

Temat opracowania:

Ekspertyza Techniczna wraz z koncepcją naprawy płyt chodnikowych mostu przez rzekę Oslawa w miejscowości Wola Michowa w ciągu drogi wojewódzkiej Nr 897 Tylawa – Cisna – Wołosate w km 51+325

Nazwa Zarządu Drogi:

PODKARPACKI ZARZĄD DRÓG WOJEWÓDZKICH W RZESZOWIE

Jednostka projektowa:

Biuro Projektowe Hellmost, 35-010 Rzeszów, ul. Jałowego 9/62

1



AUTORZY OPRACOWANIA

Lp.	Imię i Nazwisko Nr uprawnień	Data	Podpis
1.	mgr inż. Marcin Piekielek PDK/0018/POOM/06	06.2024.	
OŚWIADCZENIE: Niniejsze opracowanie zostało sporządzone zgodnie z Umową, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej i jest kompletne z punku widzenia celu, jakiemu ma służyć.			

SPIS TREŚCI:

1.	UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIE Z IZBY INŻYNIERÓW	4
2.	WSTĘP	7
2.1.	Podstawa opracowania	7
2.2.	Przedmiot opracowania	8
2.3.	Cel i zakres opracowania	8
3.	OPIS OBIEKTU	8
3.1.	Historia obiektu	8
3.2.	Opis ogólny obiektu	8
3.3.	Fundament	10
3.4.	Podpory	11
3.5.	Ustrój nośny przęsła	11
3.6.	Wypośażenie	11
3.6.1.	Nawierzchnia jezdni i izolacja płyty pomostu	11
3.6.2.	Chodniki	11
3.6.3.	Balustrady	11
3.6.4.	Urządzenia dylatacyjne	11
3.6.5.	Elementy odwodnienia	11
3.6.6.	Łożyska	11
3.6.7.	Urządzenia obce	11
3.6.8.	Dojazdy do mostu	11
3.6.9.	Otoczenie obiektu	11
3.6.10.	Zagospodarowanie terenu pod obiektem	11
4.	INWENTARYZACJA GEOMETRYCZNA	12
4.1.	Uwagi ogólne	12
4.2.	Sprawdzenie wymiarów	12
5.	INWENTARYZACJA USZKODZEŃ	12
5.1.	Przyczółki	12
5.2.	Filar	14
5.3.	Ustrój nośny przęsła	14
5.4.	Wypośażenie	16
5.4.1.	Nawierzchnia jezdni	16
5.4.2.	Chodniki	16
5.4.3.	Balustrady	16
5.4.4.	Urządzenia odwadniające	18
5.4.5.	Izolacja pomostu	18
5.4.6.	Urządzenia dylatacyjne	18
5.4.7.	Przestrzeń podmostowa	18
6.	BADANIA DIAGNOSTYCZNE	18
7.	ANALIZA NOŚNOŚCI	19
7.1.	Zakres analizy	19
7.2.	Założenia do obliczeń	19
7.3.	Model konstrukcji pomostu	20
7.4.	Materiały	20
7.5.	Wyznaczenie nośności przekroju podporowego dźwigara na ścinanie	21
7.6.	Charakterystyka zbrojenia poprzecznego w środku rozpiętości dźwigara	22
7.7.	Schematy obciążeń pomostu	22
7.7.1.	Obciążenia stałe	22
7.7.2.	Obciążenia użytkowe wg PN-85/S-10030	22
7.8.	Wyniki sił wewnętrznych w dźwigarach	23
7.9.	Wyniki analizy wytrzymałościowej dźwigarów	23
7.10.	Wnioski	23
8.	OCENA STANU TECHNICZNEGO	23
9.	KONCEPCJA NAPRAWY USZKODZONYCH PŁYT CHODNIKOWYCH	24
9.1.	Proponowany sposób zabezpieczenia uszkodzonych płyt	24
9.2.	Zamienne rozwiązanie	24

10. WNIOSKI I ZALECENIA KOŃCOWE	24
11. SPIS RYSUNKÓW	25
Rys.1. Rysunek inwentaryzacyjny. Przekrój poprzeczny z widokiem na filar/przyczółek.	25
Rys.2. Rysunek inwentaryzacyjny. Widok od strony dolnej wody.	25
Rys.3. Rysunek inwentaryzacyjny. Widok z góry.....	25
Rys.4. Rysunek zabezpieczenia uszkodzonych elementów chodnika.....	25
12. ZAŁĄCZNIKI	25
Z-1. Raport z przeglądu szczegółowego	25

2. WSTĘP

2.1. Podstawa opracowania

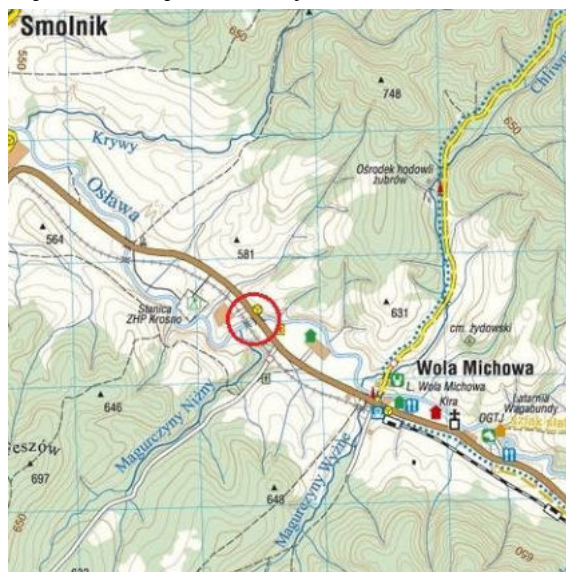
Podstawą formalną opracowania jest umowa nr 78/243/WM/10/2024 z dnia 25.04.2024 r. zawarta pomiędzy Podkarpackim Zarządem Dróg Wojewódzkich, a Biurem Projektowym Hellmost.

Przy wykonaniu niniejszego opracowania korzystano z następujących pozycji piśmiennictwa, norm oraz materiałów archiwalnych:

- [1]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43/99, poz. 430).
- [2]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 63/00, poz. 735).
- [3]. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (Dz. U. Nr 32 z 2003 r., poz. 262).
- [4]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 28 lutego 2000 r. w sprawie numeracji i ewidencji dróg oraz obiektów mostowych (Dz. U. Nr 32 / 200 r., poz. 393).
- [5]. Instrukcja do określania nośności użytkowej drogowych obiektów mostowych. Załącznik do Zarządzenia Nr 17 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 1.06.2004 r.
- [6]. Instrukcje przeprowadzania przeglądów drogowych obiektów inżynierskich. Załącznik do zarządzenia nr 14 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 7.07.2005 r.
- [7]. PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia.
- [8]. PN-91/S-10042 Obiekty mostowe. Mosty betonowe, żelbetowe i z betonu sprężonego. Projektowanie.
- [9]. PN-EN 206-1:2003/Ap1:2004 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [10]. PN-99/S-10040. Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.
- [11]. Ekspertyza Techniczna wraz z koncepcją remontu mostu przez rzekę Oślawa w miejscowości Wola Michowa w ciągu drogi wojewódzkiej Nr 897 Tylawa – Wołosate – gr. państwa w km 51+325, 11.2015 r.
- [12]. Protokół z przeglądu szczegółowego obiektu mostowego, 2019 r. opracowany przez Trasal Sp. z o.o. z Rzeszowa.
- [13]. Normatyw techniczny projektowania mostów na drogach samochodowych – obciążenia ruchome z 6 czerwca 1956 r. Nr KP – VIII – 244/56.
- [14]. Typowe żelbetowe przęsła prefabrykowane mostów drogowych o rozpiętości 9, 12 i 15 m. Centralne Biuro Studiów i Projektów dróg, mostów i lotnisk.

2.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest most drogowy przez potok Oślawa w miejscowości Wola Michowa w ciągu drogi wojewódzkiej nr 897 Tylawa – Cisna – Wołosate w km 51+325.



Rys. 1. Lokalizacja obiektu

2.3. Cel i zakres opracowania

Podstawowym celem wykonania niniejszego opracowania jest ocena stanu technicznego przedmiotowego mostu i przydatności do użytkowania na dotychczasowych warunkach. Dla realizacji w/w wymienionego celu wykonano następujące prace:

- inwentaryzację geometryczną mostu oraz terenu przyległego;
- inwentaryzację uszkodzeń poszczególnych elementów mostu;
- obliczenia statyczne – wytrzymałościowe konstrukcji nośnej mostu;
- analizę materiałów archiwalnych (przegląd szczegółowy mostu, ekspertyza techniczna).

Wynikiem przeprowadzonych prac jest:

- ocena stanu technicznego obiektu;
- analiza nośności konstrukcji nośnej obiektu;
- wnioski i zalecenia końcowe.

3. OPIS OBIEKTU

3.1. Historia obiektu

Most został wykonany w roku 1976. Most został zaprojektowany na II klasę techniczną ze sprawdzeniem na ciągnik K-80 wg PN-66/B-02015. W 2019 r wykonano nową nawierzchnię jezdni.

3.2. Opis ogólny obiektu

Przedmiotowy most jest dwuprzęsłowy o prefabrykowanej konstrukcji przęsł (pomost z dźwigarami typu CZDP) z żelbetową prefabrykowaną płytą pomostu. Schematem statycznym przęsł jest belka swobodnie podparta. Przęsła oparte są na masywnych betonowych przyczółkach i filarze. Podpory posadowiono bezpośrednio.

Wyposażenie pomostu stanowi: nawierzchnia jezdni z betonu asfaltowego, krawężniki betonowe, balustrady z płaskowników stalowych. Nad szczelinami dylatacyjnymi jezdni była uciąglona.

Podstawowe parametry geometryczne mostu:

- długość całkowita (pomostu): 31,56 m;
- szerokość całkowita: 9,9 m;

- rozpiętości teoretyczne przęseł: $2 \times 15,0$ m;
- szerokości użytkowe (chodnik + jezdnia+ chodnik): 1,25+7,1+1,25 m;
- skos mostu: 75° .
- bieżąca nośność wg danych Inwestora: 15 ton tj. klasa E wg PN-85/S-10030 [7].



Fot. 1. Widok z boku mostu od strony górnej wody



Fot. 2. Widok z boku mostu od strony dolnej wody



Fot. 3. Widok mostu z dojazdu od strony Tylawy



Fot. 4. Widok mostu z dojazdu od strony Wołosatego

3.3. Fundament

Po analizie opracowania [11] stwierdzono, iż podpory obiektu posadowiono bezpośrednio na betonowych ławach fundamentowych. Nie stwierdzono żadnych objawów świadczących o uszkodzeniu fundamentów.

3.4. Podpory

Konstrukcję przęseł oparto na betonowych, masywnych pełnościennych przyczółkach o szerokości ok. 10,62 m i słupowym filarze o wysokości ok. 5,5 m, szerokości słupa 3,0÷3,5 m i grubości 1,0÷1,3 m, zwieńczonym oczepem żelbetowym o wysięgu wsporników 3,0 m i grubości do 0,4÷1,0 m.

Przyczółki posiadają skrzydełka równoległe do osi jezdni o długościach 6,0÷6,4 m. Górną część skrzydełek uformowano w postaci belek podporęczowych z wykształconym kapinosem.

3.5. Ustrój nośny przęsła

Konstrukcję przęsła stanowi 5 dźwigarów prefabrykowanych typu „CZDP”, które stężone są poprzecznikami podporowymi i jedną poprzecznicą przęsłową. Na dźwigarach oparto prefabrykowaną płytę pomostu o grubości 12 cm, która w miejscach styków pojedynczych prefabrykatów jest stężona żebrami (zamki żelbetowe usytuowane prostopadle do osi dźwigarów).

3.6. Wyposażenie

3.6.1. Nawierzchnia jezdni i izolacja płyty pomostu

Nawierzchnia jezdni na moście wykonana została z betonu asfaltowego o grubości do 20 cm. Pod warstwą nawierzchni znajduje się warstwa izolacji płyty pomostu najprawdopodobniej z bitumicznej papy izolacyjnej.

3.6.2. Chodniki

Obiekt wyposażony jest w betonowe krawężniki oraz prefabrykowane płyty chodnikowe o grubości 12 cm i szerokości 120 cm. Na całej długości mostu na chodnikach ustawione są zapory przestawne U-20 c.

3.6.3. Balustrady

Pomost wyposażony jest w obustronne balustrady stalowe o wysokości ok. 100 cm, wykonane ze stalowych płaskowników. Na dojazdach zastosowano bariery stalowe wbijane.

3.6.4. Urządzenia dylatacyjne

Nad przyczółkami i filarem w jezdni nie ukształtowano żadnych przykryć dylatacyjnych. Jezdnia nad szczelinami dylatacyjnymi jest uciągłona.

3.6.5. Elementy odwodnienia

Pomost odwadniany jest powierzchniowo. Na skarpach nasypów dojazdów zlokalizowano betonowe ścieki naskarpowe.

3.6.6. Łożyska

Na obiekcie zastosowano stalowe łożyska w postaci blach, w których zakotwiono prefabrykowane dźwigary.

3.6.7. Urządzenia obce

Na obiekcie nie zlokalizowano żadnych urządzeń obcych.

3.6.8. Dojazdy do mostu

Dojazdy do mostu są ukształtowane na odcinkach prostych.

3.6.9. Otoczenie obiektu

Stożki nasypów przy przyczółkach są umocnione dyblami betonowymi i lokalnie betonem.

3.6.10. Zagospodarowanie terenu pod obiektem

Pod mostem płynie potok Ośława, którego brzegi lokalnie przed mostem od strony Tylawy są umocnione murkiem betonowym.

4. Inwentaryzacja geometryczna

4.1. Uwagi ogólne

Inwentaryzacja geometryczna polegała na dokładnych pomiarach wszystkich zasadniczych i dostępnych elementów mostu.

4.2. Sprawdzenie wymiarów

Pomiar poszczególnych elementów mostu wykonano za pomocą zestawu taśm stalowych i ruletek oraz przymiarów do pomiaru długości. Pomierzono wszystkie dostępne elementy mostu.

5. Inwentaryzacja uszkodzeń

Szczegółowa inwentaryzacja uszkodzeń poszczególnych elementów obiektu polegała na dokładnych oględzinach wszystkich elementów obiektu, pomiarze rozwartości rys, wykonaniu niezbędnych szkiców oraz dokumentacji fotograficznej. Wyniki przeprowadzonej inwentaryzacji uszkodzeń przedstawiono w formie przeglądu szczegółowego, przeprowadzonego zgodnie z instrukcją [6], który znajduje się załączniku Z-1. Raport z przeglądu szczegółowego.

Poniżej przedstawiono opis zinwentaryzowanych uszkodzeń.

5.1. Przyczółki

Stan przyczółków uznano jako niedostateczny z uwagi na następujące uszkodzenia:

Uszkodzenia przyczółków:

- rdzawe wycieki z zarysowania pionowego na całej wysokości korpusu przyczółka od strony Tylawy pod dźwigarem środkowym o rozwartości do 2 mm;
- osady na skrzydełkach przyczółka od strony Tylawy powstałe wskutek braku urządzenia dylatacyjnego na chodniku;
- wycieki oraz zarysowanie pionowe korpusu przyczółka od strony Wołosatego o rozwartości do 1 mm pomiędzy dźwigarem nr 3 i 4;
- wegetacja mchu wzdłuż lewej krawędzi korpusu, osady pomiędzy dźwigarami nr 2 i 1 na korpusie przyczółka od strony Wołosatego;
- osady na skrzydełkach przyczółka od strony Wołosatego powstałe wskutek braku urządzenia dylatacyjnego na chodniku, zarysowania wypełnione wapiennymi wykwitami.



Fot. 5. Widok na korpus przyczółka od strony Tylawy – zarysowanie pionowe o rozwartości do 2 mm pod środkowym dźwigarem na całej wysokości korpusu, rdzawe wycieki wydostające się z zarysowania.



Fot. 6. Widok na korpus przyczółka od strony Wołosatego – wegetacja mchu wzdłuż lewej krawędzi korpusu, zarysowanie pionowe pomiędzy dźwigarem nr 4 i 3 o rozwarości do 1,4 mm.



Fot. 7. Widok na korpus przyczółka od strony Wołosatego od dolnej wody – zacieki pod dźwigarem skrajnym nr 5.

5.2. Filar

Stan filara jest niepokojący. Na powierzchni filara widoczne osady, wykwyty i ubytki betonu.

5.3. Ustrój nośny przęsła

Stan pomostu uznano jako niedostateczny.

Na powierzchni dźwigarów widoczne liczne ślady przecieków i wapiennych wykwitów powstałe w zamkach prefabrykowanej płyty pomostu oraz ubytki betonu odsłaniające skorodowane strzemiona. Na dolnej powierzchni dźwigara przedskrajnego w przęśle nr 2 widoczne odsłonięte zbrojenie lub zanieczyszczenia stalowe dźwigara.

Na dźwigarze skrajnym w przęśle nr 1 widoczne zanieczyszczenia bocznej powierzchni dźwigara w postaci graffiti.

Na poprzecznicach i żebrach poprzecznych widoczne liczne ubytki betonu odsłaniające skorodowane strzemiona.

Na powierzchni płyty pomostu i wsporników widoczne przecieki, omszenia oraz ubytki betonu odsłaniające skorodowane zbrojenie płyty.



Fot. 8. Widok na pomost w przęśle nr 1 – zacieki na powierzchniach bocznych dźwigarów, ubytki betonu żeber i płyty pomostu odsłaniające skorodowane zbrojenie.



Fot. 9. Widok na pomost w prześle nr 1 od strony górnej wody – zacieki na powierzchniach bocznych dźwigarów, ubytki betonu żeber i płyty pomostu odsłaniające skorodowane zbrojenie, przecieki na powierzchni płyty.



Fot. 10. Widok na pomost w prześle nr 2 – zawilgocenia oraz omszenie powierzchni pomostu, ubytki betonu odsłaniające skorodowane zbrojenie.

5.4. Wyposażenie

5.4.1. Nawierzchnia jezdni

Stan nawierzchni jezdni jest odpowiedni.

5.4.2. Chodniki

Stan chodników jest przedawaryjny.

W prefabrykowanych elementach chodników widoczne liczne ubytki betonu, zanieczyszczenia oraz wegetacja roślinności.

Od strony Wołosatego od górnej wody uszkodzeniu uległy 3 pierwsze płyty chodnikowe o długości łącznej ok. 9 m), które zostały odspojone od konstrukcji pomostu powodując szczelinę pionową o wartości ok. 6 cm. Prawdopodobną przyczyną uszkodzeń jest najazd na chodnik pojazdu samochodowego. Płyty stwarzają zagrożenie całkowitego odspojenia od pomostu. Zarządca drogi zabezpieczył chodnik zaporami U-20c.

Na dojeżdżaniach do obiektu w obrębie skrzydełek przyczółków brak wyodrębnionego chodnika. Na krawężnikach widoczne liczne ubytki betonu, krawężniki na obiekcie są niedostatecznie wyniesione ponad nawierzchnię jezdni (ok. 2-5 cm). W obrębie skrzydełek przyczółków widoczny zanik krawężników. Na gzymsach widoczny porost mchu, liczne zarysowania wypełnione wapiennymi wykwitami oraz ubytki betonu.

5.4.3. Balustrady

Stan balustrad jest niedostateczny.

Ze względu na niewystarczającą wysokość (100 cm powyżej poziomu chodnika) balustrada nie spełnia obowiązujących przepisów zagrażając bezpieczeństwu pieszych.

Balustrady są silnie skorodowane. Balustrady po obu stronach jezdni w prześle nr 2 są wychylone z pionu w stronę rzeki, przy czym deformacja balustrady od strony górnej rzeki związana jest z uszkodzeniem płyt chodnikowych. Słupek balustrady tuż za uszkodzonymi płytami chodnikowymi jest złamany u podstawy.

Brak jednej szczeblinki oraz deformacja szczeblinki balustrady od strony dolnej wody w rejonie przyczółka od strony Wołosatego.

Nowe bariery ochronne wykonane na dojazdach nie są połączone z istniejącymi balustradami oraz mają pozostawione niezabezpieczone pasy profilowe



Fot. 11. Widok od strony Tylawy na uszkodzony chodnik na moście od strony górnej wody – odspojone 3 prefabrykowane płyty chodnikowe, znaczne wychylenie z pionu balustrady



Fot. 12. Obrót 3 płyt chodnikowych na zewnątrz, który spowodował odspojenie płyty przy krawędzi jezdni o około 6 cm.



Fot. 13. Widok od strony Wołosatego na balustradę od strony górnej wody w prześle nr 2 – korozja oraz wychylenie balustrady z pionu o ok. 7 cm będące wynikiem przechylenia płyt chodnikowych.



Fot. 14. Widok na złamany u podstawy słupek balustrady zlokalizowany na czwartej płycie chodnikowej od strony Wołosatego od górnej wody (tuż za uszkodzonymi płytami chodnikowymi), widoczna również znaczna korozja balustrady.

5.4.4. Urządzenia odwadniające

W elementach ścieków naskarpowych widoczne ubytki betonu, przemieszczenia oraz wegetacja roślinności pomiędzy elementami prefabrykowanymi ograniczający przepływ wody.

5.4.5. Izolacja pomostu

Stan izolacji jest awaryjny. Na powierzchni dźwigarów i płyty pomostu widoczne liczne ślady przecieków i wapiennych wykwitów świadczących o uszkodzeniach izolacji.

5.4.6. Urządzenia dylatacyjne

Obiekt nie jest wyposażony w urządzenia dylatacyjne. Nad szczelinami dylatacyjnymi nawierzchnia jezdni jest uciąglona i nie wykazuje pęknięć.

5.4.7. Przestrzeń podmostowa

W korycie potoku na filarze widoczne zgromadzone zanieczyszczenia naniesione przez potok. W korycie potoku od strony górnej i dolnej wody widoczne niewielkie zanieczyszczenia i naniesione kamienie.

Umocnienie stożków przyczółków wykonane z dybli betonowych są porośnięte roślinnością i zdeformowane.

6. Badania diagnostyczne

Z uwagi na fakt sporządzenia w 2015 r. ekspertyzy technicznej [11], w której przeprowadzono badania diagnostyczne, nie było konieczności wykonania dodatkowych badań betonu, gdyż w niniejszym opracowaniu wykorzystano wcześniejsze wyniki badań betonu. Ponadto Zamawiający przekazał informację, że w opracowaniu jest projekt przebudowy mostu.

Na podstawie ekspertyzy technicznej [11] przyjęto następujące klasy wytrzymałości betonu na ściskanie:

- korpus przyczółka – C35/45;
- filar – C50/60.

7. Analiza nośności

7.1. Zakres analizy

Zgodnie z wymaganiami Zamawiającego przeprowadzona analiza nośności obiektu polegała na sprawdzeniu nośności obiektu przy założeniu dopuszczonych do ruchu po moście pojazdów samochodowych o ciężarze do 15 ton wg PN-85/S-10030. Ze względu na brak archiwalnej dokumentacji projektowej autorzy opracowania ograniczyli się tylko do ustalenia nośności przęsła mostu (przyjmując dane dla dźwigara z katalogu [14]). Nie przeprowadzono analizy nośności podpór mostu przyjmując założenie, że nie jest ona niższa niż nośność konstrukcji przęsła. Uzasadnieniem takiego założenia jest brak przesłanek świadczących o przeciążeniu podpór.

W analizie nośności przyjęto dodatkowe dociążenie pomostu przez ustawienie na pomoście przestawnych barier betonowych.

7.2. Założenia do obliczeń

Obliczenia nośności mostu wykonano na podstawie geometrii sporządzonej podczas inwentaryzacji geometrycznej mostu.

W związku z brakiem nieprawidłowości pracy podpór analizę nośności mostu oparto jedynie na sprawdzeniu nośności pomostu.

Konstrukcję pomostu sprawdzono przy założeniu jej sprężystej pracy metodą stanów granicznych. W stanach granicznych nośności (SGN) sprawdzono poszczególne elementy konstrukcji mostu ze względu na wytrzymałość materiałową. W obliczeniach (SGN) zastosowano obciążenia obliczeniowe.

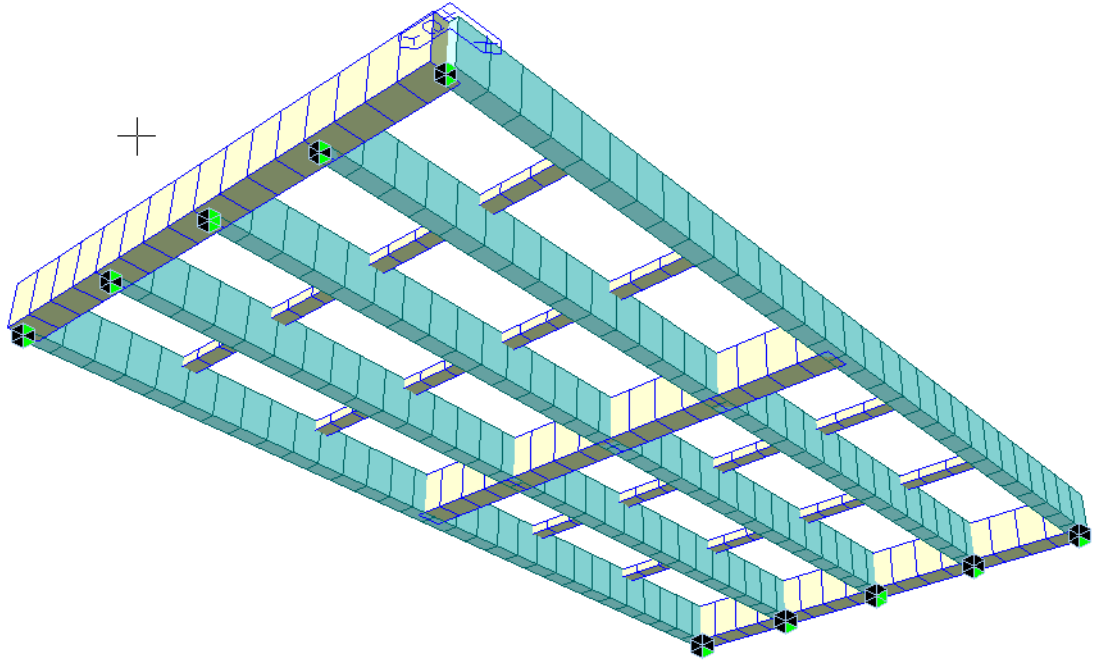
W obliczeniach statycznych – wytrzymałościowych elementów mostu wykorzystano zasady mechaniki budowli, liniowej teorii sprężystości oraz metodę stanów granicznych stosując. Sprawdzeniu podlegał stan graniczny nośności (SGN) w zakresie sprawdzenia nośności przekrojów dźwigarów głównych. W analizie SGN zastosowano współczynniki obciążenia wg [7] oraz zasadę superpozycji. Ponadto w analizie SGN zastosowano współczynnik dynamiczny do obciążenia ruchomego K i S .

W modelach obliczeniowych uwzględniono podstawowe przypadki obciążeń tj. obciążenie ciężarem własnym, ciężarem wyposażenia, obciążenie użytkowe. Przyjęty model umożliwił wyznaczenie sił przekrojowych i przemieszczeń węzłów w całej konstrukcji pomostu.

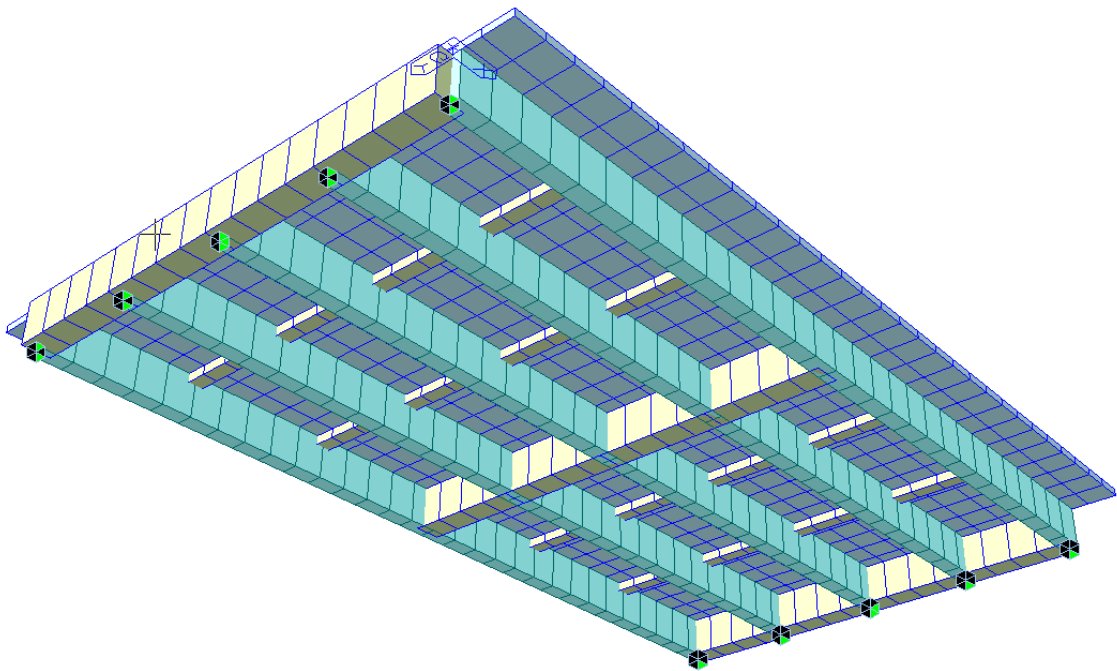
Pomost zamodelowano jako elementy belkowe, którym nadane rzeczywiste wymiary. W obliczeniach uwzględniono fazowość konstrukcji, czyli pracę dźwigarów o przekroju prostokątnym w fazie montażu płyty pomostu. W kolejnej fazie przyjęto dźwigary o przekroju teowym.

Schemat statyczny mostu to belka swobodnie podparta o rozpiętości 15 m.

7.3. Model konstrukcji pomostu



Rys. 2. Widok ogólny modelu bez zespolenia z płytą pomostu



Rys. 3. Widok ogólny modelu po zespoleniu z płytą pomostu

7.4. Materiały

Na podstawie dokumentacji archiwalnej przyjęto, że płyta pomostu, poprzecznice oraz dźwigary wykonana zostały z betonu odpowiadającego klasie C20/25.

7.5. Wyznaczenie nośności przekroju podporowego dźwigara na ścinanie

Wyznaczenie nośności przekroju podporowego na ścinanie**a) Charakterystyki geometryczne przekroju**

$B = 26 \text{ cm}$	szerokość środnika
$H = 70 \text{ cm}$	wysokość przekroju
$a = 5.0 \text{ cm}$	odl. osi zbrojenia dolnego od dolnej krawędzi przekroju
$h_1 = 65 \text{ cm}$	wys. użytkowa przekroju $h_1 = H - a$

b) Charakterystyki materiałów

Beton B25:	$\tau_R = .26 \text{ [MPa]}$	wytrzymałość betonu na ścinanie
Stal klasy A-0:	$R_{aw} = 200 \text{ [MPa]}$	wytrzymałość obl. stali strzemion
Stal klasy A-II:	$R_{aw} = 295 \text{ [MPa]}$	wytrzymałość obl. stali prętów odgiętych

c) Charakterystyki zbrojenia przekroju dźwigara**Zbrojenie podłużne dolne**

średnica	rozstaw	pow. jednego pręta	ilość prętów	pow. zbr.
d	s	A_1	n	A_s
$[mm]$	$[cm]$	$[cm^2]$	$[szt.]$	$[cm^2]$
29	4	6.61	6	39.63
$A_{totd1} =$				39.63 $[cm^2]$

Zbrojenie podłużne dolne - pręty odgięte

29	12	6.61	2	13.21
$A_{totd2} =$				13.21 $[cm^2]$

Zbrojenie podłużne górne

średnica	rozstaw	pow. jednego pręta	ilość prętów	pow. zbr.
d	s	A_1	n	A_s
$[mm]$	$[cm]$	$[cm^2]$	$[szt.]$	$[cm^2]$
29	12	6.61	2	13.21
$A_{totg} =$				13.21 $[cm^2]$

Strzemiona

średnica	rozstaw	pow. jednego pręta	krotność cięć	pow. zbr.
d	s_s	A_1	n	A_s
$[mm]$	$[cm]$	$[cm^2]$	$[szt.]$	$[cm^2]$
8	10	0.50	2	1.01
$A_w =$				1.01 $[cm^2]$

Obliczenie nośności przekroju na ścinanie

$A_{aL} = 66.05 \text{ [cm}^2\text{]}$	pow. zbrojenia podłużnego
$z = 55.3 \text{ [cm]}$	ramię sił wewnętrznych $z := 0.85 \cdot h_1$
$\mu = 0.0391$	stopień zbrojenia przekroju
$1+50\mu = 2.954$	
$\beta = 2.000$	$\leq \max(1+50\mu) = 2$

$$\mu := \frac{A_{aL}}{b \cdot h_1}$$

Nośność prętów odgiętych:

$$\Delta V_a = 272.79 \text{ [kN]} \quad \beta := 1 + 50 \cdot \mu$$

Nośność betonu i zbrojenia podłużnego:

$$\Delta V_b = 74.70 \text{ [kN]} \quad \Delta V_b := \tau_R \cdot (1 + \mu \cdot 50) \cdot b \cdot z$$

Nośność strzemion:

$$\Delta V_w = 111.09 \text{ [kN]} \quad \Delta V_w := \frac{A_w}{s_s} \cdot z \cdot R_{aw}$$

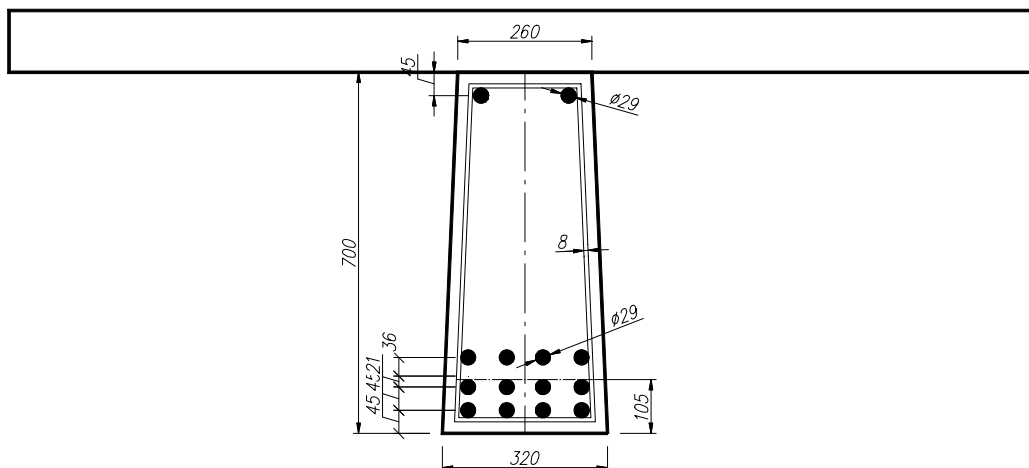
Nośność przekroju na ścinanie:

$$V_c = 458.58 \text{ [kN]} \quad V_c := \Delta V_a + \Delta V_b + \Delta V_w$$

7.6. Charakterystyka zbrojenia poprzecznego w środku rozpiętości dźwigara

Zbrojenie podłużne dolne

średnica	rozstaw	pow. jednego pręta	ilość prętów	pow. zbr.
d	s	A_1	n	A_s
[mm]	[cm]	[cm ²]	[szt.]	[cm ²]
29	8	6.61	12	79.26
$A_{totd} =$				79.26 [cm²]



7.7. Schematy obciążeń pomostu

W analizie sprawdzono dwa stany pracy:

- Schemat 1: stan istniejący, czyli ruch pojazdów o ciężarze 15 ton na dwóch pasach ruchu;
- Schemat 2: stan po naprawie, czyli dodatkowe obciążenie pomostu ciężarem barier betonowych oraz ograniczenie ruchu samochodowego jednym pasem zlokalizowanym w osi jezdni.

7.7.1. Obciążenia stałe

Jako obciążenia stałe przyjęto ciężar:

- konstrukcji żelbetowej płyty pomostu, poprzecznicy i dźwigarów;
- wyposażenia pomostu.

Ciężar własny elementów konstrukcyjnych oraz elementów wyposażenia określono na podstawie rzeczywistej geometrii konstrukcji, z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa $\gamma=1.2$ dla ciężaru konstrukcji i $\gamma=1.5$ dla ciężaru wyposażenia. Ciężary objętościowe materiałów przyjęto w oparciu o PN-85/S-10030.

7.7.2. Obciążenia użytkowe wg PN-85/S-10030

Celem sprawdzenia warunków nośności dla ruchu pojazdów o ciężarze do 15 ton, konstrukcję przeszła obciążono taborem samochodowym wg PN-85/S-10030 tj.:

- pojazdem „K” + obciążeniem równomiernie rozłożonym „q”.
- pojazd „S” lub dwa pojazdy „S”.

7.8. Wyniki sił wewnętrznych w dźwigarach

Nazwa schematu:		stan_istn							
Elem	Load	Part	Fx (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	Mt Torsion (kN*m)	M-y (kN*m)	M-z (kN*m)	
148	K2 ruch q+K cal	I[1001]	-266.84	-18.11	-394.83	-1.98	-124.22	-11.3	min N
163	K2 ruch q+K cal	I[1016]	2166.16	15	77.17	7.51	663.96	8.12	max N
237	K2 ruch q+K cal	I[1093]	110.61	-52.24	239.18	-11.5	82.66	-2.48	min V-y
237	K2 ruch q+K cal	I[1093]	151.13	52.24	350.83	11.5	111.12	2.48	max V-y
148	K2 ruch q+K cal	I[1001]	-266.84	-18.11	-394.83	-1.98	-124.22	-11.3	min V-z
297	K2 ruch q+K cal	J[1156]	151.81	22.14	377.77	9.4	-25.77	15.56	max V-z
148	K2 ruch q+K cal	I[1001]	-266.84	-18.11	-394.83	-1.98	-124.22	-11.3	min M-y
162	K2 ruch q+K cal	J[1016]	2157.9	27.39	5.83	5.2	670.66	7.93	max M-y
237	K2 ruch q+K cal	J[1094]	110.61	-52.24	242.23	-11.5	-65.35	-27.07	min M-z
237	K2 ruch q+K cal	J[1094]	151.13	52.24	353.88	11.5	-37.4	27.07	max M-z
min			-266.84	-52.24	-394.83	-11.5	-124.22	-27.07	
max			2166.16	52.24	377.77	11.5	670.66	27.07	

Nazwa schematu:		stan_proj							
Elem	Load	Part	Fx (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	Mt Torsion (kN*m)	M-y (kN*m)	M-z (kN*m)	
268	K5 ruch S + bar	I[1126]	-3.18	-4.28	-284.12	-6	-53.66	-0.18	min N
163	K4 ruch q+K +b	I[1016]	1975.56	8.28	62.09	7.27	630.24	4.02	max N
252	K4 ruch q+K +b	I[1109]	1358.12	-31.67	-61.87	-5.66	491.2	-0.81	min V-y
253	K4 ruch q+K +b	I[1110]	1907.34	28.89	58.05	5.35	607.53	13.91	max V-y
178	K4 ruch q+K +b	I[1033]	28.21	-11.75	-396.69	-4.21	-90.8	-5.68	min V-z
207	K4 ruch q+K +b	J[1063]	157.85	18.38	386.05	4.23	-34.77	0.86	max V-z
178	K4 ruch q+K +b	I[1033]	28.21	-11.75	-396.69	-4.21	-90.8	-5.68	min M-y
162	K4 ruch q+K +b	J[1016]	1973.12	9.35	-17.64	-3.23	630.34	3.46	max M-y
177	K4 ruch q+K +b	J[1031]	89.83	-3.53	255.37	-5.72	-44.07	-12.46	min M-z
252	K4 ruch q+K +b	J[1110]	1901.6	-2.66	3	2.75	606.55	15.61	max M-z
min			-3.18	-31.67	-396.69	-6	-90.8	-12.46	
max			1975.56	28.89	386.05	7.27	630.34	15.61	

7.9. Wyniki analizy wytrzymałościowej dźwigarów

Nr schematu	Nazwa schematu	Istniejące zbrojenie dolne w środku rozpiętości [cm ²]	Wymagane zbrojenie na zginanie [cm ²]	Wykorzystanie nośności przy zginaniu [%]	Nośność na ścinanie [kN]	Maks. siła ścinająca [kN]	Wykorzystanie nośności przy ścinaniu [%]
1	Stan istniejący	79.26	75.37	95.1	482	395	82.0
2	Stan projektowany	79.26	69.71	87.9	482	396	82.2

7.10. Wnioski

Przeprowadzona analiza statyczno – wytrzymałościowa istniejącego przęsła wykazała, że spełnione są warunki nośności dla obciążenia pojazdami o ciężarze do 15 ton dla obu analizowanych przypadków tj. dla stanu istniejącego oraz stanu projektowanego (po naprawie i ograniczeniu szerokości jezdni i dołożeniu ciężaru barier betonowych).

8. Ocena stanu technicznego

Szczegółową ocenę stanu technicznego poszczególnych elementów obiektu, wykonaną na podstawie zinventaryzowane uszkodzenia przedstawiono w załączniku Z-1. Raport z przeglądu szczegółowego.

Podsumowując wykonany zakres prac można stwierdzić, że:

- stan techniczny pomostu jest niedostateczny, z uwagi na liczne uszkodzenia i brak szczelności połączeń elementów prefabrykowanych zaleca się wymianę całego pomostu (z uwagi na niedostateczną grubość płyty pomostu – 12 cm oraz jej stan techniczny uznano, że nie nadaje do ona do wykorzystania podczas remontu / przebudowy);
- stan techniczny podpór jest niedostateczny, przyczółki i filar wymagają licznych napraw podczas remontu (w tym skucie wierzchniej skorodowanej powierzchni betonu i wykonania w jej miejsce warstwy torkretu);

- stan techniczny wyposażenia pomostu z uwagi na 3 uszkodzone płyty prefabrykowane chodnika jest przedawaryjny; w trybie awaryjnym należy wykonać naprawę lub demontaż uszkodzonych płyt chodnikowych wraz z wykonaniem zabezpieczenia ruchu w rejonie uszkodzonych płyt za pomocą betonowych barier przestawnych
- stan techniczny otoczenia i przestrzeni podmostowej jest niepokojący i wymaga remontu.

9. Koncepcja naprawy uszkodzonych płyt chodnikowych

9.1. Proponowany sposób zabezpieczenia uszkodzonych płyt

Metoda zakłada podniesienie płyt i zakotwienie ich w płycie pomostu.

W pierwszym etapie należy podeprzeć uszkodzone 3 płyty chodnikowe, tak aby przywrócić je do pierwotnego położenia. Następnie należy wywiercić otwory pionowe o średnicy 18 mm i głębokości ok. 35 cm przez istniejące płyty chodnikowe, nadbeton i wwiercić się w płytę pomostu (w odległości ok. 20 cm od krawędzi wewnętrznej płyty chodnikowej). Po tym należy oczyścić otwory, wprowadzić ładunki chemiczne w otwory, po czym wprowadzić pręty gwintowane o średnicy 16 mm i długości 400 mm w otwory. Po stężeniu ładunku chemicznego można przystąpić do wkładania nakrętek i podkładek na pręty gwintowane. Kotwy należy rozmieszczać co ok. 75 cm. Po zamontowaniu nakrętek należy obciążyć wystające części prętów gwintowanych na równo z górną krawędzią nakrętek. Następnie należy wystające kotwy z betonu należy zalać masą bitumiczną.

W ostatnim etapie należy ułożyć na pomoście przestawne bariery betonowe zgodnie z widokiem z góry oraz wprowadzić oznakowanie zgodnie z opracowanym Projektem Organizacji Ruchu.

Przedstawiony sposób wykonania robót jest poglądowy i przykładowy. Wykonawca robót sporządzi projekt zabezpieczenia płyt chodnikowych.

Zakres robót naprawczych powinien obejmować naprawę trzech płyt chodnikowych od strony Cisnej od górnej wody. Roboty naprawcze powinny również obejmować uciąglenie złamanego słupka balustrady znajdującego się na czwartej płycie chodnikowej od strony Cisnej od górnej wody.

9.2. Zamienne rozwiązanie

Dopuszcza się również demontaż uszkodzonych płyt, jednakże metoda ta wymagać może projektu rozbiórki. W przypadku demontażu płyt, na barierach betonowych należy wykonać pochwyty balustrady, które będą miały wysokość min. 1,2 m ponad nawierzchnię jezdni.

10. Wnioski i zalecenia końcowe

Biorąc pod uwagę wyniki przeglądu szczegółowego, oceny stanu technicznego, analizy statyczno – wytrzymałościowej sformułowano następujące wnioski i zalecenia:

1. Aktualna nośność mostu tj. 15 ton jest spełniona.
2. Uszkodzenia trzech płyt chodnikowych od strony Cisnej od górnej wody zagrażają bezpieczeństwu ruchu, w związku z tym w trybie awaryjnym należy wykonać naprawę uszkodzonych płyt wraz z zabezpieczeniem naprawianego odcinka chodnika poprzez ustawienie przestawnych barier betonowych.
Ponadto opracowano projekt organizacji ruchu, ograniczając ruch na obiekcie do jednego pasa środkiem jezdni, który należy wprowadzić tuż po wykonanej naprawie płyt chodnikowych.
3. Generalnie należy stwierdzić, iż most jest w niedostatecznym stanie technicznym, głównie z uwagi na uszkodzenia pomostu i zaleca się wykonanie jego przebudowy w przeciągu 2 lat.
4. Warunkiem dalszego użytkowania mostu jest:
 - wykonanie naprawy uszkodzonych płyt chodnikowych;

- wykonanie zabezpieczenia rejonu uszkodzonych płyty chodnikowych za pomocą przestawnych barier betonowych zgodnie z rys. nr 4;
 - wprowadzenia nowej organizacji ruchu zgodnie z opracowanym Projektem Organizacji Ruchu, polegającej na ograniczeniu ruchu samochodowego na moście do 1 pasa poprowadzonego w przybliżeniu w osi jezdni.
5. Do czasu wykonania przebudowy mostu nakazuje się wykonywanie kontroli stanu technicznego kap chodnikowych (przez Inwestora) co 3 miesiące.
 6. Nie dopuszcza się obciążenia obiektu większym obciążeniem niż klasa E (tj. 15 ton), nawet przy założeniu ruchu wahadłowego.
 7. Poniższe opracowanie jest ważne do końca czerwca 2025 r. Po tym terminie, jeżeli zajdzie konieczność dalszego użytkowania obiektu dla klasy E, należy opracować nową ekspertyzę techniczną obiektu.

11. Spis rysunków

Rys.1. Rysunek inwentaryzacyjny. Przekrój poprzeczny z widokiem na filar/przyczółek.

Rys.2. Rysunek inwentaryzacyjny. Widok od strony dolnej wody.

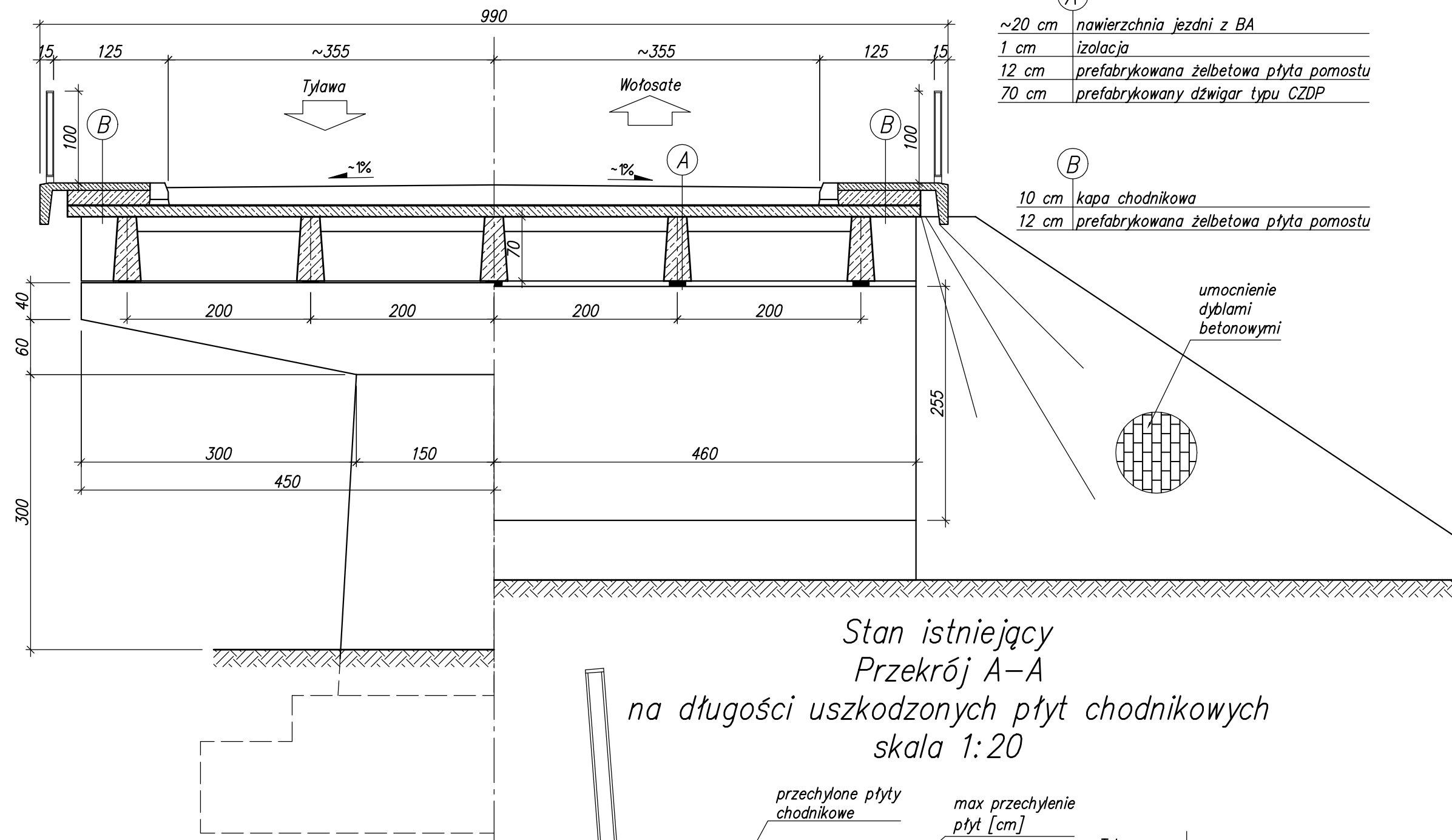
Rys.3. Rysunek inwentaryzacyjny. Widok z góry.

Rys.4. Rysunek zabezpieczenia uszkodzonych elementów chodnika.

12. Załączniki

Z-1. Raport z przeglądu szczegółowego

Stan istniejący
Przekrój poprzeczny, skala 1:50
z widokiem na filar z widokiem na przyczółek

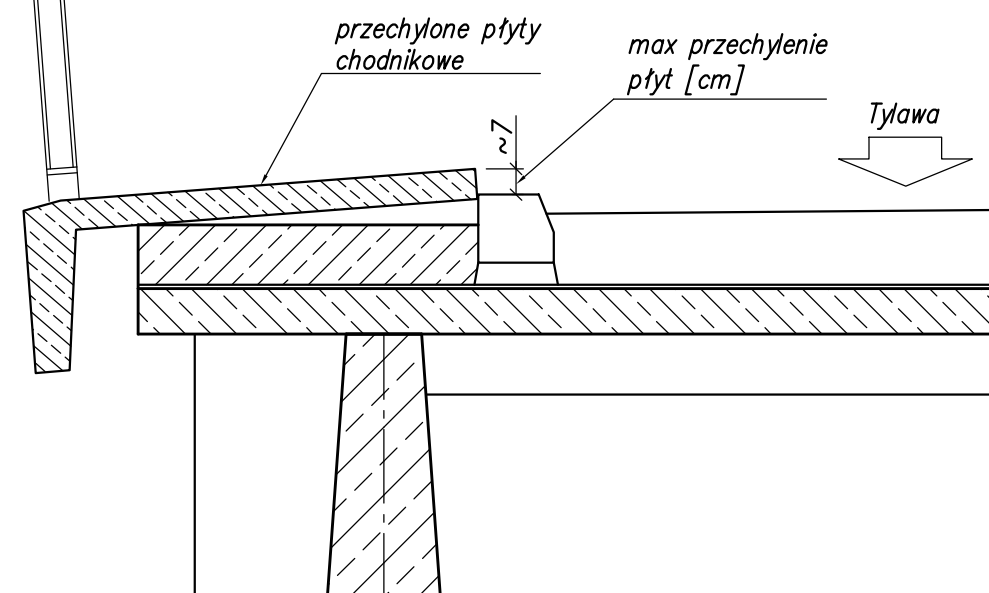


~20 cm	nawierzchnia jezdni z BA
1 cm	izolacja
12 cm	prefabrykowana żelbetowa płyta pomostu
70 cm	prefabrykowany dźwigar typu CZDP

10 cm	kapa chodnikowa
12 cm	prefabrykowana żelbetowa płyta pomostu

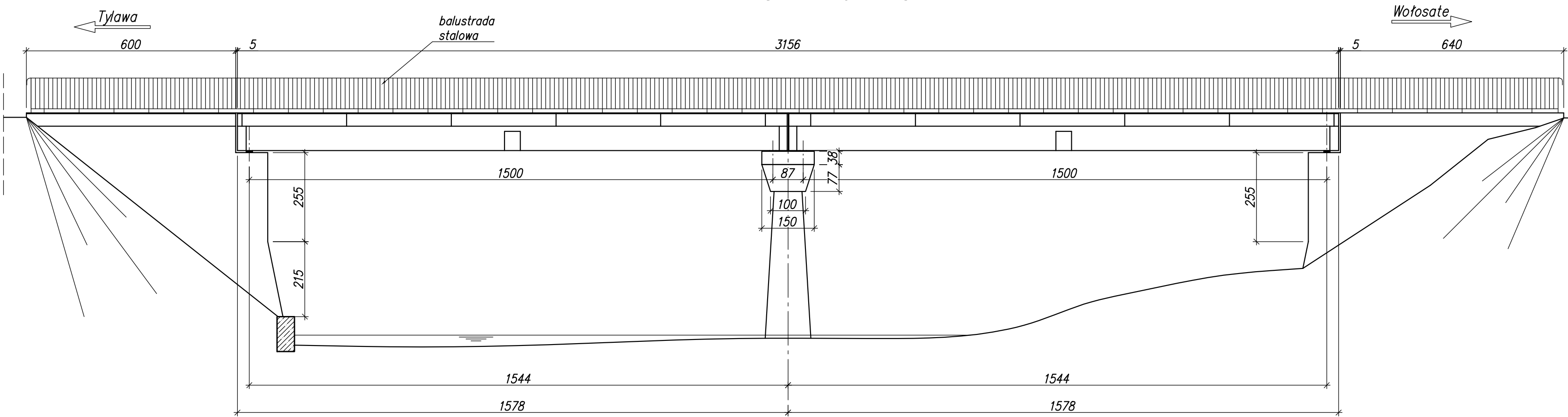
umocnienie
dyblami
betonowymi

Stan istniejący
Przekrój A-A
na długości uszkodzonych płyt chodnikowych
skala 1:20

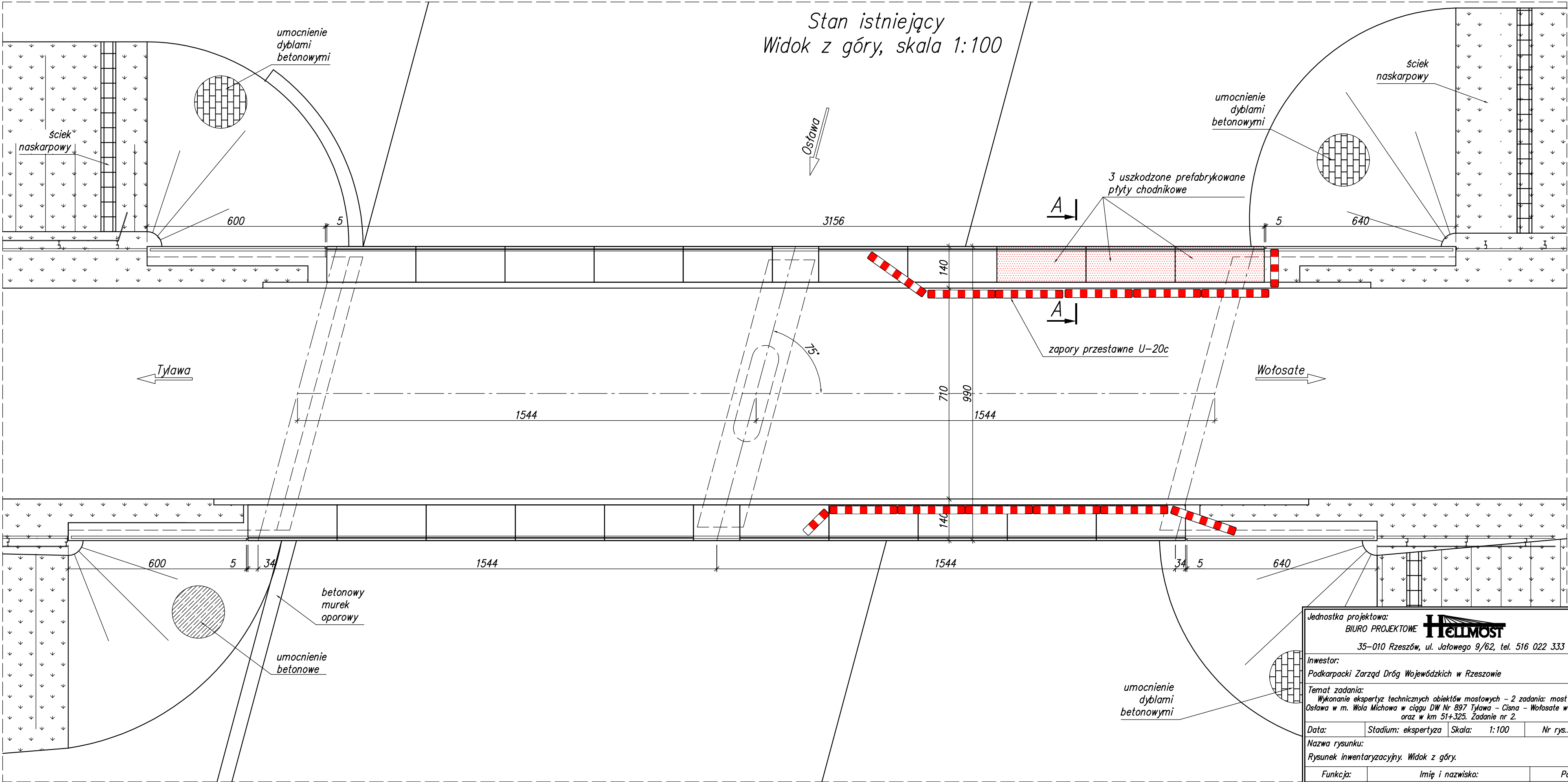


Jednostka projektowa: BIURO PROJEKTOWE HELLMOST 35-010 Rzeszów, ul. Jatowego 9/62, tel. 516 022 333			
Inwestor: Podkarpacki Zarząd Dróg Wojewódzkich w Rzeszowie			
Temat zadania: Wykonanie ekspertyz technicznych obiektów mostowych – 2 zadania: most przez rz. Ośława w m. Wola Michowa w ciągu DW Nr 897 Tylawa – Cisna – Włosate w km 50+088 oraz w km 51+325. Zadanie nr 2.			
Data:	Stadium: ekspertyza	Skala: 1:50; 1:20	Nr rys.: 1
Nazwa rysunku: Rysunek inwentaryacyjny. Przekrój poprzeczny z widokiem na filar/przyczółek.			
Funkcja:	Imię i nazwisko:		Podpis:
opracował:	mgr inż. Marcin Piekietek PDK/0018/P00M/06		

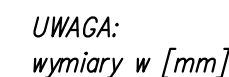
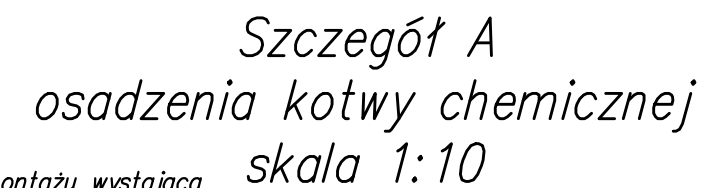
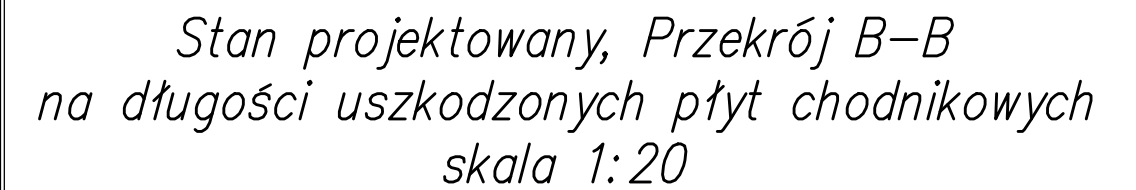
Widok z boku od strony dolnej wody, skala 1:100



Jednostka projektowa: BIURO PROJEKTOWE HELMOST 35-010 Rzeszów, ul. Jałowego 9/62, tel. 516 022 333			
Inwestor: Podkarpacki Zarząd Dróg Wojewódzkich w Rzeszowie			
Temat zadania: Wykonanie ekspertyz technicznych obiektów mostowych – 2 zadania: most przez rz. Ostawa w m. Wola Michowa w ciągu DW Nr 897 Tylawa – Cisna – Wołosate w km 50+088 oraz w km 51+325. Zadanie nr 2.			
Data:	Stadium: ekspertyza	Skala: 1:100	Nr rys.: 2
Nazwa rysunku: Rysunek inwentaryzacyjny. Widok od strony dolnej wody.			
Funkcja:	Imię i nazwisko:		Podpis:
opracował:	mgr inż. Marcin Piekietek PDK/0018/P00M/06		



Jednostka projektowa: BIURO PROJEKTOWE Helmost 35-010 Rzeszów, ul. Jałowego 9/62, tel. 516 022 333		
Inwestor: Podkarpacki Zarząd Dróg Wojewódzkich w Rzeszowie		
Temat zadania: Wykonanie ekspertyz technicznych obiektów mostowych – 2 zadania: most przez rz. Ostawa w m. Wola Michowa w ciągu DW Nr 897 Tylawa – Cisna – Włosate w km 50+088 oraz w km 51+325. Zadanie nr 2.		
Data:	Stadium: ekspertyza	Nr rys.: 3
Nazwa rysunku: Rysunek inwentaryzacyjny. Widok z góry.		
Funkcja:	Imię i nazwisko:	Podpis:
opracował:	mgr inż. Marcin Piekietek PDK/0018/P00M/06	<i>Piekietek</i>



1. Wymiary podano w [cm], poza szczegółem A, na którym wymiary podano w [mm].
2. Proponowany sposób zabezpieczenia uszkodzonych płyt:
W pierwszym etapie należy podprześć uszkodzone 3 płyty chodnikowe, tak aby przywrócić je do pierwotnego położenia.
Następnie należy wywiercić otwory pionowe o średnicy 18 mm przez istniejące płyty chodnikowe, nadbeton i wwieść się w płytę pomostu. Po tym należy oczyścić otwory, wprowadzić tadelnit chemiczny w otwory, po czym wprowadzić pręty gwintowane w otwory. Po stężeniu tadelnitu chemicznego można przystąpić do wklepania nakrętek i podkładek na pręty gwintowane. Kotwy należy rozmieszczać co ok. 75 cm. Po zamontowaniu nakrętek należy obciąć wystające części prętów gwintowanych na równo z górną krawędzią nakrętek. Następnie należy wystające kotwy z betonu należy załać masą bitumiczną. W ostatnim etapie należy ułożyć na pomoście przestawne bariery betonowe zgodnie z widokiem z góry.
3. Przedstawiony sposób wykonania robót jest poglądowy i przykładowy. Wykonawca robót sporządzi projekt zabezpieczenia płyt chodnikowych.
4. Zakres robót naprawczych powinien obejmować naprawę trzech płyt chodnikowych od strony Cisnej od górnej wody. Roboty naprawcze powinny również obejmować uciążlenie złamanego słupka balustrady znajdującego się na czwartej płycie chodnikowej od strony Cisnej od górnej wody.

Jednostka projektowa: BIURO PROJEKTOWE HELLMÖST			
35-010 Rzeszów, ul. Jałowego 9/62, tel. 516 022 333			
Inwestor: Podkarpacki Zarząd Dróg Wojewódzkich w Rzeszowie			
Temat zadania: Wykonanie ekspertyzy technicznych obiektów mostowych - 2 zadania: most przez rz. Ostawa w m. Wola Michowa w ciągu DW Nr 897 Tylawa - Cisna - Wołosate w km 50+088 oraz w km 51+325. Zadanie nr 2.			
Data:	Stadium: ekspertyza	Skala: 1:100; 1:50	Nr rys.: 4
Nasza rysunku: Rysunek zabezpieczenia uszkodzonych elementów chodnika.			
Funkcja:	Imię i nazwisko:		Podpis:
opracował:	mgr inż. Marcin Piekietek PDK/0018/P00M/06		