



ATEST SP. J.

ul. Matejki 31A

43-600 Jaworzno

**EKSPERTYZA DOTYCZĄCA STANU TECHNICZNEGO WRAZ
Z OKREŚLENIEM AKTUALNEJ NOŚNOŚCI UŻYTKOWEJ
WIADUKTU W KM 1+042 DROGI POWIATOWEJ NR 2950S NAD
TORAMI PKP W MIEJSCOWOŚCI TOSZEK**



Funkcja	Imię i nazwisko	Podpis
Opracowanie	mgr inż. Michał Andrzejewski	
	mgr inż. Michał Wyrobek	
	tech. bud. Piotr Skalka	

Wykonano na zlecenie (umowa nr ZDP/DU/3423/U-5/DP) Dyrektora Zarządu Dróg Powiatowych powiatu gliwickiego, ul. Zygmunta Starego 17, 44-100 Gliwice

Jaworzno, maj 2019 r.

SPIS TREŚCI

1.	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	4
2.	PODSTAWA PRACY	4
2.1.	Formalne podstawy pracy	4
2.2.	Techniczne podstawy opracowania	4
2.3.	Normy i przepisy.....	4
2.4.	Literatura.....	5
3.	OPIS TECHNICZNY OBIEKTU	6
3.1.	Informacje ogólne	6
3.2.	Przęsło.....	6
3.3.	Schemat ułożyskowania – konstrukcja łożysk.....	6
3.4.	Podpory	6
3.5.	Posadowienie	7
3.6.	Nawierzchnia na obiekcie	7
3.7.	Urządzenia bezpieczeństwa ruchu	7
3.8.	Przeszkoda	7
3.9.	Inne (odwodnienie, dylatacje).....	7
4.	OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU	8
4.1.	Strefy przejściowe i nawierzchnia na obiekcie	8
4.2.	Konstrukcja pomostu	8
4.3.	Konstrukcja dźwigarów głównych	8
4.4.	Podpory	9
4.4.1	Przyczółki	9
4.5.	Łożyska	9
4.6.	Izolacja	9
4.7.	Urządzenia odwadniające	9
4.8.	Nasypy i skarpy.....	10
4.9.	Przeszkoda	10
4.10.	Chodnik (pomost i balustrada).....	10
4.11.	Krawężniki	10
4.12.	Dylatacje	10
5.	INWENTARYZACJA ORAZ BADANIA KONSTRUKCJI.....	11
5.1.	Inwentaryzacja geometryczna.....	11
5.2.	Badania materiałowe.....	11
5.2.1	Beton	11
5.2.2	Badania chemiczne betonu	11
6.	OBLICZENIA NOŚNOŚCI.....	12
6.1.	Metodologia obliczeń.....	12
6.2.	Model obliczeniowy konstrukcji.....	13
6.2.1	Zestawienie obciążeń	14
6.3.	Wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych	16
6.3.1	Wartości sił wewnętrznych	16
6.3.2	Sprawdzenie nośności obiektu – obliczenia wytrzymałościowe.....	16
7.	WNIOSKI Z OGŁĘDZIN, BADAŃ I OBLICZEŃ	18
7.1.	Wnioski dotyczące stanu technicznego i oceny materiałowej	18
7.2.	Wnioski dotyczące nośności obiektu	18
7.3.	Wnioski końcowe i zalecenia.....	18
8.	ZAŁĄCZNIKI	20

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wiadukt w ciągu drogi powiatowej nr 2950S nad torami PKP w miejscowości Toszek. Celem opracowania jest wykonanie ekspertyzy dotyczącej stanu technicznego obiektu wraz z określeniem jego aktualnej nośności.

2. PODSTAWA PRACY

2.1. Formalne podstawy pracy

Opracowanie wykonano na zlecenie Dyrektora Zarządu Dróg Powiatowych powiatu gliwickiego (umowa nr ZDP/DU/3423/U-5/DP) z dnia 14.03.2019r.

2.2. Techniczne podstawy opracowania

[A] Wizja lokalna wraz z inwentaryzacją geometryczną, wysokościową i materiałową obiektu (opracowanie własne).

2.3. Normy i przepisy

Opracowanie wykonano zgodnie z obowiązującą w tym zakresie literaturą techniczną, normami i przepisami, a w szczególności:

- [1] PN-66/B-02015. Mosty, wiadukty i przepusty. Obciążenia i oddziaływania.
- [2] PN-85/S-10030. Obiekty mostowe. Obciążenia.
- [3] PN-91/S-10042. Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe żelbetowe i sprężone. Projektowanie
- [5] PN-S-10040:1999. Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.
- [6] Instrukcja stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji. ITB, Warszawa 1977.
- [7] PN-74/B-06262. Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta typu N.
- [8] PN-EN 12504:2. Badanie betonu w konstrukcjach. Część 2: Badania nieniszczące. Oznaczenie liczby odbicia.
- [9] PN-EN 1992-1-1. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [10] PN-EN 1992-2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 2: Mosty z betonu. Obliczenia i reguły konstruowania.
- [11] Rozporządzenie MTiGM z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.

- [12] Rozporządzenie MI z 16 lutego 2005r. w sprawie sposobu numeracji i ewidencji dróg publicznych, obiektów mostowych, tuneli, przepustów i promów oraz rejestru numerów nadanych drogom, obiektom mostowym i tunelom.
- [13] Zarządzenie nr 17 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 1 czerwca 2004 w sprawie wprowadzenia do stosowania „Instrukcji do określania nośności użytkowej drogowych obiektów mostowych”.

2.4. Literatura

- [L1] Diagnostyka i badania mostów. I Sympozjum. Politechnika Opolska, Opole, 4-6.4.2001.
- [L2] Głomb J., Wyposażenie mostów, WKiŁ, W-wa, 1976.
- [L3] Jarominiak A.: Przeglądy obiektów mostowych, WKiŁ, Warszawa 1991.
- [L4] Madaj A., Wołowicki W.: Budowa i utrzymanie mostów. WKŁ, Warszawa, 2007.
- [L5] Madaj A., Wołowicki W.: Podstawy projektowania budowli mostowych. WKŁ, Warszawa, 2007.
- [L6] Rybak M.: Przebudowa i wzmocnienie mostów. Arkady, Warszawa, 1983.
- [L7] Ryżyński A., Badania konstrukcji mostowych. Inżynieria komunikacyjna. WKŁ, Warszawa 1983.
- [L8] Trwałość obiektów mostowych. Seminarium. Politechnika Wrocławska, Wrocław, 22-23.11.2012.
- [L9] Akesson B., Fatigue life of riveted steel bridges. CRC Press/Balkema, London 2010.
- [L10] Kmita J., Mosty betonowe. Podstawy wymiarowania. Część I. WKŁ, Warszawa 1984.
- [L11] Madaj A., Wołowicki W., Żelbetowe konstrukcje mostowe. Wymiarowanie. Politechnika Poznańska, Poznań 1995.
- [L12] Szczygiel J., Mosty z betonu zbrojonego i sprężonego, WKiŁ, W-wa, 1972.
- [L13] Czerski Z., Zieliński J.L.: Prefabrykowane mosty sprężone, WKiŁ, W-wa, 1970.
- [L14] Cieśla J., Biskup M., Gałat A., Prefabrykowane belki mostowe z betonu sprężonego w Polsce – historia i stan obecny, „Przegląd budowlany” 4/2013.

3. OPIS TECHNICZNY OBIEKTU

3.1. Informacje ogólne

Przedmiotowy obiekt mostowy położony jest w km 1+042 drogi powiatowej nr 2950S w miejscowości Toszek. Obiekt znajduje się nad torami PKP.

Metryka obiektu:

Orientacyjny rok budowy obiektu:	1951
Schemat statyczny	- belka wolnopodparta
Ustrój nośny	- żelbetowy łukowy z jazdą pośrodku
Rozpiętość teoretyczna przęsła:	- 28 m
Kąt skrzyżowania z przeszkodą:	~ 48°
Wysokość konstrukcyjna ustroju:	-H _k = 0,97 m
Rodzaj nawierzchni:	- nawierzchnia asfaltowa

Inwentaryzację obiektu przeprowadzono w dniu 16.04.2019 r.

3.2. Przęsło

Przęsło wiaduktu stanowi łukowy dźwigar żelbetowy z jazdą pośrodku o rozpiętości teoretycznej 28m. Elementami przenoszącymi obciążenia z płyty pomostu na dźwigar łukowy są współpracujące podłużnice i poprzecznice. Obiekt posiada obustronne wsporniki pełniące funkcję chodników. Ustrój jest jednoprzęsłowy, swobodnie podparty.

3.3. Schemat ułożyskowania – konstrukcja łożysk

Stwierdzono występowanie klasycznych stalowych łożysk stycznych.

3.4. Podpory

Przyczółki wykonano w postaci niezależnych masywnych podpór z betonu zbrojonego. W planie korpusu przyczółków usytuowane są równolegle do ciągu linii kolejowej oraz w ukosie w stosunku do osi podłużnej obiektu. Natomiast skrzydła usytuowane są równolegle do osi podłużnej obiektu.

3.5. Posadowienie

W trakcie przeprowadzenia wizji lokalnej nie ma możliwości jednoznacznego stwierdzenia rodzaju posadowienia obiektu.

3.6. Nawierzchnia na obiekcie

Obecnie nawierzchnię jezdni na obiekcie stanowią warstwy asfaltu.

3.7. Urządzenia bezpieczeństwa ruchu

3.7.1 Chodniki, balustrady i osłony przeciwpożarowe

Na obiekcie zinwentaryzowano obustronne chodniki o szerokości użytkowej 1m. Balustrady składają się z betonowych słupków w rozstawie około 2m, połączonych czterema stalowymi rurami. Osłony przeciwpożarowe zlokalizowane bezpośrednio za balustradą na wysokości dźwigara łukowego. Złożone połowicznie, w dolnej części z blachy, natomiast w górnej z siatki stalowej.

3.7.2 Krawężniki

Brak krawężników.

3.8. Przeszkoda

Przeszkodę stanowi linia kolejowa PKP.

3.9. Inne (odwodnienie, dylatacje)

Obiekt jest wyposażony w system odwadniający. Woda z obiektu odprowadzana jest powierzchniowo-grawitacyjnie poprzez wykonstruowane spadki na płycie betonowej pomostu za przyczółek.

Obiekt nie jest wyposażony w urządzenia dylatacyjne. Nad szczelinami dylatacyjnymi realizowane jest uciąglenie nawierzchni asfaltowej.

4. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU

W ramach realizacji przedmiotowego opracowania przeprowadzono szczegółową wizję lokalną wraz z inwentaryzacją geometryczną, wysokościową i materiałową obiektu w dniu 16.04.2019 r., przy dobrych warunkach pogodowych.

Ocenę stanu technicznego obiektu dokonano na podstawie instrukcji, załącznika do Zarządzenia nr 64 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 13 listopada 2008r. - „Zasady stosowania skali ocen punktowych stanu technicznego i przydatności do użytkowania drogowych obiektów inżynierskich”. W niniejszym opracowaniu w załącznikach znajduje się dokumentacja fotograficzna z przeprowadzonej oceny stanu technicznego obiektu mostowego, wraz z rysunkami inwentaryzacyjnymi wraz z identyfikacją uszkodzeń.

4.1. Strefy przejściowe i nawierzchnia na obiekcie

Ocena 3

Nawierzchnia na obiekcie jest w stanie niepokojącym. Występują rysy poprzeczne asfaltu w rejonie przyczółka północnego. Widoczne są zanieczyszczenia i wegetacja roślin na obiekcie.

4.2. Konstrukcja pomostu

Ocena 3

Od spodu konstrukcji zostały zinwentaryzowane białe wyługowania, lokalne przecieki co może świadczyć o uszkodzonej izolacji. Widoczne jest również starzenie, łuszczenie, ubytki betonu w miejscach ułożonej nieszczelnej izolacji.

4.3. Konstrukcja dźwigarów głównych

Ocena 3

Osady, białe wykwity, ubytki betonu, odsłonięte pręty zbrojeniowe, korozja zbrojenia. Widoczne odspojenia i pęknięcia betonu powstałe w wyniku korozji i pęcznienia pręta nośnego. Nie mają one charakteru wyężeniowego.

4.4. Podpory

4.4.1 Przyczółki

Ocena 1

Na konstrukcji przyczółków i skrzydeł obiektu znajdują się liczne przecieki, zacieki i białe wyługowania powstałe na skutek ciągłej ingerencji wody. Widoczna jest wegetacja mchu. Nie da się przeoczyć niedowibroń betonu zarówno na przyczółku, jak i na skrzydle. Niepokojące są rysy i pęknięcia betonu o różnej rozwartości. Na każdym skrzydle widać spore pęknięcia przebiegające od ław podłożyskowych wzdłuż skrzydła. Jednakże na skrzydle zachodnim na przyczółku południowym nastąpiło pęknięcie skrzydła z przemieszczeniem o rozwartości ok 7cm i na głębokość ok 60cm czyli na całej grubości skrzydła. Uszkodzenie tego typu oraz jego zasięg może skutkować utratą stateczności nasypu i kwalifikuje element do określenia jako stan przedawaryjny.

4.5. Łożyska

Ocena 2

Łożyska stalowe powierzchniowo skorodowane i zanieczyszczone. Widoczne są wykruszenia betonu w obrębie występowania łożysk.

4.6. Izolacja

Ocena 2

Stan izolacji obiektu jest niedostateczny. Oceniono to w sposób pośredni, poprzez ocenę stanu technicznego powierzchni dolnej ustroju nośnego. Stwierdzono ślady wykwitów i lokalnych przecieków w miejscach połączeń płyt mogących świadczyć o uszkodzeniu lub nieszczelności izolacji. Nienaprawienie izolacji spowoduje skrócenie okresu bezpiecznej eksploatacji.

4.7. Urządzenia odwadniające

Ocena brak

Obiekt nie jest wyposażony w system odwadniający. Woda z obiektu powinna być odprowadzana powierzchniowo-grawitacyjnie poprzez wykonstruowane spadki na jezdni poza przyczółek. Woda migruje najszybszą drogą po gzymsach niszcząc konstrukcję wsporników na przęsle, a w obrębie skrzydeł przecieka wzdłuż licznych zarysowań, niszcząc elementy konstrukcyjne obiektu i powoli doprowadzając przedmiotowy obiekt do stanu awaryjnego

4.8. Nasypy i skarpy

Ocena 4

W obrębie obiektu znajdują się klasyczne nasypy i skarpy. Można ocenić ich utrzymanie na zadawalające.

4.9. Przeszkoda

Ocena 4

Stan przeszkody ocenia się jako zadawalający. Nawierzchnia kolejowa pod obiektem jest w dobrym stanie. Widoczne są pojedyncze skupiska wegetującej roślinności.

4.10. Chodnik (pomost i balustrada)

Ocena 2

Chodniki nie posiadają spadków umożliwiających odpływ wody, widoczna jest wegetacja roślin i miejscowe zanieczyszczenia.

Po obu stronach obiektu na balustradach widoczna jest utrata antykorozyjnych powłok i powierzchniowa korozja stali. Widać ubytki betonu od spodu betonowych słupków. Następuje korozja perforacyjna osłon przeciwpożarowych. Występują ubytki siatki przeciwpożarowej. Uszkodzenia oraz przerwanie ciągłości wszystkich elementów sprawia, że stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa ruchu.

4.11. Krawężniki

Ocena brak

Brak krawężników na obiekcie nie może być uzasadniony występowaniem dźwigarów łukowych dzielących nawierzchnię jezdni od chodników, co odbiega od projektu oraz stanowi zagrożenie w przypadku uderzeń pojazdów w dźwigar, czyli główny element konstrukcyjny obiektu.

4.12. Dylatacje

Ocena brak

Obiekt nie jest wyposażony w typowe urządzenia dylatacyjne. Nad szczeliną dylatacyjną występuje uciąglenie nawierzchni.

5. INWENTARYZAJCA ORAZ BADANIA KONSTRUKCJI

5.1. Inwentaryzacja geometryczna

Rysunki inwentaryzacji geometrycznej obiektu mostowego wraz z inwentaryzacją uszkodzeń znajdują się w Załącznikach.

5.2. Badania materiałowe

5.2.1 Beton

Badania wytrzymałości betonu na ściskanie ustroju nośnego i podpór wykonano metodą sklerometryczną, przy użyciu młotka Schmidta typu N. W celu oceny wytrzymałości betonu na ściskanie elementów konstrukcyjnych obiektu wykonano analizę statystyczną wyników pomiarów liczby odbicia w oparciu o krzywą korelacji [7]. W tablicy 5.1 zestawiono otrzymane wyniki z pomiarów. Pełny protokół z badań znajduje się w Załączniku nr 4.

Tablica 5.1. Wyniki badania sklerometrycznego betonu

Lp.	Element	Klasa betonu	Jednorodność betonu na podstawie badań sklerometrycznych
1.	Dźwigar wschodni	B25 (C20/25)	Bardzo dobra
2.	Dźwigar zachodni	B25 (C20/25)	Bardzo dobra
3.	Przyczółek północny	B15 (C12/15)	Dobra
4.	Przyczółek południowy	B15 (C12/15)	Bardzo dobra

5.2.2 Badania chemiczne betonu

Badanie głębokości karbonatyzacji przeprowadzono metodą kolorometryczną do oznaczenia pH (Rainbow Test). Jest to metoda bezpośredniej oceny zasięgu i zaawansowania procesu karbonatyzacji betonu, polegająca na określeniu przebiegu zmian wartości pH w przekroju badanego elementu na podstawie oceny rozkładu barw na powierzchni jego przełomu (podczas sukcesywnego odkuwania), uzyskanego poprzez pokrycie jej aerozolem natryskiem. Substancja zawiera kompozycję odczynników chemicznych, identyfikujących poszczególne wartości pH, w zakresie od 5 do 13. Odczyn pH = 11 uważany jest powszechnie za wartość graniczną, poniżej której zanika naturalna zdolność betonu do pasywacji zbrojenia, co odpowiada zabarwieniu betonu na fioletowo. Przejście palety barw z koloru fioletowego za zielony (pH = 9) sygnalizuje spadek pH

poniżej wartości uznawanej za graniczną i oznacza potencjalne zagrożenie korozyjne zbrojenia. Przejście palety barw z koloru zielonego na pomarańczowy sygnalizuje spadek pH poniżej wartości $\text{pH} = 9$ i świadczy o znacznym zaawansowaniu procesu karbonatyzacji.

Tablica 5.2. Wyniki badań karbonatyzacji betonu

Lp.	Miejsce pomiaru	Wyniki pomiaru karbonatyzacji	
		Głębokość [cm]	Odczyn pH
1.	Dźwigar wschodni	0 – 1.0	9
		1.0 – 5.0	11
2.	Dźwigar zachodni	0 – 1.0	9
		1.0 – 5.0	11
3.	Dźwigar północny	0 – 6.0	9
4.	Dźwigar południowy	0 – 2.0	9
		2.0 – 5.0	10

Odczyn pH betonu nie ma bezpośredniego wpływu na wytrzymałość betonu, natomiast ma istotne znaczenie w aspekcie właściwości ochronnych betonu w stosunku do zlokalizowanego w nim zbrojenia, a więc trwałości konstrukcji.

W przypadku dźwigara prefabrykowanego oraz przyczółka uzyskane wyniki świadczą o nieodpowiednich właściwościach ochronnych betonu w warstwach przypowierzchniowych. Wynik pomiaru badania wyniósł $\text{pH}=9$, co jest uznawane za wartość graniczną i oznacza, iż może dojść do zaawansowanego procesu karbonatyzacji. Widoczne są już bowiem na obiekcie oznaki utraty warstwy pasywnej na stali zbrojeniowej.

6. OBLICZENIA NOŚNOŚCI

6.1. Metodologia obliczeń

W niniejszym opracowaniu jako obciążenia projektowe przyjęto obciążenia zmienne taborem samochodowym wg normy PN-85/S-10030 „Obiekty mostowe. Obciążenia.”. Reprezentatywne wielkości sił sprawdzono dla zginanego przekroju w miejscu najbardziej wyężonym, czyli w środku rozpiętości przęsła.

Ponadto w celu określenia nośności użytkowej wg [13] zamodelowano obciążenie pojazdami wymienionymi w instrukcji tj., 1/S42, 2/S32, 3/S24, 4/S16, 5/S10.

W kolejnym kroku obliczono reprezentatywne momenty zginające od obciążeń normowych wg [2] i obciążeń z instrukcji [13], które porównano (z uwzględnieniem współczynników obciążeń) z momentami obliczeniowymi zinwentaryzowanych i zbadanych materiałów. Na podstawie porównania otrzymanych wartości momentów zginających oceniono nośność obiektu.

6.2. Model obliczeniowy konstrukcji

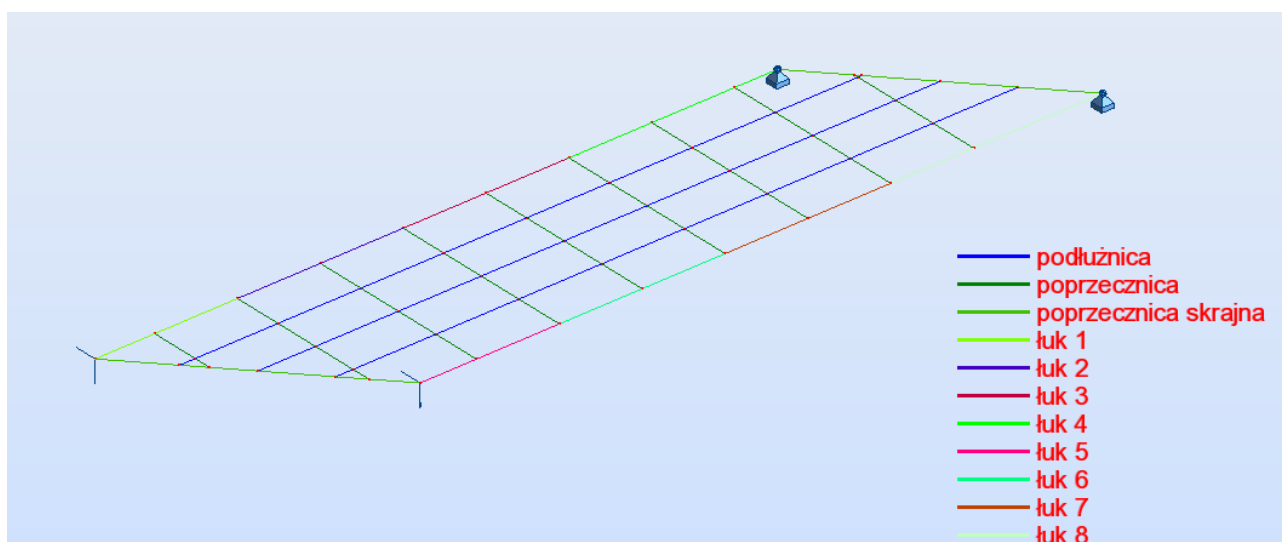
Parametry geometryczne poszczególnych elementów w modelu obliczeniowym wiaduktu przyjęto zgodnie z rzeczywistą ich sztywnością. Do obliczeń sił wewnętrznych przyjęto beton klasy B25 o współczynniku sprężystości podłużnej $E = 30 \text{ GPa}$ oraz stal o współczynniku sprężystości podłużnej $E = 200\,000 \text{ MPa}$.

Analizę statyczną konstrukcji przęsła wykonano w programie Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014. Zadaniem przeprowadzonej analizy statycznej jest wyznaczenie wielkości sił wewnętrznych od obciążeń normowych.

W obliczeniach przyjęto dwuwymiarowy model obliczeniowy (p^2 - ruszt), z wykorzystaniem elementów jednowymiarowych, prętów (e^1).

Do sprawdzenia nośności przekroju zamodelowano przedmiotowe przęsło o żelbetowym dźwigarze łukowym o wysokości 3,4m. Ruszt układu konstrukcyjnego składa się ze współpracujących z płytą pomostu podłużnic oraz poprzecznic. Zastosowano podparcie przegubowe w miejscach rzeczywistych podparć. Wiadukt został wybudowany w układzie ukośnym i tak również został zamodelowany.

Na rysunku 6.1 przedstawiono przyjęty model obliczeniowy.

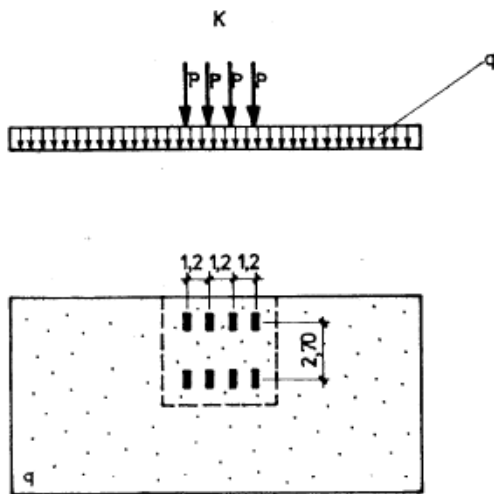


Rys. 6.1. Model obliczeniowy - widok na elementy rusztu konstrukcji

6.2.1 Zestawienie obciążeń

Zgodnie z przyjętymi modelami numerycznymi ustroju, obciążenia podano w tablicy 6.2.

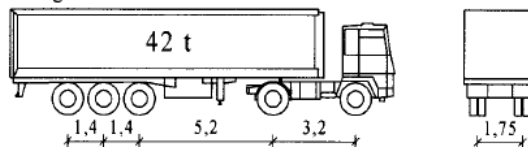
Tablica 6.2. Zestawienie obciążeń

Ciężar własny elementów konstrukcyjnych g																															
Obciążenie ciężarem własnym uwzględniono w programie komputerowym, zgodnie z przyjętym modelem. Materiałowi BETON zadano ciężar objętościowy $\gamma_s = 26 \text{ kN/m}^3$ (beton zbrojony).																															
Współczynniki obciążenia: $\gamma_{G,inf}=1,00$, $\gamma_{G,sup} = 1,20$ [2], gdzie: $\gamma_{G,sup}/\gamma_{G,inf}$ - współczynnik częściowy dla oddziaływania stałego przy obliczaniu górnej/dolnej wartości obliczeniowej.																															
Ciężar elementów niekonstrukcyjnych Δg																															
Obciążenie ciężarem elementów niekonstrukcyjnych przyjęto, jako równomiernie rozłożone na długości obiektu. Przyjęto następujące rodzaje i wartości obciążeń:																															
Asfalt	20 kN/m ³																														
Balustrada i osłona przeciwpożarowa	1,2 kN/m																														
Współczynniki obciążenia $\gamma_{G,inf}=1,00$, $\gamma_{G,sup}=1,25$ [2].																															
Obciążenie zmienne przyjęte wg [2]																															
- Obciążenie taborem samochodowym K i q																															
<div><div></div><div><table><tr><th>Klasa obciążeń</th><th>Mnożnik do klasy A</th><th>Obciążenie q kN/m²</th><th>Obciążenie K kN</th><th>Nacisk na oś kN</th></tr><tr><td>A</td><td>1,00</td><td>4,00</td><td>800</td><td>200</td></tr><tr><td>B</td><td>0,75</td><td>3,00</td><td>600</td><td>150</td></tr><tr><td>C</td><td>0,50</td><td>2,00</td><td>400</td><td>100</td></tr><tr><td>D</td><td>0,40</td><td>1,60</td><td>320</td><td>80</td></tr><tr><td>E</td><td>0,30</td><td>1,20</td><td>240</td><td>60</td></tr></table></div></div>		Klasa obciążeń	Mnożnik do klasy A	Obciążenie q kN/m ²	Obciążenie K kN	Nacisk na oś kN	A	1,00	4,00	800	200	B	0,75	3,00	600	150	C	0,50	2,00	400	100	D	0,40	1,60	320	80	E	0,30	1,20	240	60
Klasa obciążeń	Mnożnik do klasy A	Obciążenie q kN/m ²	Obciążenie K kN	Nacisk na oś kN																											
A	1,00	4,00	800	200																											
B	0,75	3,00	600	150																											
C	0,50	2,00	400	100																											
D	0,40	1,60	320	80																											
E	0,30	1,20	240	60																											
- Do obliczeń konstrukcji nośnej przyjęto obciążenie chodników tłumem pieszych o wartości 2,5 kN/m ²																															
Współczynnik obciążenia: $\gamma_Q = (0) 1,50$ - w przypadku niekorzystnego oddziaływania obciążenia ruchomego.																															
Współczynnik dynamiczny $\gamma = 1,21$																															

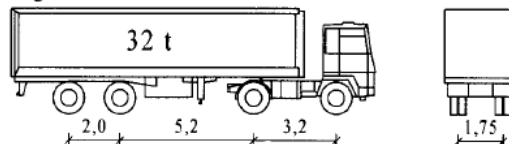
Obciążenie zmienne taborom samochodowym wg [12]

Obciążenia pionowe

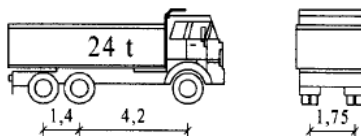
Kategoria 1/S42



Kategoria 2/S32



Kategoria 3/S24



Kategoria 4/S16



Kategoria 5/S10



Schemat pasma zastępczego obciążenia użytkowego składa się z obciążenia liniowego q oraz obciążenia samochodem modelowym S w postaci sił skupionych, nałożonych na obciążenie q w miejscu najniekorzystniejszym dla obliczanej wielkości siły wewnętrznej.

Współczynnik obciążenia: $\gamma_Q = (0) 1,50$ - w przypadku niekorzystnego oddziaływania taboru samochodowego, powyższych modeli obciążenia, wg [12].

W tablicy 6.3 podano rozważane schematy obliczeniowe (sytuacje obliczeniowe).

Tablica 6.3. Zestawienie współczynników obciążeń wraz z ekstremalnym schematem obliczeniowym

Współczynniki obliczeniowe		
W skład obliczeniowej sytuacji (schematu) obliczeniowej wchodzi:		
g	- obciążenie ciężarem własnym elementów konstrukcyjnych,	$\gamma_f = (1,0) 1,20$
Δg	- obciążenie ciężarem elementów niekonstrukcyjnych,	$\gamma_f = (1,0) 1,25$
Q	- obciążenia zmienne taborom (obciążenie wyjątkowe),	$\gamma_f = (0) 1,15$

Q	- obciążenia zmienne taborem (obciążenie podstawowe),	$\gamma_f = (0) 1,50$
Ekstremalna sytuacja obliczeniowa		
$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$		

6.3. Wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

6.3.1 Wartości sił wewnętrznych

Uzyskane na podstawie obliczeń wartości sił wewnętrznych w reprezentatywnych przekrojach wybranych elementów podano w tablicy 6.3.

W tablicy 6.4 przedstawiono wartości ekstremalnych momentów zginających dla najbardziej niekorzystnej sytuacji obliczeniowej. Podane wartości sił wewnętrznych w przypadku dźwigarów belkowych dotyczą przekroju w środku rozpiętości.

Tablica 6.4. Maksymalne wartości momentów zginających od najbardziej niekorzystnej sytuacji obliczeniowej (tab. 6.3).

Obliczeniowa kombinacja momentów zginających w elemencie w środku rozpiętości			
Lp.	Obciążenie	Klasa obciążenia	M_{Ed} [kNm]
1	PN-85/S-10030	klasa A	17657,78
2		klasa B	15741,32
3		klasa C	13664,99

6.3.2 Sprawdzenie nośności obiektu – obliczenia wytrzymałościowe

W tablicy 6.5 przedstawiono nośność przekrojów wybranych elementów konstrukcyjnych obiektu, wg tablicy 6.3 względem poszczególnych sił wewnętrznych z uwzględnieniem aktualnego stanu technicznego.

Tablica 6.5. Moment zginający w przekroju żelbetowym [3] i [4]

Moment obliczeniowy przekroju w środku rozpiętości przęsła
M_{Rd} [kNm]
16851,78

W tablicy 6.6. przedstawiono największe wyężenie wybranych elementów konstrukcyjnych przy zginaniu, od obciążenia taborem samochodowym wg. [2].

Tablica 6.6. Maksymalne wyężenie dźwigara od obciążeń wg [2]

Wyężenie przekroju zginanego w ęrodku rozpiętości przęsa				
Lp.	Klasa obciążenia	M _{Ed} [kNm]	M _{Rd} [kNm]	Wyężenie [%]
1	klasa A	17657,78	16851,78	104,78%
2	klasa B	15741,32	16851,78	93,41%
3	klasa C	13664,99	16851,78	81,09%

Analiza porównawcza momentów w dźwigarach wiaduktu wykazała spełnienie stanów granicznych nośności, pochodzących od maksymalnej kombinacji obciążeń w najbardziej wyężonych przekrojach dla obciążenia klasy B wg. [2].

Mając na uwadze ciężary pojazdów dopuszczonych do eksploatacji po obiektach (tab. 5 [2]), dla klasy B o maksymalnym ciężarze 30 ton, wykonano sprawdzenie weryfikujące możliwość przejazdu po obiekcie pojazdów wg. [13]

W tablicy 6.7. przedstawiono największe wyężenie wybranych elementów konstrukcyjnych przy zginaniu, od obciążenia taborem samochodowym zgodnie z [13].

Tablica 6.7. Maksymalne wyężenie dźwigara od obciążenia użytkowego wg [12]

Wyężenie przekroju zginanego w ęrodku rozpiętości przęsa				
Lp.	Rodzaj obciążenia	M _{Ed} [kNm]	M _{Rd} [kNm]	Wyężenie [%]
1	1/S42	13874,69	16851,78	82,33%
2	2/S32	13013,11	16851,78	77,22%
3	3/S24	12401,95	16851,78	73,59%

Analiza porównawcza konstrukcji przęsa wiaduktu wykazała spełnienie stanów granicznych nośności w zakresie sił wewnętrznych, pochodzących od maksymalnej kombinacji obciążeń w najbardziej wyężonych przekrojach dźwigarów, tj. od obciążenia typu 1/S42.

7. WNIOSKI Z OGŁĘDZIN, BADAŃ I OBLICZEŃ

7.1. Wnioski dotyczące stanu technicznego i oceny materiałowej

Stan techniczny obiektu jest niepokojący.

Beton dźwigarów głównych określono jako klasa B25 (C20/25) zlokalizowano lokalne ubytki betonu oraz korozje wystającego zbrojenia. Jednakże przyczółki obiektu wykazują mnóstwo uszkodzeń spowodowanych przeciekaniem i wieloletnim zawilgoceniem korpusów co przekłada się na powolną degradację tych elementów. Beton przyczółków jest dużo słabszy od dźwigarów i określono go na klasę B15 (C12/15). Uszkodzenie gzymsu, chodników, nawierzchni oraz balustrad opisano szczegółowo w załączniku z fotografiami uszkodzeń

Uszkodzeniem które decyduje o ocenie całego obiektu jest pęknięcie skrzydło zachodnie. Na skrzydle zachodnim na przyczółku południowym nastąpiło pęknięcie skrzydła z przemieszczeniem o rozwarości ok 7cm i na głębokość ok 60cm czyli na całej grubości skrzydła. Uszkodzenie tego typu oraz jego zasięg może skutkować utratą stateczności nasypu i kwalifikuje element do określenia jako stan przedawaryjny.

7.2. Wnioski dotyczące nośności obiektu

Biorąc pod uwagę przeprowadzoną analizę obliczeniową na podstawie pomiarów i badań materiałowych obiektu stwierdza się, że obiekt może być użytkowany na obc. **klasy B** wg normy PN-85/S-10030 (samochody o masie całkowitej 30 ton). Konstrukcja ustroju nośnego obiektu **przenosi obciążenia** taborem samochodowym **1/S42** wg instrukcji [12].

7.3. Wnioski końcowe i zalecenia.

W nawiązaniu do podanych wniosków cząstkowych, wynikających z oględzin, badań i analiz obliczeniowych przedmiotowego sprecyzowano następujące wnioski dotyczące warunków dalszej eksploatacji obiektu:

1. Z uwagi na zasięg i charakter uszkodzeń oraz możliwe następstwa należy obiekt wyremontować z szczególnym naciskiem na naprawę uszkodzonego skrzydła.
2. Zakres i szczegóły remontu należy opracować wg odrębnej dokumentacji w konsultacji z Zarządcą obiektu, mając na uwadze wielokryterialną analizę długotrwałości i kosztów proponowanych rozwiązań.
3. Do czasu przeprowadzenia remontu należy ograniczyć prędkość na obiekcie do 30 km/h i wprowadzić stały monitoring uszkodzenia skrzydła w celu zapobiegnięcia katastrofie budowlanej.

4. Monitoring powinien być prowadzony z częstotliwością raz na dwa tygodnie do czasu przeprowadzenia remontu lub naprawy skrzydła. Zaznacza się jednak iż podczas nagłych zjawisk pogodowych takich jak np. silne opady i nawałnice częstotliwość należy zwiększyć częstotliwość monitoringu mając na uwadze bezpieczeństwo obiektu oraz użytkowników. O zwiększeniu częstotliwości powinna zdecydować osoba uprawniona do prowadzenia monitoringu.
5. Nie podejmowanie żadnych działań dla przedmiotowego obiektu może skutkować skróceniem jego bezpiecznej eksploatacji a także spowodować osunięcie się nasypu wraz ze skrzydłem i w efekcie doprowadzić do katastrofy budowlanej.
6. Ekspertyza jest ważna przez rok tj. do maja 2020r.

mgr inż. Michał Andrzejewski

8. ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1. Ocena stanu technicznego - dokumentacja fotograficzna

Załącznik nr 2. Inwentaryzacja geometryczna

Załącznik nr 3. Inwentaryzacja uszkodzeń

Załącznik nr 4. Protokoły z badań materiałowych

Załącznik nr 5. Uprawnienia Projektanta i przynależność do Izby Inż. Bud.