

Remont betonowych konstrukcji wsporczych w Porcie Północnym w Gdańsku

Mgr inż. Jerzy Drażkiewicz

„Projmors” Sp. z o.o. Biuro Projektów Budownictwa Morskiego w Gdańsku

Port Północny w Gdańsku powstał w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku, a więc ponad 40 lat temu. Ten miniony czas unaoczniał wpływ warunków środowiskowych, głównie oddziaływania wody morskiej, a jeszcze bardziej konkretnie mieszaniny powietrza i wody, tak zwanego aszolu, oraz mrozu na konstrukcje betonowe. Bez widocznych negatywnych efektów pozostają narzuty z kamienia. Korozja dotyka konstrukcji stalowych, pomimo powłok zabezpieczających dostępnych w danym okresie czasu, choć mniej doskonałych niż obecnie. Z konieczności elementy stalowe są poddawane renowacji i pokrywane dostępnymi obecnie preparatami zabezpieczającymi. Można byłoby określić, że renowacja konstrukcji stalowych jest permanentna. W przypadku konstrukcji, ogólnie nazwijmy betonowych, korozja betonu jest zróżnicowana pomimo tych samych warunków środowiskowych. Elementy wykonane jako prefabrykaty, a więc wyprodukowane w dużo lepszych warunkach, są mniej skorodowane, natomiast konstrukcje z betonu wykonywane w miejscu ich wbudowania wykazują znaczne „zużycie” i wymagają po prostu naprawy.

Jak to w większości przypadków bywa przyczyna nie jest jedna. Oprócz oddziaływania środowiska wpływ mają zapewne nieprzestrzeganie technologii wykonania betonu w trudnych przecież warunkach czy jego pielęgnacja po wbudowaniu betonu.

W niniejszym artykule przedstawiono naprawę betonowych konstrukcji z dość osobliwym przypadkiem dotyczącym jednej z nich, z którym poradzono sobie, co warto podkreślić, w warunkach czynnego zakładu (rys. 1).

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA KONSTRUKCJI BETONOWYCH PODDANYCH REMONTOWI

Na rys. 2 przedstawiono plan Pirsu Paliwowego stanowisko „P”. Stanowisko to jest wyznaczone przez dalby odbojowe, do których cumuje statek podczas przeładunku. Dalby są zlokalizowane po dwie, z każdej strony pomostu, na którym znajdują się urządzenia (nalewaki) podłączone do statku w celu umożliwienia przeładunku paliwa.

Podczas postoju statku jego obsługa korzysta, w celu na przykład założenia cum na pachoły, z pomostów komunikacyjnych rozmieszczonych między dalbami i poprzecznie do nich. Pomosty opierają się na podporach wykształconych w postaci betonowych bloków (zbrojonych powierzchniowo) opartych na palach.

Podpory pod pomosty komunikacyjne są usytuowane podobnie jak dalby po obu stronach pomostu przeładunkowego stanowiska „P”. Szczegółową lokalizację podpór pokazano na rys. 2.

Betonowe podpory podpierające pomosty dojeściowe do dalb odbojowych są osadzone na palach skrzynkowych zespolonych z brusów Larssen IVn o długości 24 m. Głowice pali na długości około 30 cm są zabetonowane w blokach podpór.

Ze względu na konstrukcję pomostów dojeściowych, bloki mają różne wymiary, na przykład:

- podpora nr 1 – $2,31 \times 3,86 \times 1,92$ m (rys. 3);
- podpora nr 5 – $2,60 \times 3,20 \times 1,70$ m (rys. 4).

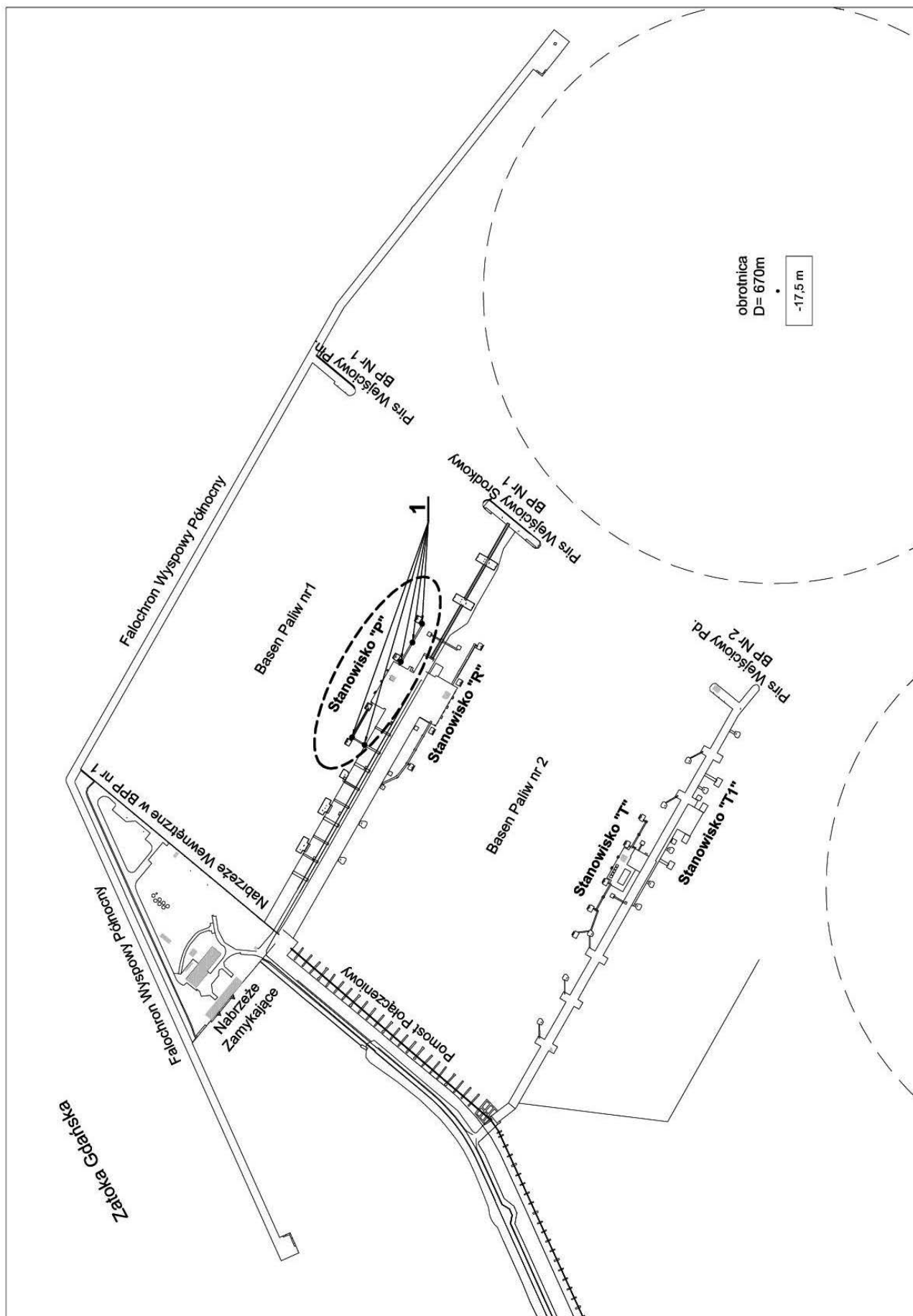
Istniejące bloki wykonano z betonu hydrotechnicznego $R_w = 200$ zbrojonego powierzchniowo siatką z prętów $\phi 14$ o średnim rozstawie 25 cm. Na bloku podpory nr 5 znajdują się dodatkowe konstrukcje pod oparcie pomostów.

Przeprowadzony w październiku 2014 roku przegląd konstrukcji bloków podpór, dokonanych w ramach okresowej pięcioletniej kontroli, wykazał, że na wszystkich podporach widać powierzchnię korozję betonu o różnym stopniu natężenia, z lokalnymi wżerami korozyjnymi. Pojawiły się odspojenia otuliny, lokalnie odsłaniające pręty zbrojeniowe, a także miejscowe wykruszenia betonu na krawędziach oczepów, co widoczne jest na rys. 3 i 4.

Blok podpory nr 5 (rys. 4) przy dalbie DO7 jest wyraźnie uszkodzony, ma spękania i częściowo odspojoną powierzchnię dolną razem z krawędzią. Największe wykruszenia występują przy głowicach pali.

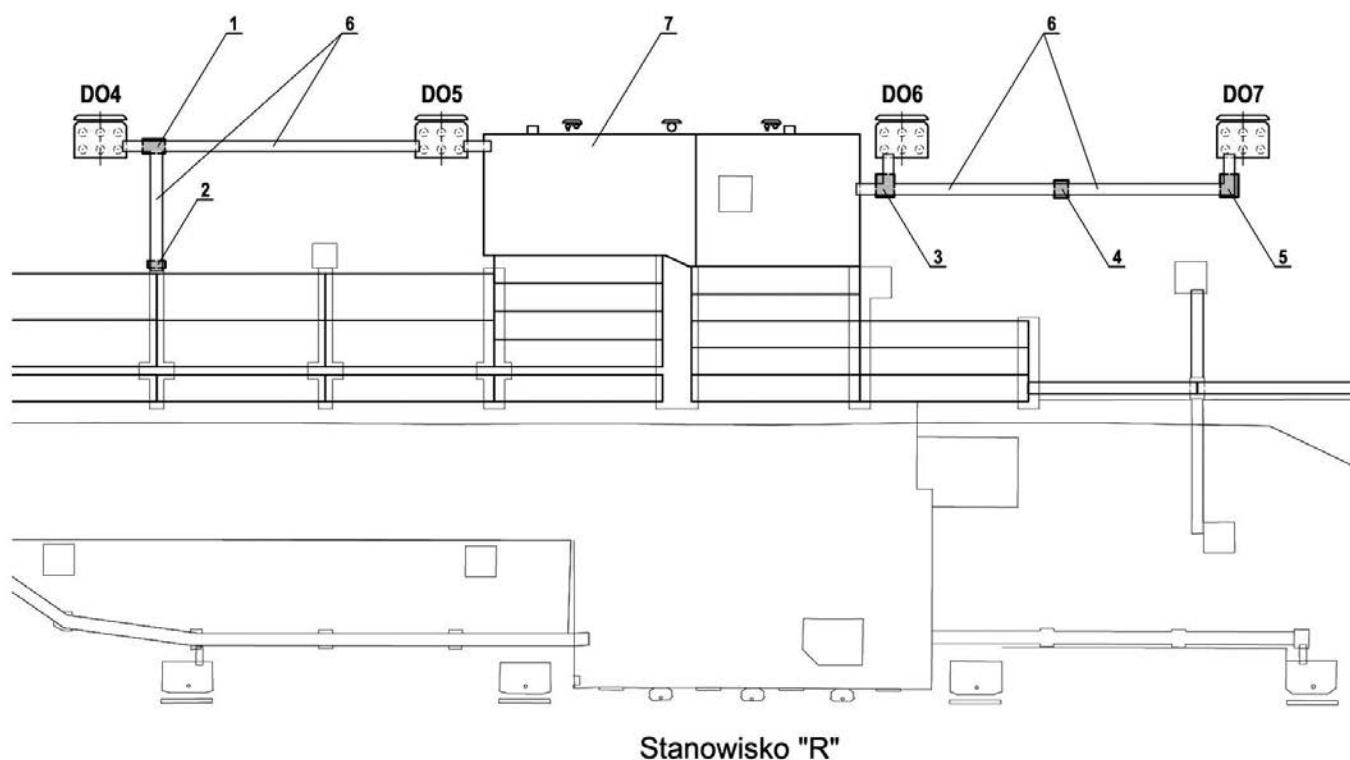
Wszystkie spośród pięciu betonowych podpór wymagały wykonania niezbędnych prac naprawczych.

Widoczne na rys. 3 i 4 poszerzenia pali ponad zwierciadłem wody, a poniżej dolnej powierzchni bloków podporowych, sta-



Rys. 1. Usytuowanie Pirsu Paliwowego stanowisko „P” w Porcie Północnym w Gdańsku
1 – lokalizacja podpór pomostów komunikacyjnych

Stanowisko "P"



Stanowisko "R"

Rys. 2. Plan Pirsu Paliwowemu stanowisko „P” wraz z pomostami komunikacyjnymi do dałb
1 ÷ 5 – oznaczenie podpór; 6 – pomosty komunikacyjne dla obsługi; 7 – pomost przeładunkowy stanowiska „P”



Rys. 3. Widok podpory nr 1 przed podjęciem prac remontowych
(widoczna korozja dolnej części bloku podpory)



Rys. 4. Widok podpory nr 5 przed remontem
(wyraźnie odsłonięte zbrojenie w dolnej części bloku wskutek korozji betonu)

nowią ich zabezpieczenie wykonane wcześniej. Otulenie pila w jego części pod i nad zwierciadłem wody jest wynikiem napraw i zabezpieczenia pila ze względu na postępującą korozję stali w strefie zmiennego poziomu zwierciadła wody.

REMONT BLOKÓW PODPOROWYCH

W związku z korozją betonu bloków podporowych, podporających pomosty komunikacyjne stanowiska przeładunko-

wego, użytkownik zlecił w pierwszym etapie wykonanie dokumentacji projektowej.

Przedmiotem opracowania była dokumentacja [2] obejmująca roboty remontowo-konserwacyjne betonowych podpór pomostów komunikacyjnych do dałb odbojowych stanowiska „P” w Porcie Północnym w Gdańsku.

Ogólny zakres robót obejmował (rys. 5):

- reprofilację uwzględniającą wykonanie zabezpieczenia przeciwwiąskowego górnej powierzchni oczepów podpór;

- reprofilację ścian bocznych i spodu oczepów żelbetonowych podpór;
- naprawę uszkodzonego betonu spodu oczepów podpór nr 1 i 5;
- zabezpieczenie antykorozyjne blach łożyskowych oraz konstrukcji nośnej pomostów dojściowych (blachownice, kątowniki, ceowniki) w obrębie oczepów.

W zakresie reprofilacji bloków betonowych roboty obejmowały:

- usunięcie luźnych fragmentów betonu, mleczka cementowego, starych powłok,
- zgroszkowanie pozostałej powierzchni oczepów,
- odkucie betonu wokół korodujących fragmentów prętów zbrojeniowych, tak aby odsłonić skorodowaną powierzchnię prętów,
- oczyszczenie odkrytych elementów stalowych do stopnia Sa 2½ (według PN-ISO 8501-1) przez piaskowanie,
- odpylenie piaskowanych powierzchni.

Na wszystkich podporach przewidziano wykonanie następujących robót naprawczych:

1. W celu odprowadzenia wody na powierzchni górnej bloków należy odtworzyć istniejące spadki min ~1% w kierunku na zewnątrz, stosując zaprawy naprawcze typu PCC, to jest warstwę szepną, a następnie, w zależności od wielkości ubytków, zaprawę do ręcznego wypełniania ubytków na warstwie szepnej.
2. Na powierzchniach bocznych i dolnych oczepów zastosować:
 - a) w przypadku płytkich uszkodzeń, bez odsłoniętego zbrojenia, zaprawy naprawcze typu PCC, to jest warstwę szepną, a następnie, w zależności od wielkości

ubytków, zaprawę do ręcznego wypełniania ubytków na warstwie szepnej,

- b) w przypadku głębokich ubytków: warstwę szepną, a do wypełnienia ubytków użyć mieszankę torkretową z dodatkiem emulsji polimerowej polepszającej przyczepność torkretu do naprawianego elementu.

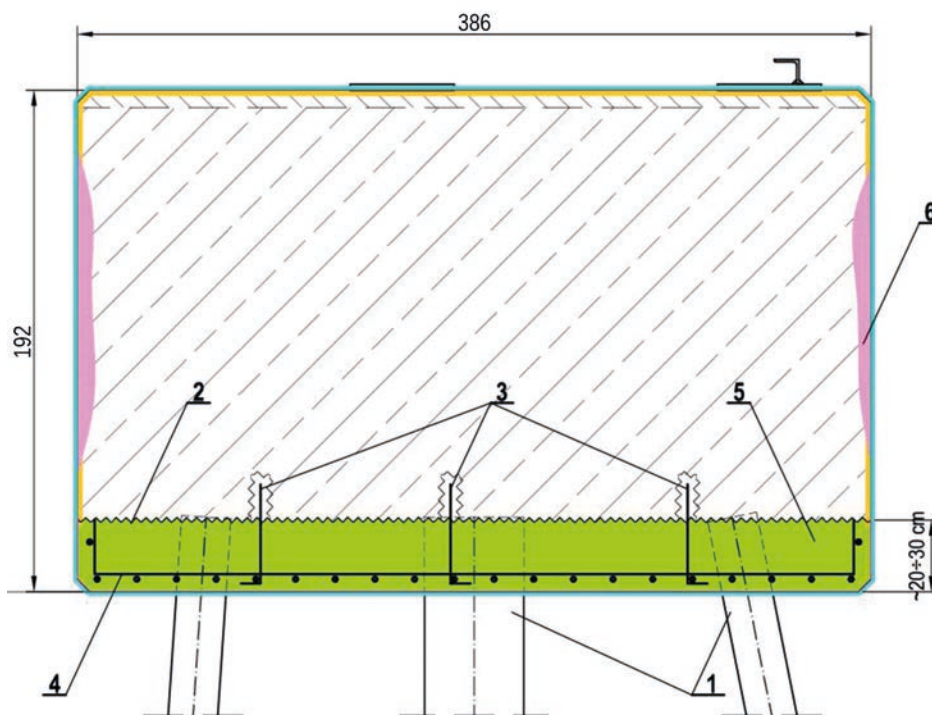
3. Pokrycie powierzchni powłoką ochronną uwzględniającą zabezpieczenie przeciwwsiąkowe powierzchni oczepów składającą się ze środka do impregnacji betonu zbrojonego zawierającego inhibitory korozji oraz jednoskładnikowej zaprawy.

Naprawa spodu oczepów

Do odbudowy dolnej części oczepów podpór (nr 1 i nr 5) zastosowano konstrukcyjny beton natryskowy (torkret konstrukcyjny) – spełniający wymagania betonu hydrotechnicznego klasy min C30/37 XS3, XF4, XA1, W8 zgodnie z wymogami normy PN-EN 206-1:2003 oraz norm związanych (oznaczenie W według PN-88/B-06250. Zalecano stosować kruszywo odporne na zamrażanie zgodnie z zaleceniami normy EN-12620:2000.

Przewidywana kolejność robót

1. Roboty przygotowawcze:
 - wykonanie warsztatowe siatki zbrojeniowej oraz transport na miejsce wbudowania,
 - podwieszenie rusztowań.
2. Sukcesywne usuwanie luźnych fragmentów betonu, powierzchniowe rozkucie ściany pionowej oczepu nr 2 i nr 4 oraz dolnej części oczepów podpór nr 1 i nr 5.



Rys. 5. Przewidywany (według projektu) remont betonowego bloku podpory nr 1

1 – pale skrzynkowe z brusów stalowych; 2 – linia rozkucia spodu bloku; 3 – pręty kotwiące; 4 – siatka zbrojenia z prętów ϕ 12 mm; 5 – uzupełnienie dolnej części bloku po naniesieniu warstwy szepnej betonu natryskowego i powłoki ochronnej; 6 – uzupełnienie braków w powierzchniach bocznych bloku

3. Wykonanie badania „pull off”.
4. Zamontowanie prętów kotwiących w starym betonie, montaż siatek zbrojeniowych.
5. Przygotowanie powierzchni i wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego odkrytego zbrojenia.
6. Wykonanie betonowania dolnej części oczepów oraz tor-kretowanie pionowych ścian oczepów.
7. Oczyszczenie górnej powierzchni oczepów oraz stalowych blach łożyskowych i elementów konstrukcji nośnej pomostów w obrębie oczepów.
8. Wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego stalowych blach.
9. Reprofilacja górnej powierzchni ze spadkiem 1%.
10. Reprofilacja pozostałych powierzchni oczepów żelbetowych podpór.
11. Pokrycie ścian oczepów powłoką ochronną.

DODATKOWE PRACE NAPRAWCZE

Podczas prowadzenia robót remontowych bloków podporowych pomostów komunikacyjnych okazało się, że jedna z podpór, konkretnie nr 1, jest w znacznie gorszym stanie od pozostałych (rys. 6). Otóż spód bloku o skruszonej powierzchni odsłonił krawędzie części głowicowej dwóch pali, co było równoznaczne z faktem, że nie było połączenia bloku z palami. Było to zaniedbanie realizacyjne lub projektowe. Trudno po latach dociekać takich szczegółów.

Stąd dalsze prace remontowe przy podporze nr 1 potraktowano oddzielnie.

Wydzielenie podpory nr 1 z podaniem innego nieco zabezpieczenia betonowego bloku podpory wynika ze zbyt dużego zniszczenia dolnej części bloku, na tyle znacznego, że zachodzi obawa niestabilnego połączenia bloku z palami podpory po usunięciu spękanej warstwy dolnej istniejącego bloku.

W związku z tym podjęto decyzję, aby pozostawić blok oczepu w stanie istniejącym i odpowiednio zabezpieczyć go w celu zapewnienia stateczności konstrukcji, a następnie wykonać prace konserwacyjne powierzchni zewnętrznej bloku podpory.



Rys. 6. Widok podpory nr 1 bezpośrednio przed podjęciem robót remontowych (widoczny brak połączenia głowicy pali z betonowym blokiem)

Generalnie przyjęto rozwiązanie (założenie), że poniżej spodu oczepu należy wykonać ochronną poduszkę z betonu zbrojonego [1], osłaniającą i obejmującą uszkodzoną część bloku oraz zapewniającą odpowiednie zakotwienie i połączenie pali z blokiem. Proponowana poduszka betonowa, osadzona na palach, obejmowałaby blok istniejącego oczepu unieruchamiając go i zabezpieczając od spodu.

Niezależnie od powyższego przewidziano dokonanie iniekcji, która wypełni ewentualne wolne przestrzenie oraz scali dolną powierzchnię istniejącego bloku z nowym betonem „poduszki” ochronnej. Trzeba zaznaczyć, że wszystkie te zabiegi były wykonywane przy czynnym stanowisku i zapewnieniu możliwości korzystania z pomostów przez obsługę (rys. 7).



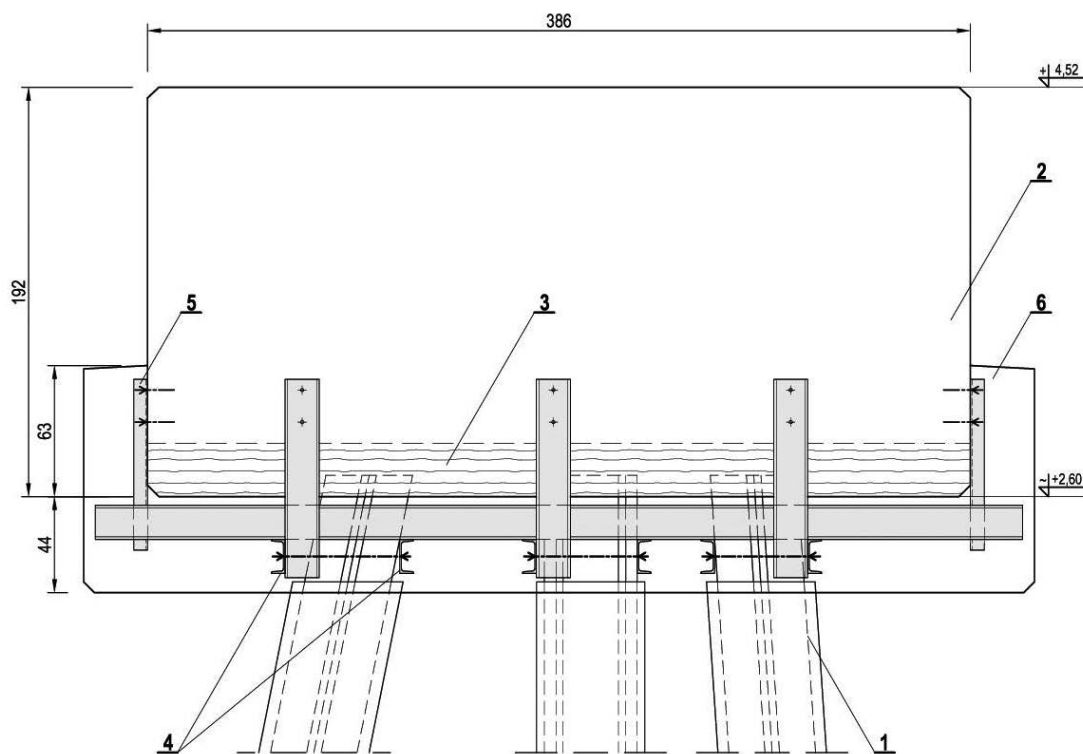
Rys. 7. Wiszące rusztowanie podczas remontu bloku podpory nr 1 (widoczna dalba odbojowa oraz pomosty komunikacyjne)

Elementem łączącym istniejący blok z nową betonową poduszką ochronną jest rama z kształtowników stalowych zamocowana do betonu istniejącego bloku i do pali podpory (rys. 8).

Wytyczne dotyczące prowadzenia robót

Poniżej podano zalecenia i bardziej szczegółowe wskazówki dotyczące wykonania robót wraz z ich kolejnością.

1. Oczyszczenie powierzchni pali z antykorozyjnej warstwy ochronnej (farby) na odcinku wbetonowania pali – część stalowa pala i fragment betonowej obudowy pali, która znajdzie się w betonowej „poduszce”.
2. W celu usztywnienia pali – wykonanie stalowego jarzma (ramy). W pierwszej kolejności należy zamocować poziome elementy ramy do pali. Przyjęto, że ciężar ramy jest przenoszony przez pale (rama jest przyspawana do pali i dodatkowo mocowana śrubami kotwiącymi) – rys. 8.
3. Oczyszczenie powierzchni bocznych i górnej istniejącego oczepu z ogólnych zanieczyszczeń oraz powierzchni spodu bloku, w tym ewentualnie z powstałych odspojień.
4. Zamocowanie do istniejącego oczepu pionowych wieśszaków i kotew, które połączą beton istniejącego bloku z nowym betonem poduszki oraz umożliwią podwieszenie szalunku do ramy.
5. Wykonanie zewnętrznego szalunku pod poduszkę betonową oraz zamontowanie rurek iniekcyjnych.
6. Montaż zbrojenia.



Rys. 8. Konstrukcja ramy stężącej (usztywniającej) pale podpory nr 1

1 – pale z stalowych brusów Larssen; 2 – betonowy blok fundamentowy istniejącej podpory; 3 – odspojona i zwietrzała część betonowego bloku w miejscu osadzenia pali; 4 – elementy spinające główce pali; 5 – elementy ramy, z stali kształtowej zamocowane poprzez śruby kotwiące do betonowego bloku; 6 – zarys betonowej poduszki ochronnej

7. Wykonanie betonowania samozagęszczalnym betonem hydrotechnicznym – faza I.
8. Scalenie nowego elementu betonowego z istniejącą konstrukcją za pomocą iniekcyjnej żywicy epoksydowej wprowadzonej przez rurki iniekcyjne. Żywica iniekcyjna powinna (po wykonaniu „poduszki” betonowej) wypełnić pustki między spodem istniejącego bloku a betonem „poduszki”, scalając niejako obie części.
9. Wykonanie fazy II betonowania pionowych części „poduszki”.
10. Wykonanie wyrównania i naprawy pionowych i poziomej (górnej) powierzchni oczepu podpory powyżej projektowanej betonowej „poduszki” przy użyciu zapraw.
11. Zabezpieczenie całej konstrukcji podpory, zarówno części pionowej oraz górnej, poprzez aplikację elastycznej powłoki wodoszczelnej zabezpieczającej naprawiony beton.

PODSUMOWANIE

Prace konserwacyjne i naprawcze obejmujące renowację istniejących konstrukcji chociaż zaprogramowane nie są pozbawione jednak niespodzianek. W tym przypadku trudności wystąpiły w małej stosunkowo skali, ale trzeba mieć na uwadze czynny zakład, stąd trudności są niejako podwójne.

Niespodziewane trudności uruchamiają także wyobraźnię projektanta, zmuszając go niejako do zwiększonego wysiłku intelektualnego. W efekcie, przy stosunkowo „sprytnym” podejściu uzyskano trwały efekt (rys. 9) w postaci wyremontowanej



Rys. 9. Widok nadbudowy podpory nr 1 po wykonaniu remontu

podpory umożliwiającej sprawne funkcjonowanie stanowiska przeładunkowego.

LITERATURA

1. Drązkiewicz J.: Remont podpór pomostów dojściowych do dalb odbojowych stanowiska „P” w Porcie Północnym w Gdańsku (rysunki zamienne). Opracowanie PROJMORS-u, 2016.
2. Zadreckowska A.: Remont podpór pomostów dojściowych do dalb odbojowych stanowiska „P” w Porcie Północnym w Gdańsku. Opracowanie PROJMORS-u, 2015.