

# Damage and repairs of industrial transport galleries used in difficult operating conditions

## *Uszkodzenia i naprawy przemysłowych galerii transportowych użytkowanych w trudnych warunkach eksploatacyjnych*

DOI: 10.15199/33/2024.12.06

**Abstract.** In the paper there are presented problems related to the maintenance and reparation of the transport galleries, which are often used in the power industry. The examples of several objects of such type working in difficult operating conditions, analysed by the author of this article, present damages from natural wear, improper use and significant neglect in current maintenance. Some of the observed damages threatened the structure's safety and could have led to a construction disaster. The causes of the damages and irregularities were described along with the necessary scope of repairs, protection and strengthening.

**Keywords:** transport gallery; damage; repairs; strengthening the structure; construction disaster.

Steel transport galleries, equipped with belt conveyors, are often used in industrial plants to transport bulk materials. The most common are galleries whose supporting structure consists of two parallel trusses, connected in the plane of the top and bottom chords by crossbeams and wind girders [1, 2]. Much rarer are shell galleries [3, 4], whose structure is made of suitably ribbed sheet metal, usually 3 mm to 5 mm thick. Shell galleries are very sensitive to local loss of stability not only during operation but also during transport and installation. There are both single-span and multi-span transport galleries, in which the static scheme of the individual spans usually corresponds to a simply supported beam or a continuous beam. Single-span truss galleries are usually based on pin bearings on one side and pin roller bearings on the other. Analogous to single-span galleries, the outermost supports of multi-span galleries are realised, and the intermediate supports are most often made in the form of wishbone steel columns, allowing both the realisation of the hinged support of the gallery and the possibility of its displacement. For this type of structure, the spans of the individual spans usually range from a dozen to about 24 m, so to avoid damage as a result of thermal deformation [5], it is very important to allow the individual spans freedom of deformation by

**Streszczenie.** W artykule opisano problemy związane z utrzymaniem i remontem galerii transportowych, które często wykorzystywane są w przemyśle energetycznym. Na przykładzie analizowanych przez mnie kilku tego typu obiektów, pracujących w trudnych warunkach eksploatacyjnych, przedstawiono uszkodzenia wynikające z naturalnego zużycia, niewłaściwego użytkowania i znacznych zaniedbań w bieżącym utrzymaniu. Niektóre z zaobserwowanych uszkodzeń zagrażały bezpieczeństwu konstrukcji i mogły doprowadzić do katastrofy budowlanej. Opisano przyczyny powstałych uszkodzeń i nieprawidłowości wraz z podaniem koniecznego zakresu napraw, zabezpieczeń i wzmocnień.

**Słowa kluczowe:** galeria transportowa; uszkodzenia; naprawy; wzmocnienie konstrukcji; katastrofa budowlana.

Stalowe galerie transportowe, wyposażone w przenośniki taśmowe, są często wykorzystywane w zakładach przemysłowych do transportu materiałów sypkich. Najczęściej spotyka się galerie, których konstrukcja nośna złożona jest z dwóch usytuowanych równolegle kratownic, połączonych w płaszczyźnie pasów górnych i dolnych poprzecznkami oraz wiatrownicami [1, 2]. Znacznie rzadziej występują galerie powłokowe [3, 4], których konstrukcja wykonana jest z odpowiednio uźebrowanej blachy grubości zazwyczaj 3–5 mm. Galerie powłokowe są bardzo wrażliwe na lokalną utratę stateczności nie tylko podczas eksploatacji, ale również w trakcie transportu i montażu. Występują galerie transportowe zarówno jednoprzęsłowe, jak i wieloprzęsłowe, w których schemat statyczny poszczególnych przęseł odpowiada zazwyczaj belce wolnopodpartej lub belce ciągłej. Kratownicowe galerie jednoprzęsłowe z jednej strony są oparte najczęściej na łożyskach stałych nieprzesuwnych, a z drugiej na łożyskach przegubowych przesuwnych. Analogicznie do galerii jednoprzęsłowych realizowane są podpory skrajne galerii wieloprzęsłowych, a podpory pośrednie wykonywane są najczęściej w formie wahaczowych słupów stalowych, umożliwiających zarówno realizację podparcia przegubowego galerii, jak i jej przesuw. W przypadku tego typu konstrukcji rozpiętość poszczególnych przęseł wynosi zazwyczaj od kilkunastu do 24 m, dlatego aby nie doszło do ich uszkodzenia w wyniku odkształceń termicznych [5], bardzo ważne jest

<sup>1)</sup> Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej; krzysztof.kozianski@pk.edu.pl

appropriate shaping of the supports. In this paper, an oblique, two-span with cantilever truss bridge is described in detail. In addition, on the example of several analogous galleries, which the author of the article dealt with in his design and expert work, the failures and irregularities occurring in this type of structure are presented.

## Description of the construction of the gallery and tower on the coal square

The steel structure of the bridge consists of two, spatial, simply supported trusses spans with a span of 21 m, with a cantilever of 15 m (Figure 1, Photo 1). The first span of the bridge is supported, at the tunnel exit, in a sliding hinge manner and in a hinge manner on the originally designed wish-bone steel column. The second span of the cantilevered bridge is supported in a hinge manner on the steel column and on the tower on the coal square. Due to the existing road immediately adjacent to the wish-bone column, the bottom part of the column was concreted to a height of approximately 1.8 m to avoid accidental damage to the column, changing the hinge support of the column to fixed support.

The steel bridge inclines to the horizontal at an angle of  $18.5^\circ$ . The spatial trusses consist

of two parallel flat trusses with a height of 2575 mm, spaced 2800 mm apart. At the level of the top and bottom chord, the trusses are connected at the nodes by crossbeams and braced by double trussing – top and bottom wind girder.

The trusses at the points of support, on bearings located at the tunnel outlet, the intermediate column and the tower on the coal square, are stiffened laterally by closed steel frames. Prefabricated trough plates and conveyor tracks are laid on the cross-beams occurring at the level of the bottom chord of the truss, and sheet metal roofing is laid on the cross-beams at the level of the top chord.

The bottom part of the supporting structure from the inside, of the first and second truss span, is encased in steel plates

umożliwienie poszczególnym przęsłom swobody odkształceń przez odpowiednie ukształtowanie podpór. W artykule szczegółowo opisano skośny dwuprzęsłowy wspornikowy most kratownicowy z przewieszeniem. Dodatkowo na przykładzie kilku analogicznych galerii, którymi się zajmowałem w swojej pracy projektowo-ekspertyznej, przedstawiono występujące w tego typu obiektach uszkodzenia i nieprawidłowości.

## Opis konstrukcji galerii i wieży na placu węglowym

Stalową konstrukcję mostu stanowią dwa, przestrzenne, wolnopodparte przęsła kratowe o rozpiętości 21 m, ze wspornikiem o wysięgu 15 m (rysunek 1, fotografia 1). Pierwsze

przęsło mostu oparte jest u wylotu z tunelu, w sposób przegubowo-przesuwny i w sposób przegubowy na pierwotnie zaprojektowanym wahaczowym słupie stalowym. Drugie przęsło mostu ze wspornikiem oparte jest w sposób przegubowy na słupie stalowym oraz na wieży na placu węglowym. Ze względu na istniejącą drogę bezpośrednio przy słupie wahaczowym, w celu uniknięcia przypadkowego jego uszkodzenia, obetonowano dolną część słupa do wysokości ok. 1,8 m, zmieniając podparcie przegubowe słupa na utwierdzenie.

Most stalowy nachylony jest do po-

ziomu pod kątem  $18,5^\circ$ . Przestrzenne kraty złożone są z dwóch równoległych kratownic płaskich o wysokości 2575 mm, rozdzielonych w odległości 2800 mm. W poziomie pasa górnego i dolnego kratownice połączone są w węzłach poprzecznymi i stężone podwójnym skratowaniem – wiatrownica górna i dolna.

Kraty w miejscu oparcia na łożyskach znajdujących się u wylotu z tunelu, słupie pośrednim oraz wieży na placu węglowym usztywnione są poprzecznie zamkniętymi ramami stalowymi. Na poprzecznicach, występujących w poziomie pasa dolnego kratownic, ułożone są prefabrykowane płyty korytkowe i tory jezdne taśmociągu, a na poprzecznicach w poziomie pasa górnego pokrycie dachowe z blachy.

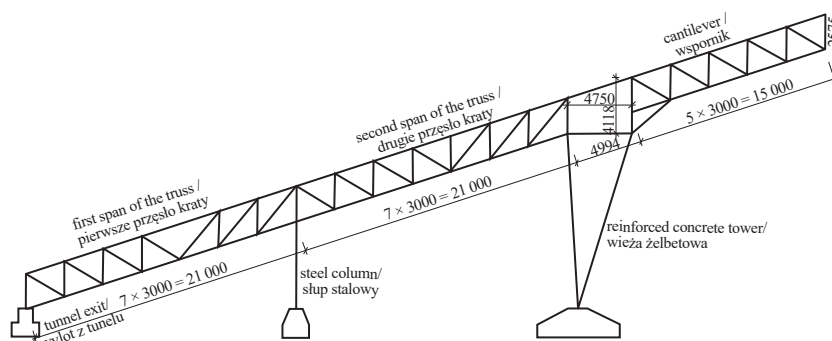


Fig. 1. Sketch of the gallery/oblique bridge structure (description in text)

Rys. 1. Szkic konstrukcji galerii/mostu skośnego (opis w tekście)



Photo 1. View of the oblique bridge

Fot. 1. Widok mostu skośnego

that protect the bottom chord of the main trusses from contamination with transported material. In the cantilever part, this type of protection of the bottom chords of the trusses and the columns and cross-braces reaching them is absent, which results in the accumulation of transported material in the trusses nodes and a significant acceleration of corrosion processes. The external walls of the bridge above and below the window band and the roof are made of trapezoidal sheet metal. A conveyor belt is located in the bridge, transporting coal from the tunnel to the dump.

The tower support on the coal square is a cantilever-type reinforced concrete structure, consisting of four oblique columns set on a common support block (Photo 2). At the base level, the columns have a square cross-section with a side of 80 cm, which linearly reduces to about 55 cm at height.

At a level of approximately 12.0 m, the columns are stiffened in the horizontal plane by reinforced concrete beams/traverse, which form a closed frame. On the horizontal frame, in the axes of the columns, the structure of the bridge transfer junction is hinged supported. The base of the junction is a reinforced concrete box with external dimensions of approximately 5.0 m × 6.0 m and a height of approximately 1.5 m. On top of the reinforced concrete box, a masonry-constructed interchange enclosure is built, covered by a mono-pitched roof.



**Photo 2. The tower on the coal square**  
*Fot. 2. Wieża na placu węglowym*

## Damage and anomalies in the bridge structure

A macroscopic condition assessment was carried out for the bridge in question, from the inside from floor level and the outside from an aerial lift. An assessment of the technical condition of the built-up bottom nodes was carried out on a several of randomly selected nodes, after dismantling the sheet metal building. The following damage and irregularities to the bridge structure were found during the site inspections:

- deflection of the intermediate support (steel column) and partial shearing of the bolts and restraints limiting excessive movement of the bridge spans (Photo 3). The damage to the trusses' support on the steel column was caused by a change in the static scheme. Originally assumed to act as a wishbone (to be pinned supported at the bottom end), the bottom part of the column was then concreted over (Photo 1), replacing the pinned support with fixed support. This resulted in the blocking of the deformation of the second span of the bridge, thus damaging the connection of the trusses to the column;



**Photo 3. Deformation of the support of the main bridge trusses on the column**  
*Fot. 3. Deformacja oparcia kratownic głównych mostu na słupie*

Dolna część konstrukcji nośnej od wewnątrz, pierwszego i drugiego przęsła kraty, obudowana jest blachami stalowymi, które zabezpieczają pas dolny krat głównych przed zanieczyszczeniem transportowanym materiałem. W części wspornikowej nie występuje tego typu zabezpieczenie pasów dolnych kratownic i dochodzących do nich słupków i krzyżulców, co powoduje gromadzenie transportowanego materiału w węzłach krat i znaczne przyspieszenie procesów korozyjnych. Ściany zewnętrzne mostu powyżej i poniżej pasma okiennego oraz dach wykonano z blachy trapezowej. W moście usytuowany jest przenośnik taśmowy, transportujący węgiel z tunelu na składowisko.

Podpora wieży na placu węglowym to konstrukcja żelbetowa typu wspornikowego, złożona z czterech ukośnych słupów, osadzonych na wspólnym bloku podporowym (fotografia 2). Słupy w poziomie podstawy mają kwadratowy przekrój poprzeczny o boku 80 cm, który na wysokości zmniejsza się liniowo do około 55 cm. W poziomie ok. 12,0 m słupy usztywnione są w płaszczyźnie poziomej ryglami/poprzecznicami żelbetowymi, które tworzą zamkniętą ramę. Na ramie poziomej, w osiach słupów, przegubowo oparta jest konstrukcja węzła przesypowego mostu. Podstawę węzła stanowi skrzynia żelbetowa o wymiarach zewnętrznych ok. 5,0 × 6,0 m i wysokości ok. 1,5 m. Na skrzyni żelbetowej wybudowana jest obudowa węzła przesypowego o konstrukcji murej, przykryta dachem jednospadowym.

## Uszkodzenia i nieprawidłowości w konstrukcji mostu

Przeprowadzono makroskopową ocenę stanu technicznego przedmiotowego mostu, od wewnątrz z poziomu podłogi oraz od zewnątrz z podnośnika koszowego. Ocenę stanu technicznego zabudowanych węzłów dolnych realizowano na podstawie kilku losowo wybranych węzłów, po demontażu zabudowy z blachy. W trakcie wizji lokalnych stwierdzono następujące uszkodzenia i nieprawidłowości w konstrukcji mostu:

- ugięcie podpory pośredniej (słupa stalowego) oraz częściowe ścięcie śrub i zabezpieczeń ograniczających nadmierny przesuw przęsła mostu (fotografia 3). Uszkodzenia oparcia krat na słupie stalowym spowodowane były zmianą schematu statycznego. Pierwotnie założono, że będzie on pełnił rolę wahacza (będzie podparty przegubowo w dolnej części). Następnie dolną część słupa obetonowano (fotografia 1), zamieniając podparcie przegubowe na utwierdzenie. Spowodowało to blokadę odkształceń drugiego przęsła mostu, a tym samym uszkodzenie połączenia krat ze słupem;

- contamination of the two hinged movable bearings supporting the main trusses of the bridge at the tunnel exit (Photo 4). These bearings were completely covered with soil and debris;



**Photo 4. Blocked hinged movable supports**

*Fot. 4. Zablockowane podpory przegubowo-przesuwne*

- the lack of sheet metal cladding on the bottom chords of the trusses in the cantilever part, which caused the transported material to be deposited on the bottom chords of the main trusses and

resulted in their advanced corrosion, as well as the corrosion of the columns and cross-braces adjacent to these chords;

- contamination of four bearings located on the tower columns on the coal square;

- cracking of the reinforced concrete crossbeam connecting the tower columns and mechanical damage to the columns (Photo 5);

## Necessary scope of repairs

The results of the technical condition survey and the static-strength analysis of the cantilever part of the bridge structure justified the need for remedial measures including:

- reinforcement of the corroded bottom chords of the main trusses and the adjacent columns and diagonals in the cantilever part of the bridge. Additional steel plates were welded to the inverted T-shaped bottom chord members with the greatest degree of corrosion damage and the exploitation degree of load-bearing capacity up to 100%. Locally corroded (at the bottom nodes) columns and cross-braces were also reinforced;

- reinforcement of the support of the main trusses on the intermediate support – a steel column – together with the enlargement of the foot plates and bolt holes, which made it possible to realise movement on this support (Figure 2, Photo 3);

- corrosion protection of the bridge steel structure on the inside and outside;

- construction in the cantilever part of the bridge, on the inside, of a steel sheet casing to protect the bottom chords of the main trusses from contamination by transported material;

- cleaning the bottom and top bearings to enable them to work properly;

- corrosion protection of the steel sheet metal cladding – in the cantilever part, it was necessary to replace the intensely corroded sheets with new ones;

- reprofiling: mechanical damage to the tower columns on the coal square, cracked reinforced concrete crossbeam connecting the tower columns and corrosion damage to the concrete of the trough plates.



**Photo 5. Advanced damage of tower columns**

*Fot. 5. Zaawansowane uszkodzenia słupów wieży*

- zanieczyszczenie dwóch łożysk przegubowo-przesuwnych, na których opierają się kraty główne mostu u wylotu z tunelu (fotografia 4). Łożyska te były całkowicie zasypane ziemią i gruzem;

- brak zabudowy z blachy pasów dolnych kratownic w części wspornikowej, co powodowało zaleganie transportowanego materiału na pasach dolnych krat

głównych i zaawansowaną ich korozję oraz korozję słupków i krzyżulców dochodzących do tych pasów;

- zanieczyszczenie czterech łożysk znajdujących się na słupach wieży na placu węglowym;

- zarysowanie poprzecznicy żelbetowej łączącej słupy wieży oraz uszkodzenia mechaniczne słupów (fotografia 5);

## Zalecany zakres napraw

Wyniki badań stanu technicznego oraz przeprowadzona analiza statyczno-wytrzymałościowa części wspornikowej konstrukcji mostu uzasadniały konieczność podjęcia działań naprawczych obejmujących:

- wzmocnienie skorodowanych dolnych pasów kratownic głównych i dochodzących do nich słupów oraz krzyżulców w części wspornikowej mostu. Do prętów pasa dolnego, wykonanych w kształcie odwróconego teownika, o największym stopniu uszkodzeń korozyjnych i stopniu wykorzystania nośności sięgającym 100%, dospawano dodatkowe blachy stalowe. Wzmocniono również lokalnie skorodowane (w miejscach węzłów dolnych) słupki i krzyżulce;

- wzmocnienie oparcia krat głównych na podporze pośredniej – stalowym słupie wraz z powiększeniem blach stopowych i otworów śrubowych, co umożliwiło realizację przesuwu na tej podporze (rysunek 2, fotografia 3);

- zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej mostu od strony wewnętrznej i zewnętrznej;

- wykonanie stalowej obudowy z blachy w części wspornikowej mostu, od strony wewnętrznej, chroniącej pasy dolne krat głównych przed zanieczyszczeniem transportowanym materiałem;

- oczyszczenie łożysk dolnych i górnych tak, aby umożliwić właściwą ich pracę;

- zabezpieczenie antykorozyjne stalowej obudowy z blachy – w części wspornikowej konieczna była wymiana intensywnie skorodowanych blach na nowe;

- reprofilację: uszkodzeń mechanicznych słupów wieży na placu węglowym, zarysowanej poprzecznicy żelbetowej łączącej słupy wieży oraz uszkodzeń korozyjnych betonu płyt korytkowych.

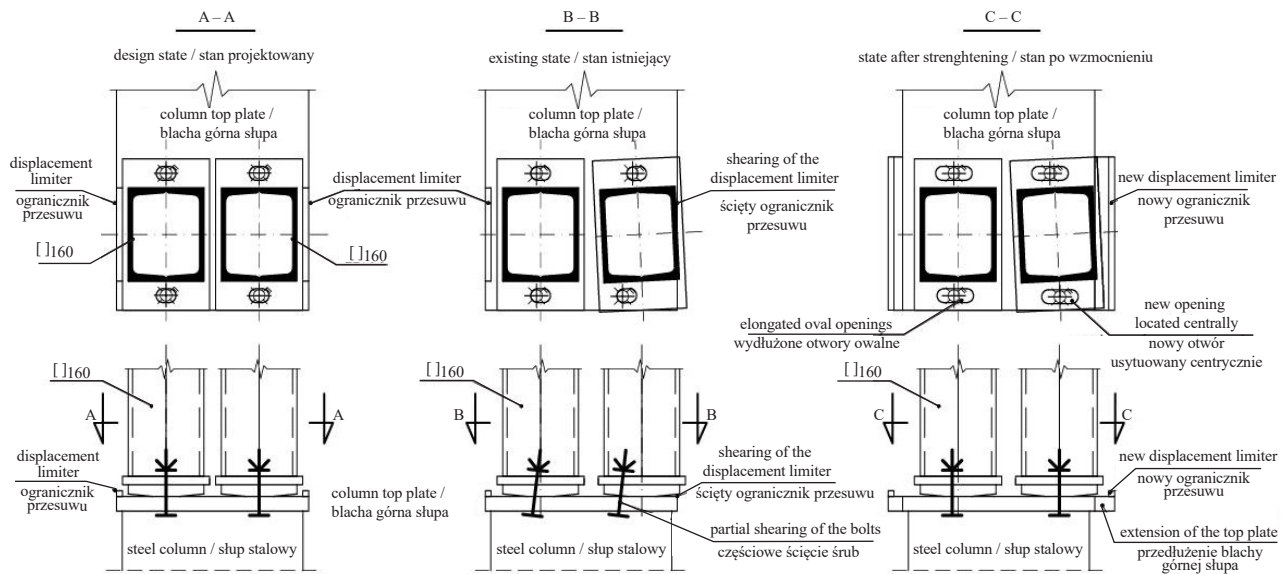


Fig. 2. Sketch of the strengthening of the support of trusses on the steel column (description in text)  
 Rys. 2. Szkic wzmocnienia oparcia kratownic na stalowym słupie (opis w tekście)

**Typical damage observed in this type of facility**

The article describes in detail the results of the condition survey and the repair measures taken for the two-span cantilevered gallery. In addition to this structure, the author of the article also investigated other bridges of similar construction. Based on the author’s own researches, it can be concluded that the main problems occurring in these structures, after several decades of operation, are mainly the following:

- blocked or damaged sliding bearings caused by their contamination (Photographs 4 and 6) or by a change in the static scheme of the object (Photograph 1), which prevents the steel structure from deforming freely. Consequently, there are additional horizontal forces in the gallery supports caused by thermal deformation, which caused damage that threatened the structure of the facility (Photo 7).

- advanced corrosion of mainly the bottom trusses nodes resulting from a lack of protection against contamination by transported material and regular inspection and corrosion protection. As shown in Photo 8, in one of the galleries surveyed, some of the columns and cross-braces, reaching the bottom chord of the main trusses,



Photo 6. Blocked hinged movable support of the gallery  
 Fot. 6. Zablokowana podpora przegubowo-przesuwna galerii

**Typowe uszkodzenia zaobserwowane w obiektach**

W artykule opisano szczegółowo wyniki badań stanu technicznego oraz podjęte działania naprawcze dwuprzęsłowej galerii ze wspornikiem. Na podstawie przeprowadzonych badań własnych innych mostów o podobnej konstrukcji stwierdziłem, że główne problemy, pojawiające się w tych obiektach po kilkudziesięciu latach eksploatacji, to przede wszystkim:

- zablokowane lub uszkodzone łożyska przesuwne spowodowane ich zanieczyszczeniem (fotografie 4 i 6) lub zmianą schematu statycznego obiektu (fotografia 1), co uniemożliwia swobodne odkształcania konstrukcji stalowej. W związku z tym, w podporach galerii pojawiają się dodatkowe siły poziome wywołane odkształceniami termicznymi, które powodowały uszkodzenia zagrażające konstrukcji obiektu (fotografia 7).



Photo 7. Damaged cantilever as a result of blocking the gallery’s ability to move  
 Fot. 7. Wspornik uszkodzony w wyniku zablokowania możliwości przesuwu galerii

- zaawansowana korozja głównie węzłów dolnych kraty wynikająca z braku zabezpieczenia ich przed zanieczyszczeniem transportowanym materiałem oraz regularnym przeglądom i zabezpieczeń antykorozyjnych. Jak pokazano na fotografii 8, w jednej z badanych galerii słupki i krzyżulce, dochodzące do pasa dolnego kraty głównej, były intensywnie skorodowane. Ubytki

were intensively corroded. The cross-sectional loss of these elements was estimated to be 80-90%, so it was necessary to take the structure out of service to avoid a construction disaster;

- corrosion of the bolted connections and their shearing as a result of blocked movement (Photo 9);

- corrosion damage to the deck trough plates and steel gallery structure.



**Photo 8. Pitting corrosion of the lower nodes – 90% cross-section loss, pre-failure condition**

*Fot. 8. Korozja wżerowa węzłów dolnych – 90% ubytku przekroju, stan przedawaryjny*



**Photo 9. Corrosion and damage to the bolted connection of the gallery with the column**

*Fot. 9. Korozja i uszkodzenia połączenia śrubowego galerii ze słupem*

w przekrojach tych elementów oszacowano na 80-90%, dlatego w celu uniknięcia katastrofy budowlanej konieczne było wyłączenie obiektu z użytkowania;

- zaawansowana korozja połączeń śrubowych i ich ścięcie w wyniku zablokowania możliwości przesuwu (fotografia 9);

- uszkodzenia korozyjne płyt korytkowych pomostu i stalowej konstrukcji galerii.

## Summary

Transport galleries play a very important role in the proper operation of industrial plants, whose failure and subsequent need to shut down may cause the plant to stop or limit operations. Many of these types of facilities are in service for about 50-60 years, which is beyond their original design life. In addition, these facilities are used in harsh industrial environments, so it is necessary to perform regular maintenance and ongoing repairs to the damage that has occurred. As shown in the article, the condition of some of the transport galleries diagnosed by the author of this article was very bad and threatened the safety of the structure. Blocked bearings and advanced corrosion of gallery nodes that had developed over several years contributed to the pre-failure condition. To avoid a construction disaster, it was necessary to take the gallery out of service immediately and to take corrective action at once.

*Received: 10.09.2024 r.*

*Revised: 22.10.2024 r.*

*Published: 20.12.2024 r.*

## Podsumowanie

Galerie transportowe pełnią bardzo ważną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu zakładów przemysłowych. Ich awaria i związana z nią konieczność wyłączenia z użytkowania może spowodować wstrzymanie lub ograniczenie pracy zakładu. Wiele tego typu obiektów użytkowanych jest blisko 50–60 lat, czyli powyżej pierwotnie zakładanego okresu. Dodatkowo obiekty te eksploatowane są w trudnych warunkach przemysłowych, dlatego konieczne jest wykonywanie regularnych przeglądów i bieżących napraw powstałych uszkodzeń. Jak pokazano w artykule, stan niektórych galerii transportowych był bardzo zły i zagrażał bezpieczeństwu konstrukcji. Zablokowane łożyska oraz zaawansowana korozja węzłów galerii, która rozwijała się na przestrzeni kilku lat, przyczyniła się do wystąpienia stanu przedawaryjnego. Aby uniknąć katastrofy budowlanej, konieczne było natychmiastowe wyłączenie galerii z użytkowania i szybkie podjęcie działań naprawczych.

*Artykuł wpłynął do redakcji: 10.09.2024 r.*

*Otrzymano poprawiony po recenzjach: 22.10.2024 r.*

*Opublikowano: 20.12.2024 r.*

## Literature

[1] Kocot W. Przedawaryjny stan galerii transportowej. *Builder* (Warszawa); ISSN 1896-0642. 2020; 4:68–71.

[2] Barycz S, Kocot W, Wodyński A. Potencjalne przyczyny awarii galerii transportowych zlokalizowanych na terenach górniczych. *Przegląd Górniczy*, nr 9/96, str. 11–13.

[3] Dudkiewicz J, Rajmund L. Stateczność konstrukcji galerii powłokowych w trakcie montażu i transportu, *Materiały Budowlane*. 2016; 5: 66–67.

[4] Suchodoła M. Analiza nośności wieloprzęsłowej stalowej galerii transportowej. *Przegląd Budowlany*. ISSN 0033-2038. 2015, s. 97–100.

[5] Hotała E, Hotała P. Zagrożenia awaryjne stalowej konstrukcji galerii wskutek oddziaływań termicznych. *Prace Naukowe Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały*. ISSN 0137-6241, 2006; 86(17): 85–93.