

Zjawiska degradacji i uszkodzenia kolejowych obiektów mostowych

Jan Bień

Kolejowe obiekty mostowe, jako bardzo ważne elementy infrastruktury transportowej, wymagają systematycznej oceny stanu technicznego oraz przydatności użytkowej dokonywanej przede wszystkim na podstawie zidentyfikowanych uszkodzeń elementów konstrukcji. Oceny kondycji tworzą podstawę racjonalnego planowania działań utrzymaniowych obiektów eksploatowanych, a także programowania niezbędnych zabiegów prowadzących do reaktywacji obiektów okresowo wyłączonych z użytkowania. W artykule przedstawiono charakterystyki głównych mechanizmów degradacji prowadzących do uszkodzeń kolejowych obiektów mostowych, a także zasady klasyfikacji uszkodzeń. Zaprezentowano aktualny system przeglądów obiektów ukierunkowany na wykrywanie uszkodzeń, a także zamieszczono przykłady typowych uszkodzeń, jak również przykłady bardzo zaawansowanych uszkodzeń prowadzących do awarii lub katastrof kolejowych obiektów mostowych.

Obiekty mostowe w Polsce jako element europejskiej sieci kolejowej

Kolejowa sieć transportowa w Europie jest stosunkowo dobrze rozwinięta, a łączna długość linii kolejowych krajów należących do Unii Europejskiej wynosi 198 963 km [16]. Ważnymi elementami tej infrastruktury są kolejowe obiekty inżynieryjne, do których zalicza się obiekty mostowe (mosty, wiadukty, estakady i ładki dla pieszych), a także tunele, przejścia pod torami, przepusty oraz konstrukcje oporowe. Ze względu na zróżnicowanie definicji wymienionych typów obiektów inżynieryjnych w poszczególnych krajach europejskich nie ma precyzyjnych kompleksowych danych statystycznych w tym zakresie. Szacuje się, że w państwach Unii Europejskiej jest użytkowanych około 250 000 kolejowych obiektów inżynieryjnych [14], [17].

Biorąc pod uwagę materiały stosowane do budowy prześel zdecydowaną dominację wykazują obiekty o konstrukcji murowanej, a ich udział w całej populacji kolejowych obiektów mostowych wynosi 40,7% (rys. 1). Procentowy udział obiektów z przęsłami o konstrukcji betonowej oraz przęsłami o konstrukcji stalowej jest bardzo zbliżony i wynosi odpowiednio: 22,7% oraz 21,5%. Ostatnią grupę – obejmującą 15,1% wszystkich kolejowych obiektów mostowych – stanowią

obiekty, których przęsła mają konstrukcje niejednorodne, najczęściej zespolone.

Burzliwy rozwój sieci kolejowej trwał w Europie od początku XIX wieku do połowy XX wieku. Po II Wojnie Światowej nastąpił okres intensywnej odbudowy infrastruktury mostowej ze zniszczeń wojennych, a od lat 70. XX wieku trwa budowa nowych linii przeznaczonych przede wszystkim dla kolei dużych prędkości oraz modernizacja istniejących obiektów. W skali całej Unii Europejskiej kolejowe obiekty mostowe to w większości konstrukcje o znacznym zaawansowaniu wiekowym. Ponad 35% obiektów liczy ponad 100 lat, a kolejne 35% – od 50 do 100 lat. W wieku od 20 do 50 lat jest 22% obiektów, a konstrukcji młodszych niż 20 lat jest tylko 11% [17].

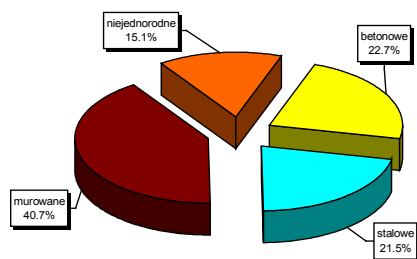
W Polsce długość eksploatowanych linii kolejowych wynosi według [16] 19 900 km, co stanowi 9,18% długości sieci kolejowej Unii Europejskiej. W zarządzie Polskich Linii Kolejowych S.A. znajduje się ponad 33 000 obiektów inżynieryjnych, w tym ok. 8 000 obiektów mostowych. Kolejowe obiekty mostowe w naszym kraju wykazują duże zróżnicowanie pod względem wykorzystywanych materiałów i rozwiązań konstrukcyjnych. Na rys. 2a przedstawiono procentowy udział podstawowych materiałów konstrukcyjnych zastosowanych do budowy prześel [1].

Dominujący udział mają tu dźwigary stalowe (42,0%) oraz dźwigary betonowe

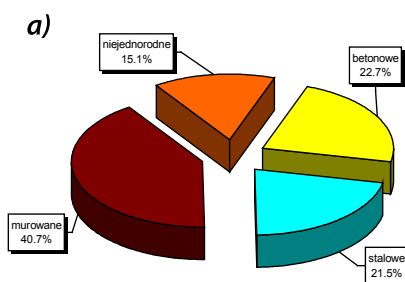
(36,8%), głównie z betonu zbrojonego. Konstrukcje murowane zostały zastosowane w 12,0% obiektów mostowych, a konstrukcje niejednorodne – w 9,2%. Wśród materiałów wykorzystywanych do budowy podpór (rys. 2b) zdecydowaną przewagę mają: konstrukcje betonowe (53,9%) oraz murowane (30,6%).

Najstarsze, istniejące dotąd, kolejowe obiekty inżynieryjne powstały w Polsce na początku XIX w., a intensywny rozwój sieci kolejowej rozpoczął się na przełomie lat 30. i 40. tego wieku. Eksploatowane w naszym kraju kolejowe obiekty inżynieryjne są w znacznej części budowlami zaawansowanymi wiekowo, co przedstawiono na rys. 3. Blisko 45% obiektów jest w wieku powyżej 100 lat, a jedynie około 15% konstrukcji – poniżej 40 lat.

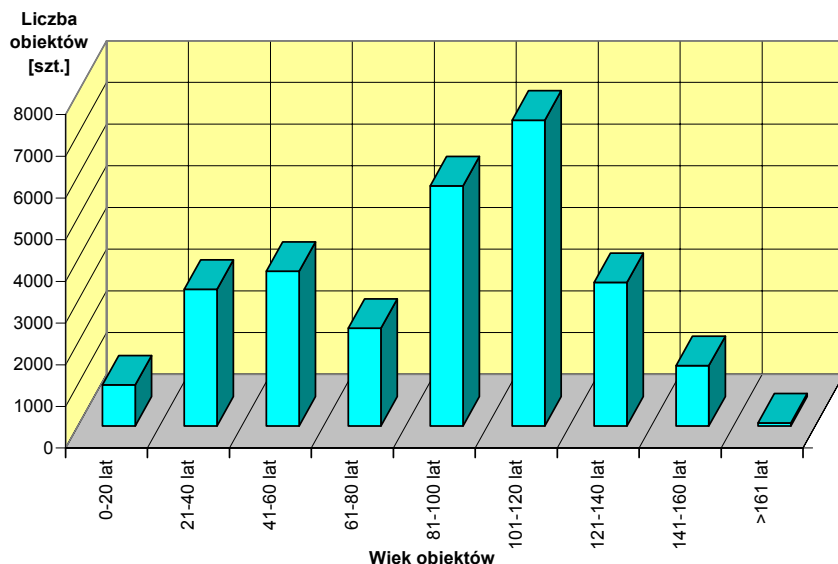
W ciągu wielu lat eksploatacji konstrukcje mostowe narażone są na działania wielu niekorzystnych czynników inicjujących i stymulujących rozwój uszkodzeń, co – przy z reguły niedostatecznych nakładach na utrzymanie obiektów w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat – prowadzi do systematycznego pogarszania się stanu technicznego infrastruktury mostowej. Sytuacja ta doprowadziła do wyłączenia z eksploatacji dość dużej liczby linii kolejowych, przeważnie o znaczeniu lokalnym, co w efekcie spowodowało zmniejszenie sprawności układu transportowego, szczególnie w wymiarze regionalnym.



1. Materiał konstrukcji prześel kolejowych obiektów mostowych w Europie



2. Materiał konstrukcji prześel a) oraz podpór b) mostów i wiaduktów kolejowych w Polsce



3. Struktura wiekowa kolejowych obiektów inżynierskich w Polsce [1]

Nowe warunki i potrzeby w zakresie rozwoju transportu kolejowego związane z transformacją systemu polityczno-gospodarczego i akcesją Polski do Unii Europejskiej wymagają stosowania nowoczesnych metod zarządzania utrzymaniem i eksploatacją infrastruktury kolejowej, a także efektywnych procedur reaktywacji linii czasowo wyłączonych z użytkowania. Metodyka efektywnego zarządzania zaawansowanymi wiekowo kolejowymi obiektami mostowymi jest przedmiotem prac naukowo-badawczych w wielu krajach, a także tematem dużych międzynarodowych projektów badawczych wśród których przede wszystkim należy wymienić projekt „Sustainable Bridges: Assessment for Future Traffic Demands and Longer Lives” [14], [17] stanowiący część 6. Programu Ramowego Unii Europejskiej (32 partnerów z 12 krajów), projekt Międzynarodowej Unii Kolei (UIC) „Improving Assessment, Optimisation of Maintenance, and Development of Database for Masonry Arch Bridges” [15] realizowany przy udziale 28 partnerów z 14 krajów oraz projekt „Structural Assessment Monitoring and Control – SAMCO” [9].

We wszystkich proponowanych rozwiązaniach podstawą decyzji w procesie zarządzania obiektami mostowymi są wyniki systematycznej obserwacji zjawisk degradacyjnych i ich skutków w postaci uszkodzeń, a także rezultaty oceny wpływu uszkodzeń na stan techniczny i przydatność użytkową obiektów. Taka strategia znajduje odzwierciedlenie w najnowszych międzynarodowych zaleceniach dotyczących gospodarowania kolejowymi obiektami mostowymi, m.in. [6], [7], [8], [9], [18], [19].

Mechanizmy degradacji i systematyka uszkodzeń obiektów mostowych

Terminem uszkodzenia określane są efekty powodujące pogorszenie kondycji obiektu

mostowego rozumianej jako łączna miara stanu technicznego i przydatności użytkowej obiektu. Stan techniczny określa poziom zgodności aktualnych wartości parametrów technicznych obiektu (geometria, cechy materiałów itp.) z wartościami projektowanymi, natomiast przydatność użytkowa charakteryzuje poziom zgodności aktualnych wartości parametrów użytkowych obiektu (nośność, skrajnie ruchu, dopuszczalna prędkość ruchu itp.) z wymaganymi wartościami tych parametrów [1].

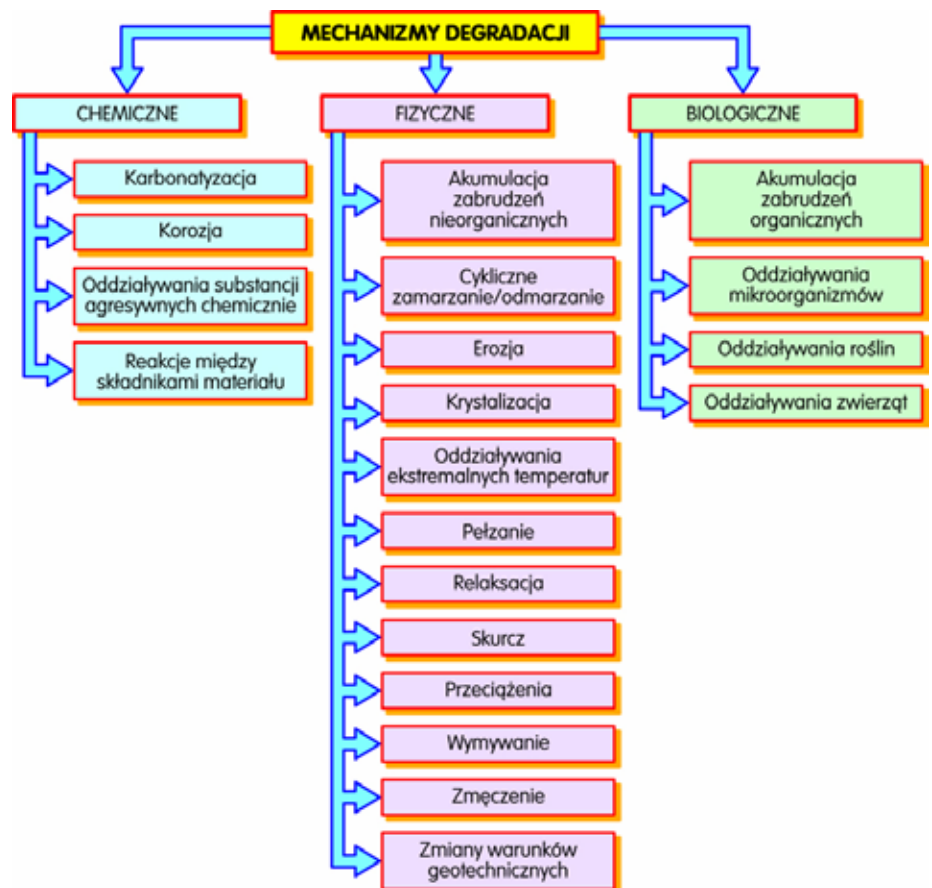
Uszkodzenia obiektów mostowych są wynikiem działania procesów degradacji.

Są to zjawiska naturalne, nierozzerwalnie związane z istnieniem, eksploatacją i starzeniem się każdej konstrukcji technicznej. Proces degradacji może być zdefiniowany jako pogarszanie się kondycji obiektu spowodowane aktywnością mechanizmu lub mechanizmów degradacji, a mechanizmem degradacji można nazwać każde zjawisko powodujące powstanie uszkodzenia lub uszkodzeń obiektu. Całkowite wyeliminowanie wszystkich niekorzystnych efektów zjawisk degradacyjnych nie jest praktycznie możliwe, natomiast często realne okazuje się spowolnienie zachodzących procesów lub złagodzenie ich skutków. Warunkiem efektywnego działania na tym polu jest szczegółowe poznanie wszystkich komponentów procesów degradacji.

Z punktu widzenia natury zjawisk degradacyjnych można wyróżnić trzy podstawowe grupy mechanizmów degradacji występujących w obiektach mostowych, a mianowicie:

- mechanizmy chemiczne, powodujące degradację obiektu w wyniku reakcji chemicznych,
- mechanizmy fizyczne, prowadzące do uszkodzeń w rezultacie zjawisk fizycznych,
- mechanizmy biologiczne, związane z oddziaływaniem czynników biologicznych na obiekty mostowe.

Najczęściej spotykane mechanizmy degradacji kolejowych obiektów mostowych, z podziałem na trzy wymienione wyżej grupy, zaprezentowano na rys. 4.



4. Klasyfikacja podstawowych mechanizmów degradacji kolejowych obiektów mostowych

Tab.1. Klasyfikacja uszkodzeń konstrukcji mostowych

Typ uszkodzeń	Rodzaj uszkodzeń
Deformacje - uszkodzenia polegające na niezgodnych z projektem zmianach geometrii, powodujących zmiany wzajemnych odległości punktów obiektu lub jego części	Zmiana geometrii osi elementu
	Zmiana geometrii na długości elementu
Destrukcja materiału - uszkodzenie polegające na pogorszeniu wartości cech fizyko-chemicznych materiału w stosunku do wartości projektowanych	Zmiana cech chemicznych
	Zmiana cech fizycznych
Ubytki materiału - zmniejszenie ilości materiału elementów obiektu w stosunku do rozwiązania zaprojektowanego	Ubytek materiału elementu
	Ubytek materiału warstw zabezpieczających
Utrata ciągłości materiału - uszkodzenie polegające na niezgodnym z projektem przerwaniu ciągłości materiału konstrukcji	Rysa
	Pęknięcie
	Rozwarstwienie
Zanieczyszczenia - uszkodzenia polegające na występowaniu zabrudzeń obiektu lub na nieprzewidzianej w projekcie wegetacji na nim roślin	Nieorganiczne
	Organiczne
Zmiany położenia - uszkodzenia polegające na niezgodnym z projektem przemieszczeniu obiektu mostowego lub jego elementu, przy którym wzajemne odległości wszystkich punktów przemieszczonej części nie ulegają zmianie (nie występują deformacje), a także niezgodne z projektem ograniczenie możliwości przemieszczeń	Nieprawidłowe usytuowanie elementów
	Nadmierne przemieszczenie liniowe
	Nadmierny obrót
	Ograniczenie możliwości przemieszczenia liniowego
	Ograniczenie możliwości obrotu

Gospodarowanie kolejową infrastrukturą, mostową wymaga stosowania jednoznacznego systemu identyfikacji i klasyfikacji uszkodzeń stanowiących podstawę oceny kondycji obiektów, a w efekcie – podstawę decyzji w zakresie niezbędnych działań

utrzymawczych i eksploatacyjnych. Jako kryterium klasyfikacji uszkodzeń przyjmuje się najczęściej efekty oddziaływań procesów degradacji na obiekt mostowy. W pracach [1], [2], [5], [12], [13] zaproponowano jednolitą metodykę klasyfikacji uszkodzeń kolejowych

Tab.2. Typy uszkodzeń a mechanizmy degradacji kolejowych obiektów mostowych

Mechanizmy degradacji		Typy uszkodzeń					
		Deformacje	Destrukcja materiału	Ubytki materiału	Utrata ciągłości materiału	Zanieczyszczenia	Zmiany położenia
Fizyczne	Akumulacja zabrudzeń nieorganicznych		○	○	○	●	●
	Cykliczne zamarzanie/odmarzanie		●	●	○	○	
	Erozja		○	●			
	Krystalizacja		●				
	Oddziaływania ekstremalnych temperatur	●	○	○	○	○	
	Pękanie	○					
	Relaksacja	○			○		
	Skurcz	○	○	○	●		
	Przeciążenia	●	○	●	●		●
	Wymywanie		●	○	○	●	
	Zmęczenie		●		●		
Chemiczne	Zmiany warunków geotechnicznych	●		○	●		●
	Karbonatyzacja		●				
	Korozja	○	●	●	○	○	○
	Oddziaływania substancji agresywnych		○			○	
Biologiczne	Reakcje między składnikami materiału		●	●	○		
	Akumulacja zabrudzeń organicznych		○	○		●	○
	Oddziaływania mikroorganizmów		○	○		●	
	Oddziaływania roślin	○	●	○	○	●	○
	Oddziaływania zwierząt		○			○	

Oznaczenia: ● – mechanizm podstawowy; ○ – mechanizm dodatkowy

wych obiektów mostowych, a podstawowe typy i rodzaje uszkodzeń oraz definicje poszczególnych typów uszkodzeń zestawiono w tab. 1. Prezentowana systematyka uszkodzeń jest zgodna z międzynarodowymi zaleceniami zawartymi w „Guideline for Inspection and Condition Assessment of Railway Bridges” [6].

Przedstawiona metodyka klasyfikacji uszkodzeń ma charakter uniwersalny i może być wykorzystywana w odniesieniu do uszkodzeń kolejowych obiektów mostowych o dowolnych rozwiązaniach konstrukcyjno-materiałowych. Przykłady poszczególnych typów uszkodzeń wyróżnionych w tab.1 pokazano na rys. 5.

Powstające uszkodzenia obiektów mostowych w decydującym stopniu zależą od rodzajów wywołujących je mechanizmów degradacji. Charakterystyczne relacje pomiędzy podstawowymi typami uszkodzeń a najczęściej występującymi mechanizmami degradacji zaprezentowano w tab. 2. Wśród zjawisk degradacyjnych wyróżniono mechanizmy podstawowe – mające decydujący wpływ na rodzaj uszkodzeń i tempo ich narastania oraz mechanizmy dodatkowe, których wpływ ma, z reguły, mniejsze znaczenie.

System przeglądów kolejowych obiektów mostowych

Zasadniczy zasób informacji o uszkodzeniach obiektów mostowych jest pozyskiwany w trakcie ich przeglądów. W Polsce, podobnie jak w większości krajów europejskich, realizowana jest strategia systematycznego monitorowania kondycji obiektów infrastruktury mostowej poprzez system przeglądów, których głównym celem jest wykrycie i identyfikacja ewentualnych uszkodzeń. W skład systemów kontroli stanu kolejowych obiektów mostowych stosowanych w większości krajów wchodzi z reguły następujące podstawowe rodzaje przeglądów [1], [3], [4], [10], [11]:

- przeglądy wykonywane przez służby utrzymania linii kolejowych (ogłędziny, przeglądy bieżące) lub dróg (przeglądy bieżące) w ramach patrolowych inspekcji układu komunikacyjnego;
- okresowe kontrole (przeglądy podstawowe) przeprowadzane co 1-3 lat przez wyspecjalizowanych inspektorów mostowych;
- okresowe kontrole (przeglądy rozszerzone, szczegółowe) wykonywane co 5-10 lat przez specjalistyczne zespoły diagnostów mostowych;
- przeglądy specjalne (ekspertyzy) wykonywane z reguły przez jednostki badawcze kompetentne w zakresie objętych ekspertyzą, realizowane w odniesieniu do wybranych obiektów lub ich elementów.



5. Przykłady podstawowych typów uszkodzeń kolejowych obiektów mostowych:

a) deformacja środnika dźwigara blachownicowego,
 b) objawy destrukcji betonu filara,
 c) ubytki materiału przyczółka ceglanego,

d) pęknięcie ściany bocznej betonowego przęsła sklepionego,
 e) wegetacja roślin w spoinach podory murowanej,
 f) nadmierne przemieszczenie górnej części łożyska

Obowiązujący w naszym kraju system planowania i organizacji przeglądów kolejowych obiektów mostowych przedstawiono w tab. 3 oraz na rys. 6. Oprócz przeglądów regularnych wykonywanych obligatoryjnie w odniesieniu do określonych kategorii obiektów, realizowane są także przeglądy o charakterze nieregularnym, których zakres i częstość wykonywania wynika z indywidualnych potrzeb konkretnej konstrukcji w zakresie oceny jej stanu technicznego lub przydatności użytkowej.

W szczególnych przypadkach zastosowany może być system stałej obserwacji (monitorowania) ewentualnych zmian kondycji

obiektu przy wykorzystaniu nowoczesnych czujników pomiarowych oraz zaawansowanych metod transmisji i przetwarzania danych pomiarowych. Przydatne praktycznie zalecenia w tym zakresie przedstawiono między innymi w międzynarodowych wytycznych [8].

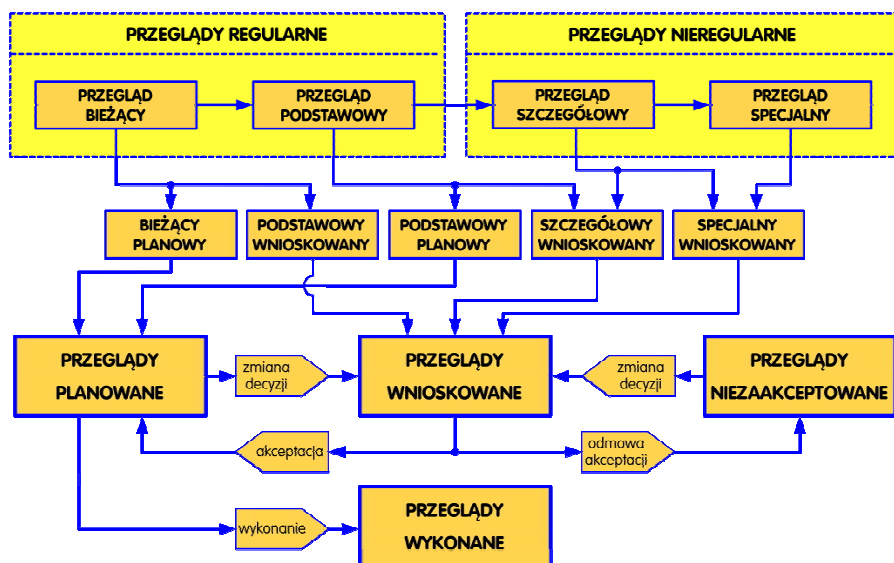
Głównym celem działań diagnostycznych jest stała kontrola kondycji obiektów mostowych umożliwiającą racjonalne planowanie niezbędnych działań utrzymaniowych, a także pozwalającą na minimalizację zagrożeń awaryj lub katastrofą.

Obiekty mostowe wyłączone z eksploatacji nie podlegają oględzinom i przeglądom

bieżącym, a pozostałe rodzaje przeglądów: obligatoryjne przeglądy podstawowe oraz opcjonalne przeglądy szczegółowe i specjalne są wykonywane pod kątem zapewnienia bezpieczeństwa nieeksploatowanej konstrukcji oraz bezpieczeństwa użytkowników tras komunikacyjnych usytuowanych pod obiektem. Ewentualna reaktywacja obiektu nieużytkowanego wymaga przeprowadzenia minimum przeglądu szczegółowego, często w połączeniu z przeglądem specjalnym indywidualnie ukierunkowanym na określone elementy lub cechy konstrukcji.

Tab.3. Przeglądy kolejowych obiektów mostowych w Polsce według [11]

Rodzaj przeglądu	Przedmiot przeglądu	Częstość wykonywania przeglądu	Wykonawca przeglądu	Metoda wykonywania przeglądu	Dokumentacja przeglądu
Oględziny	Wszystkie obiekty na liniach eksploatowanych	Według Instrukcji D-10 [10]	Dróżnik obchodowy lub toromistrz	Wizualna ocena obiektu z poziomu toru	Zapis w „Księżce kontroli obchodów i obiektów”
Bieżący	Wszystkie obiekty na liniach eksploatowanych	Stałe – co 6 miesięcy	Inżynier diagnosta, inspektor diagnosta lub diagnosta	Wizualna ocena stanu wszystkich elementów obiektu	„Protokół przeglądu bieżącego” + dokumentacja w systemie komputerowym
		Prowizoryczne – co 2 tygodnie			
		Na szkodach górniczych – min. co 3 miesiące			
Podstawowy	Wszystkie obiekty na liniach kolejowych	Raz w roku	Inżynier diagnosta, inspektor diagnosta lub diagnosta	Kompleksowa ocena wizualna oraz podstawowe badania i pomiary	„Protokół przeglądu podstawowego” + dokumentacja w systemie komputerowym
Szczegółowy	Obiekty wytypowane na podstawie przeglądów podstawowych	Na indywidualny wniosek	Główny inżynier oraz inżynier diagnosta, inspektor diagnosta lub diagnosta	Szczegółowa ocena wizualna oraz badania materiałów i geometrii obiektu	„Protokół przeglądu szczegółowego” + dokumentacja w systemie komputerowym
Specjalny	Obiekty wytypowane na podstawie przeglądów szczegółowych	Na indywidualny wniosek	Specjalistyczna jednostka badawcza	Badania przy użyciu specjalistycznego sprzętu	„Protokół przeglądu specjalnego” + „Raport z przeglądu specjalnego” + dokumentacja w systemie komputerowym



6. System organizacji przeglądów kolejowych obiektów mostowych w Polsce [4], [11]

Awarie i katastrofy kolejowych obiektów mostowych

Nawet bardzo sprawny system obserwacji zmian kondycji obiektu mostowego w trakcie jego eksploatacji nie daje pełnej gwarancji uniknięcia awarii. Pojęcie awaria jest tu rozumiane jako sytuacja, w której znaczne uszkodzenia powodują utratę przydatności użytkowej obiektu lub jego części.

Do sytuacji awaryjnych może dochodzić w wyniku działania różnego typu procesów degradacji, wśród których można wyróżnić następujące grupy:

- procesy długotrwałe powodujące uszkodzenia stosunkowo łatwe do identyfikacji, których skutki nie są jednak usuwane w procesie utrzymania (rys. **7a**);
- długotrwałe procesy degradacji o efektach trudnych do identyfikacji, jak na przykład kumulacja mikrouszkodzeń w wyniku zmęczenia materiału, prowadząca do pęknięć elementów konstrukcji (rys. **7b**);
- procesy degradacyjne o krótkim przebiegu, związane z oddziaływaniem np. szkód górniczych lub powodzi (rys. **7c**);
- procesy degradacyjne o bardzo krótkim przebiegu, związane najczęściej z uderze-

niami pojazdów w konstrukcje obiektów mostowych (rys. **7d**).

Katastrofa to, zgodnie z Prawem Budowlanym, „niezamierzone, gwałtowne zniszczenie obiektu lub jego części”. Zdarzenia takie nie omijają, niestety, kolejowych obiektów mostowych. Najczęstszą przyczyną katastrof obiektów mostowych (nie tylko kolejowych) są zjawiska związane z powodziami – w szczególności przeciążenia konstrukcji parciem wody oraz zmiany warunków geotechnicznych. Przykłady spowodowanych powodzią katastrof kolejowych obiektów mostowych przedstawiono na rys. 8.

Podsumowanie

Zagadnienia związane z wykrywaniem, identyfikacją i klasyfikacją uszkodzeń, a także oceną wpływu uszkodzeń na kondycję obiektów są kluczowe dla efektywnego gospodarowania kolejową infrastrukturą mostową. Systematyczne przeglądy oraz ewentualne monitorowanie stanu obiektów mostowych i terminowa realizacja niezbędnych działań utrzymaniowych są najpewniejszym sposobem zapewnienia bezpieczeństwa konstrukcji i ich użytkowników, a także minimalizacji liczby awarii oraz katastrof. Specjalnych procedur postępowania wymagają obiekty wyłączone przez pewien czas z użytkowania, a następnie podlegające reaktywacji. Obiekty takie powinny być poddawane szczegółowym badaniom zgodnie z indywidualnym programem opracowanym dla każdej konstrukcji.

Mimo stosowania zaawansowanych metod kontroli całkowita eliminacja uszkodzeń, awarii i katastrof kolejowych obiektów mostowych nie wydaje się możliwa. Dotyczy to w szczególności zdarzeń wywoływanych przez ekstremalne oddziaływania środowiska, jak powodzie czy ruchy górotworu. Uszkodzenia, awarie i katastrofy powodują znaczne straty finansowe i często prowadzą do utraty życia lub zdrowia ludzi, ale jednocześnie są bezcennym źródłem informacji o obiektach mostowych. Informacje te powinny być pieczołowicie gromadzone, a wnioski z nich płynące należy wykorzystywać przy projektowaniu nowych obiektów oraz w gospodarowaniu istniejącą infrastrukturą. ◀

Literatura → str. 40

*dr hab. inż. Jan Bień, prof. PWR
Zakład Mostów,
Instytut Inżynierii Lądowej*



7. Przykłady stanów awaryjnych kolejowych obiektów mostowych: a) ubytki materiału podłużnicy, b) pęknięcie zmęczeniowe dźwigara głównego, c) deformacja konstrukcji w wyniku powodzi, d) zmiana położenia filara w wyniku kolizji



8. Katastrofy mostów kolejowych w wyniku powodzi: a) na skutek podmycia i wywrócenia podpory pośredniej, b) z powodu rozmycia nasypu oraz uszkodzenia przyczółków

Literatura

- [1] Bień J.: Modelowanie obiektów mostowych w procesie ich eksploatacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
- [2] Bień J., Jakubowski K.: Hierarchical Classification of Damages of Steel Railway Bridges, 6th International Symposium on Steel Bridges, ECCS, Prague, 2006.
- [3] Bień J., Król D., Rawa P., Rewiński S.: Komputerowa ewidencja obiektów inżynierskich, Dyrekcja Generalna PKP, Warszawa, 1997.
- [4] Bień J., Król D., Rawa P., Zwolski J.: Komputerowe wspomaganie przeglądów obiektów mostowych w systemie SMOK, Inżynieria i Budownictwo, nr 7-8, 2006.
- [5] Bień J., Rewiński S.: SMOK - kompleksowy system zarządzania mostami kolejowymi, Inżynieria i Budownictwo, nr 3, 1996.
- [6] Guideline for Inspection and Condition Assessment of Railway Bridges, 2007, www.sustainablebridges.net.
- [7] Guideline for Load and Resistance Assessment of Railway Bridges, 2007, www.sustainablebridges.net.
- [8] Guideline for Monitoring of Railway Bridges, 2007, www.sustainablebridges.net.
- [9] Guideline for the Assessment of Existing Structures, Final Report, Research Project "Structural Assessment Monitoring and Control – SAMCO", 2006.
- [10] Instrukcja o dozowaniu linii kolejowych Polskich Kolei Państwowych D-10, PKP, Warszawa 1996.
- [11] Instrukcja o utrzymaniu kolejowych obiektów inżynierskich Id-16, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2004.
- [12] Kamiński T.: Nośność graniczna przęseł mostów murowanych z uwzględnieniem wpływu uszkodzeń (rozprawa doktorska), Raporty Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Nr PRE-1/2008, Wrocław, 2008.
- [13] Maksymowicz M., Cruz P., Bień J., Helmerich R.: Concrete Railway Bridges – Taxonomy of Degradation Mechanisms Identified by NDT Methods, 3rd International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Porto, 2006.
- [14] Olofsson J. et al.: Assessment of European Railway Bridges for Future Traffic Demands and Longer Lives – EC Project "Sustainable Bridges", Journal of Structure and Infrastructure Engineering, Vol. 1, No. 2, 2005.
- [15] Urban Z., UIC project on assessment, inspection and maintenance of masonry arch railway bridges, W: Sustainable Bridges – Assessment for Future Traffic Demands and Longer Lives, Eds.: Bień J., Elfgren L., Olofsson J., Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2007.
- [16] Panorama of Transport, Office for Official Publications of the European Community, European Commission, Luxembourg 2007.
- [17] Sustainable Bridges – Assessment for Future Traffic Demands and Longer Lives, Eds.: Bień J., Elfgren L., Olofsson J., Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2007.
- [18] UIC Code 778-3R Recommendations for the assessment of the load carrying capacity of existing masonry and mass-concrete arch bridges, 2008.
- [19] UIC Code 778-4 R. Defects in railway bridges and procedures for maintenance, 2009.

Konstrukcje tymczasowe na Centralnej Magistrali Kolejowej (część 2)

Andrzej Janasz, Kazimierz Szadkowski

W numerze 7-8/2010 „Przeglądu Komunikacyjnego” autorzy opisali w jakich okolicznościach i w jakim celu na linii CMK zostały zabudowane mostowe konstrukcje tymczasowe. W niniejszym artykule omówione są zasady dotyczące posadowienia przęseł tymczasowych na nasypach, przyczółkach i podporach modernizowanych mostów i wiaduktów.

Przebudowy i modernizacje obiektów prowadzone w warunkach utrzymania ruchu pociągów wymuszają wygradzenia stref niebezpiecznych. Uzyskano je poprzez zastosowanie pełnościennych ekranów, dostosowanych do naprzemiennego umieszczania konstrukcji tymczasowych za pomocą śrub. Ułatwia to montaż i demontaż oraz transport elementów konstrukcji. Dzięki ekranom podniesione zostało bezpieczeństwo ludzi pracujących na sąsiednim torze, ochrona przed hałasem oraz zjawiskami aerodynamicznymi związanymi z przejeżdżającymi (po wbudowanej konstrukcji tymczasowej) pociągami. Problem posadowienia przęseł tymczasowych na linii CMK został rozwiązany dzięki tymczasowym podporom. Wykonano je w ścian-

kach szczelnych, zabudowanych w nasypie, za istniejącym przyczółkiem i opartych na prefabrykowanym oczepie. Fragment pod oczepem stanowi żelbetowa płyta z betonu B35 o grubości 0,50 metra oraz warstwie wyrównawczej z chudego betonu B15 o grubości 0,20 metra.

Zabudowę konstrukcji tymczasowych wykonano przy całodobowym zamknięciu toru nr 1. Wyburzono konstrukcje nośne wszystkich obiektów objętych przebudową. Następnie zabudowano wytworzone konstrukcje tymczasowe i dokonano obciążenia próbnego z prędkością 100 km/h. Ten etap prac trwał 1 miesiąc. Po otwarciu toru nr 1 do ruchu i zamknięciu całodobowym toru nr 2, wyburzono istniejące konstrukcje przęseł modernizowanych

obiektów i przyczółków w torze nr 2. Następnie, zgodnie z opracowaną dokumentacją, wykonano nowe konstrukcje przęseł i przyczółków. Ten etap robót trwał około 4 miesiące. Otworzenie toru nr 2 do ruchu pozwoliło na ponowne zamknięcie całodobowe toru nr 1 i demontaż zabudowanych w nim konstrukcji tymczasowych. Wtedy możliwe stało się wykonanie nowych konstrukcji przęseł i przyczółków. Etap ten trwał 3 miesiące. Na początku grudnia przeprowadzono próbne obciążenia dynamiczne pięciu przebudowanych obiektów. W tym celu wykorzystano tabor poruszający się z prędkością 200 km/h. Pozytywny wynik badań pozwolił na dopuszczenie ich do eksploatacji z prędkością rozkładową.

Za ważne uznano właściwe zaprojektowanie