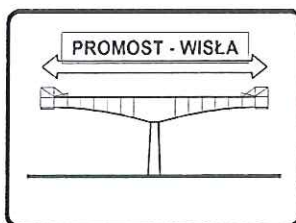


EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO

**MOSTU NA POTOKU REGULANKA
W M. ALWERNIA
DW 780 ODC. 130 KM 1+830**

PROMOST-WISŁA Sp. z o.o.
43-460 Wiśła, ul. Radosna 8a



PROMOST - WISŁA Sp. z o.o.

43-460 Wisła, ul. Radosna 8a

tel./fax: +48 33 8551341

e-mail: promost-wisla@hot.pl

REGON: 072909355

NIP: 5482408994



EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO
MOSTU NA POTOKU REGULANKA
W M. ALWERNIA
DW 780 ODC. 130 KM 1+830

ZLECAJACY:

Zarząd Dróg Wojewódzkich w Krakowie ul. Głowackiego 56, 30-085 Kraków

WYKONAWCA:

PROMOST – WISŁA Sp. z o.o., ul. Radosna 8a, 43-460 Wisła

Funkcja:	Tytuł, imię, nazwisko:	Specjalność:	Nr uprawnień:	Podpis:
Opracował	mgr inż. Barbara Śliwka	konstrukcyjno - budowlana bez ogr.	604/01	
Opracował	mgr inż. Roman Rogowski	konstr.-inż. - mosty	234/94 B-B	
Sprawdzający	mgr inż. Piotr Śliwka	mostowa bez ogr.	SLK/1110/PWOM/05	

Wisła, czerwiec 2015 r.

SPIS TREŚCI

1.	PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.....	4
2.	PODSTAWY OPRACOWANIA.....	5
2.1.	FORMALNE PODSTAWY OPRACOWANIA	5
2.2.	TECHNICZNE PODSTAWY OPRACOWANIA.	5
3.	OPIS KONSTRUKCJI MOSTÓW	6
3.1.	OGÓLNY OPIS KONSTRUKCJI.....	6
3.2.	USTRÓJ NOŚNY.....	7
3.3.	PODPORY	7
3.4.	ELEMENTY WYPOSAŻENIA OBIEKTU	7
3.4.1	Nawierzchnie	7
3.4.2	Gzymsy.....	7
3.4.3	Krawężniki	7
3.4.4	Łożyska	8
3.4.5	Odwodnienie.....	8
3.4.6	Dylatacje.....	8
3.4.7	Balustrady.....	8
3.4.8	Ukształtowanie i umocnienie skarp	8
3.4.9	Urządzenia obce	8
4.	OPIS STANU TECHNICZNEGO	8
4.1.	WPROWADZENIE	8
4.2.	USTRÓJ NOŚNY.....	8
4.3.	PODPORY	9
4.4.	WYPOSAŻENIE	9
4.4.1	Nawierzchnie	9
4.4.2	Izolacja	9
4.4.3	Balustrady.....	9
4.4.4	Ukształtowanie i umocnienie skarp i terenu pod obiektem.....	9
4.4.5	Urządzenia obce	10
5.	OCENA JAKOŚCI BETONU I STALI	10
5.1.	SPOSODY I WARUNKI TECHNICZNE POMIARÓW I BADAŃ	10
5.2.	OCENA MAKROSKOPOWA	10
5.3.	BADANIA SKLEROMETRYCZNE	10
5.3.1	Określenie wytrzymałości betonu na ściskanie.....	10

5.3.2	Obliczenie średniej liczby odbicia oraz jej rozproszenia.....	10
5.3.3	Określenie wskaźników charakteryzujących jakość betonu.....	11
5.3.4	Dzienniki pomiarów sklerometrycznych wraz z wynikami.....	12
5.4.	JAKOŚĆ BADANEGO BETONU	14
5.5.	OCENA STOPNIA SKORODOWANIA ZBROJENIA	14
6.	OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE.....	14
6.1.	METODA OBLICZEŃ I ZASTOSOWANE SCHEMATY OBLICZENIOWE	14
6.2.	PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ.....	15
7.	ANALIZA I OCENA STANU TECHNICZNEGO	16
8.	WNIOSKI I ZALECENIA	17
8.1.	WNIOSKI	17
8.2.	ZALECENIA	18
8.3.	WNIOSEK KOŃCOWY.....	19

1. PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza stanu technicznego mostu w ciągu drogi wojewódzkiej nr 780 odc. 130 km 1+830 nad potokiem Regulanka w miejscowości Alwernia. Celem niniejszego opracowania jest określenie stanu technicznego obiektu oraz określenie nośności użytkowej obiektu wraz ze sformulowaniem wniosków dotyczących dalszej eksploatacji.

Zakres opracowania obejmuje:

- inwentaryzację obiektu;
- inwentaryzację uszkodzeń;
- opis konstrukcji wiaduktu,
- opis stanu technicznego,
- badania wytrzymałości betonu w konstrukcji metodą sklerometryczną;
- ocena jakości betonu i stali zbrojeniowej,
- sprawdzenie nośności normowej obiektu;
- sprawdzenie nośności użytkowej obiektu;
- określenie Wojskowej klasy Obciążenia;
- opis i analizę stanu technicznego;
- opracowanie wniosków i zaleceń.

Załączniki:

- załącznik nr 1 - Dokumentacja fotograficzna;
- załącznik nr 2 - Sprawdzenie nośności;
- Rysunki inwentaryzacyjne:

IN.1 – Inwentaryzacja. Rzut z góry

IN.2 – Inwentaryzacja. Widok z boku

IN.3 – Inwentaryzacja. Przekrój poprzeczny

IN.4 – Inwentaryzacja uszkodzeń. Widok spodu konstrukcji

IN.5 - Inwentaryzacja uszkodzeń. Widok z boku

IN.6 – Inwentaryzacja uszkodzeń. Przekrój poprzeczny

2. PODSTAWY OPRACOWANIA

2.1. Formalne podstawy opracowania

Formalną podstawę opracowania stanowi umowa zawarta pomiędzy **Zarządem Dróg Wojewódzkich w Krakowie** ul. Głowackiego 56, 30-085 Kraków, a firmą **PROMOST- WISŁA Sp. z o.o.**, ul. Radosna 8a, 43-460 Wisła.

2.2. Techniczne podstawy opracowania.

Podczas opracowywania oceny stanu technicznego wykorzystano następujące materiały i informacje:

- [1] Wizja lokalna i oględziny obiektu połączone z inwentaryzacją obiektu dokonane przez autorów opracowania.
- [2] A. Madaj, W. Wołowicki: Żelbetowe konstrukcje mostowe. Wymiarowanie. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 1995 r.
- [3] PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia.
- [4] Instrukcja stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji. ITB Warszawa 1969 r.
- [5] G. Ratajczak: Zależność między klasą betonu a jego marką. Drogownictwo 7/83
- [6] PN-88/B-01807 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Zasady diagnostyki konstrukcji.
- [7] PN-91/S-10042 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.
- [8] PN-74/B-06262 Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu za pomocą młotka Schmidta typu N.
- [9] PN-99/S-10040 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.
- [10] PN-88/B-06250 Beton zwykły.
- [11] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie
- [12] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 28 lutego 2000 r. w sprawie numeracji i ewidencji dróg oraz obiektów mostowych.
- [13] „Zalecenia dotyczące oceny jakości betonu >in-situ< w istniejących obiektach mostowych”, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Wrocław-Żmigrod 1998r.
- [14] Szczygieł: Mosty z betonu zbrojonego i sprężonego. WKŁ 1972 r.
- [15] Podręcznik inspektora mostowego. Politechnika Wrocławska Instytut Inżynierii Lądowej Zakład Mostów, Wrocław 1995.
- [16] Instrukcja do określenia nośności użytkowej drogowych obiektów mostowych. Załącznik do

Zarządzenia Nr 17 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 1 czerwca 2004 r.

- [17] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 października 2010 r. w sprawie wyznaczania wojskowej klasyfikacji obciążenia obiektów mostowych usytuowanych w ciągach dróg publicznych.

3. OPIS KONSTRUKCJI MOSTÓW

3.1. Ogólny opis konstrukcji

Przedmiotowy most zlokalizowany jest w ciągu drogi wojewódzkiej nr 780 odc. 130 km 1+830 nad potokiem Regulanka w miejscowości Alwernia.

Istniejący most to obiekt wolnopodparty, jednoprzęsłowy o konstrukcji żelbetowej, płytowo – belkowej. Ustrój nośny składa się z pięciu żelbetowych belek monolitycznych w rozstawie osiowym 2,00 m, zwieńczonych pomostową płytą żelbetową. Osiowy rozstaw poprzecznic podporowych wynosi 9,40 m, stanowią one ograniczenie nasypu. Belki o szerokość 0,33 m i wysokości 0,88 m (wraz z płytą pomostową) połączone są poprzecznkami podporowymi oraz przęsłowymi. Poprzecznicą przęsłowa w środku rozpiętości jest o szerokości 0,47 m i wysokości 0,54 m. Poprzecznicą przęsłowa w środku rozpiętości nie jest połączona z płytą pomostową, spód poprzecznicy jest na poziomie spodu belek ustroju nośnego. Pozostałe poprzecznice przęsłowe są o szerokości 0,26 m i wysokości 0,17 m i są połączone z płytą pomostową. Poprzecznice podporowe mają szerokość 0,20 m i wysokość 0,98 m (wraz z płytą pomostową). Poprzecznice podporowe oparte są bezpośrednio na przyczółkach. Belki ustroju nośnego oparte są na ciosach podłożyskowych za pośrednictwem łożysk elastomerowych. Rozstaw podparcia belek ustroju nośnego (rozpiętość teoretyczna) wynosi 9,00 m. Pomost stanowi płyta żelbetowa o grubości 0,15 m. W części zewnętrznej ustroju nośnego wykonstruowano wsporniki podchodnikowe o wysięgu 0,57 m.

Podpory mostu stanowią przyczółki o konstrukcji masywnej betonowej. Długość przyczółków wynosi 9,21 m.

Obiekt przeprowadza nad przeszkodą drogę wojewódzką nr 780 o szerokości jezdni równej 6,70 m. Na obiekcie występują obustronnie pobocza o szerokości 1,10 m i 1,67 m ograniczone po zewnętrznych stronach balustradami stalowymi o wysokości 1,15 m. Na jezdni występuje nawierzchnia bitumiczna. Na obiekcie nie ma instalacji odwadniającej.

Podstawowe parametry techniczne mostu:

Długość całkowita (wraz ze skrzydłami)	15,50 m
Długość całkowita ustroju nośnego	9,60 m
Rozpiętość teoretyczna	9,00 m
Szerokość całkowita obiektu	9,47 m

Szerokość całkowita jezdni	6,70 m
Szerokość poboczy	1,10 + 1,67 m
Kąt skosu	ok. $\alpha = 65^\circ$

3.2. Ustrój nośny

Konstrukcję płytowo - belkową ustroju nośnego stanowi monolityczna płyta żelbetowa połączona z monolitycznymi belkami żelbetowymi. Belki w liczbie 5 szt. rozmieszczone są w rozstawie osiowym co 2,00 m. Wysokość belek wynosi 0,88 m (wraz z płytą pomostową), szerokość 0,33 m. Ustrój nośny stężony jest poprzecznkami podporowymi oraz przeszłowymi. Poprzecznicą przeszłową w środku rozpiętości jest o szerokości 0,47 m i wysokości 0,54 m. Poprzecznicą przeszłową w środku rozpiętości nie jest połączona z płytą pomostową, spód poprzecznicy jest na poziomie spodu belek ustroju nośnego. Pozostałe poprzecznicę przeszłową są o szerokości 0,26 m i wysokości 0,17 m i są połączone z płytą pomostową. Poprzecznicę podporowe mają szerokość 0,20 m i wysokość 0,98 m (wraz z płytą pomostową). Belki ustroju nośnego oparte są na ciosach podłożyskowych za pośrednictwem łożysk elastomerowych. Rozstaw podparcia belek ustroju nośnego wynosi 9,00 m. W części zewnętrznej ustroju nośnego wykonano wsporniki podchodnikowe o wysięgu 0,57 m.

3.3. Podpory

Podpory mostu stanowią przyczółki masywne betonowe. Długość ściany czołowej przyczółków wynosi 9,21 m. Przyczółki wyposażone są w skrzydła równoległe do osi podłużnej jezdni o długości 2,70 m od strony Krakowa i 3,20 m od strony Chelmka. Pod belkami wykonano ciosy podłożyskowe o wysokości 0,10 m.

3.4. Elementy wyposażenia obiektu

3.4.1 Nawierzchnie

Nawierzchnia jezdni wykonana jest jako bitumiczna. Nawierzchnia poboczy wykonana jest z destruktu.

3.4.2 Gzymsy

Płyta pomostowa od zewnątrz zakończona jest wykształconym elementem gzymsowym. Wysokość gzymsu wynosi 0,20 m, szerokość góry gzymsu wynosi 0,30 m. W gzymsie zamocowane są balustrady.

3.4.3 Krawężniki

Obiekt nie jest wyposażony w krawężniki.

3.4.4 Łożyska

Belki ustroju nośnego opiera się na ciosach za pośrednictwem łożysk elastomerowych.

3.4.5 Odwodnienie

Na obiekcie nie ma instalacji odwadniającej. Odwodnienie obiektu jest powierzchniowe.

3.4.6 Dylatacje

Obiekt nie posiada urządzeń dylatacyjnych. Nawierzchnia pomostu połączona jest bezpośrednio z nawierzchnią jezdni na dojazdach.

3.4.7 Balustrady

Po zewnętrznych stronach obiektu zastosowano balustrady typu P1, których wysokość równa jest 1,15 m.

3.4.8 Ukształtowanie i umocnienie skarp

Skarpy przy przyczółkach są umocnione prefabrykowanymi betonowymi płytami ażurowymi. Brak schodów skarpowych na obiekcie.

Koryto ciekłu jest uregulowane. Skarpy i dno potoku są umocnione prefabrykowanymi betonowymi płytami ażurowymi.

3.4.9 Urządzenia obce

Od strony dolnej wody do ustroju nośnego podwieszono są 3 szt. urządzeń obcych w rurach ochronnych.

4. OPIS STANU TECHNICZNEGO

4.1. Wprowadzenie

Podczas przeprowadzonych wizji lokalnych [1] dokonano oględzin obiektu, wykonano inwentaryzację uszkodzeń mostu oraz wykonano badania wytrzymałościowe betonu. Opis stanu technicznego przeprowadzono w oparciu o dokonane spostrzeżenia i wykonane badania. W załączniku nr 1 wchodzącym w skład niniejszego opracowania zamieszczono dokumentację fotograficzną obiektu.

4.2. Ustrój nośny

W trakcie oględzin mostu nie stwierdzono uszkodzeń ustroju nośnego, które mogłyby świadczyć o przekroczeniu nośności. Uszkodzenia są głównie uszkodzeniami typu korozyjnego.

Na spodzie płyty pomostowej ustroju nośnego zaobserwowano zawilgocenia, ubytki betonu, rdzawe plamy, na dużych powierzchniach białe wykwyty i wylugowania, świadczące o nieszczelności izolacji ustroju nośnego i wypłukiwaniu składników betonu oraz o korozji zbrojenia. Na powierzchni występuje siatka spękań w miejscach występowania zbrojenia, która powstała w wyniku korozji zbrojenia. Na dużych powierzchniach pręty zbrojeniowe są odsłonięte, otulina uległa korozji. Odsłonięte pręty zbrojeniowe są skorodowane.

Belki ustroju nośnego są w dobrym stanie technicznym. Występują miejscami ubytki betonu, zarysowania i białe wykwyty. Na skrajnych belkach na powierzchni zewnętrznej występują większe zarysowania pionowe w miejscu występowania strzemion, które powstały w wyniku korozji zbrojenia. Miejscami w tych miejscach otulina jest odspojona. Na belce zewnętrznej od strony dolnej wody również występuje zarysowania poziome na dole belki powstałe w wyniku korozji zbrojenia. Po obstukaniu młotkiem luźna otulina odpadła. Na odsłoniętym zbrojeniu stwierdzono korozję.

Na gzymsach zaobserwowano ubytki betonu.

4.3.Podpory

Przyczółki są w dobrym stanie technicznym. Lokalnie stwierdzono drobne ubytki betonu. Na powierzchni przyczółków stwierdzono występowanie miejscami białych zacieków. Na całej powierzchni czołowej występuje zielony nalot. W miejscu styku ustroju nośnego na powierzchni bocznej są drobne zarysowania i białe zacieki.

4.4.Wyposażenie

4.4.1 Nawierzchnie

Nawierzchnia jest w dobrym stanie technicznym. Na poboczach stwierdzono wegetację roślin zwłaszcza wzdłuż gzymsu.

4.4.2 Izolacja

Stan izolacji jest trudny do określenia ze względu na brak możliwości przeprowadzenia bezpośrednich oględzin. Na podstawie stanu spodu konstrukcji można stwierdzić, że izolacja uległa zniszczeniu, jest ona nieszczelna, o czym świadczą liczne białe zacieki, wylugowania, zawilgocenia, rdzawe plamy oraz mokre zacieki.

4.4.3 Balustrady

Balustrada jest w dobrym stanie technicznym. Wysokość balustrad równa jest 1,15 m.

4.4.4 Ukształtowanie i umocnienie skarp i terenu pod obiektem

Na umocnieniach skarp stwierdzono wegetację roślin.

Brak jest schodów skarpowych.

4.4.5 Urządzenia obce

Mocowania urządzeń obcych uległy zniszczeniu na skutek korozji. Na rurach osłonowych urządzeń obcych stwierdzono korozję.

5. OCENA JAKOŚCI BETONU I STALI

5.1. Sposoby i warunki techniczne pomiarów i badań

W celu określenia jakości betonu użytego na wykonanie poszczególnych elementów mostu przeprowadzono ocenę makroskopową i badanie wytrzymałości betonu na ściskanie metodą sklerometryczną.

5.2. Ocena makroskopowa

Ocena makroskopowa opiera się na bezpośrednich oględzinach konstrukcji betonowej, ostukaniu młotkiem betonowej otuliny oraz ocenie stopnia skorodowania zbrojenia. Na podstawie oględzin konstrukcji sformułowano opisy stanu technicznego poszczególnych elementów zamieszczone w punkcie 4.

5.3. Badania sklerometryczne

Badanie sklerometryczne wykonano przy użyciu młotka Schmidta typu N [4,8]. Zbadano ustrój nośny i podpory. Badanie przeprowadzono zgodnie z [8]. Każdy element został przebadany w 12 miejscach. Wszystkie miejsca wyrównano ręcznie kamieniem ściernym i wykonano po 7 odczytów liczby odbicia. Odczyty wraz z danymi charakteryzującymi przyrząd pomiarowy znajdują się w tabelach.

5.3.1 Określenie wytrzymałości betonu na ściskanie

Opracowanie wyników badania przeprowadzono w oparciu o instrukcję [4].

5.3.2 Obliczenie średniej liczby odbicia oraz jej rozproszenia

Obliczono kolejno:

- średnią wartość liczby odbicia:

$$\bar{L} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} L_i$$

- odchylenie standardowe liczb odbicia:

$$s_L = \sqrt{\frac{1}{11} \cdot \sum_{i=1}^{12} (L_i - \bar{L})^2}$$

- wskaźnik zmienności liczb odbicia:

$$v_L = \frac{s_L}{\bar{L}}$$

Dla odbić wykonywanych nie w poziomie zastosowano odpowiednią poprawkę odczytu dodawaną do liczby odbicia.

5.3.3 Określenie wskaźników charakteryzujących jakość betonu

Obliczono kolejno:

- średnią wytrzymałość betonu na ściskanie:

$$\bar{R} = \bar{L} \left[0.3634 \bar{L} (v_L^2 + 1) - 8.107 + \frac{65.255}{\bar{L}} \right]$$

- odchylenie standardowe wytrzymałości

$$s_R = \sqrt{\bar{L} v_L^2 \left[0.264 \bar{L} (v_L^2 + 2) - 11.784 \bar{L} + 65.723 \right]}$$

- dolna granica wytrzymałości na ściskanie

$$R_{\min} = \bar{R} - 1.64 s_R$$

- współczynnik jednorodności

$$k = \frac{R_{\min}}{R}$$

- wskaźnik zmienności

$$v_R = \frac{s_R}{\bar{R}} 100\%$$

- uwzględnienie współczynnika poprawkowego ze względu na wiek betonu >1000 dni

$$\bar{R} = 0.6 \bar{R}$$

- wyznaczenie wytrzymałości gwarantowanej zdefiniowanej wg normy [10], wynikającej z wytrzymałości średniej betonu przy próbkach walcowych Ø16 (marka R_w); związek opisujący tę zależność na podstawie „Instrukcji stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji”.

$$R_b^G = 1.15 \bar{R}_{\phi 16} (1 - 1.64 v_R)$$

5.3.4 Dzienniki pomiarów sklerometrycznych wraz z wynikami

W tabelach znajdują się odczyty z pomiarów sklerometrycznych młotkiem Schmidta. Pod każdą z tabel znajdują się obliczenia wskaźników charakteryzujących beton.

Tabl. nr 1 ÷ 2: Dzienniki pomiarów sklerometrycznych młotkiem Schmidta.

Dziennik pomiarów sklerometrycznych młotkiem Schmidta

Obiekt: Most w ciągu DW 780 nad pot. Regulanka
w miejscowości Alwernia
Element: belka ustroju nośnego

Data: 06.15
Typ młotka: N
Odczyt na kowadłe 80

Miejsce	Kąt	Odczyty L							Odczyt średni \bar{L}	Współ. popraw.	Odczyt sprow.
		1	2	3	4	5	6	7			
1	0	52,0	49,0	50,0	50,0	46,0	42,0	53,0	50	0,00	50
2	0	49,0	49,0	49,0	50,0	48,0	40,0	50,0	49	0,00	49
3	0	53,0	51,0	50,0	48,0	47,0	42,0	52,0	50	0,00	50
4	0	50,0	49,0	47,0	50,0	38,0	48,0	48,0	49	0,00	49
5	0	53,0	47,0	51,0	46,0	45,0	50,0	51,0	50	0,00	50
6	0	52,0	41,0	49,0	49,0	46,0	49,0	50,0	49	0,00	49
7	0	55,0	50,0	49,0	50,0	48,0	42,0	48,0	50	0,00	50
8	0	53,0	49,0	46,0	50,0	47,0	44,0	50,0	48	0,00	48
9	0	47,0	50,0	49,0	49,0	49,0	42,0	46,0	47	0,00	47
10	0	52,0	47,0	48,0	54,0	52,0	40,0	50,0	51	0,00	51
11	0	51,0	49,0	50,0	50,0	48,0	44,0	51,0	49	0,00	49
12	0	53,0	41,0	47,0	51,0	49,0	51,0	49,0	50	0,00	50
									49	0,00	49

Średnia liczba odbicia \bar{L} = 49
Odchylenie standardowe sL = 0,8777
Współczynnik zmienności vL = 2%

Wskaźniki charakteryzujące jakość betonu wg Instrukcji ITB
Wytrzymałość na próbkach walcowych $f=16\text{cm}$

Średnia wytrzymałości na ściskanie R = 550,1 kG/cm²
Odchylenie standardowe wytrzymałości sR = 24,4
Dolna graniczna wytrzymałość na ściskanie R_{\min} = 509,9 kG/cm²
Współczynnik jednorodności k = 0,927
Wskaźnik zmienności vR = 4%

Uwzględnienie współczynnika poprawkowego ze względu
na wiek betonu >1000 dni

$R=0,6R$ \bar{R} = 330,0 kG/cm²
 R_{\min} = 305,9 kG/cm²

Przeliczenie wytrzymałości próbki walcowej $h=16\text{cm}$ na wytrzymałość
próbki sześcienniej $a=15\text{cm}$
Wytrzymałość gwarantowana betonu wg PN-88/B-06250

$R_{bG}=1,15R(1-1,65vR)$ R_{bG} = 35,2 MPa

Tabl. nr 1

Dziennik pomiarów sklerometrycznych młotkiem Schmidta

Obiekt: Most w ciągu DW 780 nad pot. Regulanka
w miejscowości Alwernia
Element: przyczółek

Data: 06.15
Typ młotka: N
Odczyt na kowadłe 80

Miejsce	Kąt	Odczyty L							Odczyt średni \bar{L}	Współ. popraw.	Odczyt sprow.
		1	2	3	4	5	6	7			
1	0	50,0	46,0	47,0	43,0	44,0	48,0	46,0	46	0,00	46
2	0	50,0	43,0	45,0	42,0	46,0	49,0	48,0	46	0,00	46
3	0	48,0	45,0	47,0	43,0	42,0	48,0	51,0	46	0,00	46
4	0	50,0	46,0	46,0	47,0	43,0	42,0	47,0	46	0,00	46
5	0	46,0	45,0	49,0	44,0	48,0	47,0	49,0	47	0,00	47
6	0	50,0	44,0	47,0	45,0	44,0	48,0	44,0	46	0,00	46
7	0	49,0	45,0	47,0	43,0	42,0	46,0	49,0	46	0,00	46
8	0	50,0	43,0	44,0	43,0	43,0	47,0	46,0	45	0,00	45
9	0	44,0	43,0	46,0	44,0	42,0	44,0	47,0	44	0,00	44
10	0	48,0	47,0	48,0	42,0	46,0	47,0	44,0	46	0,00	46
11	0	50,0	44,0	45,0	45,0	42,0	48,0	47,0	46	0,00	46
12	0	50,0	46,0	47,0	44,0	43,0	46,0	49,0	46	0,00	46
									46	0,00	46

Średnia liczba odbicia \bar{L} = 46
 Odchylenie standardowe sL = 0,6574
 Współczynnik zmienności vL = 1%

Wskaźniki charakteryzujące jakość betonu wg Instrukcji ITB
 Wytrzymałość na próbkach walcowych $f=16\text{cm}$

Średnia wytrzymałości na ściskanie R = 459,3 kG/cm²
 Odchylenie standardowe wytrzymałości sR = 16,6
 Dolna graniczna wytrzymałość na ściskanie R_{\min} = 431,9 kG/cm²
 Współczynnik jednorodności k = 0,940
 Wskaźnik zmienności vR = 4%

Uwzględnienie współczynnika poprawkowego ze względu
 na wiek betonu >1000 dni

$R=0,6R$ \bar{R} = 275,6 kG/cm²
 R_{\min} = 259,2 kG/cm²

Przeliczenie wytrzymałości próbki walcowej $h=16\text{cm}$ na wytrzymałość
 próbki sześcienniej $a=15\text{cm}$
 Wytrzymałość gwarantowana betonu wg PN-88/B-06250

$R_bG=1,15R(1-1,65vR)$ R_bG = 29,8 MPa

Tabl. nr 2

5.4. Jakość badanego betonu

Na podstawie wyliczonych wartości wytrzymałości gwarantowanych, jakość betonu ze względu na wytrzymałość na ściskanie odpowiada:

- ustrój nośny płytowo - belkowy:	$R_b^G=35,2$ MPa	klasa B35
- przyczółek:	$R_b^G=29,8$ MPa	klasa B30

Na podstawie wartości współczynnika jednorodności oraz wskaźnika zmienności można stwierdzić, że jednorodność betonu jest:

- ustrój nośny płytowo - belkowy:	$k=0,927$	$v_R=4\%$ b.dobra
- przyczółek:	$k=0,94$	$v_R=4\%$ b.dobra

Jednorodność betonu została uwzględniona w określeniu klasy betonu.

5.5. Ocena stopnia skorodowania zbrojenia

Na podstawie oceny makroskopowej można stwierdzić, że stopień korozji zbrojenia jest zróżnicowany. Odspajanie się otuliny betonowej i widoczne zarysowania otuliny na belce skrajnej świadczą, odsłonięte zbrojenie belki oraz liczne rdzawe plamy na spodzie płyty ustroju nośnego świadczą o zaawansowanej korozji stali zbrojeniowej. Korozją zbrojenia nie wpływają na nośność konstrukcji, ale może skrócić bezpieczną eksploatację obiektu.

6. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

6.1. Metoda obliczeń i zastosowane schematy obliczeniowe

W celu sprawdzenia nośności mostu wykonano obliczenia statyczno - wytrzymałościowe zgodnie z normami [3, 7] do określenia nośności normowej oraz zgodnie z instrukcją [16] do określenia nośności użytkowej. Obliczenia opierają się na założeniu sprężystej pracy konstrukcji. Metodą obliczeń są naprężenia liniowe w konwencji rozdzielonych współczynników bezpieczeństwa. W przeprowadzonych obliczeniach sprawdzono nośność na zginanie ustroju nośnego.

Do wyznaczenia sił wewnętrznych w konstrukcji ustroju nośnego posłużono się modelem rusztu o rozpiętości teoretycznej belek 9,00 m.

Nośność użytkową obiektu określono na podstawie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oraz metodą uproszczoną RYM-IBDiM z wykorzystaniem programu NosUz firmy ProMat.

Dodatkowo w ramach ekspertyzy wyznaczono wojskową klasę obciążenia (MLC) wg [17].

Szczegółowe dane geometryczne, materiałowe oraz obliczenia statyczno-wytrzymałościowe zamieszczone są w załączniku nr 2 „Sprawdzenie nośności”.

6.2. Podstawowe wyniki obliczeń

W wyniku obliczeń statyczno-wytrzymałościowych do określenia nośności normowej, uzyskano następujące wartości naprężeń w betonie i stali zbrojeniowej dla belki najbardziej obciążonej.

Tabl. Belka – przekrój przęsłowy

Naprężenia	Klasy obciążenia ruchomego				
	A	B	C	D	E
σ_b [MPa]	<u>11,5 < R_{b1}</u>	9,27	7,04	6,15	5,25
σ_a [MPa]	308,0	248,3	<u>188,5 < R_a</u>	164,5	140,7

σ_b – naprężenia w betonie

σ_a – naprężenia w stali zbrojeniowej

Wytrzymałość obliczeniowa:

Beton

B35 – $R_{b1} = 20,2$ MPa – ustrój nośny,

$$1,05 \cdot R_{b1} = 21,21 \text{ MPa}$$

Stal zbrojeniowa

A-I – $R_a = 210$ MPa,

$$1,05 \cdot R_a = 220,5 \text{ MPa} \rightarrow 220 \text{ MPa.}$$

W wyniku obliczeń statyczno-wytrzymałościowych do określenia nośności użytkowej, uzyskano następujące wartości naprężeń w betonie i stali zbrojeniowej dla belki najbardziej obciążonej dla kategorii 1/S42:

$$\sigma_b = 7,3 \text{ MPa} < R_{b1}$$

$$\sigma_a = 195,7 \text{ MPa} < R_a$$

Przeprowadzone obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykazały, że nośność obiektu odpowiada klasie C obciążenia ruchomego wg [3], a nośność użytkową określono jako kategorię 1/S42 co pozwala dopuścić do ruchu na obiekcie pojazd o rzeczywistej masie całkowitej 42 t wg [16].

Klasy obciążenia wojskowego wynoszą odpowiednio:

- dla pojazdów gąsienicowych w 1-nej kolumnie MLC60
- dla pojazdów kołowych w 1-nej kolumnie MLC90
- dla pojazdów gąsienicowych w 2-ch kolumnach MLC30
- dla pojazdów kołowych w 2-ch kolumnach MLC30
- dla pojazdów kołowych pojedyncza oś MLC150

7. ANALIZA I OCENA STANU TECHNICZNEGO

W rozdziale 4 niniejszego opracowania przedstawiono nieprawidłowości dotyczące stanu technicznego obiektu stwierdzone podczas wizji lokalnych [1]. Przy ocenie uwzględniono wyniki badań nieniszczących wbudowanego betonu oraz uzyskane wyniki z obliczeń statyczno- wytrzymałościowych. Należy stwierdzić, że stan techniczny poszczególnych elementów obiektu jest zróżnicowany i na jego ogólną ocenę wpływa stan najbardziej zniszczonych elementów.

Skala ocen stanu technicznego jest zgodna z rozporządzeniem [12] i przedstawia się następująco:

- | | | |
|-----------------------|---|--|
| <i>odpowiedni</i> | – | bez uszkodzeń i zanieczyszczeń możliwych do stwierdzenia w czasie oględzin; |
| <i>zadawalający</i> | – | wykazuje zanieczyszczenia lub pierwsze objawy uszkodzeń pogarszających wygląd estetyczny; |
| <i>niepokojący</i> | – | wykazuje uszkodzenia, których nie naprawienie spowoduje skrócenie okresu bezpiecznej eksploatacji; |
| <i>niedostateczny</i> | – | wykazuje uszkodzenia obniżające przydatność użytkową, ale możliwe do naprawy; |
| <i>przedawaryjny</i> | – | wykazuje nieodwracalne uszkodzenia dyskwalifikujące przydatność użytkową; |
| <i>awaryjny</i> | – | uległ zniszczeniu lub przestał istnieć. |

Ogólny stan techniczny obiektów ocenia się jako niepokojący. Na ocenę stanu technicznego obiektów mają wpływ uszkodzenia typu korozyjnego. Otulina betonu ustroju nośnego utraciła swoje właściwości ochronne względem stali zbrojeniowej o czym świadczy korozja zbrojenia belek i płyty pomostowej i zarysowania na belkach ustroju nośnego. Utrata właściwości ochronnych betonu względem stali zbrojeniowej wpływa obecnie jedynie na trwałość obiektu. Nie ma wpływu na nośność obiektu.

Na obiekcie w trakcie oględzin nie stwierdzono uszkodzeń, które mogłyby świadczyć o przeciążeniu konstrukcji ustroju nośnego. Uszkodzenia są głównie uszkodzeniami typu korozyjnego. Stan techniczny płyty pomostowej ocenia się jako niedostateczny ze względu na zaawansowane uszkodzenia korozyjne. Na dużych powierzchniach występują białe wykwity i wylugowania, świadczące o nieszczelności izolacji ustroju nośnego i wypłukiwaniu składników

betonu oraz o korozji zbrojenia. Na powierzchni występuje siatka spękań w miejscach występowania zbrojenia, która powstała w wyniku korozji zbrojenia. Na dużych powierzchniach pręty zbrojeniowe są odsłonięte, otulina uległa korozji. Odsłonięte pręty zbrojeniowe są skorodowane. Również stwierdzono na spodzie płyty pomostowej ustroju nośnego zawilgocenia, ubytki betonu, rdzawe plamy.

Belki ustroju nośnego są w dobrym stanie technicznym. Występują miejscami ubytki betonu, zarysowania i białe wykwyty. Na skrajnych belkach na powierzchni zewnętrznej występują większe zarysowania pionowe w miejscu występowania strzemion, które powstały w wyniku korozji zbrojenia. Miejscami w tych miejscach otulina jest odspojona. Na belce zewnętrznej od strony dolnej wody również występuje zarysowania poziome na dole belki powstałe w wyniku korozji zbrojenia. Po obstukaniu młotkiem luźna otulina odpadła. Na odsłoniętym zbrojeniu stwierdzono korozję.

Na gzymsach zaobserwowano ubytki betonu.

Przyczółki są w dobrym stanie technicznym. Lokalnie stwierdzono drobne ubytki betonu. Na powierzchni przyczółków stwierdzono występowanie miejscami białych zacieków. Na całej powierzchni czołowej występuje zielony nalot. W miejscu styku ustroju nośnego na powierzchni bocznej są drobne zarysowania i białe zacieki.

Obliczenia sprawdzające wykazały, że nośność obiektu odpowiada klasie C obciążenia ruchomego wg [3], a nośność użytkową określono jako kategorię 1/S42 co pozwala dopuścić do ruchu na obiekcie pojazd o rzeczywistej masie całkowitej 42 t wg [16].

Stan techniczny elementów wyposażenia jest zróżnicowany. Nawierzchnia jezdni jest w dobrym stanie technicznym. Na poboczu stwierdzono wegetację roślin. Na podstawie stanu spodu konstrukcji można stwierdzić, że stan izolacji jest zły, jest ona nieszczelna. Prawdopodobnie izolacja jest zniszczona. Ze względu na zły stan izolacji woda przedostaje się w głąb ustroju nośnego. W okresie zimowym w wyniku procesów zamarzania i odmarzania może dojść do rozsadzania betonu. Przedostająca się woda przez izolację przyspiesza procesy korozyjne zbrojenia i betonu.

Stan balustrad jest odpowiedni. Wysokość balustrad równa jest 1,15 m. Stan umocnień skarpy pod obiektem jest zadowalający. Na umocnieniach skarp porasta bujna roślinność. Brak jest schodów skarpowych.

8. WNIOSKI I ZALECENIA

8.1. Wnioski

Na podstawie rozważań i analiz przedstawionych w niniejszym opracowaniu przedstawia się poniższe wnioski:

- ogólny stan techniczny obiektu uznaje się za niepokojący ze względu na stan techniczny spowodowany uszkodzeniami typu korozyjnego;

- nośność ustroju nośnego w chwili obecnej odpowiada klasie C obciążenia pojazdem samochodowym wg [3] ze względu na zginanie;
- nośność użytkowa obiektu wynosi 42 t, a więc rzeczywista masa całkowita pojazdu dopuszczonego do ruchu po obiekcie wynosi 42 t;
- nie stwierdzono uszkodzeń świadczących o przeciążeniu konstrukcji;
- klasa betonu belek wynosi B35
- klasa betonu przyczółków wynosi B30;
- otulina betonowa nie stanowi zabezpieczenia antykorozyjnego dla stali. Utrata właściwości ochronnych betonu względem stali zbrojeniowej i korozja zbrojenia wpływa obecnie jedynie na trwałość obiektu;
- stan spodu ustroju nośnego świadczy o degradacji izolacji pomostu;
- aby zabezpieczyć ustrój nośny przed wodą z nawierzchni jezdni należy wymienić izolację;
- stan techniczny obiektu z biegiem czasu będzie ulegać pogorszeniu z uwagi na postępujący charakter procesów korozyjnych i zamakanie elementów konstrukcyjnych;
- obiekt może być dalej eksploatowany.

8.2. Zalecenia

W celu powstrzymania dalszej degradacji elementów konstrukcyjnych zaleca się wykonanie remontu ustroju nośnego. Zakres prac remontowych powinien obejmować:

- wymianę izolacji i nawierzchni,
- zastosowanie krawężnika na obiekcie lub wymianę balustrady na barierę ochronną,
- usunięcie luźnej otuliny na belkach ustroju nośnego i spodzie płyty pomostowej,
- oczyszczenie spodu płyty ustroju nośnego z produktów korozyjnych,
- uzupełnienie ubytków betonu zaprawami naprawczymi,
- odtworzenie otuliny na spodzie płyty pomostowej,
- odtworzenie podwieszenia urządzeń obcych.

Przy remoncie obiektu można wykonać jego wzmocnienie. Konstrukcja obiektu pozwala na jego wzmocnienie. Nie mniej wskazane jest wykonanie przebudowy obiektu polegającej na jego wymianie ze względu na utratę właściwości ochronnych przez beton. Trwałość obiektu nowego będzie większa. Przebudowa pozwoli również na poprawę jego parametrów użytkowych.

Zaleca się wykonanie przebudowy obiektu lub prac remontowych w ciągu trzech lat.

Przy przeglądach należy zwracać uwagę czy ich stan techniczny nie ulega gwałtownemu pogorszeniu. Szczególną uwagę na ich stan techniczny należy zwracać w okresie zimowym. W przypadku nagłego pogorszenia się stanu technicznego, stwierdzonego podczas wykonywania przeglądów należy niezwłocznie wykonać ponowną ocenę stanu technicznego.

8.3. Wniosek końcowy

Most na potoku Regulanka w miejscowości Alwernia w ciągu drogi wojewódzkiej nr 780 może być dalej eksploatowany.

Obiekt zakwalifikowano do klasy C obciążenia taborem samochodowym wg [3], a nośność użytkową określono jako kategorię 1/S42 co pozwala dopuścić do ruchu na obiekcie pojazd o rzeczywistej masie całkowitej 42 t wg [16].

Wisła, czerwiec 2015 r.