



## STANY AWARYJNE MUROWANYCH NABRZEŻY ODRY WE WROCŁAWIU

JAN BIEN, *jan.bien@pwr.edu.pl*  
TOMASZ KAMIŃSKI  
Politechnika Wrocławska

PAWEŁ RAWA  
Universal Systems s.c.

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono systematykę uszkodzeń oraz metodykę oceny stanu technicznego murowanych nabrzeży rzeki Odry w centrum Wrocławia opracowane na potrzeby projektu „Modernizacja Bulwarów Odry Śródmiejskiej we Wrocławiu”, stanowiącego część programu unowocześnienia Wrocławskiego Węzła Wodnego. Zaproponowano hierarchiczną, 2-poziomową klasyfikację uszkodzeń konstrukcji nabrzeży Odry oraz 6-stopniową skalę ocen ich stanu technicznego, uwzględniającą zaawansowanie procesów degradacyjnych, a także zakres niezbędnych działań rehabilitacyjnych. Praktyczne zastosowania opracowanych rozwiązań zaprezentowano na przykładzie trzech odcinków murowanych nabrzeży Odry.

**Słowa kluczowe:** konstrukcja murowana, nabrzeże, przegląd, uszkodzenie, ocena stanu, stan awaryjny.

### 1. Wprowadzenie

Od kilku lat w ramach programu unowocześnienia Wrocławskiego Węzła Wodnego realizowany jest projekt pod nazwą „Modernizacja Bulwarów Odry Śródmiejskiej we Wrocławiu”. Zamawiającym jest Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu a wykonawcą „Konsorcjum POL-AQUA – Odra Boulevards”. Śródmiejski Węzeł Wodny to najstarszy element Wrocławskiego Węzła Wodnego, rozwijany od średniowiecza, który kształtuje obszar cywilizacyjny historycznego centrum miasta. Rzeka Odra od wieków stanowiła ważny element w funkcjonowaniu miasta Wrocławia. Nad jej brzegami powstało wiele reprezentacyjnych gmachów użyteczności publicznej i arcydzieł architektury sakralnej. Aby nie naruszyć harmonii architektonicznej centrum miasta, nabrzeża realizowano przeważnie jako konstrukcje murowe z cegieł ceramicznych łączonych zaprawą cementowo-wapienną.

Wrocławski Węzeł Wodny jest najbardziej rozbudowanym tego typu obiektem hydrotechnicznym w Polsce. Unikatowe w skali kraju jest wyjątkowo bogate nasycenie Węzła różnorodnymi budowlami wodnymi, spośród których konstrukcje nabrzeży warte są szczególnej uwagi. Na miejskim odcinku rzeki Odry o długości 25 km występuje wiele typów umocnień brzegów, zróżnicowanych pod względem konstrukcyjnym i materiałowym [1, 2, 3].

Obecny kształt nabrzeża śródmiejskie uzyskały po przebudowach w XVIII i XIX stuleciu. Największym problemem, z którym od lat zmagają się mieszkańcy Wrocławia, są powodzie. W historii miasta zdarzały się one wielokrotnie, a szczególnie dotkliwe wystąpiły w latach: 1813, 1831, 1854, 1902, 1903, 1977, 1985 oraz 1997. Dotkliwe skutki powodzi w roku 1997 były motywacją do podjęcia programu unowocześnienia całego Wrocławskiego Węzła Wodnego, którego przygotowanie techniczne i finansowe zajęło kilkanaście lat. Jednym z głównych elementów aktualnie realizowanego projektu modernizacji nadodrzańskich bulwarów

jest zapewnienie bezpieczeństwa umocnień brzegu Odry usytuowanych na obszarze centrum Wrocławia.

W referacie przedstawiono system klasyfikacji uszkodzeń oraz ocen stanu technicznego opracowany i zastosowany w odniesieniu do nabrzeży wykonanych w formie murowanych ceglanych ścian oporowych – konstrukcji dominujących na obszarze bulwarów Odry Śródmiejskiej. Praktyczne zastosowanie zaproponowanej systematyki uszkodzeń oraz skali ocen ich stanu technicznego zaprezentowano na przykładach wybranych odcinków umocnień brzegu Odry.

## 2. Systematyka uszkodzeń oraz kryteria oceny stanu technicznego

Na potrzeby prowadzonych prac diagnostycznych opracowano hierarchiczną, 2-poziomową klasyfikację uszkodzeń konstrukcji nabrzeży Odry, z wykorzystaniem koncepcji przedstawionych m. in. w pracach [4, 5]. Na najwyższym poziomie klasyfikacji wyróżniono sześć podstawowych typów uszkodzeń, a na poziomie niższym – rodzaje uszkodzeń specyficzne dla poszczególnych typów imperfekcji. Zastosowaną systematykę uszkodzeń przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Hierarchiczna 2-poziomowa klasyfikacja uszkodzeń konstrukcji nabrzeży Odry

Typ i definicja uszkodzenia	Rodzaj uszkodzenia
<b>Deformacje</b> – niezgodne z projektem zmiany geometrii, powodujące zmiany wzajemnych odległości punktów konstrukcji	Zmiana geometrii osi elementu
	Zmiana geometrii na długości elementu
<b>Destrukcja materiału</b> – pogorszenie wartości cech fizyko-chemicznych materiału w stosunku do wartości projektowanych	Zmiana cech chemicznych
	Zmiana cech fizycznych
<b>Ubytki materiału</b> – zmniejszenie ilości materiału elementów konstrukcji w stosunku do rozwiązania zaprojektowanego	Ubytek materiału elementu
	Ubytek materiału warstw zabezpieczających
<b>Utrata ciągłości materiału</b> – niezgodne z projektem przerwanie ciągłości materiału konstrukcji	Rysa
	Pęknięcie
	Rozwarstwienie
<b>Zanieczyszczenia</b> – występowanie zabrudzeń lub nieprzewidzianej w projekcie vegetacji roślin na konstrukcji	Nieorganiczne
	Organiczne
<b>Zmiana położenia</b> – niezgodne z projektem przemieszczenie konstrukcji, przy którym wzajemne odległości wszystkich punktów przemieszczonej części nie ulegają zmianie	Przemieszczenie liniowe
	Obrót

W celu jednolitej oceny stanu technicznego umocnień brzegów Odry opracowano 6-stopniową skalę ocen zaprezentowaną w tab. 2. W tabeli tej obok ocen liczbowych (od 5 do 0) przedstawiono odpowiadające im określenia słowne (od „odpowiedni” do „awaryjny”) oraz przyjęte kryteria klasyfikacji stanu technicznego konstrukcji. Poszczególne poziomy skali ocen są definiowane na podstawie stwierdzonych uszkodzeń konstrukcji nabrzeży oraz zakresu niezbędnych działań naprawczych, aż do ewentualnej wymiany elementów konstrukcji.

Tabela 2. Skala ocen stanu technicznego konstrukcji nabrzeży Odry

Ocena	Określenie stanu technicznego	Kryterium oceny stanu technicznego elementu
5	Odpowiedni	Element bez uszkodzeń i zanieczyszczeń możliwych do stwierdzenia podczas przeglądu
4	Zadowalający	Element wykazuje zanieczyszczenia lub pierwsze objawy uszkodzeń pogarszających warunki pracy i/lub wygląd estetyczny, ale nie wpływających istotnie na stan techniczny
3	Niepokojący	Element wykazuje uszkodzenia, których nienaprawienie spowoduje skrócenie okresu bezpiecznej eksploatacji
2	Niedostateczny	Element wykazuje uszkodzenia obniżające znacznie jego stan techniczny, ale możliwe do naprawy
1	Przedawaryjny	Element wykazuje nieodwracalne uszkodzenia stwarzające zagrożenie dla jego bezpiecznej eksploatacji i wymagające przebudowy lub wymiany konstrukcji
0	Awaryjny	Element w stanie awarii wykazujący znaczne uszkodzenia powodujące utratę jego przydatności użytkowej oraz poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa konstrukcji – wymaga pilnej wymiany

### 3. Nabrzeże w rejonie Wzgórza Polskiego

Wzgórze Polskie to obszar na lewym brzegu Odry, na którym znajdują się pozostałości dawnych fortyfikacji Wrocławia i tzw. Bastionu Ceglano – jednej z kilku budowli fortyfikacyjnych, pozostałych po likwidacji murów obronnych po zdobyciu Wrocławia przez wojska napoleońskie w 1807 r. U stóp Wzgórza Polskiego zlokalizowany jest popularny bulwar spacerowy prowadzący wzdłuż brzegu rzeki umocnionego murowaną ścianą oporową (rys. 1).



Rys. 1. Nabrzeże Odry w rejonie Wzgórza Polskiego przed rozpoczęciem przebudowy; widoczne uszkodzenia w postaci destrukcji i ubytków materiału oraz zanieczyszczeń organicznych

Typowe uszkodzenia rozpatrywanego odcinka nabrzeża pokazano na rys. 2, 3 oraz 4. W trakcie badań diagnostycznych stwierdzono odspojenie zewnętrznej warstwy muru od głównej części korpusu oraz przedawaryjny stan tej części konstrukcji. Znalazło to pełne potwierdzenie w czasie przebudowy, gdyż doszło do samoczynnego zniszczenia (zawalenia się) zewnętrznej części muru na znacznej długości (rys. 4, po lewej). W wyniku podjętych robót budowlanych na całym rozpatrywanym odcinku odtworzono zewnętrzną część konstrukcji w formie żelbetowej ściany z okładziną ceglana (rys. 4, po prawej).





Rys. 2. Nabrzeże Odry w rejonie Wzgórza Polskiego: deformacja murowanej balustrady wraz z zewnętrzną warstwą korpusu (po lewej), destrukcja i ubytki materiału (po prawej)



Rys. 3. Nabrzeże Odry w rejonie Wzgórza Polskiego: ubytki materiału oraz zanieczyszczenia organiczne – wegetacja roślin (po lewej), lokalne zniszczenia zewnętrznej warstwy muru (po prawej)

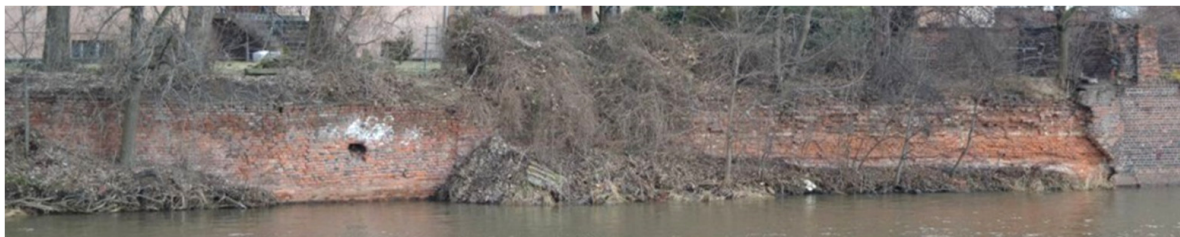


Rys. 4. Nabrzeże Odry w rejonie Wzgórza Polskiego: zniszczenie zewnętrznej warstwy umocnienia (p lewej), nowa ściana żelbetowa z okładziną ceglana – stan w trakcie przebudowy (po prawej)

#### 4. Nabrzeże w rejonie Mostu Tumskiego

Usytuowany w pobliżu Mostu Tumskiego odcinek umocnień Ostrowa Tumskiego, mimo bardzo eksponowanej lokalizacji, należał do najbardziej zaniedbanych i znajdował się w stanie awaryjnym (rys. 5). Konstrukcja wykazywała pęknięcia znacznej rozwartości (rys. 6), a na całej powierzchni występowała intensywna destrukcja i rozległe ubytki materiału oraz deformacje (rys. 7). Przebudowa polegała na wymianie istniejącej konstrukcji murowanej na ścianę żelbetową z okładziną ceglana (rys. 8).





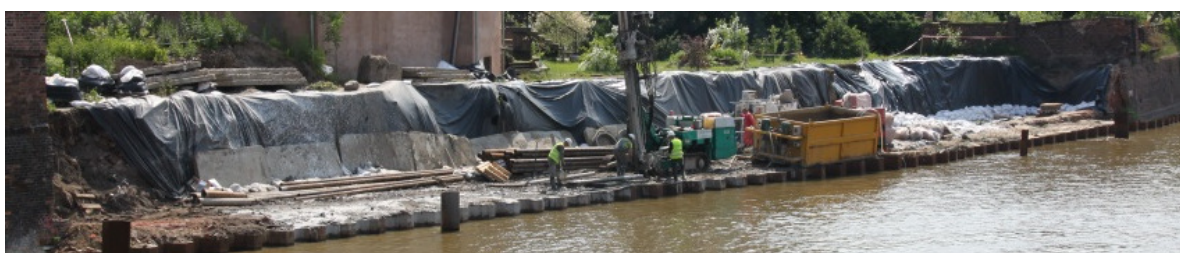
Rys. 5. Nabrzeże Odry w rejonie Mostu Tumskiego – widok ogólny przed rozpoczęciem prac budowlanych: rozległa destrukcja i ubytki materiału, deformacje, intensywna wegetacja drzew



Rys. 6. Nabrzeże Odry w rejonie Mostu Tumskiego – pęknięcia konstrukcji korpusu



Rys. 7. Nabrzeże Odry w rejonie Mostu Tumskiego: zaawansowana destrukcja i rozległe ubytki materiału oraz deformacja całej konstrukcji



Rys. 8. Nabrzeże Odry w rejonie Mostu Tumskiego w trakcie przebudowy

### 5. Nabrzeże w rejonie Mostu Sikorskiego

Tereny na zachód od Mostu Sikorskiego wykorzystywane były pierwotnie jako powierzchnie magazynowe i składowe. Poniżej mostu usytuowano nabrzeża przemysłowe, z urządzeniami cumowniczymi, które były wykorzystywane w czasach, kiedy Odra Południowa współtworzyła przemysłowe centrum Wrocławia. Wybudowane umocnienia ozdobione zostały łukowymi ceglanyymi sklepieniami, tworzącymi przestrzenne galerie (rys. 9).





Rys. 9. Nabrzeże Odry w rejonie Mostu Sikorskiego – widok ogólny przed przebudową



Rys. 10. Nabrzeże Odry w rejonie Mostu Sikorskiego: wzajemne przesunięcia (po lewej) oraz znacznej rozwartości pęknięcia elementów konstrukcji i zanieczyszczenia organiczne (po prawej)



Rys. 11. Nabrzeże Odry w rejonie Mostu Sikorskiego: rozległe pęknięcia, pokaźne ubytki materiału oraz znaczne przemieszczenia elementów konstrukcji

Przed rozpoczęciem prac budowlanych zachodnia część rozpatrywanego odcinka umocnień prawego nabrzeża Odry znajdowała się w bardzo złym stanie technicznym – ocenionym jako awaryjny, co zilustrowano na rys. 10–12. Szczególnie niebezpieczne były uszkodzenia stwierdzone w środkowej części konstrukcji (rys. 10 oraz 11), które powodowały bezpośrednie zagrożenie katastrofą i tym samym wymogły zupełną wymianę tego segmentu konstrukcji (rys. 13).





Rys. 12. Nabrzeże Odry w rejonie Mostu Sikorskiego: pęknięcia, ubytki materiału oraz deformacje elementów konstrukcji spowodowane przez korzenie drzew



Rys. 13. Nabrzeże Odry w rejonie Mostu Sikorskiego w trakcie przebudowy: wymiana najbardziej uszkodzonej części konstrukcji (po lewej) oraz naprawa i wzmocnienie pozostałej części

## 6. Podsumowanie

Zaproponowana systematyka uszkodzeń konstrukcji nabrzeży oraz kryteria oceny stanu technicznego umocnień brzegów Odry potwierdziły swoją praktyczną przydatność i umożliwiły ujednolicenie metodyki oceny stanu technicznego wszystkich nabrzeży, łącznej długości ok. 11 000 m, objętych projektem „Modernizacja Bulwarów Odry Śródmiejskiej we Wrocławiu”. Bardzo duże zróżnicowanie poszczególnych odcinków nabrzeży pod względem konstrukcyjnym i materiałowym, a także w zakresie zaawansowania procesów degradacyjnych wymagało szczegółowych działań diagnostycznych oraz gruntownej oceny stanu technicznego wszystkich elementów każdego analizowanego segmentu.

Metody i technologie naprawy każdej konstrukcji zostały określone indywidualnie, z uwzględnieniem wyników procedur diagnostycznych [6]. Głównym kryterium określenia zakresu napraw była ocena stanu zasadniczych elementów konstrukcyjnych nabrzeży, tj. posadowienia i korpusu konstrukcji oporowej. Ocena stanu takiego elementu jako „awaryjny” implikowała konieczność przebudowy konstrukcji.

W tab. 3 zamieszczono zestawienie ocen stanu technicznego poszczególnych elementów składowych trzech odcinków nabrzeży prezentowanych w artykule oraz podano informacje o podjętych działaniach naprawczych.

Tabela 3. Oceny stanu technicznego elementów konstrukcji nabrzeży i działania naprawcze

Oceniany element	Rejon Wzgórza Polskiego	Rejon Mostu Tumskiego	Rejon Mostu Sikorskiego
Posadowienie / fundament	3 (1)	0	2
Korpus konstrukcji oporowej	3 (1)	0	0
Izolacja / odwodnienie	0	1	1
Nasyp gruntowy	3	1	2
Wypośażenie	0	0	0
Działania naprawcze	Wymiana zewnętrznej warstwy korpusu oraz wyposażenia	Całkowita wymiana konstrukcji nabrzeża	Całkowita wymiana konstrukcji nabrzeża
W nawiasach oceny stanu zewnętrznej warstwy konstrukcji oporowej			

### Literatura

1. Blejarski T., Molęda M., Zgoda E. Modernizacja Wrocławskiego Węzła Wodnego. Przegląd Szczegółowy Konstrukcji Oporowej. Załącznik 1 – Inwentaryzacja Stanu Istniejącego Uszkodzeń, Konsorcjum Pol-Aqua – Odra Boulevard, Wrocław, 2012 r. (niepubl.)
2. Budych L. Przygotowanie dokumentacji archiwalnej konstrukcji oporowych w ciągu nabrzeża rzeki Odry dla zadania: Modernizacja Wrocławskiego Węzła Wodnego. Bulwary Odry Śródmiejskiej, Wrocław, 2012 r. (niepubl.)
3. Klin S., Idzikowski R. Obudowy nabrzeży rzeki Odry we Wrocławiu – rys historyczny, różnorodność rozwiązań, potrzeby technicznej i naukowej optymalizacji technologii napraw i modernizacji, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, Nr 9/2008.
4. Bień J., Kamiński T. Współczesne metody badań murowanych mostów sklepionych, Konferencja „Badania materiałów budowlanych i konstrukcji inżynierskich”, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2004.
5. Bień J. Uszkodzenia i diagnostyka obiektów mostowych, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2010.
6. Kledyński Z. Remonty budowli wodnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.

### EMERGENCY CONDITIONS OF MASONRY EMBANKMENTS OF THE ODRA RIVER IN WROCLAW

**Abstract:** The paper presents classification of defects and methodology of condition assessment for masonry embankments of the Odra River in Wrocław within the project “Modernization of Odra Boulevards”, part of general programme of the Wrocław Water Network renovation. Two-level classification of defects is proposed as well as six-level condition rating system. Practical application of the proposed solutions is presented in a case study on three sections of the masonry embankments of the Odra River.

**Keywords:** masonry structure, river embankment, inspection, defect, condition assessment, failure conditions.