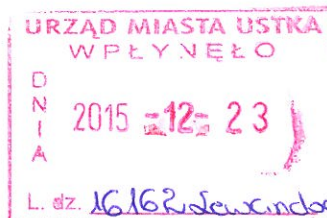




**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
I ŚRODOWISKA



ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

EKSPERTYZA TECHNICZNA

Zadanie:	Ekspertyza techniczna dot. określenia przyczyn awarii konstrukcji kładki otwieralnej nad kanałem portowym w Porcie Ustka		
Zamawiający:	HYDRO – NAVAL SPÓŁKA Z O.O. ul. Braci Staników 16, 76-200 Słupsk		
Obiekt:	Kładka otwieralna nad kanałem portowym w Porcie Ustka		
Nr zlecenia:	186/HM/DF/2015 z dnia 02.11.2015 187/HM/DF/2015 z dnia 04.11.2015		
	Imię i nazwisko	Specjalność, numer uprawnień	Podpis
Zespół autorski części A:	prof. dr hab. inż. Adam Bolt	Rzeczoznawca budowlany nr RZE/X/0010/10 Upr. bud. do projektowania i kierowania rob. bud. bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr POM/084/PWOK/07 Specjalizacja techniczno-budowlana GEOTECHNIKA Nr MAZ/0004/PWOK-SP/14 Upr. geologiczne nr VI-0 365/98; Członek POIIB Nr POM/BO/0285/07; Certyfikat PKG nr 0022/98	
	dr inż. Grzegorz Horodecki	Upr. bud. do projektowania i kierowania rob. bud. bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr POM/0107/PWOK/08 Specjalizacja techniczno-budowlana GEOTECHNIKA Nr MAZ/0006/PWOK-SP/14; Członek POIIB Nr POM/BO/0285/08; Certyfikat PKG nr 0205/07	
	dr hab. inż. Marcin Cudny	<i>certyfiat PKG 0203</i>	
Zespół autorski części B:	prof. dr hab. inż. Krzysztof Wilde	upr. bud. do projektowania i kierowania rob. bud bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej POM/0129/PWOK/12, wpis do POIIB POM/BO/0358/12	
	prof. dr hab. inż. Jacek Chróścielewski	upr. bud. do projektowania i kierowania rob. bud bez ograniczeń specjalności konstrukcyjno-budowlanej 8/Gd/01; wpis do POIIB POM/BO/0583/01	
	dr inż. Mikołaj Miśkiewicz	upr. bud. do projektowania i kierowania rob. bud bez ograniczeń w specjalności mostowej POM/0074/PWOM/10, wpis do POIIB POM/BM/0296/10	
	dr inż. Łukasz Pyrzowski		
Współpraca:	mgr inż. Błażej Meronk, mgr inż. Rafał Kędra, mgr inż. Aleksandra Mariak		

Gdańsk, grudzień 2015 r.

1. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania są zlecenia nr 186/HM/DF/2015 z dnia 02.11.2015 oraz 187/HN/DF/2015 z dnia 04.11.2015 udzielone Politechnice Gdańskiej.

2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania ekspertyzy jest zidentyfikowanie przyczyn nieprawidłowej pracy konstrukcji obrotowej kładki dla pieszych nad kanałem portowym w Porcie Ustka zaobserwowanym w na początku lipca 2015r.

Zakres opracowania obejmuje dwie części:

- A: Analiza geotechniczna wskazująca na przyczyny nieprawidłowej pracy konstrukcji.
- B: Analiza wpływu zmian w warunkach posadowienia obiektu na jego zachowanie.

Obydwie części stanowią odrębne opracowania, a w niniejszym dokumencie prezentuje się jedynie wyciągnięte z przeprowadzonych analiz wnioski.

3. Wnioski i zalecenia – **część A** ekspertyzy

- 1) Budowa basenu oraz ciągów komunikacyjnych realizowana była po zakończeniu budowy kładki i w trakcie jej normalnego użytkowania i miała istotny wpływ na stan kładki. Problem oddziaływania środowiskowego o takim zakresie powinien być szczegółowo uwzględniony zarówno w projektach, jak i bezwzględnie w trakcie realizacji. Braku tego nie zakwestionował nadzór inwestorski.
- 2) Niniejsza część ekspertyzy dotyczy wpływu robót budowlanych na stan podłoża gruntowego i zdolność przenoszenia obciążeń przez fundamenty na podłoże gruntowe. Ocenę stanu konstrukcji kładki oraz urządzeń mechanicznych zawarto w części B ekspertyzy.
- 3) Na podstawie analizy dostępnych materiałów można stwierdzić, że podstawową i bezpośrednią przyczyną awarii kładki były oddziaływania robót budowlanych powstałe w trakcie realizacji inwestycji basenu rybackiego i ciągów komunikacyjnych, które spowodowały zmiany parametrów ośrodka gruntowego w otoczeniu fundamentów.
- 4) W wyniku degradacji parametrów mechanicznych podłoża, w szczególności zalegającej warstwy pyłów, doszło do zwiększenia podatności na wyciąganie pali fundamentowych stanowiących

zakotwienie odciągów. Wykonanie sztywnych nawierzchni i podbudowy poprawiło odporność układu palowego na obciążenia poziome i ogranicza wartości przemieszczeń poziomych. Niestety prace te nie były ukierunkowane na utwierdzenie pali i w obecnym stanie brak gwarancji na prawidłowe ich zachowanie się w dłuższym okresie czasu.

- 5) Naszym zdaniem remont kładki nie wymaga zasadniczych zmian konstrukcji fundamentów. Do fundamentu pylonu i jego posadowienia oraz sposobu wykonania nie wnosimy zastrzeżeń, gdyż zmiany właściwości podłoża nie wpłynęły na jego schemat statyczny. Degradacji uległo podłoże wokół elementów kotwiących (pali kotwiących) i ono wymaga prac naprawczych.
- 6) Ze względu na redukcję oporów na pobocznicy pali kotwiących w trakcie obciążeń dynamicznych od drgań wywołanych robotami budowlanymi niezbędne jest naszym zdaniem zwiększenie oporu bocznego pali stanowiących kotwienie odciągów z uwagi na konieczność zapewnienia odporności długookresowej układu na obciążenia poziome i pionowe o charakterze cyklicznym, w istniejących gruntach zalegających w podłożu. Oznacza to konieczność wykonania prac usztywniających układ.
- 7) Proponowane rozwiązanie dotyczące poprawy układu statycznego fundamentów konstrukcji kładki obejmuje wykonanie:
 - poszerzenia górnej części polegające na 3 krotnym zwiększeniu średnicy pala na wysokości około 2,5 m (podpora hybrydowa) + iniekcja wokół trzonu pala do głębokości ok. 10 m; iniekcji strefowej wokół pobocznicy pala (min. 4 otwory $\square\square 50$ mm z rozstawem poziomów iniekcyjnych co 0,5 m);
 - rusztu żelbetowego, spinającego w poziomie oczepy pali kotwiących i fundamentu pylonu w połączeniu z iniekcją wysokociśnieniową.

4. Podsumowanie i wnioski – część B ekspertyzy

- 1) Jak sugerują wyniki przeprowadzonych symulacji aktualnego stanu konstrukcji, budowa basenu oraz ciągów komunikacyjnych realizowana w bezpośrednim sąsiedztwie kładki i ingerującą w system jej fundamentowania mogła mieć istotny wpływ na stan aktualny kładki.
- 2) Istotnym elementem ograniczającym możliwość uzyskania pełnych informacji nt. uszkodzeń kładki powstałych w trakcie wykonywania prac budowlanych w jej sąsiedztwie jest całkowity brak danych z monitoringu. Pomimo prowadzenia prac w bezpośrednim sąsiedztwie kładki nie wykonywano żadnych pomiarów kontrolnych istniejącego obiektu budowlanego.

- 3) Awaria kładki zdiagnozowana poprzez jej nieprawidłowe zachowanie dynamiczne (nadmierne drgania cięgien i związane z nimi efekty akustyczne) była spowodowana występowaniem zjawiska wewnętrznego rezonansu, który wynika ze sprzęgania się częstotliwości lokalnych cięgien z globalnymi częstotliwościami całego obiektu.
- 4) Aktualny stan wyężenia poszczególnych elementów konstrukcji kładki po wykonaniu prac eksperckich ogólnie jest bezpieczny, ale występujące siły w linach znacznie odbiegają od pierwotnie zaprojektowanych wartości.
- 5) Zmiana parametrów podłoża gruntowego w strefie fundamentów odciągów, do którego przyczyniły się prowadzone prace w bezpośrednim sąsiedztwie kładki spowodowała wysunięcie się odciagu prawego i tym samym rozregulowanie się występujących sił w cięgnach podwieszających pomost. Podczas pomiarów geodezyjnych prowadzonych w okresie lipiec – listopad 2015r. zarejestrowano przyrost wysunięcia pionowego podpory odciagu prawego (OP) o wartości 6 mm. Jednakże przeprowadzone symulacje w środowisku MES wskazują, że całkowita wartość tego przemieszczenia, z pominięciem innych efektów, które mogły występować, wyniosła około 19 mm.
- 6) Możliwa jest naprawa kładki i w celu przywrócenia jej do użytkowania wymagane jest opracowanie projektów, a następnie wykonanie stabilizacji fundamentów odciągów oraz regulacji sił naciągu w cięgnach.
- 7) Proces regulacji sił naciągu w cięgnach, poza standardową funkcją odczytu wartości sił na urządzeniach naciagowych, powinien być realizowany z równoczesnym pomiarem częstotliwości ich drgań własnych i jednocześnie dodatkową możliwością kontroli rzeczywistych sił występujących w cięgnach.
- 8) Po zakończeniu procesu regulacji sił naciągu w cięgnach zaleca się przed oddaniem obiektu do eksploatacji ponowne próbne obciążenie o rozszerzonym zakresie. Zakres ten powinien objąć, nie tylko standardową procedurę odbiorową obiektu pod balastem odpowiadającym obciążeniu eksploatacyjnemu, ale także pomiary zachowania kładki w czterech charakterystycznych dla tego typu kładek położeniach.
- 9) W związku z nieprawidłową pracą obiektu, będącą wynikiem zmiany warunków gruntowych posadowienia fundamentów kładki, w pierwszym roku eksploatacji po ponownym zezwoleniu na użytkowanie zaleca się zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej z dnia 23

października 2006 r. w sprawie warunków technicznych użytkowania oraz szczegółowego zakresu kontroli morskich budowli hydrotechnicznych wykonanie stałego Systemu Monitoringu Technicznego (SMT) wraz z modułem symulacji numerycznych, który czuwałby nad bezpieczeństwem pracy konstrukcji.