



Firma Inżynierska GF-MOSTY

ul. Dąbrowskiego 40
41-940 Piekary Śląskie,
tel. 0-32 220 50 14

**ZARZĄD DRÓG WOJEWÓDZKICH
W KATOWICACH
UL. LECHICKA 24
40-609 KATOWICE**

Nr umowy: WM/B/201124/1/1

**PRZEGLĄD SZCZEGÓŁOWY OBIEKTU MOSTOWEGO
ZLOKALIZOWANEGO W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA NAD TORAMI PKP W
BĘDZINIE**



Lokalizacja:

**Obiekt mostowy dostosowany wyłącznie do ruchu tramwajowego nad torami PKP
w ciągu Alei Kołłątaja w Będzinie**

Zespół wykonujący przegląd/ekspertyzę:

Mgr inż. BUDOWNICTWA
GRZEGORZ FREJ
UPRAWNIONY BEZ OGRANICZEŃ
do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Projektant:

mgr inż. Grzegorz Frej
UPR.BUD. UW-33/98

Ar. VII-7342/33/98
8.04.1998r. Urząd Wojewódzki Katowice

Sprawdzający:

mgr inż. Jan Malordy
UPR.BUD. SLK/1504/POOM/07

mgr inż. Jan MALORDY
uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności mostowej
nr ew. SLK/1504/POCM/07

Katowice, Styczeń 2021 r.

O ś w i a d c z e n i e

Niniejsze opracowanie zostało sporządzone zgodnie z umową, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej i spełnia wymagania:

- ekspertyzy
- opinii technicznej
- przeglądu szczegółowego

Opracowanie stanowi komplet dokumentacji pod względem celu, któremu ma służyć.

W przypadku powstania wątpliwości, czy niejasności należy zwrócić się do autorów dokumentacji o dodatkowe informacje lub wyjaśnienia.

Podpis projektanta

mgr inż. BUDOWNICTWA
GRZEGORZ FREJ
UPRAWNIONY BEZ OGRANICZEŃ
do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
Ar. VII-7342/33/98

9.01.1998r. Urząd Wojewódzki Katowice.....

Katowice, dnia 07.01.2021r.

Podpis sprawdzającego

mgr inż. Jan MALORDY
uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności mostowej
nr ew. SLK/1504/POOM/07

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1. WSTĘP.....	6
1.1. Zleceniodawca	6
1.2. Podstawa opracowania.....	6
1.3. Przedmiot opracowania.....	7
1.4. Cel i zakres opracowania	7
2. OPIS WRAZ Z DOKUMENTACJĄ FOTOGRAFICZNĄ I RYSUNKOWĄ OBIEKTU..	8
2.1. Opis obiektu	8
2.2 Dokumentacja fotograficzna	9
2.3 Inwentaryzacja geometryczna.....	12
3. INWENTARYZACJA FOTOGRAFICZNA I RYSUNKOWA USZKODZEŃ	12
3.1 Inwentaryzacja rysunkowa uszkodzeń.....	12
3.2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń	12
4. NIWELACJA OBIEKTU	25
5. BADANIA DIAGNOSTYCZNE	25
5.1. Badania wytrzymałości betonu na ściskanie.....	25
5.2 Badanie otuliny betonowej.....	26
5.3. Badania chemiczne betonu.....	27
5.3.1. Badanie głębokości karbonatyzacji otuliny betonowej.....	27
5.3.2. Badanie zawartości jonów chlorkowych.....	27
5.3.3. Badanie zawartości jonów siarczkowych	27
5.3.4. Badanie stężenia azotanów w betonie.....	28
5.3.5. Interpretacja wyników badań chemicznych.....	28
6. OCENA STANU TECHNICZNEGO.....	29
6.1. Stan nawierzchni jezdni:	30
6.2. Stan chodnika i krawężnika:	30
6.3. Stan barier i balustrad:	30
6.4. Stan gzymsów:	30

6.5. Stan izolacji.....	30
6.6. Stan dylatacji.....	30
6.7. Stan łożysk	30
6.8. Stan odwodnienia wiaduktu	31
6.9. Stan konstrukcji nośnej	31
6.10. Stan fundamentów i podpór	31
6.11. Przestrzeń podmostowa i otoczenie obiektu	32
6.12. Konstrukcje oporowe	32
6.13. Urządzenia obce.....	32
7. ANALIZA NOŚNOŚCI KONSTRUKCJI.....	32
7.1. Zakres analizy	32
7.2. Założenia materiałowe	32
7.2.1. Beton	32
7.2.2. Stal zbrojeniowa.....	33
7.2.3. Stal sprężająca.....	33
7.3. Obciążenia ciężarem własnym.....	34
7.4. Obciążenia użytkowe	34
7.4.1. Obciążenie taborem tramwajowym wg PN-85/S-10030	34
7.5. Metodologia obliczeń.....	34
7.6 .Wyniki analizy nośności	35
8. ORZECZENIE O STANIE TECHNICZNYM.....	36
9. ZAKRES I TECHNOLOGIA ZALECANYCH PRAC NAPRAWCZYCH.....	37
9.1 Prace związane z kompleksowym remontem wiaduktu:	37
10. WNIOSKI KOŃCOWE.....	38

ZAŁĄCZNIKI:

Z-1 Inwentaryzacja geometryczna obiektu

Z-2 Inwentaryzacja uszkodzeń

Z-3 Schemat niwelacji

Z-4 Badania diagnostyczne

Z-5 Wyciąg z obliczeń statyczno – wytrzymałościowych

Z-6 Schematy obciążeń

Z-7 Obmiar i kosztorys zalecanych prac naprawczych

Z-8 Uprawnienia

1. WSTĘP

1.1. Zleceniodawca

Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach

ul. Lechicka 24

40-609 Katowice

1.2. Podstawa opracowania

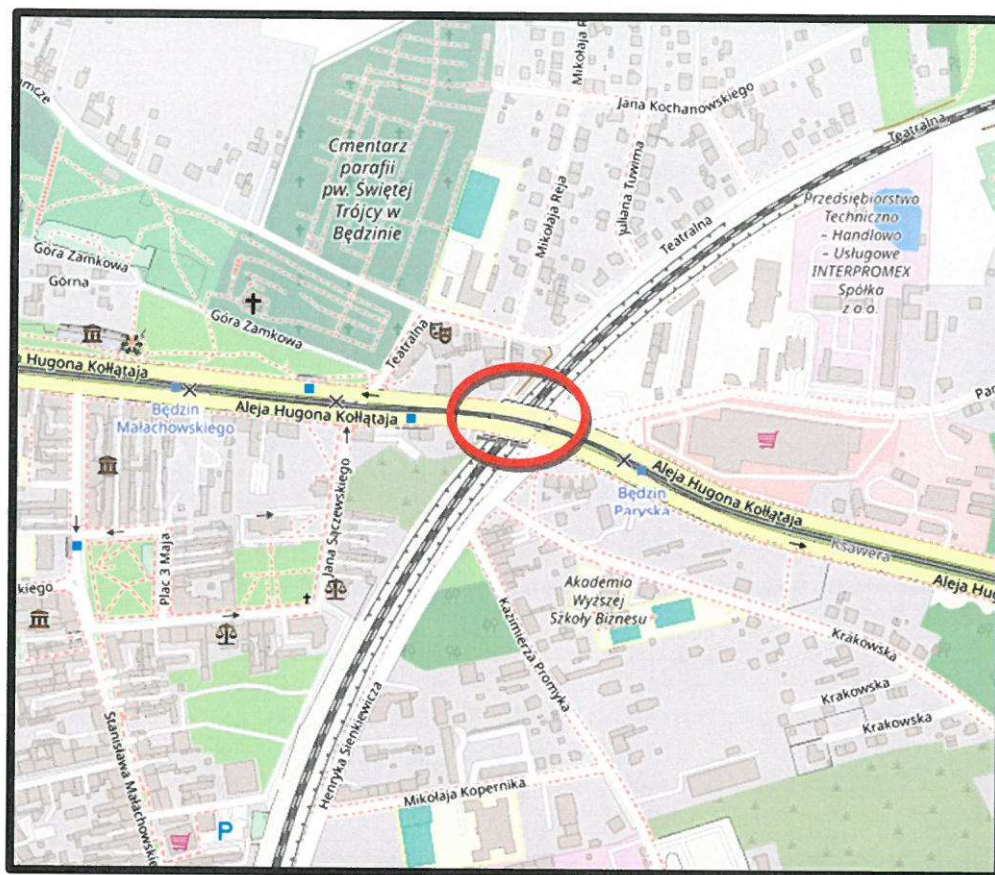
Podstawą formalną opracowania jest umowa nr WM/B/201124/1/1 z dnia 08.12.2020r. pomiędzy Zarządem Dróg Wojewódzkich w Katowicach a Firmą Inżynierską GF Mosty.

Przy opracowaniu poniższej ekspertyzy korzystano z następujących pozycji piśmiennictwa, norm oraz materiałów archiwalnych:

[1]	Ustawa Prawo budowlane z 7 lipca 1994r. (Dz. U. Nr 146/2006r., poz. 1118 z późniejszymi zmianami).
[2]	Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2003r w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 63/2003r.)
[3]	PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia
[4]	PN-91/S-10042 Obiekty mostowe. Mosty betonowe, żelbetowe i z betonu sprężonego. Projektowanie.
[5]	PN-82/S-10052 Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Projektowane.
[6]	Zalecenia dotyczące oceny jakości betonu „In –situ” w istniejących konstrukcjach obiektów mostowych. Załącznik do Zarządzenia nr 11 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3.12.1998r.
[7]	J. Kmita, Mosty betonowe Cz. I. Podstawy Wymiarowania, Warszawa 1984
[8]	J. Kmita, Mosty betonowe Cz. II. Podstawy Kształtowania, Warszawa 1984
[9]	A. Madaj, W. Wołowicki: Budowa i utrzymanie mostów, Warszawa 2002
[10]	A. Madaj: Mosty betonowe wymiarowanie i konstruowanie, Warszawa 1998
[11]	A. Madaj: Podstawy projektowania budowli mostowych, Warszawa 2000
[12]	A. Jarominiak: Przeglądy obiektów mostowych, Warszawa 1991
[13]	A. Jarominiak: Podstawy utrzymania mostów, Rzeszów 1999
[14]	M. Rybak: Przebudowa i wzmacnianie mostów, Warszawa 1983
[15]	M. Łagoda: Wzmacnianie mostów przez doklejanie elementów, Kraków 2005
[16]	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (Dz. U. Nr 32/2003 r. , poz. 263).
[17]	STANAG 2021. Military Computation of Bridge, Ferry, Raft and Vechicle Classifications. 18 September 1990.
[18]	Instrukcja do określania nośności użytkowej drogowych obiektów mostowych. Załącznik do Zarządzenia Nr 17 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych i Autostrad z dnia 01.06.2004 r.

1.3. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest wykonanie przeglądu szczegółowego wiaduktu dostosowanego wyłącznie do ruchu tramwajowego nad torami PKP w ciągu Alei Kołłątaja w Będzinie.



Rys. 1 Lokalizacja obiektu.

1.4. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest wykonanie przeglądu szczegółowego. W zakresie przeglądu szczegółowego jest wykonanie ekspertyzy technicznej z oceną aktualnej nośności konstrukcji na obciążenia ciężarem własnym i użytkowym wraz z oceną stanu technicznego obiektu i torowiska oraz określeniem technologii i zakresu prac naprawczych. W skład opracowania wchodzi:

- inwentaryzacja geometryczna obiektu
- inwentaryzacja uszkodzeń
- badania diagnostyczne
- ocena stanu technicznego
- analiza nośności konstrukcji z uwzględnieniem istniejących ubytków materiałowych i stwierdzonych uszkodzeń oraz wprowadzonych ograniczeń

- zalecenia dotyczące dalszej eksploatacji obiektu wraz z określeniem technologii i zakresu niezbędnych robót naprawczych zapewniających bezpieczeństwo ruchu publicznego na obiekcie.

2. OPIS WRAZ Z DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA I RYSUNKOWĄ OBIEKTU

2.1. Opis obiektu

Obiekt nie posiada Jednostkowego Numeru Inwentarzowego (JNI) przynależnego drogowym obiektom inżynierskim. Dotychczasowe przeglądy były wykonywane przez Przedsiębiorstwo Komunikacji Tramwajowej. Ostatni z nich był wykonany 1999 roku. Informacje powyższa uzyskano z Zarządu Dróg Wojewódzkich Katowice.

Wiadukt nad torami PKP jest obiektem trójprzęsłowym o konstrukcji strunobetonowej dostosowanej wyłącznie do ruchu tramwajowego. Konstrukcje ustroju nośnego w przekroju poprzecznym tworzy 5 belek typu Płońsk o długościach 18m w przęsłach A-B i C-D oraz 15m w przęśle B-C. Przęsła są wykonane z belek prefabrykowanych swobodnie podpartych. Rozpiętość teoretyczna wynosi 18,00m x 15,00m x 18,00m.

W przekroju poprzecznym wiadukt posiada dwa tory tramwajowe odsunięte od zewnętrznych powierzchni gzymsów o 1,00m oraz 820mm i oparte na podkładach drewnianych w rozstawie co 660mm. Szerokość całkowita wiaduktu wynosi 7,00m. Na wiadukcie znajduje się torowisko tramwajowe obsługujące linie nr 21, 22 i 28.

Przyczółki obiektu są oddylatowane od sąsiednich przyczółków obiektów drogowych i stanowią niezależną konstrukcją.

Wszystkie podpory obiektu wykonane jako dwusłupowe zwieńczone oczepem. Słupy żelbetowe monolityczne o wymiarach zewnętrznych 1,23x0,75m, oczep żelbetowy trapezowy. Belki typu Płońsk oparte na oczepach za pośrednictwem łożysk stalowych. Obiekt nie posiada zabudowanych urządzeń dylatacyjnych.

Pod wiaduktem znajdują się tory PKP. Odległość pomiędzy główka szyny a dolną powierzchnią dźwigarów wynosi około 6,30m.

Na wiadukcie odbywa się wyłącznie ruch tramwajowy.

2.2 Dokumentacja fotograficzna



Fot. 1 Widok ogólny wiaduktu wraz z torowiskiem tramwajowym patrząc od strony zachodniej - Czeladzi.



Fot. 2 Widok ogólny wiaduktu wraz z torowiskiem tramwajowym patrząc od strony wschodniej – Dąbrowy Górniczej.



Fot. 3 Widok ogólny z boku patrząc od strony południowej.



Fot. 4 Widok ogólny boku patrząc od strony północnej.



Fot. 5 Widok ogólny konstrukcji od spodu nad przeszkodą – torami PKP. Ustrój nośny tworzy 5 belek typu Płońsk o długościach 18m w przęsłach A-B i C-D oraz 15m w przęśle B-C.



Fot. 6 Widok ogólny podpór pośrednich. Słupy obetonowane żelbetową koszulką o wymiarach zewnętrznych 1,23x0,75m, oczepek żelbetowy monolityczny.

2.3 Inwentaryzacja geometryczna

Wymiary geometryczne obiektu mostowego przyjęto na podstawie pomiarów terenowych oraz inwentaryzacji geodezyjnej. Wyniki inwentaryzacji zamieszczono w załączniku Z-1 na rysunkach nr:

I.01: Inwentaryzacja stanu istniejącego. Rzut z góry.

I.02: Inwentaryzacja stanu istniejącego. Widok z boku.

I.03: Inwentaryzacja stanu istniejącego. Przekrój poprzeczny.

3. INWENTARYZACJA FOTOGRAFICZNA I RYSUNKOWA USZKODZEŃ

3.1 Inwentaryzacja rysunkowa uszkodzeń

Szczegółową inwentaryzację uszkodzeń wiaduktu wykonano w formie rysunkowej i zamieszczono w załączniku Z-2 na rysunkach:

U.01: Inwentaryzacja uszkodzeń. Rzut z góry.

U.02: Inwentaryzacja uszkodzeń. Widok z boku.

U.03: Inwentaryzacja uszkodzeń. Widok spodu ustroju nośnego.

U.04: Inwentaryzacja uszkodzeń. Przekroje poprzeczne - podpory.

3.2 Dokumentacja fotograficzna uszkodzeń



Fot. 7 Widoczne rozległe zanieczyszczenia torowiska tramwajowego w postaci wegetującej roślinności i humusu patrząc od strony Dąbrowy Górniczej spowodowane niedostatecznym utrzymaniem. Dodatkowo całkowicie niewidoczne podkłady. Bardzo duże zanieczyszczenia podbudowy toru stanowi bardzo poważne utrudnienie dla spływu wody z konstrukcji obiektu

(odwodnienie powierzchniowe).

OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W
CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE



Fot. 8 Widoczne pęknięcie poprzeczne szyny tramwajowej na obiekcie spowodowane niedostatecznym utrzymaniem oraz wpływami termicznymi.



Fot. 9 Opis j.w.



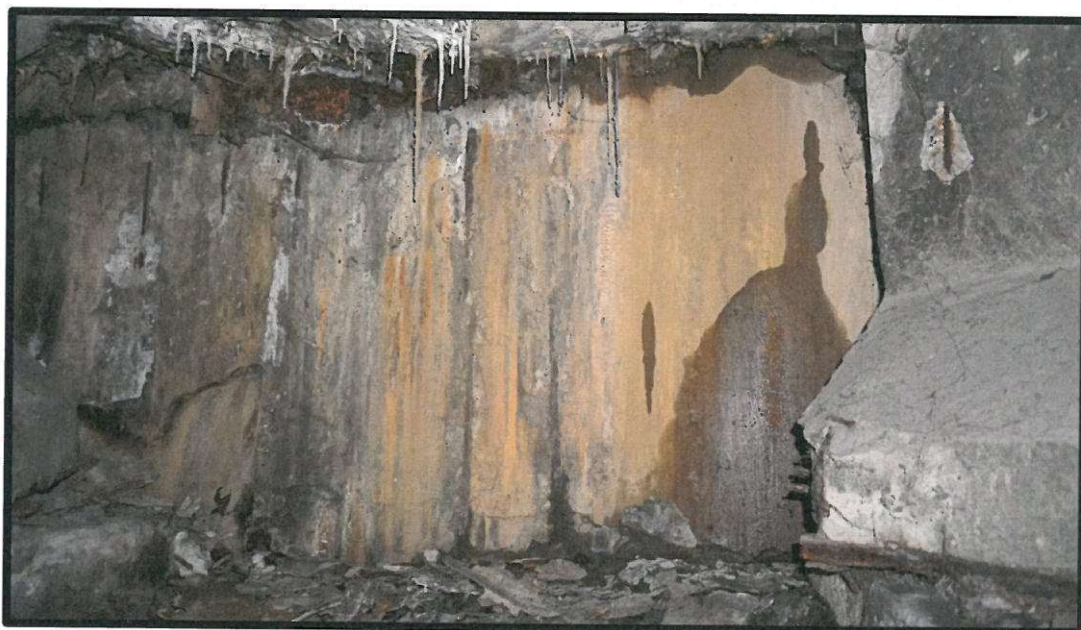
Fot. 10 Widoczne zanieczyszczenia, ubytki, spękania betonu oraz korozja odsłoniętych prętów zbrojeniowych na górnej powierzchni gzymsu od strony południowej spowodowane niedostatecznym utrzymaniem oraz niewłaściwie ukształtowanymi spadkami. Woda opadowa zostaje nieskutecznie odprowadzona z górnej powierzchni gzymsu.



Fot. 11 Uszkodzenia j.w.



Fot. 12 Widoczne zanieczyszczenia, ubytki, spękania betonu oraz korozja odsłoniętych prętów zbrojeniowych na bocznej powierzchni gzymsu od strony północnej spowodowane brakiem szczelnej izolacji, niedostatecznym utrzymaniem oraz niewłaściwie ukształtowanymi spadkami. Woda opadowa zostaje nieskutecznie odprowadzona z powierzchni gzymsu.



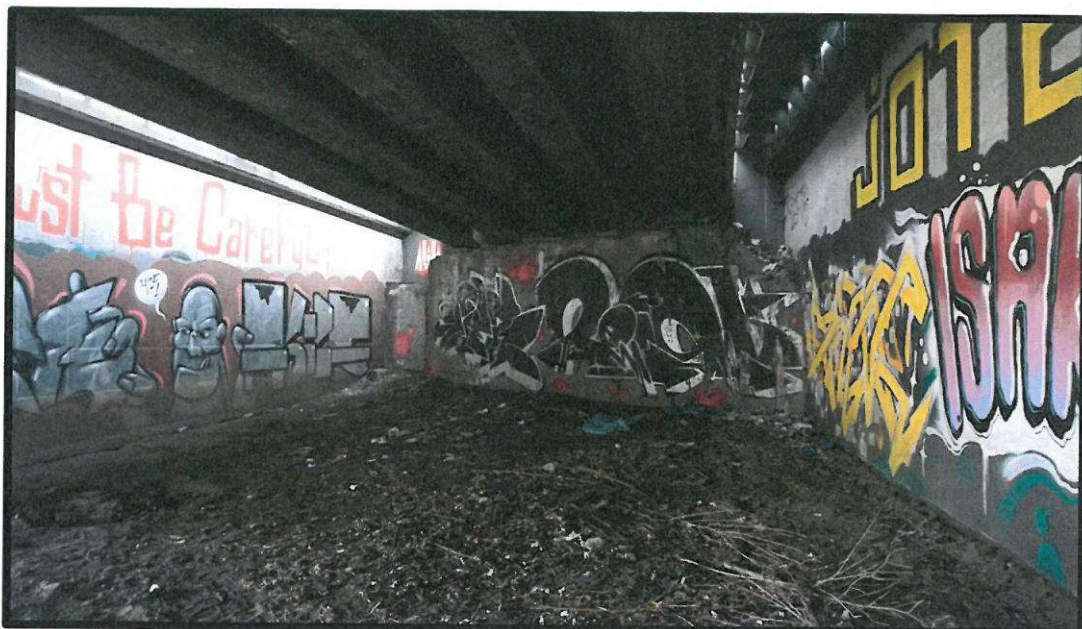
Fot. 13 Intensywne zacieki oraz wapienne wykwyty na ścianie żwirowej nad przycółkiem po stronie Czeladzi spowodowane uszkodzeniem izolacji oraz brakiem skutecznego systemu odwodnienia.



Fot. 14 Ubytki betonu, korozja zbrojenia oraz wapienne wykwyty na ścianie żwirowej nad przyczółkiem po stronie Dąbrowy Górniczej uszkodzeniem izolacji oraz brakiem skutecznego systemu odwodnienia.



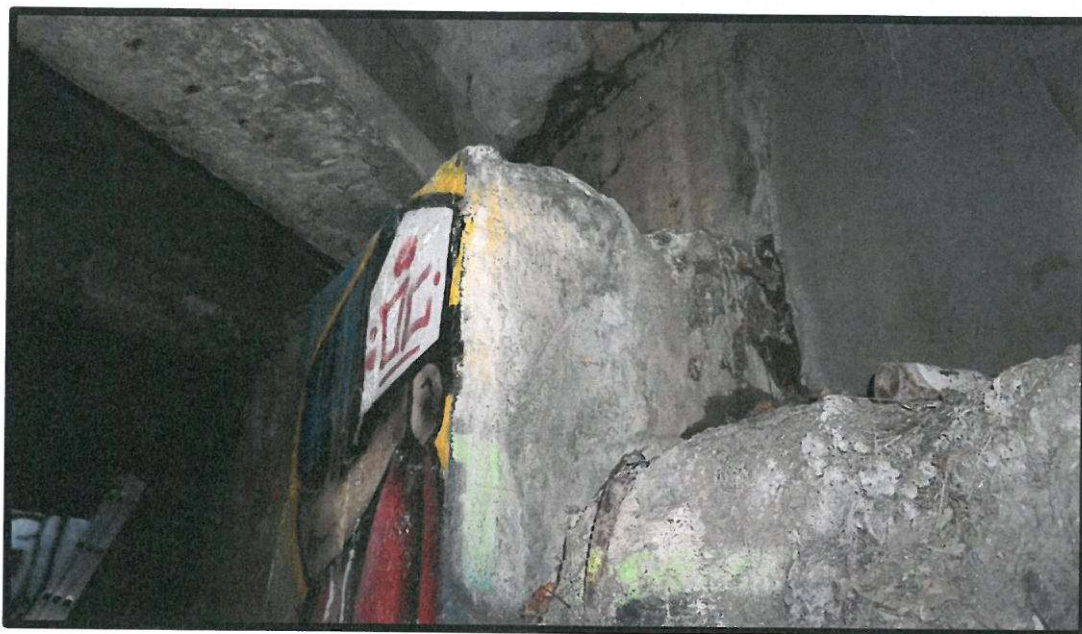
Fot. 15 Intensywne zanieczyszczenia przestrzeni podmostowej w postaci śmieci pozostawionych przez wandalów. Na zdjęciu widoczne również zanieczyszczenie w postaci graffiti na czołowej powierzchni przyczółka po stronie Czeladzi.



Fot. 16 Intensywne zanieczyszczenia przestrzeni podmostowej w postaci śmieci pozostawionych przez wandalów. Na zdjęciu widoczne również zanieczyszczenie w postaci graffiti na czołowej powierzchni przyczółka po stronie Dąbrowy Górniczej.



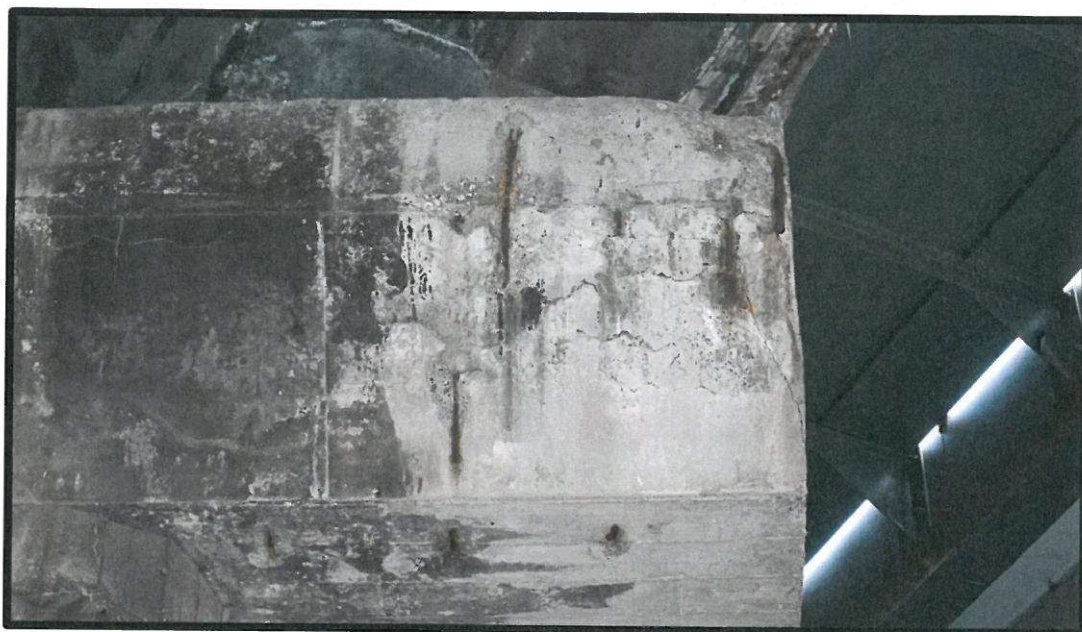
Fot. 17 Zanieczyszczenia, zacieki oraz ubytek betonu w górnej części przyczółka po stronie Dąbrowy Górniczej.



Fot. 18 Zanieczyszczenia, zacieki oraz ubytek betonu w górnej części przyczółka po stronie Czeladzi.



Fot. 19 Ubytek betonu oraz korozja zbrojenia oczepu podpory pośredniej nr 2 patrząc od strony północnej.



Fot. 20 Ubytek betonu oraz korozja zbrojenia oczepu podpory pośredniej nr 3 patrząc od strony Czeladzi.



Fot. 21 Ubytki i korozja betonu, korozja zbrojenia, wapienne wykwyty i zacieki oczepu podpory pośredniej nr 3 patrząc od strony Dąbrowy Górniczej.



Fot. 22 Zanieczyszczenie w postaci graffiti, wapienne zacieki oraz zarysowania betonu oczepu podpory pośredniej nr 3 patrząc od strony Dąbrowy Górniczej.



Fot. 23 Zanieczyszczenia w postaci graffiti słupów podpór pośrednich spowodowane wzmożoną aktywnością wandal.



Fot. 24 Nieprawidłowy montaż łożyska stalowego na dźwigarze skrajnym podpory pośredniej nr 2 mający wpływ na przenoszenie obciążeń. Na zdjęciu widoczne również uszkodzenie powłoki ochronnej, zanieczyszczenia i korozja łożyska.



Fot. 25 Zanieczyszczenia ławy podłożyskowej oraz uszkodzenie powłoki ochronnej i korozja łożyska stalowego na przyczółku po stronie Dąbrowy Górniczej. Uszkodzenie charakterystyczne dla wszystkich łożysk zabudowanych na obiekcie.



Fot. 26 Zanieczyszczenia ławy podłożyskowej oraz uszkodzenie powłoki ochronnej i korozja łożyska stalowego na przyczółku po stronie Czeladzi. Uszkodzenie charakterystyczne dla wszystkich łożysk zabudowanych na obiekcie.



Fot. 27 Intensywne zacieki na bocznej powierzchni dźwigara. Uszkodzenia spowodowane najprawdopodobniej uszkodzenia izolacji – przęsło środkowe od strony północnej dźwigar skrajny.



Fot. 28 Na zdjęciu widoczne ubytki betonu, odsłonięte skorodowane zbrojenie, osady na górnej powierzchni dźwigarów. Uszkodzenia są wynikiem nieszczelnej izolacji, słabej jakości betonu, starzeniem się materiału i niewystarczającej grubości otuliny – przeszło 1 patrząc od strony Czeladzi. Zanieczyszczenia torowiska i brak systemu odwodnienia powodują przecieki wody które w znacznym stopniu wpływają na degradację betonu konstrukcji.



Fot. 29 Opis j.w – przeszło środkowe.



Fot. 30 Wapienne wykwyty i przecieki wody w przęśle B-C świadczące o uszkodzeniu lub braku izolacji. Dodatkowo zanieczyszczenia torowiska i brak systemu odwodnienia powodują przecieki wody które w znacznym stopniu wpływają na degradację betonu konstrukcji.



Fot. 31 Wapienne wykwyty i przecieki wody nad podporą pośrednią B świadczące o uszkodzeniu lub braku izolacji. Dodatkowo zanieczyszczenia torowiska i brak systemu odwodnienia powodują przecieki wody które w znacznym stopniu wpływają na degradację betonu konstrukcji.

4. NIWELACJA OBIEKTU

Ze względu na brak zabudowanych stałych punktów obserwacji geodezyjnej wykonano niwelację dwóch zewnętrznych przęseł wiaduktu na wszystkich belkach w trzech miejscach: w środku rozpiętości oraz w dwóch liniach podparcia. Dokładny schemat niwelacji z numeracją punktów pomiarowych przedstawiono na szkicu nr N1, a wyniki pomiarów zapisano w protokole N-14/ZDW/2021 i umieszczono w załączniku Z-3. W wyniku niwelacji i obliczeń otrzymano następujące przybliżone wartości ugięć:

- przęsło A-B
 - belka prefabrykowana nr 1 - +52 mm
 - belka prefabrykowana nr 2 - +110 mm
 - belka prefabrykowana nr 3 - +74 mm
 - belka prefabrykowana nr 4 - +67 mm
 - belka prefabrykowana nr 5 - +67 mm

- przęsło C-D
 - belka prefabrykowana nr 1 - +56 mm
 - belka prefabrykowana nr 2 - +108 mm
 - belka prefabrykowana nr 3 - +72 mm
 - belka prefabrykowana nr 4 - +85 mm
 - belka prefabrykowana nr 5 - +88 mm

Podczas pomiarów nie stwierdzono ugięć belek. Zaleca się zabudowanie w moście stałych punktów pomiarowych (reperów) i prowadzenia dla nich obserwacji geodezyjnej i porównawczej, z częstotliwością wykonania przeglądów pięcioletnich.

5. BADANIA DIAGNOSTYCZNE

5.1. Badania wytrzymałości betonu na ściskanie

Przeprowadzone badania materiałowe miały na celu identyfikację podstawowych cech betonu, niezbędnych do wykonania analizy nośności konstrukcji wiaduktu. Badanie przeprowadzono za pomocą metody Pull-out wg [6], przy wykorzystaniu systemu pomiaru duńskiej firmy Germann Instrument, pod nazwą Capo-Test. Wykonano po trzy badania Pull-out dla podpór oraz ustroju nośnego. Badania przeprowadzono w miejscach, w których beton nie okazywał objawów

uszkodzenia. Z badań otrzymano wytrzymałość kostkową betonu na ściskanie, a następnie wytrzymałość gwarantowaną.

Ponadto dla kontroli przeprowadzono badania nieniszczące za pomocą Młotka Schmidta, co pozwala określić powierzchniową twardość betonu na podstawie pomiaru odskoku masy uderzeniowej młotka. Wartość odskoku czyli tzw. Liczbę odbicia L odczytuje się na skali młotka. Na podstawie liczby odbicia, z krzywej regresji $R_c = f(L)$ wyznacza się wytrzymałość betonu na ściskanie.

Na podstawie przeprowadzonych badań dokonano oceny betonu konstrukcyjnego ustroju nośnego i podpór oraz określono miarodajną klasę betonu wg [4] – otrzymane parametry betonu posłużą jako punkt wyjścia do wykonania analizy nośności obiektu.

Wyniki badań betonu przedstawiono w Tabeli 1. Protokoły z wykonania badania zamieszczono w Załączniku Z-4.

Lp.	Element	Klasa betonu
1	Przyczółki	C 20/25 (B-25)
2	Podpory pośrednie	C 30/35 (B-35)
3	Ustrój nośny - belka	C 30/35 (B-35)

Tablica 1. Klasy betonu uzyskane na podstawie wyników badań metodą pull-out i młotka Schmidta.

5.2 Badanie otuliny betonowej

Pomiar grubości otuliny betonowej przeprowadzono przy pomocy Profometru firmy Proceq oraz miejscowych odkrywek zbrojenia. Badania otuliny wykonane zostały na dolnej powierzchni dźwigara, ścianach czołowych przyczółków oraz słupach podpór pośrednich. Uśrednione wartości otuliny wyznaczone jako średnia z 5 punktów pomiarowych, dla każdego z elementów konstrukcyjnych przedstawiono w Tablicy 2. Protokoły z badania zamieszczono w Załączniku Z-4.

Lp.	Element	Wartość otuliny
1.	Dźwigar – powierzchnia dolna	32 mm
2.	Przyczółki	53 mm
3.	Podpora pośrednie - słupy	41 mm

Tablica 2. Wartość otuliny betonowej

5.3. Badania chemiczne betonu

5.3.1. Badanie głębokości karbonatyzacji otuliny betonowej

Dla określenia głębokości karbonatyzacji otuliny betonowej użyto testu „Rainbow Test” opracowanego przez duńską firmę Germann Instruments. Metoda ta polega na określeniu przebiegu zmiany wartości pH w przekroju badanego elementu na podstawie oceny rozkładu barw na jego powierzchni.

Rozkład wartości pH w elementach konstrukcyjnych przedstawiono w Tablicy 3, natomiast protokoły z wykonania badania zamieszczono w Załączniku Z-4.

Lp.	Element	Wartość Ph na głębokości										
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
1	Ustrój nośny	9	9	9	9	11	11	13	13	13	13	13
2	Przyczółek	7	7	7	9	9	11	11	13	13	13	13
3	Filar	9	9	9	11	11	13	13	13	13	13	13

Tablica 3. Głębokość karbonatyzacji otuliny betonowej

5.3.2. Badanie zawartości jonów chlorkowych

Dla określenia zawartości jonów chlorkowych w betonie użyto zestawu odczynników Aquamerck-Test firmy Merck. Pobranie próbki pyłu betonowego wykonano za pomocą nawiercania elementu betonowego, a samo badanie wykonano zgodnie z instrukcją producenta oraz [6].

Maksymalną zawartość jonów chlorkowych w elementach konstrukcyjnych przedstawiono w Tablicy 4, natomiast protokoły z wykonania badania zamieszczono w Załączniku Z-4.

Lp.	Element	Ilość Cl ⁻ [%]				Wartość dopuszczalna	Ocena karbonatyzacji
		5	10	15	20mm		
1	Ustrój nośny - belka		0,014			0,016%	skarbonatyzowany
2	Przyczółek		0,014			0,016%	skarbonatyzowany
3	Podpora pośrednia		0,012			0,016%	skarbonatyzowany

Tablica 4. Wartość jonów chlorkowych w elementach konstrukcyjnych

5.3.3. Badanie zawartości jonów siarczkowych

Dla określenia zawartości jonów siarczkowych w betonie użyto zestawu odczynników Microquant-Test firmy Merck. Pobranie próbki pyłu betonowego wykonano za pomocą

nawiercania elementu betonowego, a samo badanie wykonano zgodnie z instrukcją producenta oraz [6].

Maksymalną zawartość jonów siarczkowych w elementach konstrukcyjnych przedstawiono w Tablicy 5, natomiast protokoły z wykonania badania zamieszczono w Załączniku Z-4.

Lp.	Element	Zawartość SO_4^{2-} [%]				Interpretacja wyniku
		5	10	15	20mm	
1	Ustrój nośny - belka		0,22			Beton zachowuje właściwości ochronne (Zawartość SO_4^{2-} <0,4%)
2	Przyczółek		0,16			Beton zachowuje właściwości ochronne (Zawartość SO_4^{2-} <0,4%)
3	Podpora pośrednia		0,16			Beton zachowuje właściwości ochronne (Zawartość SO_4^{2-} <0,4%)

Tablica 5. Wartość jonów siarczkowych w elementach konstrukcyjnych

5.3.4. Badanie stężenia azotanów w betonie

Dla określenia stężenia azotanów w betonie użyto zestawu odczynników Aquamerck Nitrat Test Merkoquant 10020 firmy Merck. Pobranie próbki pyłu betonowego wykonano za pomocą nawiercania elementu betonowego, a samo badanie wykonano zgodnie z instrukcją producenta oraz [6].

Maksymalne stężenie azotanów w elementach konstrukcyjnych przedstawiono w Tablicy 6, natomiast protokoły z wykonania badania zamieszczono w Załączniku Z-4.

Lp.	Element	Stężenie azotanów [%]				Wartość graniczna	Ocena zawartości
		5	10	15	20mm		
1	Ustrój nośny - belka		0,12			0,15%	Pomijalne zagrożenie korozją
2	Przyczółek		0,10			0,15%	Pomijalne zagrożenie korozją
3	Podpora pośrednia		0,06			0,15%	Pomijalne zagrożenie korozją

Tablica 6. Wartość stężenia azotanów elementach konstrukcyjnych

5.3.5. Interpretacja wyników badań chemicznych

Przeprowadzone badania chemiczne betonu wykazały, że:

A) Przyczółek

- Zawartość chlorków w przypowierzchniowej warstwie betonu wynosi maksymalnie 0,014% i jest zawartością dopuszczalną w konstrukcjach żelbetowych skarbonatyzowanych.

- Beton do głębokości 15 mm utracił swoje właściwości ochronne w stosunku do zbrojenia, a do głębokości 35 mm beton zaczął tracić właściwości ochronne wobec zbrojenia – pełne właściwości ochronne beton uzyskuje na głębokości powyżej 35 mm.
- Zawartość jonów siarczkowych wynosi maksymalnie 0,16% w stosunku do wagi betonu, co dla konstrukcji żelbetowych jest wartością dopuszczalną (beton zachowuje właściwości ochronne).
- Zawartość azotanów wynosi maksymalnie 0,10% w stosunku do wagi betonu, co pozwala stwierdzić, że zagrożenie korozją spowodowaną azotanami jest pomijalne.

B) Podpora pośrednia

- Zawartość chlorków w przypowierzchniowej warstwie betonu wynosi maksymalnie 0,012% i jest zawartością dopuszczalną w konstrukcjach żelbetowych skarbonatyzowanych.
- Beton do głębokości 15 mm zaczął tracić właściwości ochronne wobec zbrojenia – pełne właściwości ochronne beton uzyskuje na głębokości powyżej 25 mm.
- Zawartość jonów siarczkowych wynosi maksymalnie 0,16% w stosunku do wagi betonu, co dla konstrukcji żelbetowych jest wartością dopuszczalną (beton zachowuje właściwości ochronne).
- Zawartość azotanów wynosi maksymalnie 0,06% w stosunku do wagi betonu, co pozwala stwierdzić, że zagrożenie korozją spowodowaną azotanami jest pomijalne.

C) Ustrój nośny - belka

- Zawartość chlorków w przypowierzchniowej warstwie betonu wynosi maksymalnie 0,014% i jest zawartością dopuszczalną w konstrukcjach żelbetowych skarbonatyzowanych.
- Beton do głębokości do głębokości 20 mm zaczął tracić właściwości ochronne wobec zbrojenia – pełne właściwości ochronne beton uzyskuje na głębokości powyżej 30 mm.
- Zawartość jonów siarczkowych wynosi maksymalnie 0,22% w stosunku do wagi betonu, co dla konstrukcji żelbetowych jest wartością dopuszczalną (beton zachowuje właściwości ochronne).
- Zawartość azotanów wynosi maksymalnie 0,12% w stosunku do wagi betonu, co pozwala stwierdzić, że zagrożenie korozją spowodowaną azotanami jest pomijalne.

6. OCENA STANU TECHNICZNEGO.

Uwzględniając wszystkie zinwentaryzowane uszkodzenia oraz wyniki badań diagnostycznych można stwierdzić, iż ogólny **stan techniczny wiaduktu jest niepokojący**, tzn., że wykazuje uszkodzenia, których nie naprawienie spowoduje skrócenie okresu bezpiecznej

eksploatacji. Poniżej szczegółowo opisano i oceniono stan techniczny poszczególnych elementów konstrukcji i wyposażenia przedmiotowego obiektu mostowego.

6.1. Stan nawierzchni jezdni:

Nawierzchnię stanowi torowisko tramwajowe z tłucznem którego stan jest **niepokojący**. Zaobserwowano zanieczyszczenia i wegetującą roślinność – fot. 7 wymagającą usunięcia w ramach robót utrzymaniowych. Torowisko tramwajowe również jest w stanie **niepokojącym**. Liczne przerwania ciągłości – fot. 8, 9 zwiększają powstawanie naprężeń dynamicznych oddziałujących bezpośrednio na wiadukt.

6.2. Stan chodnika i krawężnika:

Wiadukt nie posiada wydzielonych chodników oraz zabudowanych krawężników.

6.3. Stan barier i balustrad:

Wiadukt nie posiada zabudowanych barier i balustrad.

6.4. Stan gzymsów:

Stan techniczny gzymsów jest **niedostateczny**. Na całej długości gzymsów występują liczne głębokie ubytki betonu odsłaniające skorodowane pręty zbrojeniowe – fot. 10, 11, 12. Zaleca się wykonanie generalnego remontu gzymsów.

6.5. Stan izolacji

Stan techniczny izolacji jest **niedostateczny**. Na ściankach żwirowych widoczne są intensywne przecieki wody świadczące o nieszczelności izolacji – fot. 13, 14. Bardzo dużą intensywność wykazują przecieki w przęśle B-C widoczne na górnych i bocznych powierzchniach belek – fot. 27, 29 świadczące o uszkodzeniu izolacji.

6.6. Stan dylatacji

Wiadukt nie posiada zabudowanych urządzeń dylatacyjnych.

6.7. Stan łożysk

Stan techniczny łożysk zabudowanych na wiadukcie jest **niepokojący**. Łożyska stalowe noszą oznaki uszkodzenia powłoki ochronnej oraz intensywnej korozji i zanieczyszczeń – fot. 25, 26. Stwierdzono również nieprawidłowy montaż łożyska stalowego na dźwigarze skrajnym podpory pośredniej nr 2 – fot. 24, który może mieć wpływ na przenoszenie obciążeń.

6.8. Stan odwodnienia wiaduktu

Stan techniczny odwodnienia wiaduktu jest **niedostateczny**. Wiadukt nie posiada zabudowanych urządzeń odwadniających a odwodnienie jest realizowane powierzchniowo. Zaobserwowane przecieki wody, zacieki i wapienne wykwyty na ściankach zapleczy, bocznej powierzchni gzymsów i dźwigarów głównych – fot. 27, 30, 31 które świadczą o wadliwym odwodnieniu izolacji.

6.9. Stan konstrukcji nośnej

Stan techniczny ustroju nośnego jest **niepokojący**. Widoczne zacieki na dolnej i bocznej powierzchni dźwigarów świadczą o braku szczelności izolacji. Największe przecieki występują przęsła B-C – fot. 29. Destrukcja betonu dźwigarów belek typu Płóńsk doprowadziła do ubytków betonu i stali zbrojeniowej – fot. 28. Proces destrukcji betonu oraz stali zbrojeniowej postępuję, powodując stałe zmniejszenie przekroju zbrojenia głównego i poprzecznego, a co za tym idzie obniżenie nośności wiaduktu. Przeprowadzona niwelacja ustroju nośnego wykonana na dolnej powierzchni dźwigarów w przęsłach A-B i C-D nie wykazała ugięć.

Beton określony na podstawie badań diagnostycznych spełnia wymagania betonu B-30. Dodatkowo badania chemiczne wykazały dopuszczalną wartość jonów chlorkowych, siarczkowych oraz azotanów, a pełne właściwości ochronne w stosunku do stali zbrojeniowej beton osiąga na głębokości od 30 mm.

6.10. Stan fundamentów i podpór

Stan techniczny podpór jest **niepokojący**. Na oczepach filarów występują zarysowania, przecieki, osady i ubytki betonu odsłaniające skorodowane zbrojenie – fot. 19, 20, 21, 22. Główną przyczyną uszkodzeń jest intensywne, okresowe zawilgocenie powierzchni betonowej spowodowane brakiem szczelnej izolacji. Słupy podpór pośrednich zanieczyszczone graffiti. Uszkodzenia te jednoznacznie narzucają konieczność naprawy betonu oczepów podpór dopiero po uprzedniej rozbiórce słabej otuliny oraz wykonaniu nowych dylatacji i izolacji.

Na ścianach czołowych obu przyczółków widoczne rozległe zacieki i wapienne wykwyty świadczące o całkowitym braku lub uszkodzeniu izolacji. Miejscowo, na krawędziach zewnętrznych ścian czołowych przyczółków widoczne ubytki betonu – fot. 17, 18.

Beton przyczółków określony na podstawie badań diagnostycznych spełnia wymagania betonu B-25 natomiast podpór pośrednich B-35. Dodatkowo badania chemiczne wykazały dopuszczalną wartość jonów chlorkowych, siarczkowych oraz azotanów, a pełne właściwości

ochronne w stosunku do stali zbrojeniowej beton przyczółków osiąga głębokości 35 mm a podpór pośrednich na głębokości 25 mm.

6.11. Przestrzeń podmostowa i otoczenie obiektu

Przestrzeń podmostowa i otoczenie obiektu znajduje się w stanie **niepokojącym**. Stwierdzono intensywne zanieczyszczenia w bezpośrednim sąsiedztwie przyczółków – fot. 15, 16 spowodowane wzmożoną aktywnością wandalii.

6.12. Konstrukcje oporowe

Wiadukt nie posiada konstrukcji oporowych.

6.13. Urządzenia obce

Na wiadukcie nie stwierdzono zabudowanych urządzeń obcych.

7. ANALIZA NOŚNOŚCI KONSTRUKCJI

7.1. Zakres analizy

Zgodnie z wymaganiami Zamawiającego analiza nośności obiektu obejmuje weryfikację konstrukcji nośnej wiaduktu pod obciążeniem taborem tramwajowym wg PN-85/S-10030. Konstrukcje wiaduktu obciążono dwoma torami tramwajowymi wg schematu zamieszczonego w załączniku Z-6 Schematy obciążeń.

7.2. Założenia materiałowe

7.2.1. Beton

Parametry wytrzymałościowe betonu przyjęto wg [4] dla określonej w oparciu o badania diagnostyczne klasy betonu (punkt 5.1. niniejszego opracowania).

Ustrój nośny (belki prefabrykowane):

Beton B35	$R_b = 20,2 \text{ MPa}$	wytrzymałość obliczeniowa betonu przy osiowym ściskaniu
	$R_{bk0,05} = 1,90 \text{ MPa}$	wytrzymałość charakterystyczna betonu na rozciąganie
	$E_b = 34,6 \text{ GPa}$	moduł sprężystości betonu

Podpory - przyczółek:

Beton B25	$R_b = 14,4 \text{ MPa}$	wytrzymałość obliczeniowa betonu przy osiowym ściskaniu
	$E_b = 30,0 \text{ GPa}$	moduł sprężystości betonu

Podpory - filar

Beton B35	$R_b = 20,2 \text{ MPa}$	wytrzymałość obliczeniowa betonu przy osiowym ściskaniu
	$R_{bk0,05} = 1,90 \text{ MPa}$	wytrzymałość charakterystyczna betonu na rozciąganie
	$E_b = 34,6 \text{ GPa}$	moduł sprężystości betonu

7.2.2. Stal zbrojeniowa

W analizie nośności uwzględniono ilość i średnice prętów zbrojeniowych na podstawie katalogu typowych mostów drogowych z belek strunobetonowych typu Płońsk o rozpiętości 15m i 18m wydany przez Ministerstwo Komunikacji. Dane zweryfikowano za pomocą miejscowych odkrywek wykonanych w trakcie badań diagnostycznych (punkt 5.4 niniejszego opracowania). Wytrzymałość obliczeniową oraz moduł sprężystości stali zbrojeniowej przyjęto wg [4]

Ustrój nośny - pręty główne:

Stal A-II	$R_a = 295 \text{ MPa}$	wytrzymałość obliczeniowa stali prętów zbrojenia głównego
	$E_a = 210 \text{ GPa}$	moduł sprężystości stali prętów zbrojenia głównego

Ustrój nośny - pręty rozdzielnice:

Stal A-0	$R_a = 190 \text{ MPa}$	wytrzymałość obliczeniowa stali prętów zbrojenia głównego
	$E_a = 210 \text{ GPa}$	moduł sprężystości stali prętów zbrojenia głównego

7.2.3. Stal sprężająca

W analizie nośności uwzględniono ilość i typy stali sprężającej na podstawie katalogu typowych mostów drogowych z belek strunobetonowych typu Płońsk o rozpiętości 15m i 18m wydany przez Ministerstwo Komunikacji. Dla obu typów rozpiętości przyjęto zastosowanie stali strunowej typu 7x2,5mm klasy II o wytrzymałości charakterystycznej 1860MPa, oraz obliczeniowej 1240MPa. Do analizy przyjęto siłę sprężającą na poziomie 43,4kN dla pojedynczej struny (przed stratami doraźnymi). Belki rozpiętości 15m sprężono 66 splotami, prostymi w ilości 40szt. oraz w części krzywoliniowymi (26szt.). Belki rozpiętości 18m sprężono 80 splotami, prostymi w ilości 48szt. oraz w części krzywoliniowymi (32szt.).

7.3. Obciążenia ciężarem własnym

Ciężar własny elementów konstrukcyjnych oraz elementów wyposażenia określono na podstawie rzeczywistej geometrii konstrukcji, w oparciu o ciężary objętościowe oraz współczynniki bezpieczeństwa wg [3].

7.4. Obciążenia użytkowe

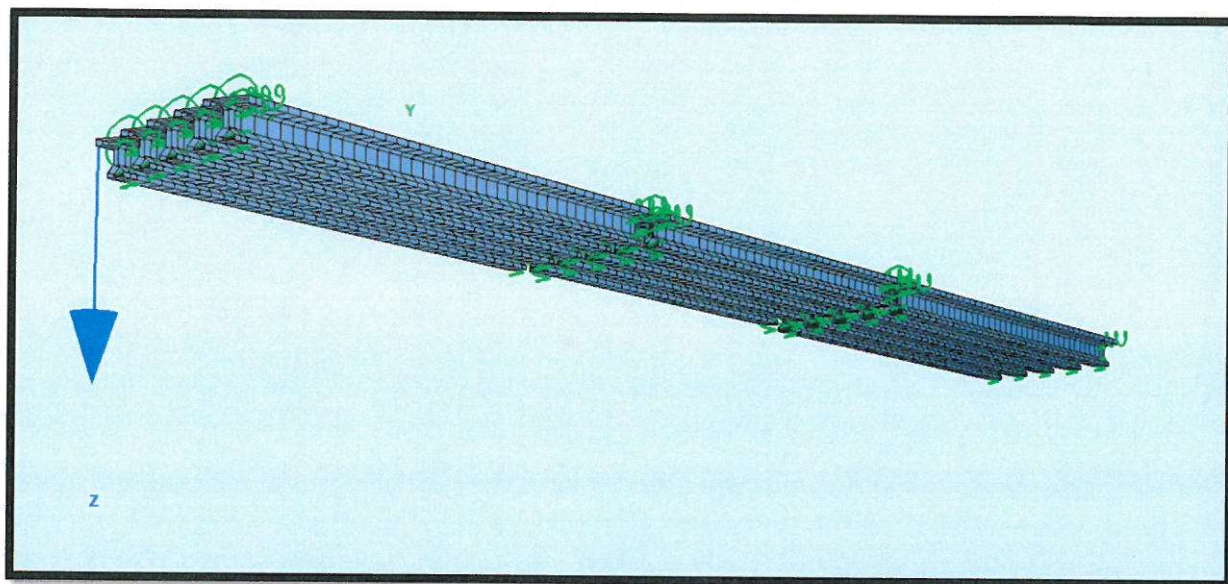
7.4.1. Obciążenie taborem tramwajowym wg PN-85/S-10030

W celu weryfikacji nośności obiektu, konstrukcje przęsła obciążono taborem tramwajowym wg [3] na dwóch torach jednocześnie. Dla analizy przedmiotowego wiaduktu o rozpiętości 18m+15m+18m w schemacie wolnopodpartym wtrącającym obciążeniem jest układ dwóch wagonów o łącznie czterech osiach obciążenia o wartości 150kN dla każdego z torów. Długości dwóch wagonów wynosi 29,0m

Ustawienie pojazdów w przekroju poprzecznym pomostu wykonano na podstawie inwentaryzacji położenia torów oraz zgodnie z pkt. 6.6 [3] i pokazano w załączniku Z-6. Do obciążenia taborem tramwajowym zastosowano współczynnik bezpieczeństwa $\gamma=1,5$ (dla podstawowego układu obciążeń). Ponadto ciężar pojazdów tramwajowych zwiększono stosując współczynnik dynamiczny ϕ , obliczony zgodnie z pkt. 6.3.2 [3].

7.5. Metodologia obliczeń

Konstrukcję wiaduktu zamodelowano w układzie przestrzennym, przy pomocy programu Sofistik 2018, opartego na metodzie elementów skończonych. Zastosowano elementy belkowe typu BEAM. W analizie uwzględniono rzeczywiste charakterystyki geometryczne elementów konstrukcyjnych - model konstrukcji wiaduktu przedstawiono poniżej. Tak przygotowany model został obciążony ciężarem własnym elementów konstrukcyjnych i wyposażenia, a następnie obciążeniami użytkowymi.



Rysunek 2. Model obliczeniowy ustroju nośnego wiaduktu.

Dla każdego schematu obciążenia odczytano obliczeniowe wartości ekstremalnych sił wewnętrznych, naprężeń, odkształceń oraz reakcji podporowych. Wartości otrzymanych sił porównano z nośnością przekroju na zginanie i ścinanie, jednoznacznie weryfikując założoną klasę obciążenia. Wyciąg z obliczeń konstrukcji nośnej wiaduktu zamieszczono w załączniku Z-5. W obliczeniach wytrzymałościowych wykorzystano program komputerowy Sofistik, Excel 2010 oraz Kalkulator Master EC2 Żelbet.

7.6 .Wyniki analizy nośności

W wyniku obliczeń otrzymano następujące wyniki naprężeń w przekroju przęsłowym:

Maksymalne obliczeniowe naprężenia ściskające w fazie użytkowej:

- a) W środku rozpiętości przęsła 18m: $-18,7\text{MPa} \leq 20,2\text{MPa}$
- b) W środku rozpiętości przęsła 15m: $-14,5\text{MPa} \leq 20,2\text{MPa}$

Maksymalne charakterystyczne naprężenia rozciągające w fazie użytkowej:

- a) W środku rozpiętości przęsła 18m: $+0,50\text{MPa} \leq 1,9\text{MPa}$
- b) W środku rozpiętości przęsła 15m: $-1,83\text{MPa} \leq 1,9\text{MPa}$

Ugięcia dźwigarów pod obciążeniem ruchomych (taborem tramwajowym) wynosi :

- a) W prześle o rozpiętości 18m: $U_z = 9,2\text{mm} < 1/800=22,6\text{mm}$.
- b) W prześle o rozpiętości 15m: $U_z = 6,7\text{mm} < 1/800=18,7\text{mm}$.

Na podstawie powyższego oraz wszystkich pozostałych obliczeń weryfikujących, konstrukcja nośna wiaduktu spełnia obciążenia taborem tramwajowym wg PN – 85/S-10030 Szczegółowe wyniki analizy nośności konstrukcji przęsla znajdują się w Załączniku Z-5 Wyciąg z obliczeń statyczno – wytrzymałościowych.

8. ORZECZENIE O STANIE TECHNICZNYM

Na podstawie wykonanych oględzin obiektu oraz szczegółowej inwentaryzacji uszkodzeń konstrukcji określono stan techniczny poszczególnych elementów obiektu. Zbiorcze wyniki ocen przedstawiono w poniższej tabeli, a dodatkowy szczegółowy opis stanu technicznego wiaduktu zamieszczono w punkcie 6 opracowania.

Lp.	Element	Najważniejsze uszkodzenia	Stan techniczny	Ocena
1	Nasypy i skarpy	-	-	-
2	Dojazdy w obrębie skrzydeł	-	-	-
3	Nawierzchnia jezdni	Zanieczyszczenia, wegetacja roślinności	Niedostateczny	2
4	Nawierzchnia chodników, krawężniki	-	-	-
5	Balustrady, Bariery	-	-	-
6	Gzysy	Ubytki betonu, korozja zbrojenia, zacieki, wapienne wykwyty	Niedostateczny	2
7	Urządzenia odwadniające	Przecieki wody, zawilgocenia	Niedostateczny	2
8	Izolacja pomostu	Przecieki wody, zawilgocenia, wapienne wykwyty	Niedostateczny	2
9	Konstrukcja pomostu	-	-	-
10	Konstrukcja dźwigarów głównych	Ubytki betonu, korozja zbrojenia, zacieki	Niepokojący	3
11	Łożyska	Korozja betonu, zacieki, nieprawidłowe ustawienie łożysk	Niepokojący	3
12	Urządzenia dylatacyjne	-	-	-
13	Przyczółki	Zanieczyszczenia, ubytki betonu, zacieki, zarysowania, korozja zbrojenia	Niepokojący	3
14	Filary	Zarysowania, zacieki, zanieczyszczenia, korozja zbrojenia, ubytki betonu	Niepokojący	3
15	Koryto rzeki, przestrzeń podmostowa	Rozległe zanieczyszczenia	Niepokojący	3
16	Konstrukcje oporowe	-	-	-
17	Urządzenia obce	-	-	-
			Średnia ocena:	2,5
			Ocena całego obiektu:	2,5

9. ZAKRES I TECHNOLOGIA ZALECANYCH PRAC NAPRAWCZYCH

Ze względu na obecny stan techniczny obiektu, wszystkie występujące uszkodzenia oraz możliwości ich naprawy należy w terminie do końca czerwca 2023r. zrealizować :

- Remont wiaduktu obejmujący ustrój nośny, podpory oraz wyposażenie z zachowaniem aktualnych parametrów użytkowych,

Niezależnie od powyższego wyboru należy wykonać prace z zakresu bieżącego utrzymania, obejmujące:

- oczyszczenie przestrzeni podmostowej,
- oczyszczenie nawierzchni torowiska tramwajowego
- oczyszczenie ław podłożyskowych na przyczółkach i filarach

9.1 Prace związane z kompleksowym remontem wiaduktu:

W terminie do 3 lat należy wykonać kompleksowy remont obejmujący swym zakresem następujące prace:

- rozbiórka nawierzchni torowiska,
- rozbiórka izolacji,
- rozbiórka skorodowanego betonu ustroju nośnego,
- rozbiórka skorodowanego betonu oczepów podpór pośrednich
- rozbiórka skorodowanego betonu przyczółków
- wykonanie remontu płyty pomostu pod nową izolację,
- wykonanie remontu gzymsów,
- prawidłowe odwodnienie strefy za i przed wiaduktem,
- osadzenie wpustów i podłączenie ich do nowego systemu odwodnienia,
- wykonanie nowej izolacji na obiekcie,
- wykonanie nowej nawierzchni torowiska,
- wykonanie naprawy powierzchniowej ustroju nośnego z częściową wymianą otuliny,
- wykonanie naprawy powierzchniowej podpór,
- remont i regulacja łożysk stalowych,
- zabezpieczenie powierzchni betonowych ustroju nośnego oraz podpór powłokami ochronnymi,

Alternatywnie można rozważyć wykonanie rozbiórki starego wiaduktu oraz budowę nowego o parametrach równoważnych bądź wyższych. Jest to rozwiązanie znacznie droższe którego koszt szacowany jest na ok. 4 mln zł.

Prace związane z remontem należy przeprowadzić przy zamknięciu ruchu tramwajowego na czas ich wykonania. Możliwe jest również wykonanie prac przy zawężeniu ruchu tramwajowego do jednego toru, jednak wymaga to szczegółowych uzgodnień z zarządcą torowiska – Tramwaje Śląskie S.A. Wykonanie prac w tej technologii jednak znacznie wydłuż czas i zwiększa koszt wykonania prac.

Obmiar i szacunkowy kosztorys pełnego zakresu robót remontowych przedstawiono w załączniku Z-7. Szacunkowa wartość robót remontowych wynosi [REDACTED]

10. WNIOSKI KOŃCOWE.

Biorąc pod uwagę wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oraz ocenę stanu technicznego elementów konstrukcyjnych i wyposażenia wiaduktu należy stwierdzić, że:

1. Obiekt znajduje się w **niepokojącym** stanie technicznym.
2. Konstrukcja nośna wiaduktu w stanie istniejącym spełnia wymagania obciążeniem taborem tramwajowym wg PN-85/S-10030.
3. Stwierdzone uszkodzenia strefy oparcia ustroju nośnego na przyczółkach i odwodnienia nie ograniczają istniejącej nośności wiaduktu, jednak znacznie skracają jego trwałość. W perspektywie max trzech lat należy wykonać kompleksowy remont wiaduktu obejmujący dodatkowo swym zakresem remont podpór, izolacji, gzymsów, odwodnienia, nawierzchni torowiska, łożysk oraz rozważyć uciążlenie ustroju nośnego poprzez zastosowanie poprzecznic co pozwoli również na zmniejszenie ilości łożysk na obiekcie.
4. Trwałość takiego rozwiązania szacuje się na około 15-20 lat, a koszt takiego rozwiązania na poziomie [REDACTED]
5. Niezależnie od decyzji co do wykonania remontu wiaduktu, istnieje konieczność prowadzenia prac z zakresu bieżącego utrzymania zapewniające bezpieczeństwo ruchu publicznego na obiekcie.
6. Zapisy opracowania ważne do końca 2021r.

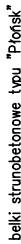
ZAŁĄCZNIK Z-1

INWENTARYZACJA GEOMETRYCZNA OBIEKTU

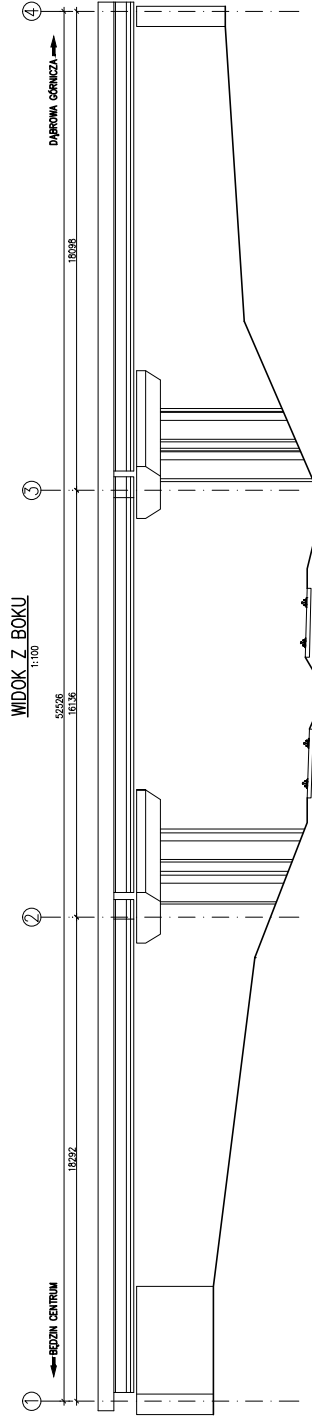
Zawartość załącznika:

1. Rysunek nr I.01: Inwentaryzacja stanu istniejącego. Rzut z góry.
2. Rysunek nr I.02: Inwentaryzacja stanu istniejącego. Widok z boku.
3. Rysunek nr I.03: Inwentaryzacja stanu istniejącego. Przekrój poprzeczny.

1:50



DATA: STYCZ

[illegible]

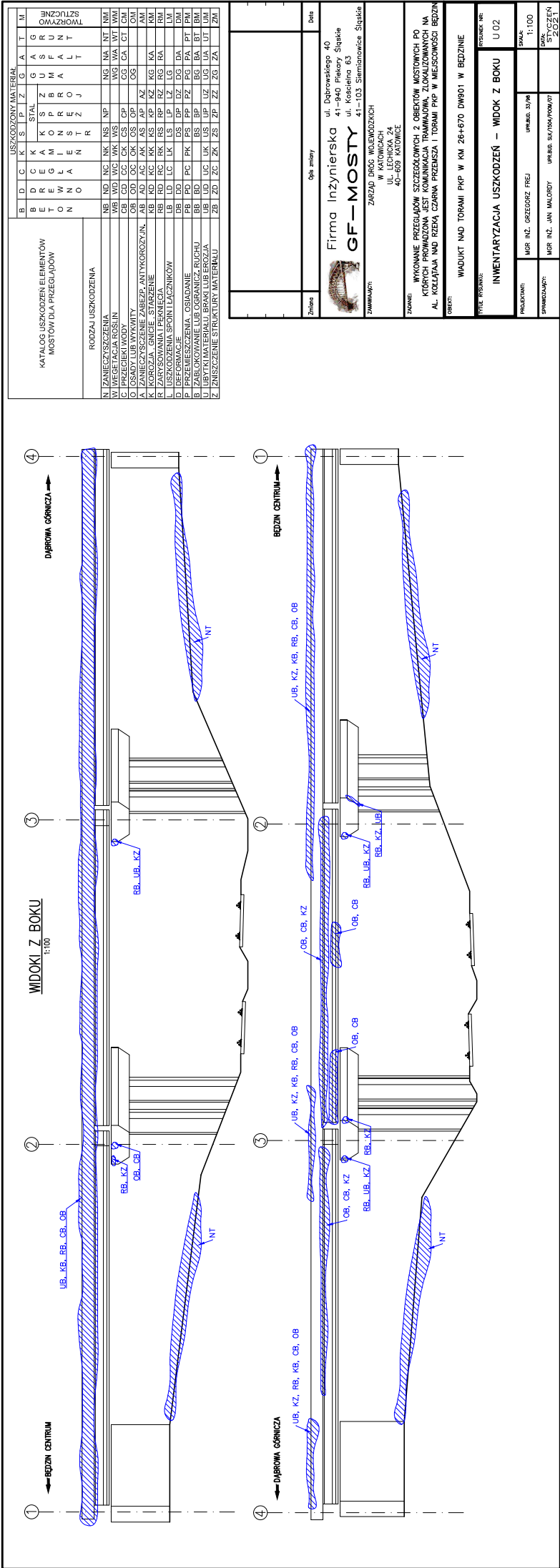
ZAŁĄCZNIK Z-2

INWENTARYZACJA USZKODZEŃ

Zawartość załącznika:

1. Rysunek nr U.01: Inwentaryzacja uszkodzeń. Rzut z góry.
2. Rysunek nr U.02: Inwentaryzacja uszkodzeń. Widok z boku.
3. Rysunek nr U.03: Inwentaryzacja uszkodzeń. Widok spodu ustroju nośnego.
4. Rysunek nr U.04: Inwentaryzacja uszkodzeń. Przekroje poprzeczne – podpory.

RZUT Z GÓRY



ZAŁĄCZNIK Z-3

SCHEMAT NIWELACJI

Zawartość załącznika:

1. Rysunek nr N.01: Schemat niwelacji
2. Protokół z niwelacji 14/ZDW/2021

PROTOKÓŁ Z NIWELACJI
NR 1
14/ZDW/2021
Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Nr urządzenia: Niwelator

TABELA POMIARÓW

Punkt pomiarowy	Element	Rzędna	Rzędna archiwalna	Odczyt z niwelatora	Ugięcie	Uwagi:
		[m]	[m]	[mm]	[mm]	
1	Ustrój nośny-belka nr 1	100.000		1808		Podpora A
2	Ustrój nośny-belka nr 1	100.035		1773	+52	Środek przęsła
3	Ustrój nośny-belka nr 1	100.174		1634		Podpora B
11	Ustrój nośny-belka nr 2	99.966		1842		Podpora A
12	Ustrój nośny-belka nr 2	99.952		1856	+110	Środek przęsła
13	Ustrój nośny-belka nr 2	100.158		1650		Podpora B
21	Ustrój nośny-belka nr 3	99.949		1859		Podpora A
22	Ustrój nośny-belka nr 3	99.971		1837	+74	Środek przęsła
23	Ustrój nośny-belka nr 3	100.141		1667		Podpora B
31	Ustrój nośny-belka nr 4	99.931		1872		Podpora A
32	Ustrój nośny-belka nr 4	99.971		1837	+67	Środek przęsła
33	Ustrój nośny-belka nr 4	100.145		1663		Podpora B
41	Ustrój nośny-belka nr 5	99.959		1849		Podpora A
42	Ustrój nośny-belka nr 5	99.990		1818	+67	Środek przęsła
43	Ustrój nośny-belka nr 5	100.155		1653		Podpora B
4	Ustrój nośny-belka nr 1	99.470		2338		Podpora C
5	Ustrój nośny-belka nr 1	99.580		2228	+56	Środek przęsła
6	Ustrój nośny-belka nr 1	99.803		2005		Podpora D
14	Ustrój nośny-belka nr 2	99.443		2365		Podpora C
15	Ustrój nośny-belka nr 2	99.524		2284	+108	Środek przęsła
16	Ustrój nośny-belka nr 2	99.822		1986		Podpora D
24	Ustrój nośny-belka nr 3	99.455		2353		Podpora C
25	Ustrój nośny-belka nr 3	99.544		2264	+72	Środek przęsła
26	Ustrój nośny-belka nr 3	99.777		2031		Podpora D
34	Ustrój nośny-belka nr 4	99.457		2351		Podpora C
35	Ustrój nośny-belka nr 4	99.541		2267	+85	Środek przęsła
36	Ustrój nośny-belka nr 4	99.796		2021		Podpora D
44	Ustrój nośny-belka nr 5	99.468		2340		Podpora C
45	Ustrój nośny-belka nr 5	99.558		2250	+88	Środek przęsła
46	Ustrój nośny-belka nr 5	99.824		1984		Podpora D

WNIOSKI Z NIWELACJI

Ugięcie przęsła

Przeprowadzone pomiary niwelacji ustroju nośnego nie wykazały ugięcia przęsła na belkach prefabrykowanych. Ze względu na brak pomiarów archiwalnych nie istnieje możliwość porównania wyników.

Osiadanie podpór

Nie stwierdzono osiadania podpór brak pomiarów archiwalnych

*podane rzędne są rzędnymi względnymi/bezwzględnymi

**punkty niwelacyjne umieszczona wg załączonego szkicu

Pomiar przeprowadził:

1. mgr inż. Grzegorz Frej

GF MOSTY

2. mgr inż. Jan Malordy

GF MOSTY

Podpis

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

Druk nr N-1; Wersja 1

Strona/Stron: 1/1

ZAŁĄCZNIK Z-4

BADANIA DIAGNOSTYCZNE

Zawartość załącznika:

1. Badanie wytrzymałości betonu młotkiem Schmidta.
2. Badanie wytrzymałości betonu metodą pull-out.
3. Badanie otuliny betonowej.
4. Badanie karbonatyzacji otuliny betonowej.
5. Badanie zawartości jonów chlorkowych w betonie.
6. Badanie zawartości jonów siarczkowych w betonie.
7. Badanie zawartości stężenia azotanów w betonie.
8. Pomiar otuliny, rozstawu i średnicy prętów zbrojeniowych.

**BADANIE WYTRZYMAŁOŚCI BETONU NA ŚCISKANIE
METODĄ MŁOTKA SCHMIDTA**
zgodnie z PN-EN 12504-2:2002

NR
1/ZDW/2021

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁĄTAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Nr urządzenia: DIGISCHMIDT 2000
No: 87-2777

Badany element: Ustrój nośny - belka

TABELA POMIARÓW

Miejsce pomiaru	Punkt pomiarowy	Średnia wytrzymałość betonu	Średnia liczba odbicia
		MPa	
Ustrój nośny - belka	1	66.1	51.9
Ustrój nośny - belka	2	65.8	51.8
Ustrój nośny - belka	3	66.9	52.7
Ustrój nośny - belka	4	64.4	50.8
Ustrój nośny - belka	5	55.6	48.0
Ustrój nośny - belka	6	64.2	50.5

WYNIKI

Wartość średnia wytrzymałości betonu	$f_{cm,cub}$	63.83	MPa
Współczynnik poprawkowy ze względu na wiek betonu		0.60	-
Wartość gwarantowana betonu	$f_{ck,cub}$	35	MPa
Odchylenie standardowe	S	4.16	MPa
Współczynnik zmienności	Vr	6.52	%

Na podstawie wyznaczonych parametrów stwierdza się,
że badany beton odpowiada klasie:

B-35

Informacje dodatkowe

1.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy
2.	Dokonano redukcji wytrzymałości ze względu na wiek betonu o wsp. 0,6 (dla średniej wytrzymałości betonu)

Pomiar przeprowadził:

1. mgr inż. Grzegorz Frej
2. mgr inż. Jan Malordy

GF MOSTY
GF MOSTY

Podpis

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

BADANIE WYTRZYMAŁOŚCI BETONU NA ŚCISKANIE
METODĄ MŁOTKA SCHMIDTA
zgodnie z PN-EN 12504-2:2002

NR
2/ZDW/2021

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD
TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Nr urządzenia: DIGISCHMIDT 2000
No: 87-2777

Badany element: Przyczółek

TABELA POMIARÓW

Miejsce pomiaru	Punkt pomiarowy	Średnia wytrzymałość betonu	Średnia liczba odbicia
		MPa	
Przyczółek		43.9	40.7
Przyczółek		49.8	43.9
Przyczółek		45.2	41.7
Przyczółek		45.9	42.2
Przyczółek		43.1	40.0
Przyczółek		46.8	42.9

WYNIKI

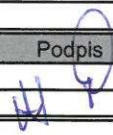
Wartość średnia wytrzymałości betonu	$f_{cm,cub}$	45.78	MPa
Współczynnik poprawkowy ze względu na wiek betonu		0.60	-
Wartość gwarantowana betonu	$f_{ck,cub}$	25	MPa
Odchylenie standardowe	S	2.38	MPa
Współczynnik zmienności	Vr	5.19	%

Na podstawie wyznaczonych parametrów stwierdza się,
że badany beton odpowiada klasie:

B-25

Informacje dodatkowe

1.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy
2.	Dokonano redukcji wytrzymałości ze względu na wiek betonu o wsp. 0,6 (dla średniej wytrzymałości betonu)

Pomiar przeprowadził:		Podpis
1. mgr inż. Grzegorz Frej	GF MOSTY	
2. mgr inż. Jan Malordy	GF MOSTY	

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

**BADANIE WYTRZYMAŁOŚCI BETONU NA ŚCISKANIE
METODĄ MŁOTKA SCHMIDTA**
zgodnie z PN-EN 12504-2:2002

NR

3/ZDW/2021

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP
W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Nr urządzenia: DIGISCHMIDT 2000
No: 87-2777

Badany element: Podpora pośrednia od stron Czeladzi

TABELA POMIARÓW

Miejsce pomiaru	Punkt pomiarowy	Średnia wytrzymałość betonu	Średnia liczba odbicia
		MPa	-
Podpora poś. od str. Czeladzi		67.1	52.4
Podpora poś. od str. Czeladzi		63.7	50.7
Podpora poś. od str. Czeladzi		67.6	53.1
Podpora poś. od str. Czeladzi		64.2	51.0
Podpora poś. od str. Czeladzi		62.1	49.8
Podpora poś. od str. Czeladzi		65.2	51.6

WYNIKI

Wartość średnia wytrzymałości betonu	$f_{cm,cub}$	64.98	MPa
Współczynnik poprawkowy ze względu na wiek betonu		0.60	-
Wartość gwarantowana betonu	$f_{ck,cub}$	35	MPa
Odchylenie standardowe	S	2.10	MPa
Współczynnik zmienności	Vr	3.22	%

Na podstawie wyznaczonych parametrów stwierdza się,
że badany beton odpowiada klasie:

B-35

Informacje dodatkowe

1.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy
2.	Dokonano redukcji wytrzymałości ze względu na wiek betonu o wsp. 0,6 (dla średniej wytrzymałości betonu)

Pomiar przeprowadził:

1. mgr inż. Grzegorz Frej
2. mgr inż. Jan Malordy

GF MOSTY
GF MOSTY

Podpis

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

**BADANIE WYTRZYMAŁOŚCI BETONU NA ŚCISKANIE
METODĄ MŁOTKA SCHMIDTA**
zgodnie z PN-EN 12504-2:2002

NR

4/ZDW/2021

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁĄTAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Nr urządzenia: DIGISCHMIDT 2000
No: 87-2777

Badany element: Podpora pośrednia od stron Dąbrowy G.

TABELA POMIARÓW

Miejsce pomiaru	Punkt pomiarowy	Średnia wytrzymałość betonu	Średnia liczba odbicia
		MPa	
Podpora poś. od str. Dąbrowy G		65.4	52.7
Podpora poś. od str. Dąbrowy G		63.4	51.0
Podpora poś. od str. Dąbrowy G		66.1	53.3
Podpora poś. od str. Dąbrowy G		62.8	50.2
Podpora poś. od str. Dąbrowy G		64.9	52.0
Podpora poś. od str. Dąbrowy G		64.1	51.6

WYNIKI

Wartość średnia wytrzymałości betonu	$f_{cm,cub}$	64.45	MPa
Współczynnik poprawkowy ze względu na wiek betonu		0.60	-
Wartość gwarantowana betonu	$f_{ck,cub}$	35	MPa
Odchylenie standardowe	S	1.25	MPa
Współczynnik zmienności	Vr	1.93	%

Na podstawie wyznaczonych parametrów stwierdza się,
że badany beton odpowiada klasie:

B-35

Informacje dodatkowe

1.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy
2.	Dokonano redukcji wytrzymałości ze względu na wiek betonu o wsp. 0,6 (dla średniej wytrzymałości betonu)

Pomiar przeprowadził:

1. mgr inż. Grzegorz Frej

GF MOSTY

2. mgr inż. Jan Malordy

GF MOSTY

Podpis

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

BADANIE WYTRZYMAŁOŚCI BETONU NA ŚCISKANIE

METODĄ PULL-OUT

zgodnie z zaleceniami IBDiM dot. oceny jakości betonu "in - situ"

NR

5/ZDW/2021

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP
W CIĄGU ALEI KOŁŁĄTAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Nr urządzenia: Capo-Test firmy Germann Instruments
No: 12-2684

Szacowana wytrzymałość betonu: dla betonu o wytrzymałości do 50MPa

TABELA POMIARÓW

Miejsce pomiaru	Punkt pomiarowy	Maksymalna siła wyrywająca kN	Wytrzymałość betonu [MPa] $f_{c,cub}$
Przyczółek	1	24.0	31.0
Przyczółek	2	26.0	33.8

WYNIKI

Wartość średnia wytrzymałości betonu	$f_{cm,cub}$	32.43	MPa
Wartość gwarantowana betonu	$f_{ck,cub}$	25	MPa

Na podstawie wyznaczonych parametrów stwierdza się,

że badany beton odpowiada klasie:

B-25

Informacje dodatkowe

1.	Nie* dokonano dodatkowego badania młotkiem schmidta
2.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy
3.	Nie dokonano redukcji wytrzymałości betonu ze względu na wiek betonu

Pomiar przeprowadził:

		Podpis
1. mgr inż. Grzegorz Frej	GF MOSTY	
2. mgr inż. Jan Malordy	GF MOSTY	

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

Druk nr P-1; Wersja 1

Strona/Stron: 1/1

BADANIE WYTRZYMAŁOŚCI BETONU NA ŚCISKANIE

METODĄ PULL-OUT

zgodnie z zaleceniami IBDiM dot. oceny jakości betonu "in - situ"

NR

6/ZDW/2021

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP
W CIĄGU ALEI KOŁŁĄTAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Nr urządzenia: Capo-Test firmy Germann Instruments
No: 12-2684

Szacowana wytrzymałość betonu: dla betonu o wytrzymałości do 50MPa

TABELA POMIARÓW

Miejsce pomiaru	Punkt pomiarowy	Maksymalna siła wyrywająca kN	Wytrzymałość betonu [MPa] $f_{c,cub}$
Podpora pośrednia	1	37.0	49.4
Podpora pośrednia	2	36.0	47.9

WYNIKI

Wartość średnia wytrzymałości betonu $f_{cm,cub}$	48.65	MPa
Wartość gwarantowana betonu $f_{ck,cub}$	37	MPa

Na podstawie wyznaczonych parametrów stwierdza się,

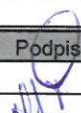

że badany beton odpowiada klasie:

B-35

Informacje dodatkowe

1.	Nie* dokonano dodatkowego badania młotkiem schmidta
2.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy
3.	Nie dokonano redukcji wytrzymałości betonu ze względu na wiek betonu

Pomiar przeprowadził:

		Podpis
1. mgr inż. Grzegorz Frej	GF MOSTY	
2. mgr inż. Jan Malordy	GF MOSTY	

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

Druk nr P-1; Wersja 1

Strona/Stron: 1/1

**POMIAR OTULINY PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH
PROFOMETER 5**

zgodnie z instrukcją firmy Proceq

NR

7/ZDW/2021

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI
PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Nr detektora: 54.4640 Proceq

WYNIKI POMIARÓW

Punkt pomiarowy - element konstrukcyjny:	Otulina betonowa [mm]
1 - Ustrój nośny - belka	32
2 - Podpora pośrednia	41
3 - Przyczółek	53

Informacje dodatkowe

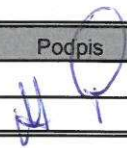
1.	Nie* dokonano odkrywke zbrojenia poprzez rozkucie
2.	Wartości otuliny wyznaczona jako średnie z 5 punktów pomiarowych
3.	Lokalizacje punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy na badanym elemencie
4.	Korpus podpór nie posiada zbrojenia

Pomiar przeprowadził:	Podpis
1. mgr inż. Grzegorz Frej	GF MOSTY
2. mgr inż. Jan Malordy	GF MOSTY

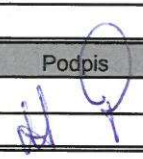
Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

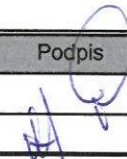
Druk nr OO-1; Wersja 1

Strona/Stron: 1/1

BADANIE KARBONATYZACJI OTULINY BETONOWEJ		NR
RAINBOW - TEST		8/ZDW/2021
zgodnie z zaleceniami IBDiM dot. oceny jakości betonu "in - situ"		
Investor:	Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609	
Obiekt:	OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE	
Umowa:	WM/B/201124/1/1	
Data badania:	12.01.2021	Odczynnik chemiczny: Rainbow - Test firmy Germann Instruments
WYNIKI POMIARÓW		
BADANIA KARBONATYZACJI OTULINY BETONOWEJ		
Głębokość badania [cm]	Wartość pH betonu	Element konstrukcyjny
0,5 - 1,5	9	Ustrój nośny - belka
1,5 - 2,5	11	Ustrój nośny - belka
>2,5	13	Ustrój nośny - belka
0,5 - 2,0	9	Ustrój nośny - belka
2,0 - 3,0	11	Ustrój nośny - belka
>3,0	13	Ustrój nośny - belka
INTERPRETACJA WYNIKU		
1.	pH betonu rzędu 11-13 - pełne zabezpieczenie zbrojenia. Beton wolny od wpływu karbonatyzacji	
2.	pH betonu rzędu 9-10 - graniczny zasięg strefy skarbonatyzowanej. Beton traci właściwości ochronne	
3.	pH betonu 5-8 - karbonatyzacja betonu. Zaawansowany proces korozyjny.	
WYNIK		
USTRÓJ NOŚNY - BELKA : Beton posiada pełne właściwości ochronne od głębokości 3,5cm		
Informacje dodatkowe		
1.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy na badanym el.	
2.	Badanie przeprowadzono w miejscach nieuszkodzonych	
Pomiar przeprowadził:		
1. mgr inż. Grzegorz Frej	GF MOSTY	Podpis 
2. mgr inż. Jan Malordy	GF MOSTY	
Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14		
Druk nr K-2; Wersja 1		Strona/Stron: 1/1

BADANIE KARBONATYZACJI OTULINY BETONOWEJ		NR
RAINBOW - TEST		9/ZDW/2021
zgdnie z zaleceniami IBDiM dot. oceny jakości betonu "in - situ"		
Inwestor:	Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609	
Obiekt:	OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE	
Umowa:	WM/B/201124/1/1	
Data badania:	12.01.2021	Odczynnik chemiczny: Rainbow - Test firmy Germann Instruments
WYNIKI POMIARÓW		
BADANIA KARBONATYZACJI OTULINY BETONOWEJ		
Głębokość badania [cm]	Wartość pH betonu	Element konstrukcyjny
0,5 - 1,5	9	Podpora pośrednia
1,5 - 2,5	11	Podpora pośrednia
>2,5	13	Podpora pośrednia
0,5 - 1,0	9	Podpora pośrednia
1,0 - 2,0	11	Podpora pośrednia
>2,0	13	Podpora pośrednia
INTERPRETACJA WYNIKU		
1.	pH betonu rzędu 11-13 - pełne zabezpieczenie zbrojenia. Beton wolny od wpływu karbonatyzacji	
2.	pH betonu rzędu 9-10 - graniczny zasięg strefy skarbonatyzowanej. Beton traci właściwości ochronne	
3.	pH betonu 5-8 - karbonatyzacja betonu. Zaawansowany proces korozyjny.	
WYNIK		
PODPORA POŚREDNIA : Beton posiada pełne właściwości ochronne od głębokości 2,5cm		
Informacje dodatkowe		
1.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy na badanym el.	
2.	Badanie przeprowadzono w miejscach nieuszkodzonych	
Pomiar przeprowadził:		
1. mgr inż. Grzegorz Frej	GF MOSTY	Podpis
2. mgr inż. Jan Malordy	GF MOSTY	
Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14		
Druk nr K-2; Wersja 1		Strona/Stron: 1/1

BADANIE KARBONATYZACJI OTULINY BETONOWEJ		NR
RAINBOW - TEST		10/ZDW/2021
zgodnie z zaleceniami IBDiM dot. oceny jakości betonu "in - situ"		
Inwestor:	Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609	
Obiekt:	OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE	
Umowa:	WM/B/201124/1/1	
Data badania:	12.01.2021	Odczynnik chemiczny: Rainbow - Test firmy Germann Instruments
WYNIKI POMIARÓW		
BADANIA KARBONATYZACJI OTULINY BETONOWEJ		
Głębokość badania [cm]	Wartość pH betonu	Element konstrukcyjny
0,5 - 1,0	7	Przyczółek
1,0 - 2,0	9	Przyczółek
2,0 - 3,5	11	Przyczółek
>3,5	13	Przyczółek
0,5 - 1,5	7	Przyczółek
1,5 - 2,5	9	Przyczółek
2,5 - 3,5	11	Przyczółek
>3,5	13	Przyczółek
INTERPRETACJA WYNIKU		
1.	ph betonu rzędu 11-13 - pełne zabezpieczenie zbrojenia. Beton wolny od wpływu karbonatyzacji	
2.	ph betonu rzędu 9-10 - graniczny zasięg strefy skarbonatyzowanej. Beton traci właściwości ochronne	
3.	ph betonu 5-8 - karbonatyzacja betonu. Zaawansowany proces korozyjny.	
WYNIK		
PRZYZCÓŁEK : Beton posiada pełne właściwości ochronne od głębokości 3,5cm		
Informacje dodatkowe		
1.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy na badanym el.	
2.	Badanie przeprowadzono w miejscach nieuszkodzonych	
Pomiar przeprowadził:		
1. mgr inż. Grzegorz Frej	GF MOSTY	
2. mgr inż. Jan Malordy	GF MOSTY	
Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14		
Druk nr K-2; Wersja 1		Strona/Stron: 1/1

BADANIE ZAWARTOŚCI JONÓW CHLORKOWYCH W BETONIE		NR 11/ZDW/2021
CHLORID TEST zgodnie z zaleceniami IBDiM dot. oceny jakości betonu "in - situ"		
Inwestor:	Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609	
Obiekt:	OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE	
Umowa:	WM/B/201124/1/1	
Data badania:	12.01.2021	Odczynnik chemiczny: Aquamerck test na Chlorki firmy Merck
WYNIKI POMIARÓW		
BADANIA ZAWARTOŚCI JONÓW CI W BETONIE		
Głębokość badania [cm]	% w stosunku do wagi betonu	Element konstrukcyjny
0,5-1	0.014	Ustrój nośny - belka
0,5-1	0.012	Ustrój nośny - belka
0,5-1	0.010	Podpora pośrednia
0,5-1	0.012	Podpora pośrednia
0,5-1	0.014	Przyczółek
0,5-1	0.012	Przyczółek
INTERPRETACJA WYNIKU		
1.	dla betonu nieskarbonatyzowanego dla konstrukcji żelbetowych < 0,064% wagi betonu	
2.	dla betonu skarbonatyzowanego < 0,016% wagi betonu	
WYNIK:		
USTRÓJ NOŚNY - BELKA: DOPUSZCZALNA WARTOŚĆ JONÓW CHLORKOWYCH		
PODPORA POŚREDNIA: DOPUSZCZALNA WARTOŚĆ JONÓW CHLORKOWYCH		
PRZYZCÓŁEK: DOPUSZCZALNA WARTOŚĆ JONÓW CHLORKOWYCH		
Informacje dodatkowe		
1.	Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy na badanym el.	
2.	% wartość jonów chlorkowych w betonie podano dla każdego z badanych elementów (w tabeli podano maksymalną wartość i głębokość dla której ją otrzymano)	
3.	Badanie przeprowadzono w miejscach nieuszkodzonych	
Pomiar przeprowadził:		Podpis
1. mgr inż. Grzegorz Frej	GF MOSTY	
2. mgr inż. Jan Malordy	GF MOSTY	
Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14		
Druk nr C-1; Wersja 1		Strona/Stron: 1/1

BADANIE ZAWARTOŚCI JONÓW SIARCZKOWYCH W BETONIE
NR
12/ZDW/2021

zgodnie z zaleceniami IBDiM dot. oceny jakości betonu "in - situ"

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Odczynnik chemiczny: Microquant test na Siarczki firmy Merck

WYNIKI POMIARÓW
BADANIA ZAWARTOŚCI JONÓW S_4^{2-} W BETONIE

Głębokość badania [cm]	% w stosunku do wagi betonu	Element konstrukcyjny
0,5-1	0.20	Ustrój nośny - belka
0,5-1	0.22	Ustrój nośny - belka
0,5-1	0.14	Podpora pośrednia
0,5-1	0.16	Podpora pośrednia
0,5-1	0.12	Przyczółek
0,5-1	0.16	Przyczółek

INTERPRETACJA WYNIKU

- dla konstrukcji żelbetowych $SO_4^{2-} < 0,4\%$ wagi betonu - beton zachowuje właściwości ochronne
- dla konstrukcji żelbetowych $SO_4^{2-} = 0,5\% - 1,5\%$ wagi betonu - nie wyklucza się słabych objawów korozji zbrojenia
- dla konstrukcji żelbetowych $SO_4^{2-} > 1,6\%$ wagi betonu - jest szkodliwy dla stali zbrojeniowej

WYNIK:
USTRÓJ NOŚNY - BELKA : DOPUSZCZALNA WARTOŚĆ JONÓW SIARCZKOWYCH
PODPORA POŚREDNIA: DOPUSZCZALNA WARTOŚĆ JONÓW SIARCZKOWYCH
PRZYZCÓŁEK: DOPUSZCZALNA WARTOŚĆ JONÓW SIARCZKOWYCH
Informacje dodatkowe

- Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy na badanym el.
- % wartość jonów siarczków w betonie podano dla każdego z badanych elementów
(w tabeli podano maksymalną wartość i głębokość dla której ją otrzymano)
- Badanie przeprowadzono w miejscach nieuszkodzonych

Pomiar przeprowadził:

Podpis

1. mgr inż. Grzegorz Frej

GF MOSTY

2. mgr inż. Jan Malordy

GF MOSTY

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

BADANIE ZAWARTOŚCI STĘŻENIA AZOTANÓW W BETONIE

NR

13/ZDW/2021

zgodnie z zaleceniami IBDiM dot. oceny jakości betonu "in - situ"

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609 Katowice

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI
PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE

Umowa: WM/B/201124/1/1

Data badania: 12.01.2021

Odczynnik chemiczny: AQUAMERCK TEST Nitrat Test Merkoquant 10020

WYNIKI POMIARÓW**BADANIA ZAWARTOŚCI N W BETONIE**

Głębokość badania [cm]	% w stosunku do wagi betonu	Element konstrukcyjny
0,5-1	0.12	Ustrój nośny - belka
0,5-1	0.10	Ustrój nośny - belka
0,5-1	0.10	Ustrój nośny - belka
0,5-1	0.04	Podpora pośrednia
0,5-1	0.06	Podpora pośrednia
0,5-1	0.04	Podpora pośrednia
0,5-1	0.10	Przyczółek
0,5-1	0.08	Przyczółek
0,5-1	0.09	Przyczółek

INTERPRETACJA WYNIKU

- Dla konstrukcji żelbetowych $\leq 0,15\%$ wagi betonu zagrożenie korozją pomijalne
- Dla konstrukcji żelbetowych $> 0,15\%$ wagi betonu zagrożenie korozją możliwe

WYNIK:

USTRÓJ NOŚNY - BELKA : POMIJALNE ZAGROŻENIE KOROZJĄ

PODPORA POŚREDNIA : POMIJALNE ZAGROŻENIE KOROZJĄ

PRZYZCÓLEK : POMIJALNE ZAGROŻENIE KOROZJĄ

Informacje dodatkowe

- Lokalizację punktu pomiarowego do wykonania badania przyjęto w sposób losowy na badanym el.
- % wartość jonów chlorkowych w betonie podano dla każdego z badanych elementów
(w tabeli podano maksymalną wartość i głębokość dla której ją otrzymano)
- Badanie przeprowadzono w miejscach nieuszkodzonych

Pomiar przeprowadził:

Podpis

1. mgr inż. Grzegorz Frej

GF MOSTY

2. mgr inż. Jan Malordy

GF MOSTY

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - tel/fax. 0-32 220-50-14

Druk nr C-1; Wersja 1

Strona/Stron: 1/1

POMIAR OTULINY, ROZSTAWU I ŚREDNICY PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH PROFOMETER 5

zgodnie z instrukcją firmy Proceq

NR

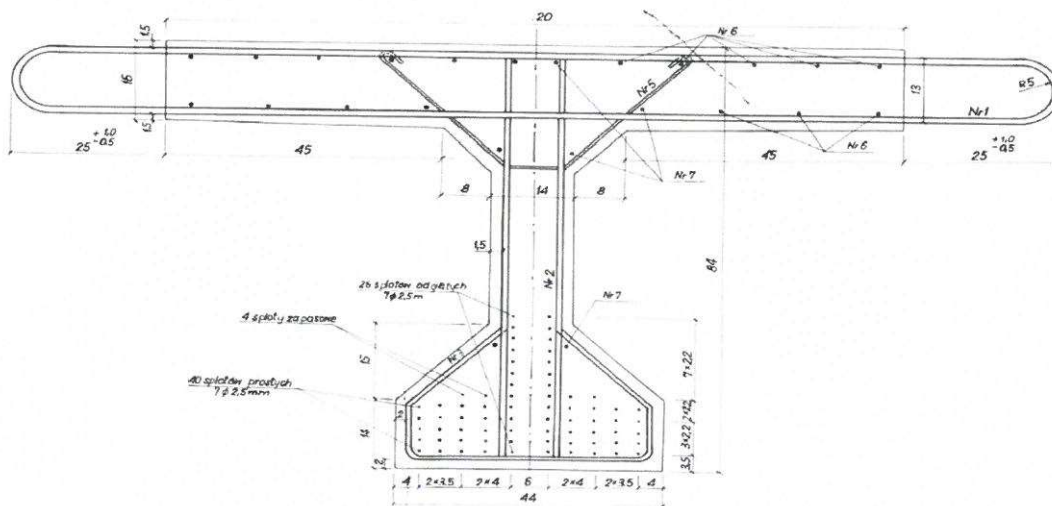
14/ZDW/2020

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD
TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE

Data badania: 12.01.2021

Rysunek:



WYNIKI POMIARÓW

Zbrojenie główne - stal sprężająca BELKA - L=15

Gatunek stali sprężającej (wytrzymałość charakterystyczna)	1860MPa
Ilość strun sprężających	66 szt.
w tym: sploty proste	40 szt.
sploty krzywoliniowe	26 szt.
Przekrój pojedynczego splotu 7x2.5 mm	34.34 mm ²
Początkowa siła sprężająca	43.4kN

Lokalizacja: strefa środkowa przęsła

Informacje dodatkowe

1. Nie dokonano odkrywe zbrojenia poprzez rozkucie
2. Zbrojenie zidentyfikowano w belce w strefie środka rozpiętości

Pomiar przeprowadził:

Podpis

- | | |
|---------------------------|----------|
| 1. mgr inż. Grzegorz Frej | GF MOSTY |
| 2. mgr inż. Jan Malordy | GF MOSTY |

Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - 032 220 50 14

Strona/Stron: 1/1

**POMIAR OTULINY, ROZSTAWU I ŚREDNICY PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH
PROFOMETER 5**

zgodnie z instrukcją firmy Proceq

NR

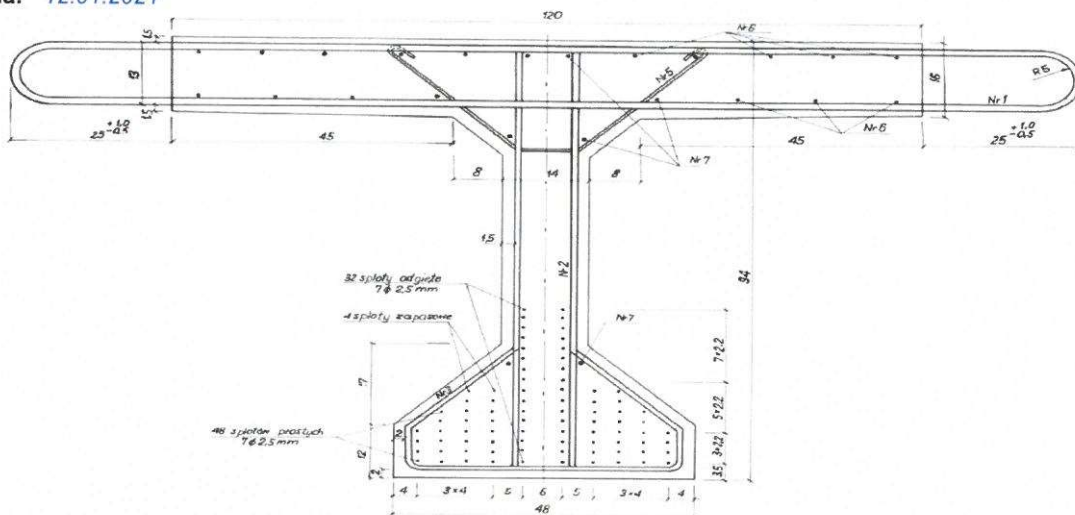
15/ZDW/2020

Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach, ul. Lechicka 24, 40-609

Obiekt: OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD
TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOŁŁATAJA W BĘDZINIE

Data badania: 12.01.2021

Rysunek:



WYNIKI POMIARÓW

Zbrojenie główne - stal sprężająca BELKA - L=15

Gatunek stali sprężającej (wytrzymałość charakterystyczna)	1860MPa
Ilość strun sprężających	80 szt.
w tym: sploty proste	48 szt.
sploty krzywoliniowe	32 szt.
Przekrój pojedynczego splotu 7x2.5 mm	34.34 mm ²
Początkowa siła sprężająca	43.4kN
Lokalizacja: przęsła A-B i C-D	

Informacje dodatkowe

- Nie** dokonano odkrywki zbrojenia poprzez rozkucie
- Zbrojenie zidentyfikowano w belce w strefie środka rozpiętości

Pomiar przeprowadził:	Podpis
1. mgr inż. Grzegorz Frej	GF MOSTY
2. mgr inż. Jan Malordy	GF MOSTY

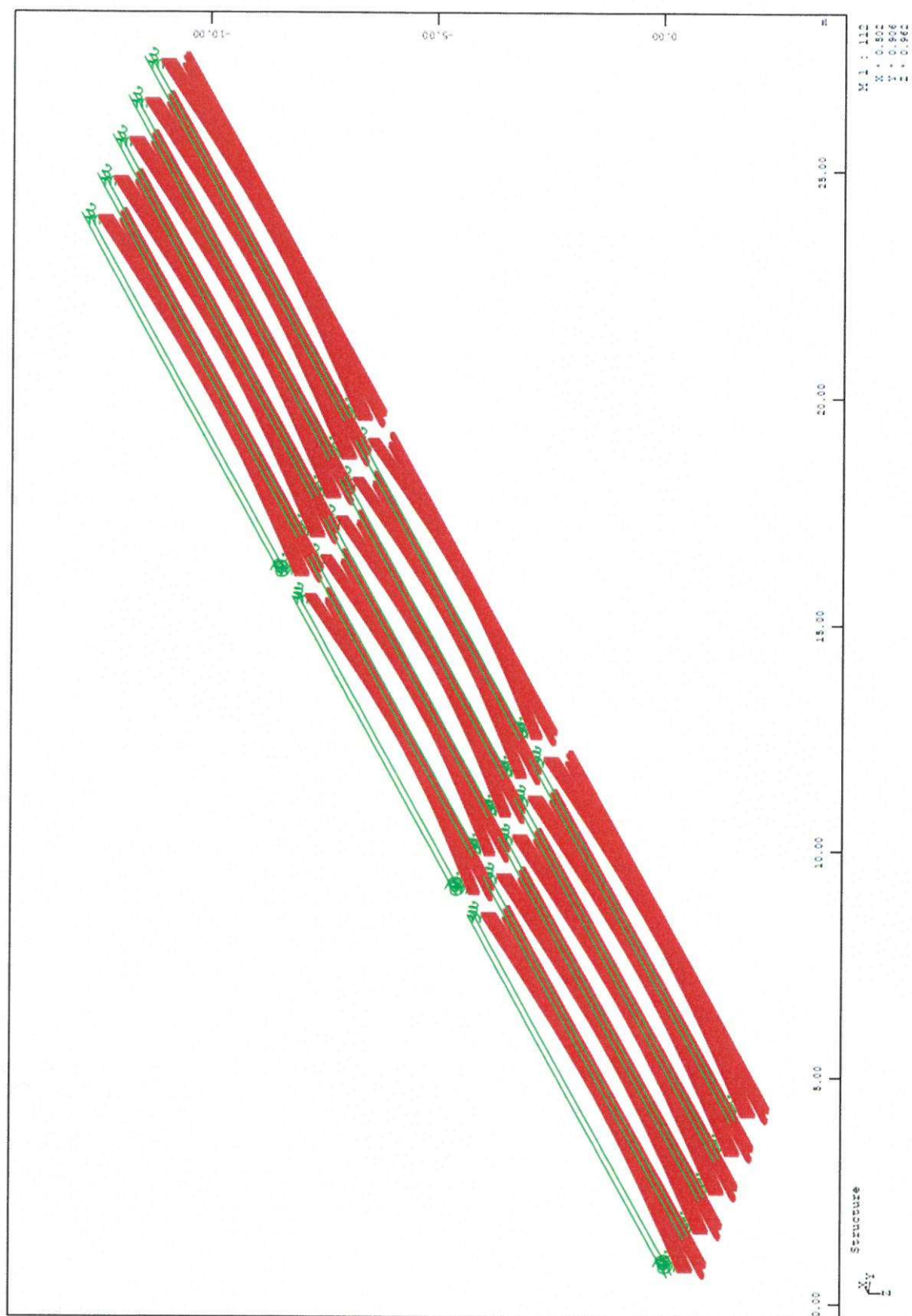
Firma Inżynierska GF Mosty, 41-940 Piekary Śląskie, ul. Dąbrowskiego 40 - 032 220 50 14

ZAŁĄCZNIK Z-5

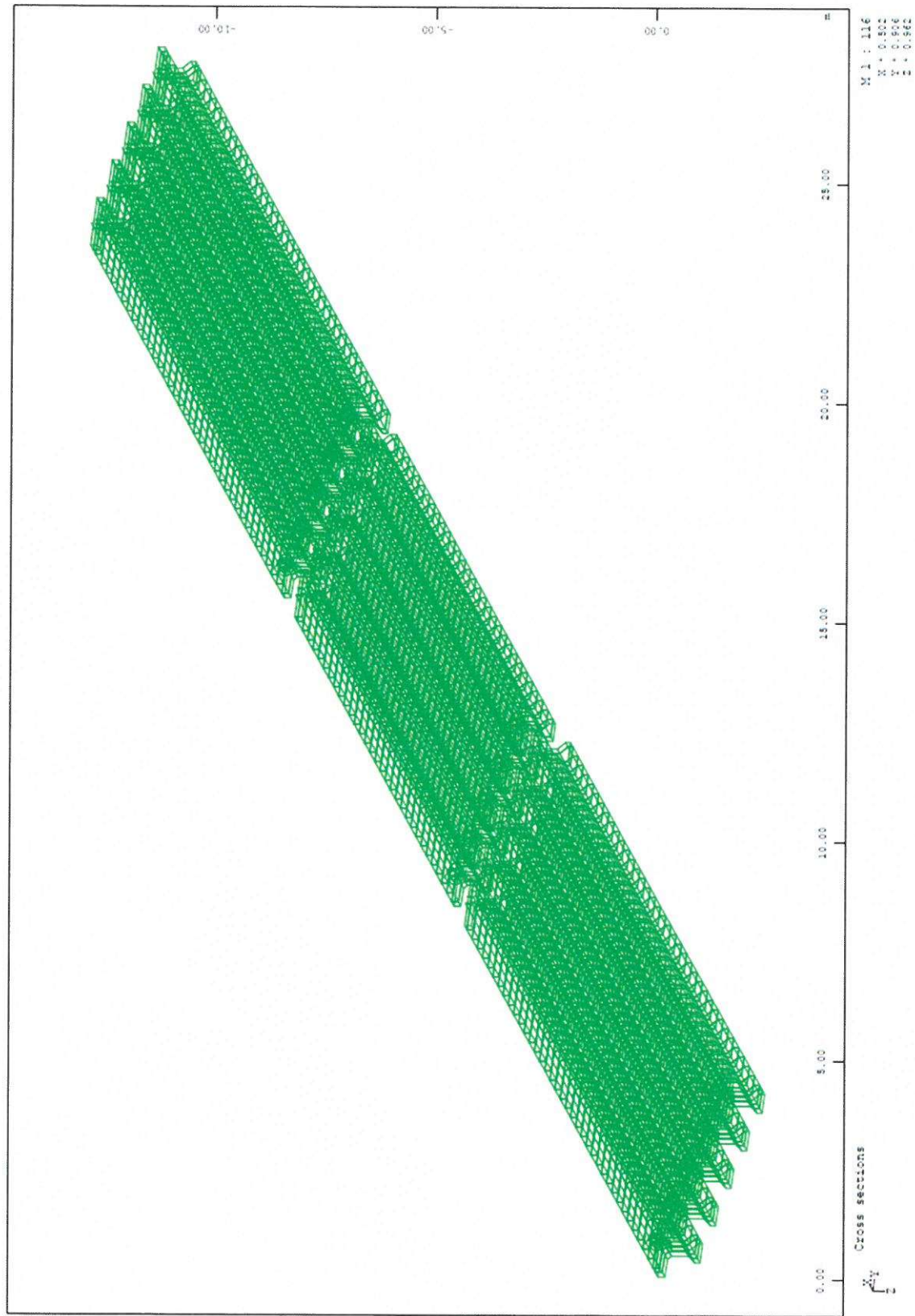
WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Zawartość opracowania:

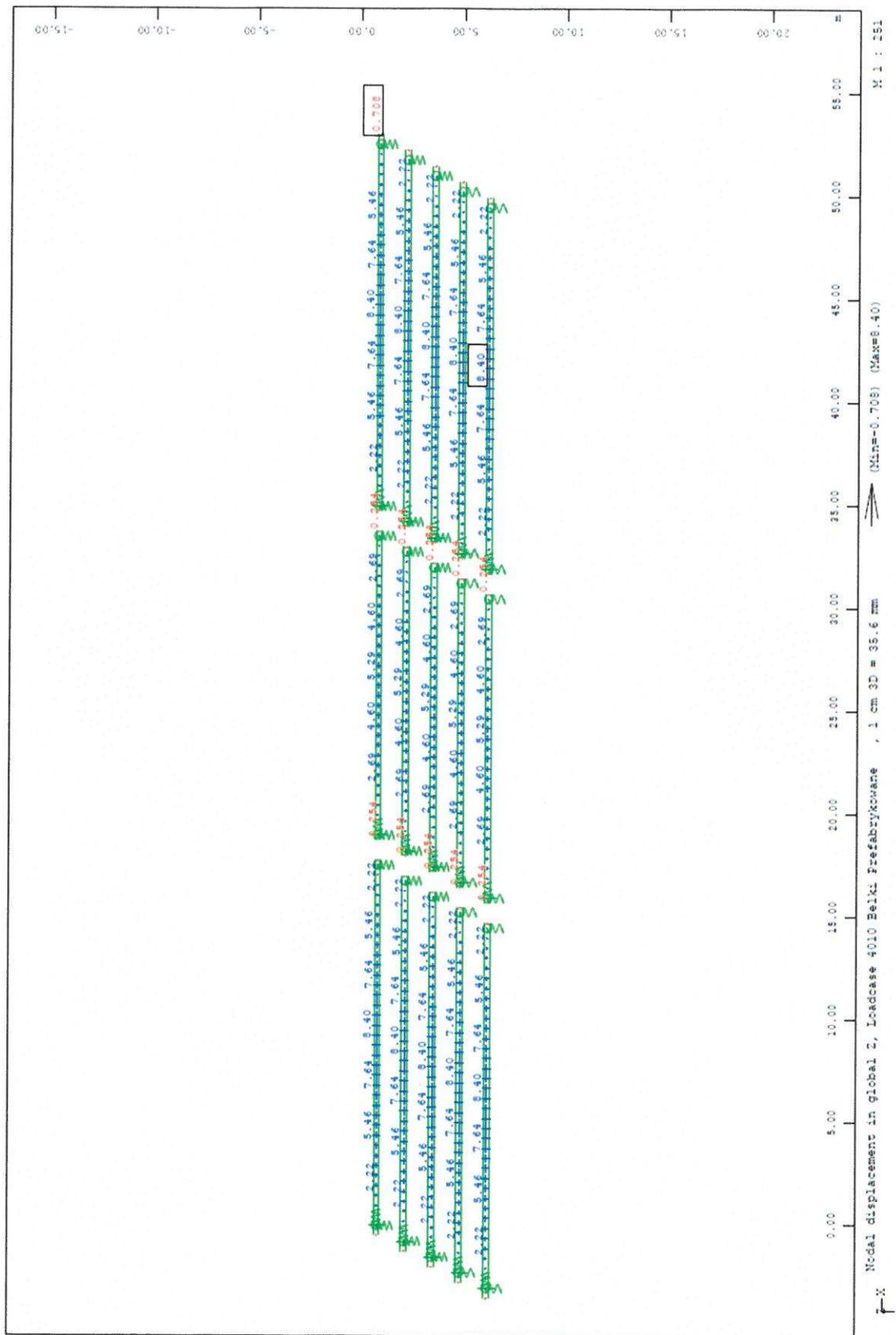
1. Model konstrukcji
2. Odształcenia konstrukcji
3. Reakcje podporowe
4. Naprężenia w włóknach dolnych i górnych dźwigara kablobetonowego



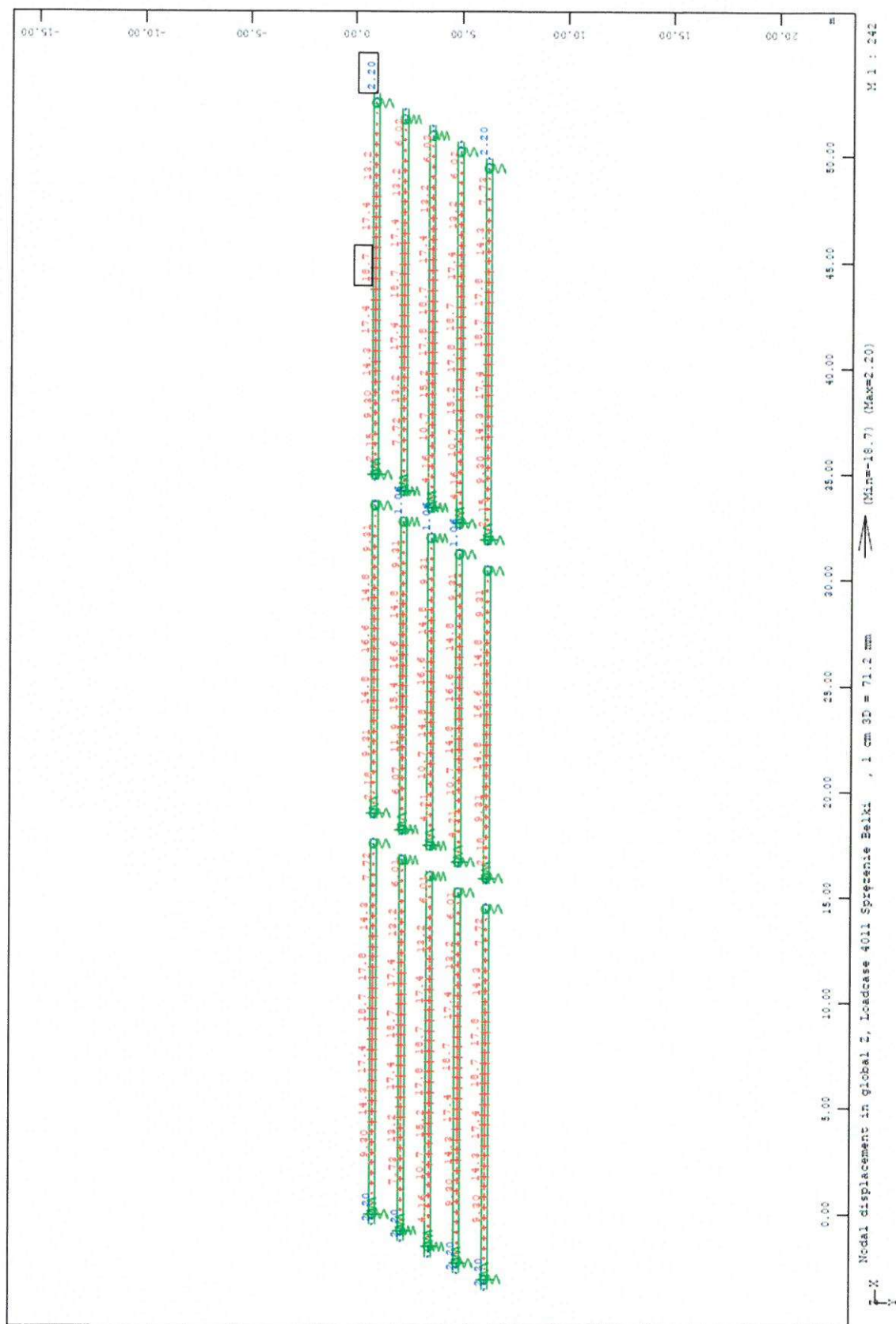
Rys. 1 Model konstrukcji (uproszczony).



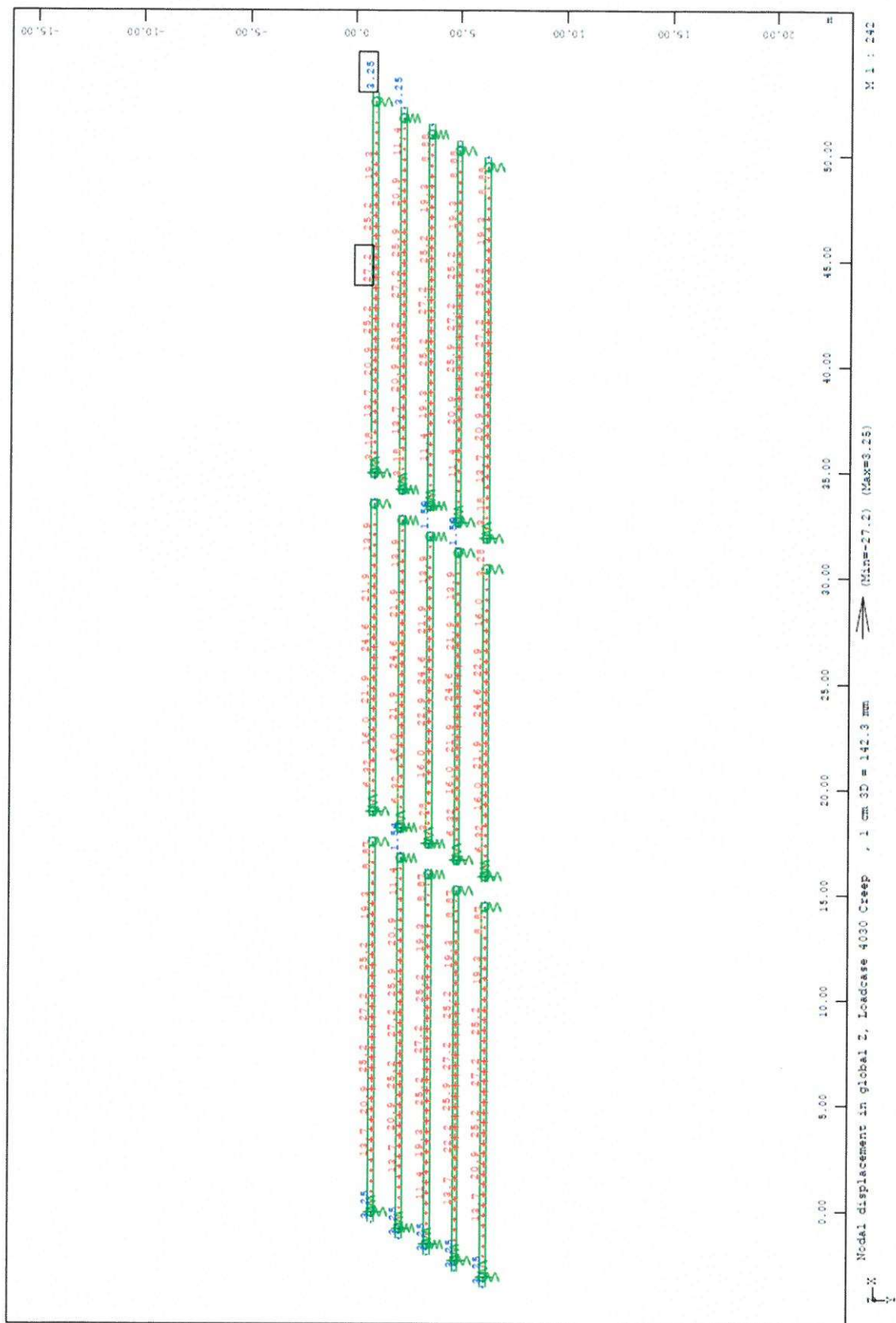
Rys. 2 Model konstrukcji.



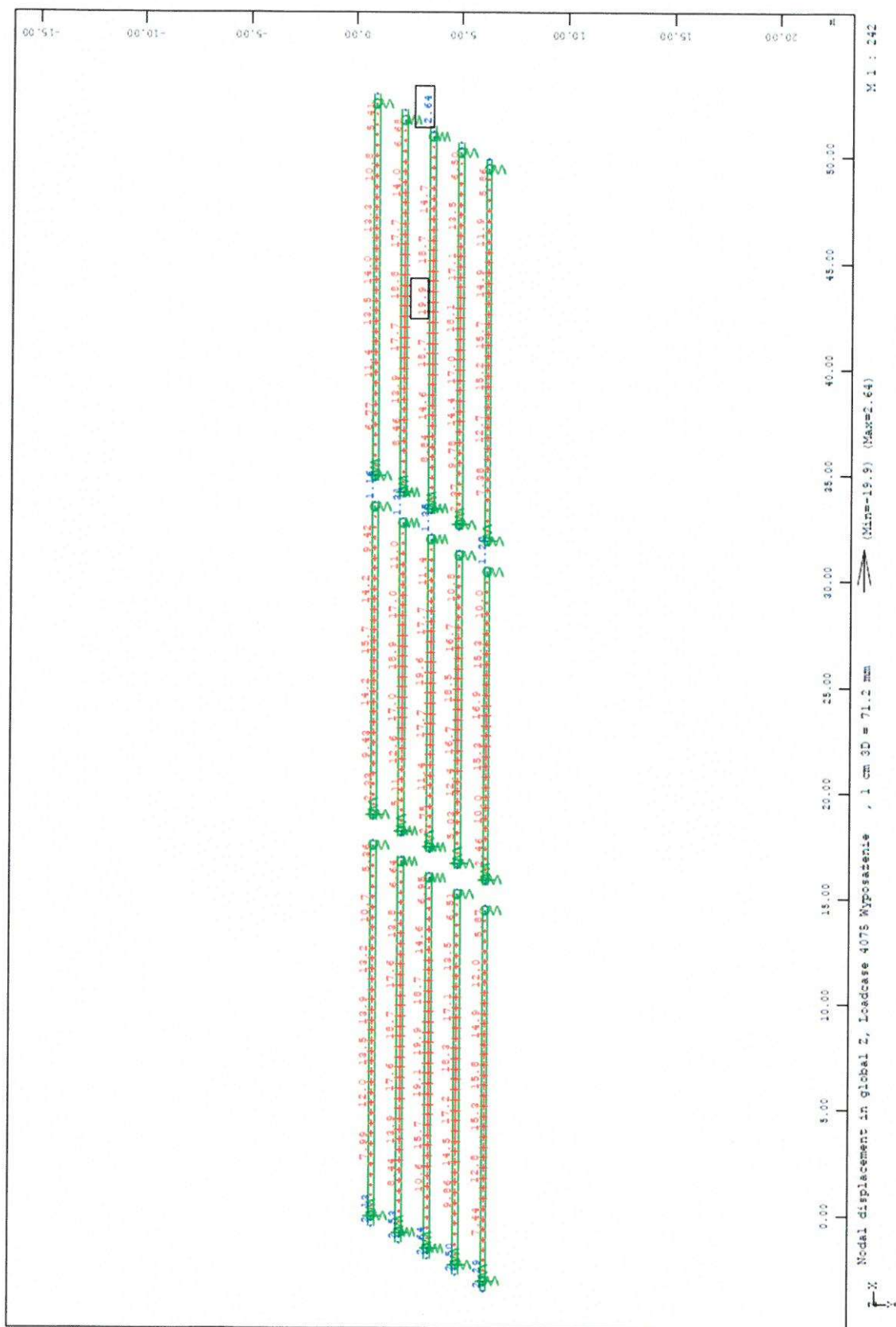
Rys. 3 Fazy budowy – ciężar własny prefabrykatu.



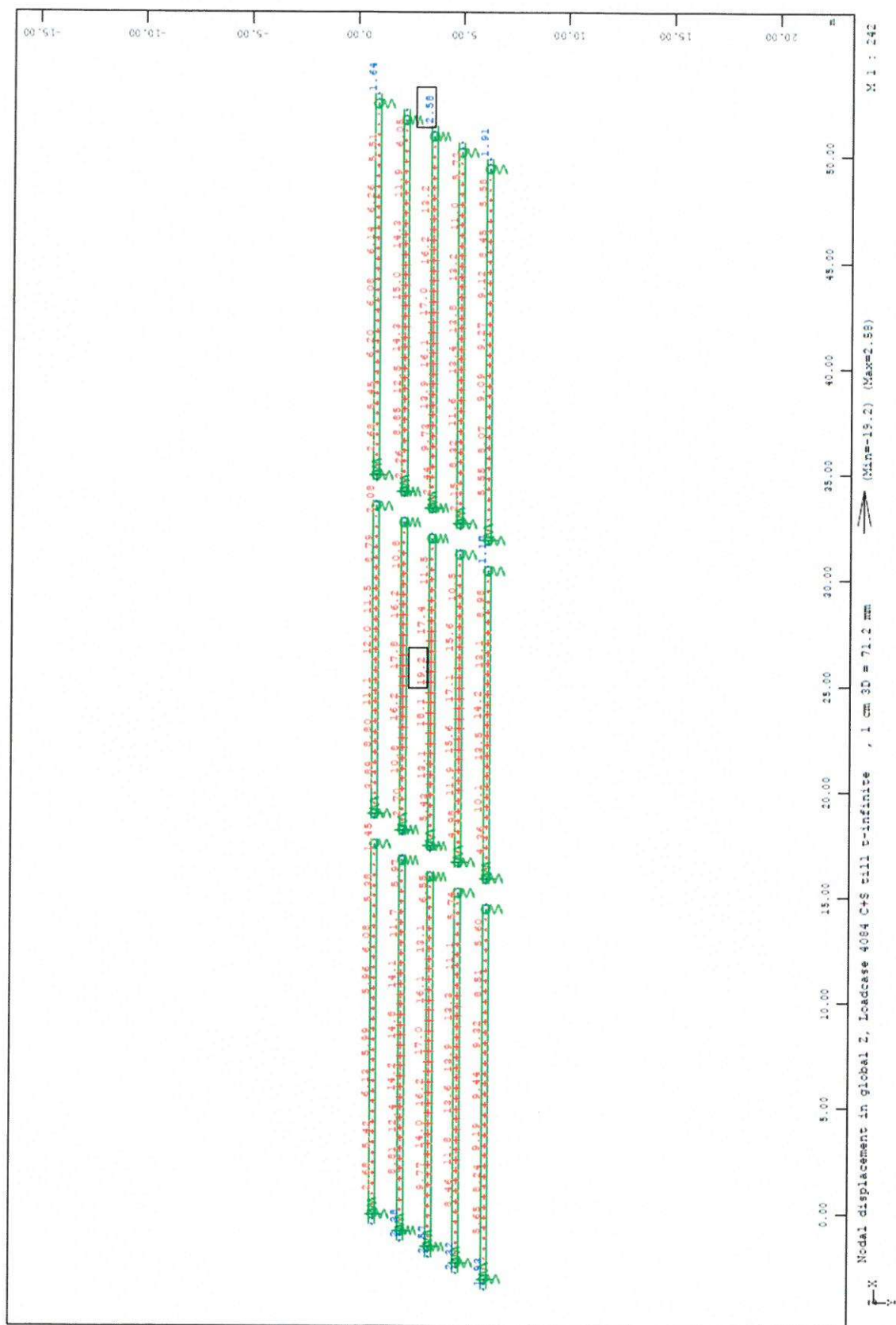
Rys. 4 Fazy budowy – prefabrykat po sprężeniu.



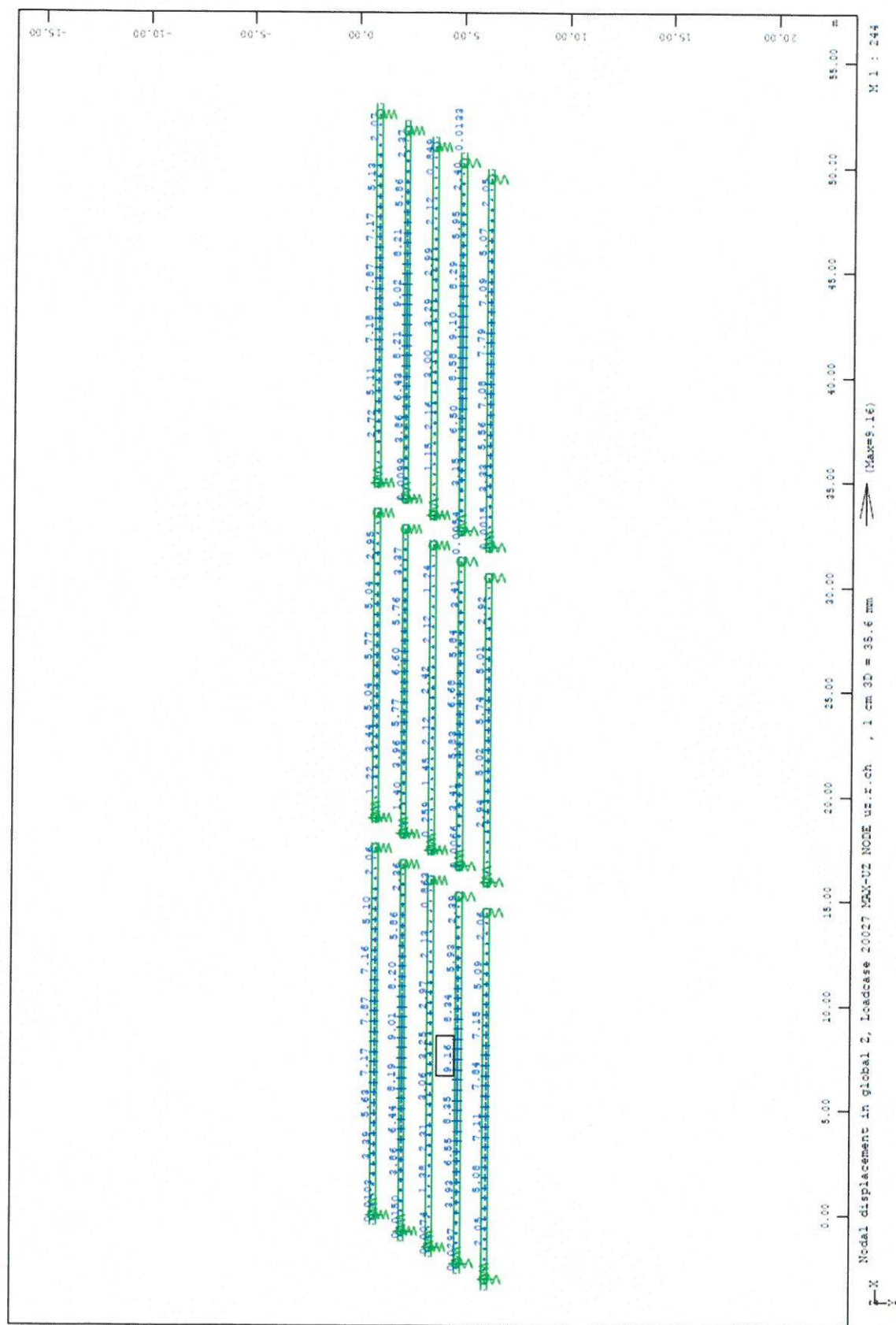
Rys. 5 Faza budowy – reologia (czas do wykonania płyty).



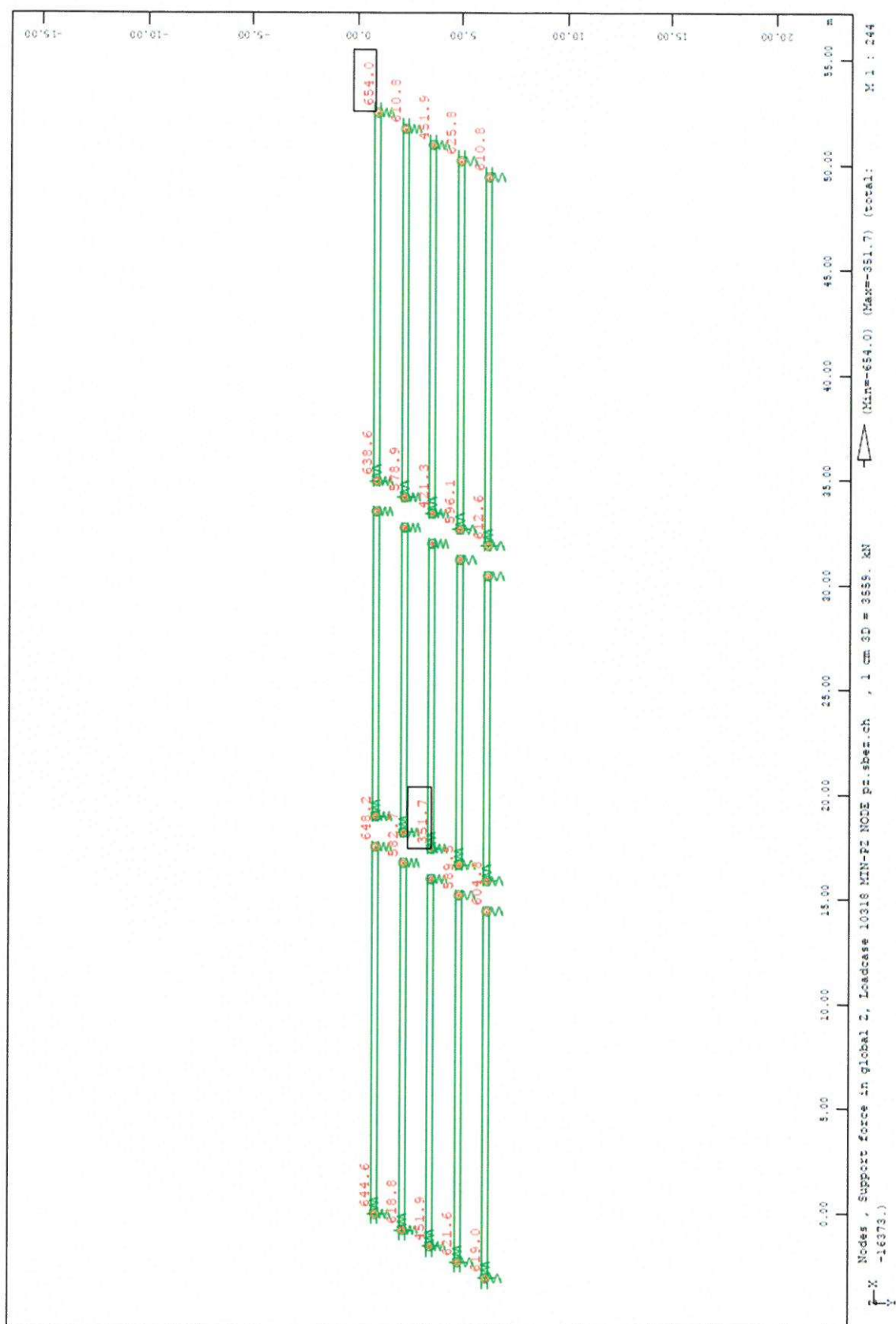
Rys. 6 Faza budowy – po zabudowaniu elementów wyposażenia



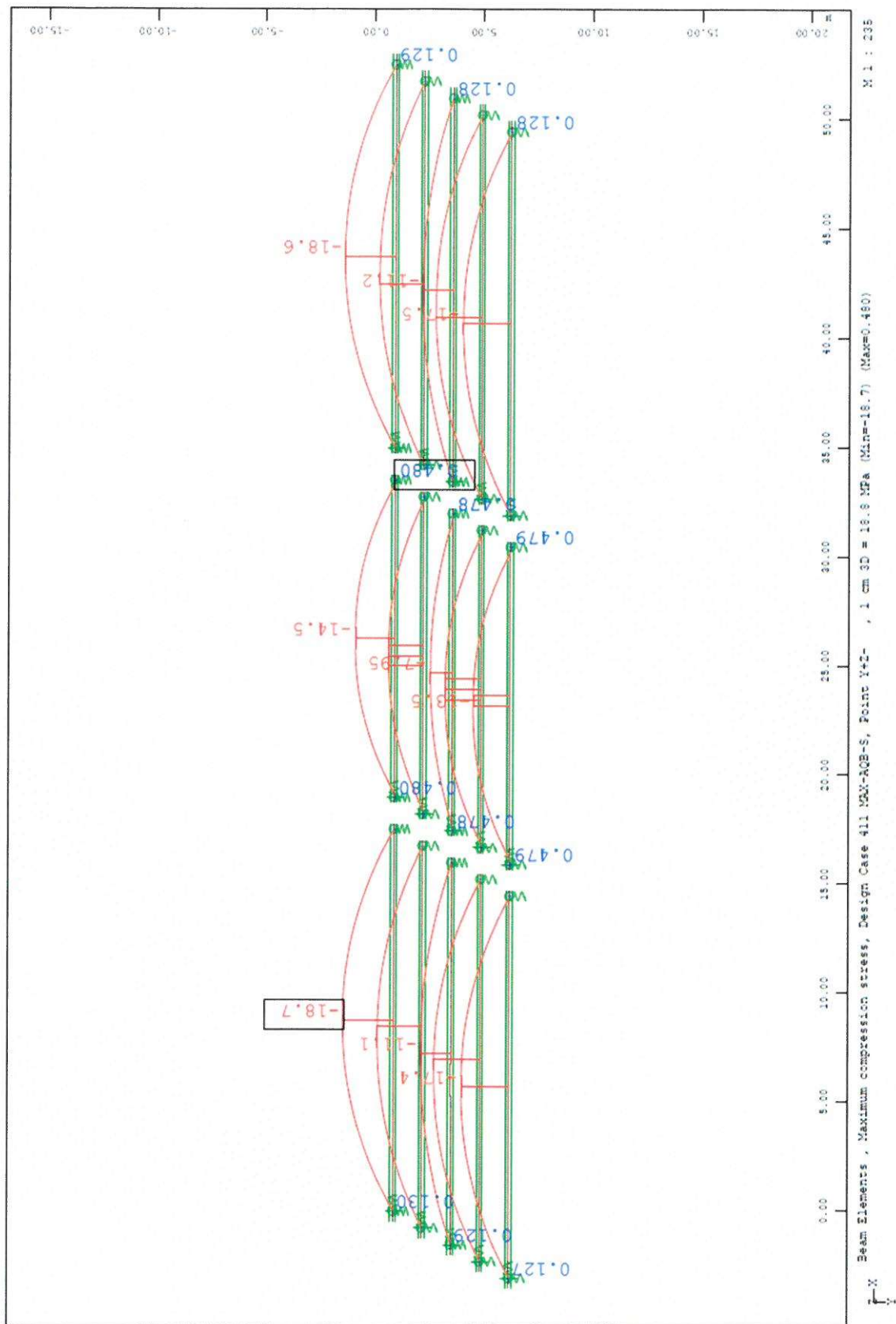
Rys. 7 Faza budowy – po zakończeniu reologii.



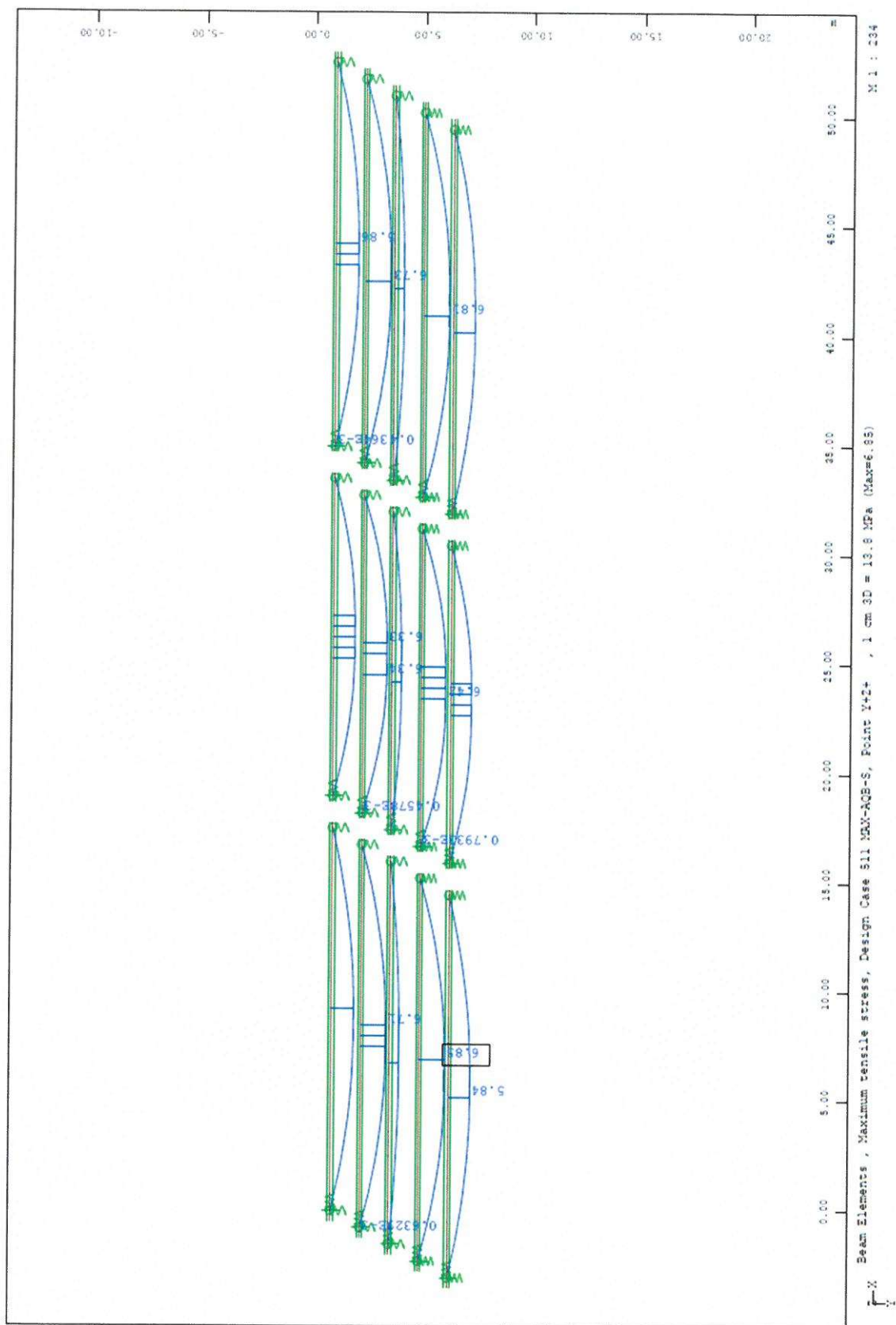
Rys. 8 Obciążenia ruchome taborem tramwajowym



Rys. 9 Maksymalne obliczeniowe reakcje podporowe w fazie użytkowej

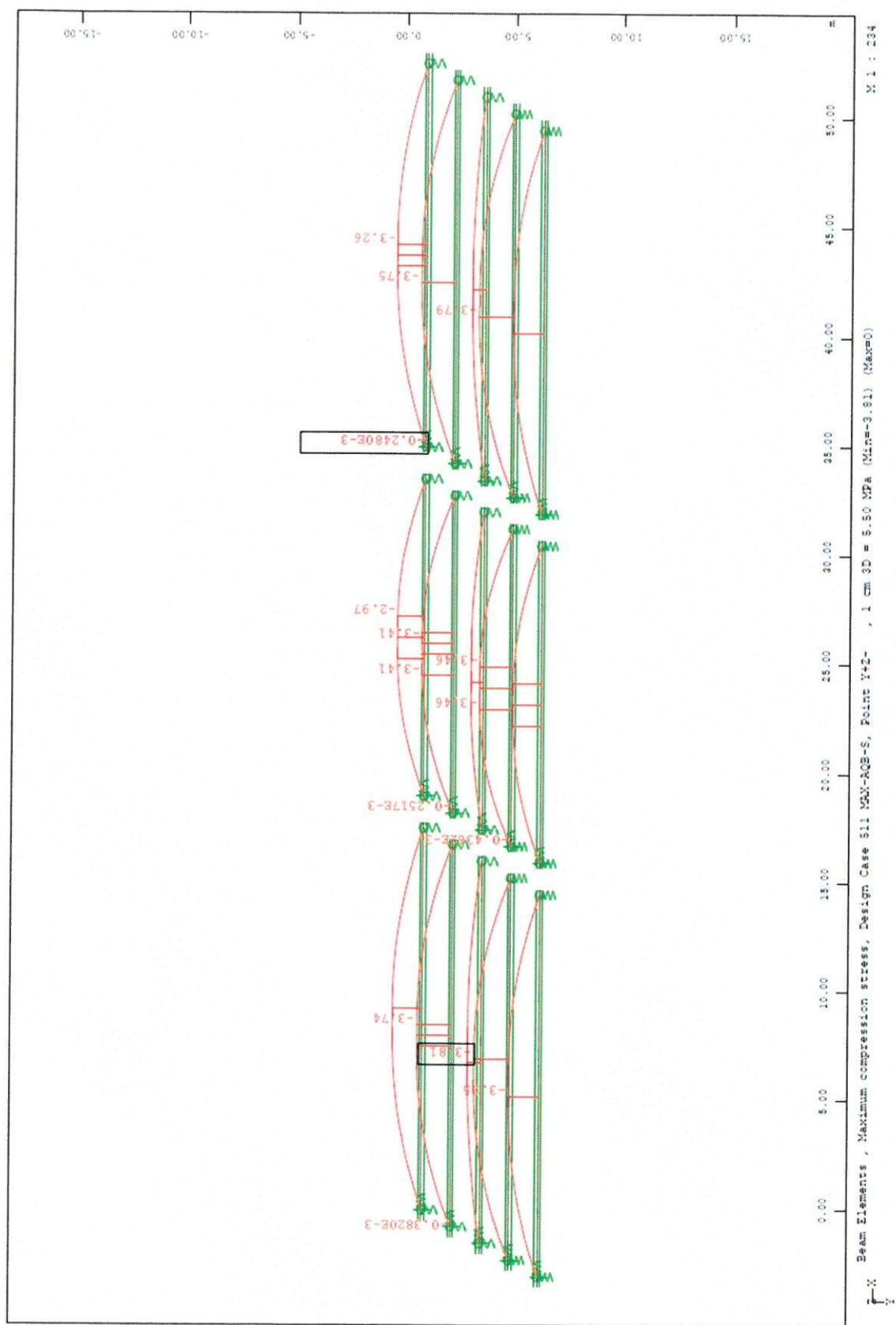


Rys. 16 Naprężenia ściskające (włókna górne) w fazie użytkowej obliczeniowe



Rys. 17 Naprężenia rozciągające od obciążeń ruchomych – tabor tramwajowy

OBIEKT MOSTOWY DOSTOSOWANY WYŁĄCZNIE DO RUCHU TRAMWAJOWEGO NAD TORAMI PKP W CIĄGU ALEI KOLŁATAJA W BĘDZINIE



Rys. 18 Naprężenia ściskające od obciążeń ruchomych – tabor tramwajowy

ZAŁĄCZNIK Z-6

SCHEMATY OBCIĄŻEŃ

Zawartość załącznika:

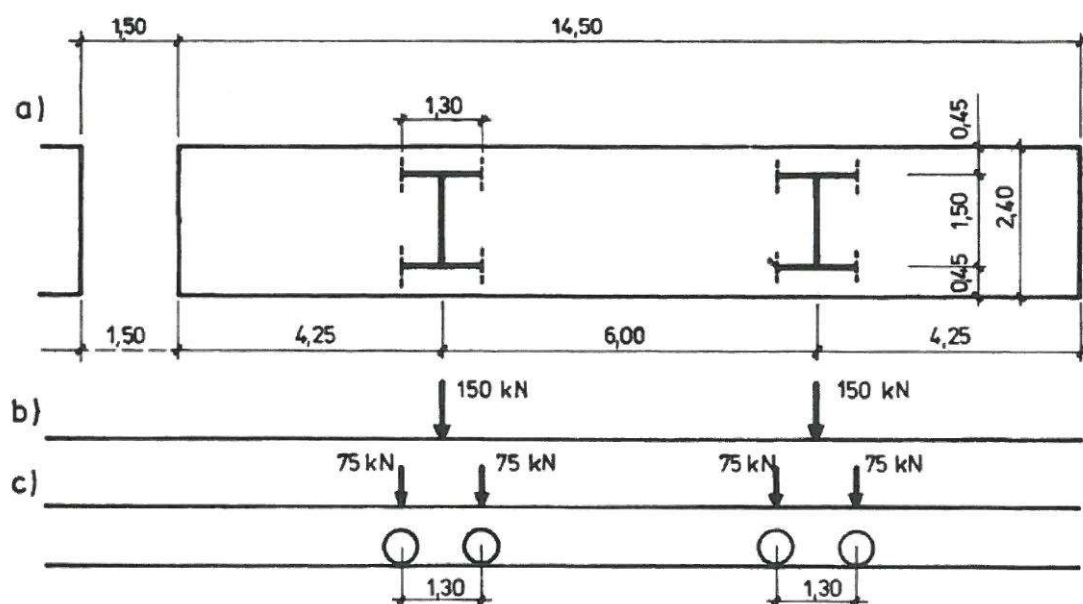
1. Schematy obciążeń taborem tramwajowym wg PN-85/S-10030.

1. Obciążenie taborem tramwajowym wg pkt. 6.6 PN-85/S-10030

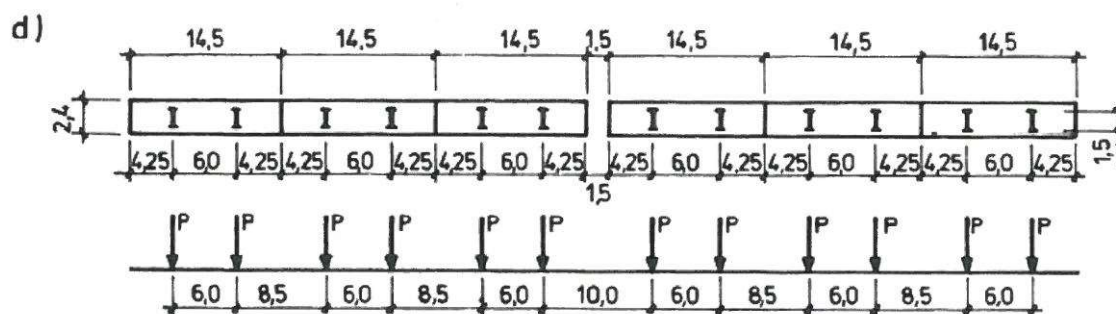
Schemat obciążenia taborem tramwajowym przyjęto wg poniższego schematu. Minimalne odstępki między skrajnymi osiami tandemów sąsiednich wagonów w pociągu wynoszą 8,5m, zaś między skrajnymi osiami tandemów 10m. Liczba pociągów może być dowolna. Nacisk tandemu wynosi 150kN. Pociągi tramwajowe należy ustawić w takim położeniu wzdłuż i poprzek mostu, żeby uzyskać najniekorzystniejszą wartość poszukiwanej wielkości. Obciążenie taborem tramwajowym może być przerywane zarówno między poszczególnymi pociągami jak i wagonami tego samego pociągu oraz naciskami osi wagonu, jeśli to jest niekorzystne dla wyznaczonej wielkości. Każdy tandem składa się dwóch osi po 75kN. Naciski pojedynczych osi tandemów należy uwzględnić przy obliczeniu elementów pomostu.

Do obciążenia tramwajowym należy przyjmować współczynnik dynamiczny $\varphi = 1,35 - 0,005L$, jednak nie mniejszym niż 1,1.

Dodatkowo należy zweryfikować w kombinacji wyjątkowej wykolejenie się taboru tramwajowego. W tym wypadku należy położenie pociągu przesunąć o 1,0m w stosunku do osi toru.



Rys. 1 Schemat pojedynczego wagonu taboru tramwajowego



Rys. 2 Schemat obciążenia dwóch pociągów taboru tramwajowego