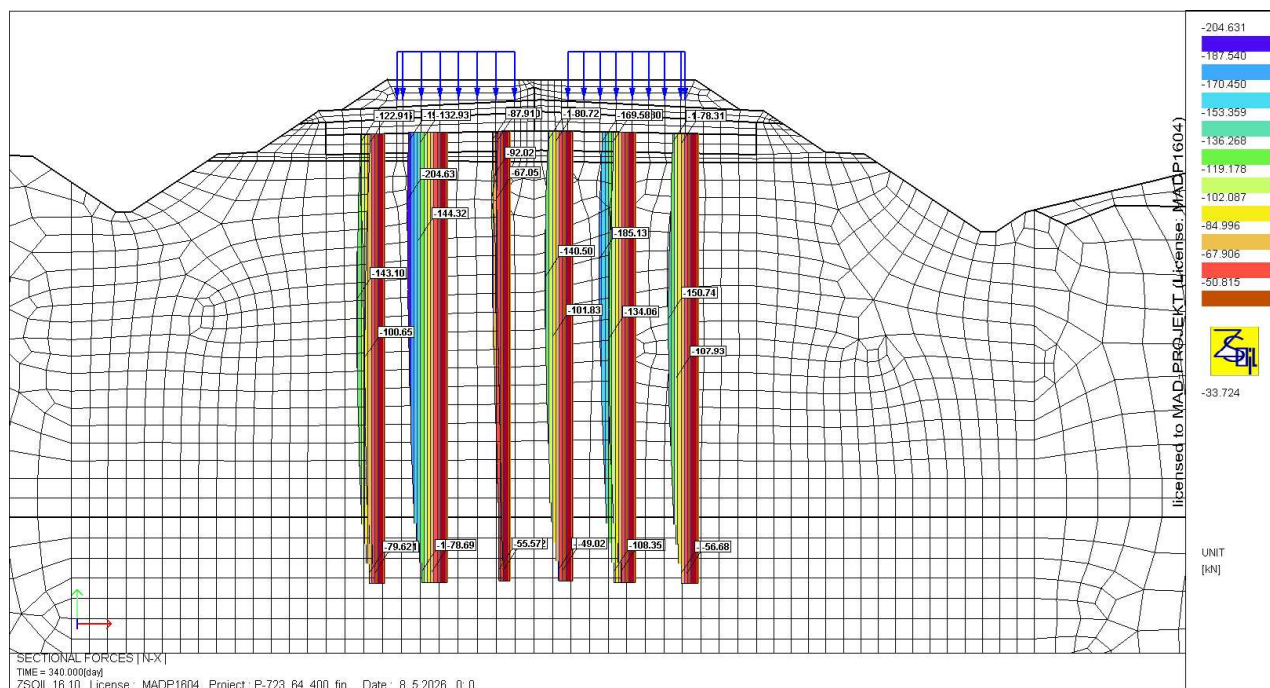
Rys. 8. Model obliczeniowy w etapie 2.



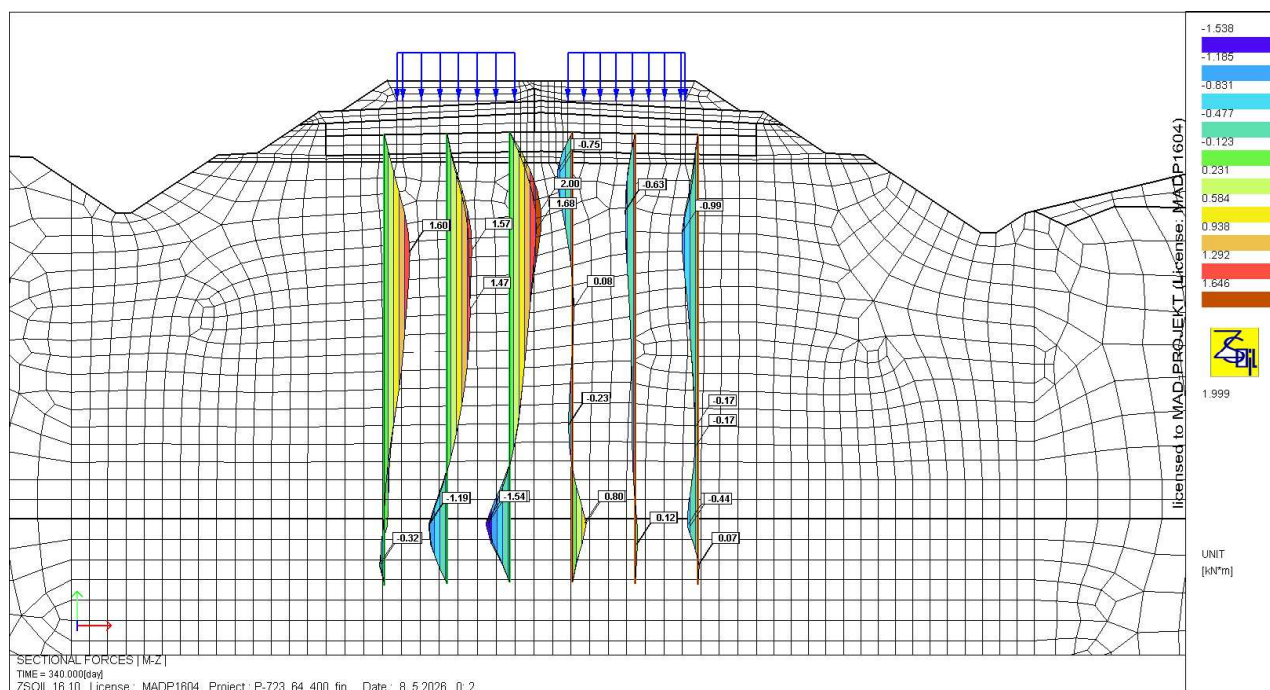
Rys. 9. Osiadania (przemieszczenia pionowe) w etapie 2 [mm].



**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA**  
**RAPORT OBLICZENIOWY**

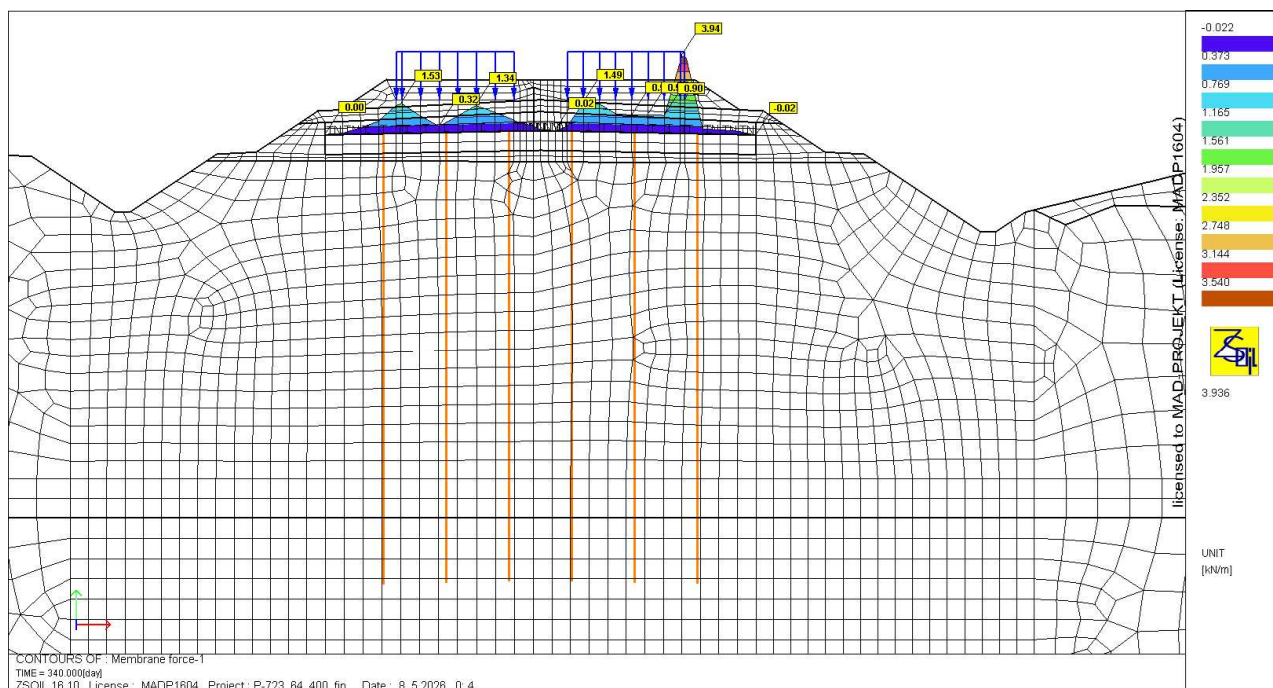


Rys. 10. Siły osiowe w palach w etapie 2 [kN].

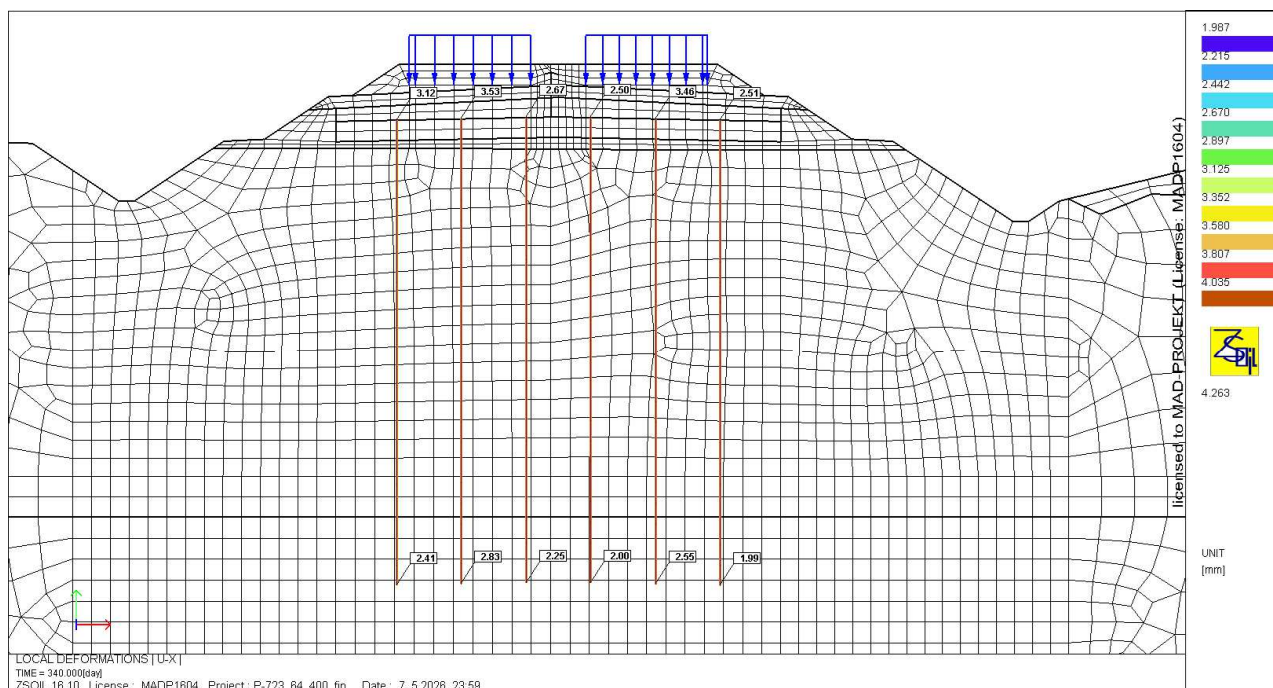


Rys. 11. Momenty zginające w palach w etapie 2 [kNm].

**PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA  
RAPORT OBLICZENIOWY**



Rys. 12. Siły osiowe w geosyntetyku w etapie 2 [kN/m].



Rys. 13. Przeszczenia pionowe pali w etapie 2 [mm]

## 2.2. Sprawdzenie nośności pali na zginanie

### Zginanie pali:

#### Sprawdzenie nośności kolumny niezbrojonej

km 64+400

|   |                         |          |          |                    |          |          |          |
|---|-------------------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|----------|
| Kolumna   |                         | L1       | L2       | L3                 | L4       | L5       | L6       |
| Kolumna   |                         | 1        | 2        | 3                  | 4        | 5        | 6        |
| <b>Dane</b>   |                         |          |          |                    |          |          |          |
| Średnica kolumny  | [mm]                    | 320      | 320      | 320                | 320      | 320      | 320      |
| Przyjęta siła ściskająca $N_k$  | [kN]                    | 139,05   | 130,55   | 29,51              | 117,06   | 66,12    | 140,61   |
| Maksymalna siła ścisk. $N_{k,max}$                                    | [kN]                    | 146,37   | 212,40   | 150,65             | 140,80   | 185,13   | 151,23   |
| Przyjęty moment zginający $M_{k,max}$                                 | [kNm]                   | 2,36     | 2,56     | 3,58               | 1,54     | 0,91     | 1,12     |
| Współczynnik obliczeniowy dla oddziaływań niekorzystnych              | [-]                     | 1,30     | 1,30     | 1,30               | 1,30     | 1,30     | 1,30     |
| Współczynnik obliczeniowy dla oddziaływań korzystnych                 | [-]                     | 1,00     | 1,00     | 1,00               | 1,00     | 1,00     | 1,00     |
| Beton   | [-]                     | C20/25   | C20/25   | C20/25             | C20/25   | C20/25   | C20/25   |
| $f_{cd}$  | [MPa]                   | 13,3     | 13,3     | 13,3               | 13,3     | 13,3     | 13,3     |
| $f_{ctd}$   | [MPa]                   | 1,0      | 1,0      | 1,0                | 1,0      | 1,0      | 1,0      |
| <b>Wyniki</b>   |                         |          |          |                    |          |          |          |
| Powierzchnia przekroju $A_c$  | [m <sup>2</sup> ]       | 0,080    | 0,080    | 0,080              | 0,080    | 0,080    | 0,080    |
| Moment bezwładności $J_c$   | [m <sup>4</sup> ]       | 5,14E-04 | 5,14E-04 | 5,14E-04           | 5,14E-04 | 5,14E-04 | 5,14E-04 |
| Wskaźnik wytrzymałości $W_c$  | [m <sup>3</sup> ]       | 3,22E-03 | 3,22E-03 | 3,22E-03           | 3,22E-03 | 3,22E-03 | 3,22E-03 |
| Siła osiowa $N_{d+}$  | [kN]                    | 180,8    | 169,7    | 38,4               | 152,2    | 86,0     | 182,8    |
| Siła osiowa $N_{d-}$  | [kN]                    | 139,0    | 130,5    | 29,5               | 117,1    | 66,1     | 140,6    |
| Moment zginający $M_d$  | [kNm]                   | 3,1      | 3,3      | 4,7                | 2,0      | 1,2      | 1,5      |
| Napężenia minimalne (ściskające)<br>$\sigma_- = -N_{d+}/A - M_d/W$    | [MPa]                   | -3,2     | -3,1     | -1,9               | -2,5     | -1,4     | -2,7     |
| Napężenia maksymalne (rozciągające)<br>$\sigma_+ = -N_{d-}/A + M_d/W$ | [MPa]                   | -0,8     | -0,6     | 1,1                | -0,8     | -0,5     | -1,3     |
| <b>Sprawdzenie</b>  |                         |          |          |                    |          |          |          |
| ściskanie   | $\sigma_- \leq f_{cd}$  | OK       | OK       | OK                 | OK       | OK       | OK       |
| wyżęzenie   |                         | 24%      | 24%      | 14%                | 19%      | 11%      | 20%      |
| rozciąganie   | $\sigma_+ \leq f_{ctd}$ | OK       | OK       | Wymagane zbrojenie | OK       | OK       | OK       |
| wyżęzenie   |                         | ND       | ND       | 108%               | ND       | ND       | ND       |
| Zbrojenie   | [-]                     | IPE100   | IPE100   | IPE100             | IPE100   | IPE100   | IPE100   |
| $W_x$   | [cm <sup>3</sup> ]      | 34,2     | 34,2     | 34,2               | 34,2     | 34,2     | 34,2     |
| $f_{yd}$  | [MPa]                   | 355      | 355      | 355                | 355      | 355      | 355      |
| $\sigma_M = M_d/W_x$  | [MPa]                   | 0,0      | 0,0      | 136,1              | 0,0      | 0,0      | 0,0      |
|   |                         | -        | -        | 0,38               | -        | -        | -        |
| <b>Sprawdzenie</b>  |                         |          |          |                    |          |          |          |
| $\sigma_M \leq f_{yd}$  |                         | ND       | ND       | OK                 | ND       | ND       | ND       |
| wyżęzenie   |                         | ND       | ND       | 38%                | ND       | ND       | ND       |

### 3. Sprawdzenie nośności na przebicie

|  |          |                      |
|--|----------|----------------------|
| <b>Dane podstawowe</b>                       |          |                      |
| D.pala                                       | 32       | [cm]                 |
| h  | 30       | [cm]                 |
| c  | 0        | [cm]                 |
| d  | 30       | [cm]                 |
| R.c.28                                       | 3,00     | [MPa]                |
| R.c.60                                       | 3,75     | [MPa]                |
| $\gamma_m$                                   | 1,5      | [-]                  |
| $\gamma_{red}$                               | 0,85     | [-]                  |
| f.cd   | 2,13     | [MPa]                |
| f.vd.1/f.cd                                  | 0,50     | [-]                  |
| f.vd.1=v.T.Rd.max                            | 1,063    | [MPa]                |
| f.vd.2/f.cd                                  | 0,15     | [-]                  |
| f.vd.2=v.N.Rd.max                            | 0,319    | [MPa]                |
| <b>Przyjęte obciążenie</b>                   |          |                      |
| V.Ek   | 215      | [kN]                 |
| $\gamma$                                     | 1,4      | [-]                  |
| V.Ed   | 300      | [kN]                 |
| <b>Geometria w licu pala</b>                 |          |                      |
| u.pala - obwód                               | 100,5    | [cm]                 |
| A.cont.pala - pow. nad obwodem               | 3015,9   | [cm <sup>2</sup> ]   |
|  | 0,302    | [m <sup>2</sup> ]    |
| <b>Geometria stożka naprężeń</b>             |          |                      |
| $\theta$ - kąt naprężeń                      | 60       | [°]                  |
|  | 1,047198 | [rad]                |
| r.1  | 16       | [cm]                 |
| l.1  | 32,00    | [cm]                 |
| A.cone.1                                     | 1608,5   | [cm <sup>2</sup> ]   |
| r.2'   | 17,32    | [cm]                 |
| r.2  | 33,32    | [cm]                 |
| l.2  | 66,64    | [cm]                 |
| A.cone.2                                     | 6975,95  | [cm <sup>2</sup> ]   |
| A.cone.fin=A.cone.2-A.cone.1                 | 5367,45  | [cm <sup>2</sup> ]   |
|  | 0,537    | [m <sup>2</sup> ]    |
| <b>Nośność w licu pala</b>                   |          |                      |
| v.ed.pal=v.Ed                                | 996      | [kN/m <sup>2</sup> ] |
|  | 0,996    | [MPa]                |
| v.Ed/v.T.Rd.max                              | 0,937    | [-]                  |
| <b>Nośność w powierzchni stożka naprężeń</b> |          |                      |
| v.ed.pow                                     | 560      | [kN/m <sup>2</sup> ] |
|  | 0,560    | [MPa]                |
| v.N.ed                                       | 0,280    | [MPa]                |
| v.N.ed/v.N.Rd.max                            | 0,878    | [-]                  |
| v.T.ed                                       | 0,485    | [MPa]                |
| v.T.ed/v.T.Rd.max                            | 0,456    | [-]                  |

Warunek nośności na przebicie jest spełniony.



**Objekt:** REALIZACJA ROBÓT BUDOWLANYCH ORAZ WYKONANIE PROJEKTU WYKONAWCZEGO I REALIZACJA ROBÓT BUDOWLANYCH NA ZABUDOWIE URZĄDZEŃ STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM, URZĄDZEŃ KOLEJOWYCH SIECI TELEKOMUNIKACYJNYCH NA ODCINKU ZABRZEG - ZEBRZYDOWICE - GRANICA PAŃSTWA W RAMACH PROJEKTU „PRACE NA PODSTAWOWYCH CIĄGACH PASAŻERSKICH (E 30 I E 65) NA OBSZARZE ŚLĄSKA, ETAP I: LINIA E 65 NA ODCINKU ZABRZEG - ZEBRZYDOWICE”

**MDR-projekt**  
inżynieria geotechniczna

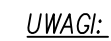
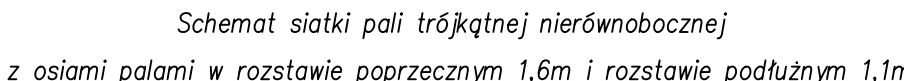
kopia CD

|          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| 10       | 30       | 04       | 12       |
| 04       | 04       | 05       | 05       |
| 26       | 26       | 26       | 26       |
| <b>W</b> | <b>W</b> | <b>W</b> | <b>W</b> |
| 1        | 2        | 3        | 4        |
| ■        | ■        | ■        | ■        |
|          |          |          |          |
|          |          |          |          |

[illegible][illegible]

Marcin Derlacz

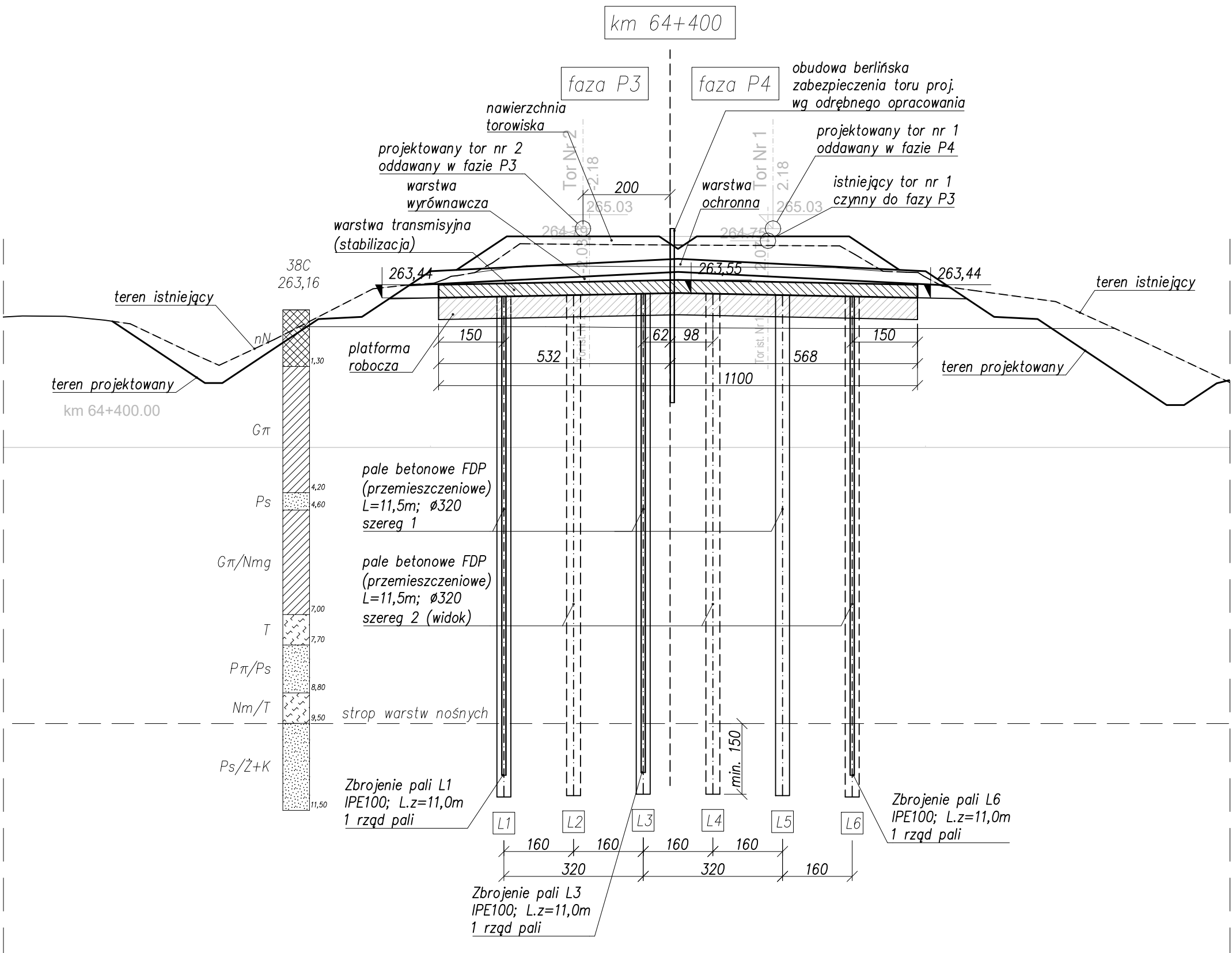
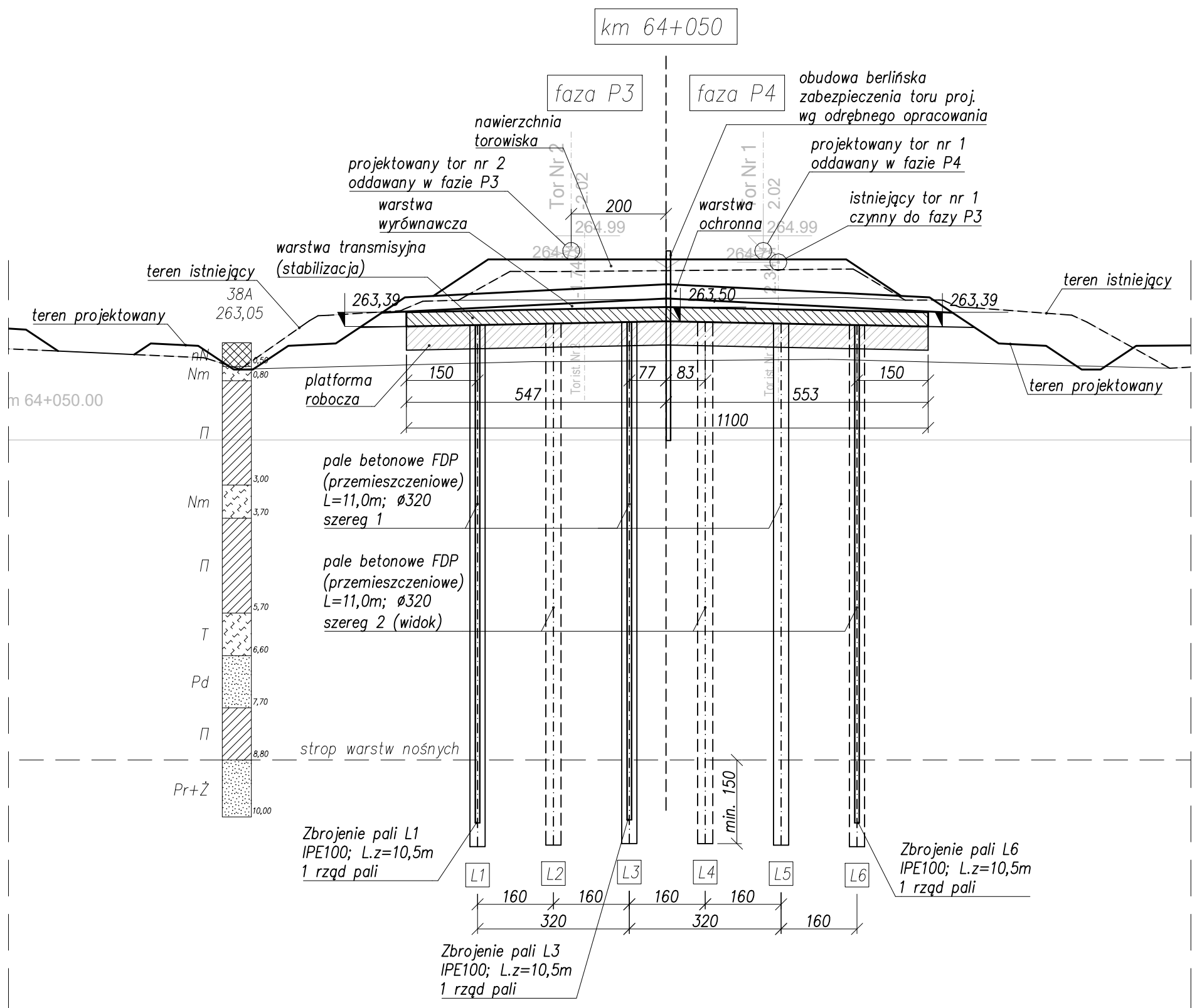
[illegible]



1. Wszystkie wymiary podano w cm, chyba że oznaczono inaczej.
2. Rzeknie podano w m.n.p.m lub metrach od wskazanego poziomu.
3. Nie należy odmierzać odległości bezpośrednio z rysunku, tylko wymiary podane w sposób jawny są obowiązującymi.
4. Brak istniejącego uzbrojenia terenu potwierdzić na planu budowy przed rozpoczęciem prac w celu uniknięcia kolizji – instalacje kolidujące usunąć lub przełożyć.
5. Wszelkie wątpliwości należy wyjaśnić z nadzorem autorskim.
6. Rysunek należy rozpatrywać łącznie z pozostałą częścią projektu.
7. Siatka GFRP #8/#5, oczko siatki 10 cm x 10 cm, szczegóły w opisie technicznym.
8. Zbrojenie pali wg przekroju (rys. 0323).
9. Kolumny wymagające zbrojenia należy zbroić w kierunku prostopadłym do osi linii kolejowej, tzn. Srodek ma być do niej prostopadły, a półki równoległe
10. Po obu stronach przejazdu 64+125 dwa najbliższe rzędy kolumn zbrojne w każdym pali.

|   |                   |                  |  |   |
|---|-------------------|------------------|--|---|
| W1  | 05.02.2025        | Wydanie pierwsze | Pawel P.   |   |
| Nr wersji   | W1                | Opis zmian       | Opisany przez  |   |
| Data  |                   |                  |  |   |
|    |                   |                  | <b>PPM-T s.p. z o.o.</b><br>Alny Jerozolimski 142B<br>03-305 Warszawa  |   |
| Inne projekcje:<br>  |                   |                  | <b>MDR-projekt sp. z o.o. sp. k.</b><br>ul. Miodowa 109 k. 22<br>03-148 Warszawa<br>tel.: 00-000 442 491<br>e-mail: biuro@mdr-projekt.pl |   |
| Tytuł projektu:   |                   |                  |  |   |
| PROJEKT WYKONAWCZY ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI PODSTOZA  |                   |                  |  |   |
| Zamawiacz budowlany:  |                   |                  |  |   |
| Realizacja robot budowlanych oraz wykonanie projektu wykonawczego i realizacja robot budowlanych na zabudowę urządzeń sterowania ruchem kolejowym, urządzeń kolejowych oraz telekomunikacyjnych na odcinku Zabrzeg - Zębrovody. - Granica parafwa w ramach projektu „Prace na podstawowych ciągach pasażerskich (E 30 i E 65) na obszarze Śląska, etap I linia E 65 na odcinku Zabrzeg - Zębrovody” |                   |                  |  |   |
| Tytuł rysunku:  |                   |                  |  |   |
| RZUT WŁAŚCIWOŚCI PODSTOZA<br>NA ODCINKU P3-950/64-525   |                   |                  |  |   |
| Projektant:   |                   | Opracowanie:     |  | Podpis:   |
| mgr inż. Marcin Derlacz   |                   | Wz-424/01        |  |  |
| Sprawdzający:   |                   | Opis:            |  | Podpis:   |
| mgr inż. Robert Dziurzyński   |                   | MAZ/0086/POOK08  |  |  |
| Opisany przez:  |                   | Opracowanie:     |  | Podpis:   |
| mgr inż. Paweł Pieniążek  |                   |                  |  |   |
| Skala:  | Długość projektu: | Nr projektu:     | Nr rysunku:  | Nr wersji:  |
| 1:500   | 05.02.2025        | P-723            | 0122   | W1  |





**UWAGI:**

- Wszystkie wymiary podano w cm, chyba że oznaczono inaczej.
- Rzędne podano w m n.p.m lub metrach od wskazanego poziomu.
- Nie należy odmierzać odległości bezpośrednio z rysunku, tylko wymiary podane w sposób jawny są obowiązującymi.
- Brak istniejącego uzbrojenia terenu potwierdzić na placu budowy przed rozpoczęciem prac w celu uniknięcia kolizji – instalacje kolidujące usunąć lub przełożyć.
- Wszelkie wątpliwości należy wyjaśnić z nadzorem autorskim.
- Rysunek należy rozpatrywać łącznie z pozostałą częścią projektu.
- Siatka GFRP  $\varnothing 8/\varnothing 5$ , oczko siatki 10 cm x 10 cm, szczegóły w opisie technicznym.
- Kolumny wymagające zbrojenia należy zbroić w kierunku prostopadłym do osi drogi, tzn. srodek ma być do niej prostopadły, a półki równoległe, chyba że na rysunku oznaczono inaczej.

|                        |  |                   |                  |
|------------------------|--|-------------------|------------------|
| W1                     | 05.2026  | Wydanie pierwsze  | Paweł P.         |
| Nr rewizji             | Data   | Opis zmian        | Opracowany przez |
| Wykonawca:             | <br>PPM-T Sp. z o.o.<br>Aleje Jerozolimskie 142B<br>02-305 Warszawa   |                   |                  |
| Biurowisko:            | <br>MDR-projekt sp. z o.o. sp. k.<br>ul. Modlińska 129 lok. 22<br>03-186 Warszawa<br>tel. +48 600 442 629<br>e-mail: biuro@mdr-projekt.pl   |                   |                  |
| Tytuł projektu:        | PROJEKT WYKONAWCZY ZAMIENNY WZMOCNIENIA PODTORZA   |                   |                  |
| Zamierzanie budowlane: | Realizacja robót budowlanych oraz wykonanie projektu wykonawczego i realizacja robót budowlanych na zabudowę urządzeń sterowania ruchem kolejowym, urządzeń kolejowych sieci telekomunikacyjnych na odcinku Zabrzeg - Zembrzydowice - Granica państwa w ramach projektu „Prace na podstawowych ciągach pasażerskich (E 30 i E 65) na obszarze Śląska, etap I: linia E 65 na odcinku Zabrzeg - Zembrzydowice” |                   |                  |
| Tytuł rysunku:         | PRZEKROJE WZMOCNIENIA PODTORZA<br>NA ODCINKU 63+950-64+525   |                   |                  |
| Projektant:            | mgr inż. Marcin Derlacz  | Uprawnienia:      | Wa-424/01        |
| Sprawdzający:          | mgr inż. Robert Dziurzyński  | Uprawnienia:      | MAZ/0086/POOK/08 |
| Opracowany przez:      | mgr inż. Paweł Pieniążek   | Uprawnienia:      |                  |
| Skala:                 | 1:100  | Data opracowania: | 05.2026          |
| Nr projektu:           | P-723  | Nr rysunku:       | 0323             |
| Nr rewizji:            | W1   |                   |                  |