

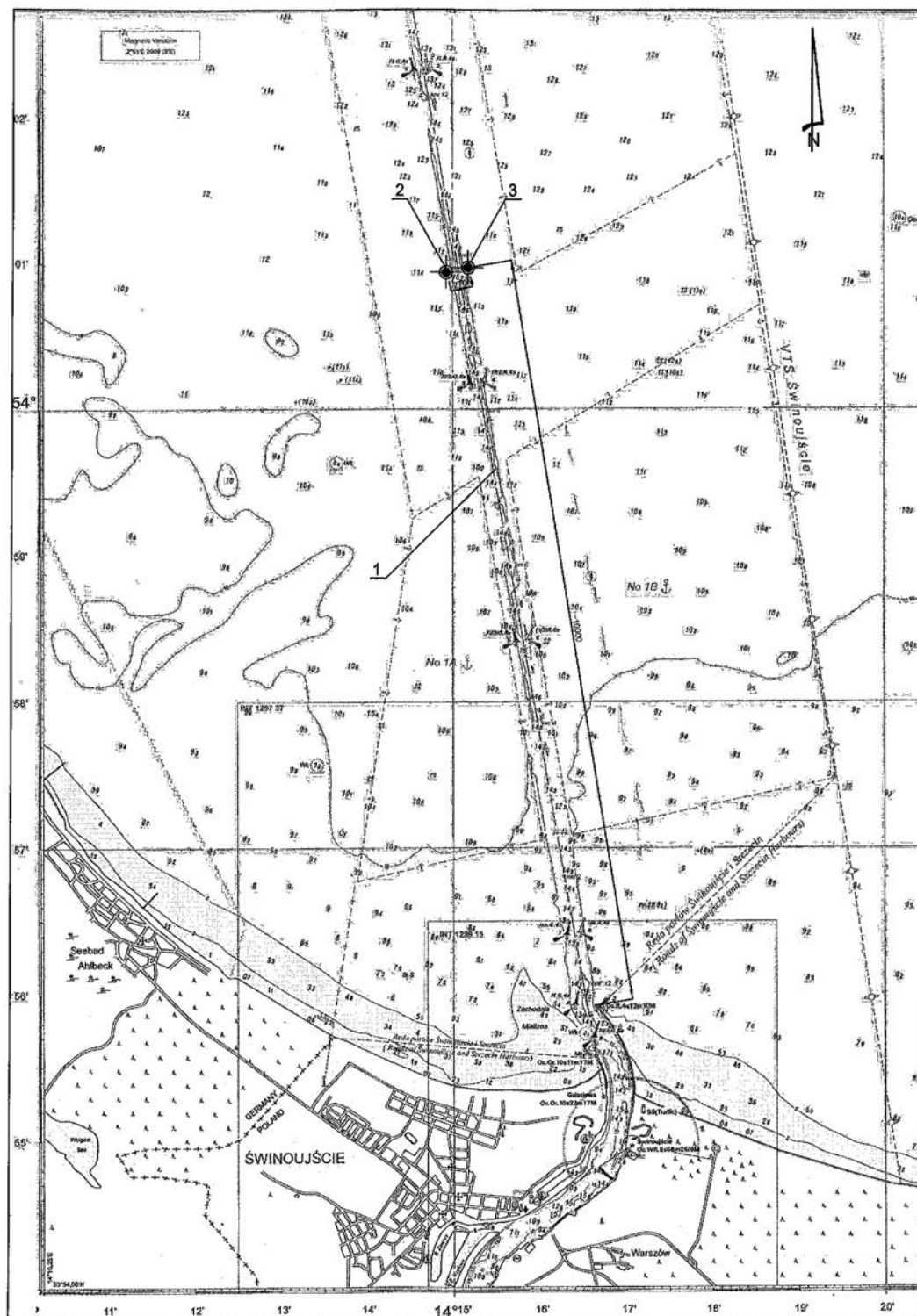
Budowa staw nawigacyjnych na torze podejściowym do portu w Świnoujściu

Mgr inż. Anna Zadrejkowska

„PROJMORS” Biuro Projektów Budownictwa Morskiego Sp. z o.o., Gdańsk

Przedmiotem artykułu jest realizacja dwóch stałych znaków nawigacyjnych (staw nawigacyjnych) nr 11 i nr 12, usytuowanych po obu stronach toru podejściowego północnego do Por-

tu Świnoujście, w pobliżu obecnie funkcjonujących pław nr 3 i nr 4 (rys. 1).



Rys. 1. Usytuowanie nowych znaków nawigacyjnych
1 – Istniejący tor podejściowy północny; 2 – Stawa nr 11; 3 – Stawa nr 12

Potrzeba zaprojektowania i wybudowania staw była związana z zadaniem dostosowania istniejącego toru do planowanego ruchu statków gazowców LNG, jaki będzie miał miejsce po uruchomieniu terminalu LNG i Portu Zewnętrznego w Świnoujściu. Stawy będą pełniły funkcję stałego, całodobowego oznakowania nawigacyjnego toru podejściowego.

W projekcie budowlanym obu staw nawigacyjnych przewidywano wykonanie nadbudowy konstrukcji staw w postaci monolitycznej bryły z betonu wbudowanej „na mokro” w miejscu przeznaczenia.

Założenia i konstrukcję nowych stałych znaków nawigacyjnych przedstawiono w Inżynierii Morskiej i Geotechnice nr 4/2013.

Wybrana do realizacji obu staw firma AARSLEFF zaproponowała nieistotną zmianę w stosunku do projektu budowlanego, związaną z technologią robót – prefabrykację żelbetowej konstrukcji nadbudowy staw z podziałem na dwie części: dolną (od poziomu -0,50 m do poziomu +2,00 m) oraz górną, powyżej poziomu +2,00 m. Zmiana technologii wykonania nadbudowy spowodowała zmianę w zakotwieniu palościanki, tj. poziomu i sposobu kotwienia.

Miejscem lokalizacji planowanej inwestycji był akwen Zatok Pomorskiej, będący pod względem administracyjnym obszarem morza terytorialnego RP. Stawy nawigacyjne w razie potrzeby będą obsługiwane przez jednostki pływające Urzędu Morskiego w Szczecinie.

Głębokość techniczna północnego toru podejściowego wynosi minimum -14,30 m(A), natomiast szerokość w dnie 180 m. Głębokość morza w rejonie projektowanych staw nr 11 i 12 wynosi ~-11,5 m.

KRÓTKI OPIS PROJEKTOWANYCH BUDOWLI

Zaprojektowano dwie stawy nawigacyjne, każde o następujących parametrach:

- konstrukcja stawy w postaci żelbetowej nadbudowy, posadowionej na stalowej palościance, z zainstalowaną w nadbudowie wieżą oświetlenia nawigacyjnego (rys. 2);
- kształt konstrukcji przewidziano jako ośmiokąt opisany na okręgu o średnicy 15,0 m;
- rzędna nadbudowy na poziomie dolnym: + 2,00 m, rzędna nadbudowy na poziomie górnym: + 5,00 m.

Konstrukcja podwodna stawy

Wykonane stawy nawigacyjne mają część fundamentową w postaci masywnego filara (wyspy), który stanowi grodzia ze stalowej palościanki, o ośmiokątnym (regularnym) przekroju poziomym, kotwiona do pala wbitego wewnątrz grodzia.

Palościankę, o wskaźniku wytrzymałości $W_x = 11080 \text{ cm}^3/\text{m}$, wykonano jako ściankę kombinowaną, złożoną ze stalowych pali rurowych o średnicy $\phi 1220/25 \text{ mm}$ oraz podwójnych brusew AZ18-700. Ściankę szczelną wykonano z profili firmy ArcelorMittal. Elementy palościanki zapuszczono w grunt w tzw. „koronkę”, gdzie grodzice rodzaju AZ są krótsze o 4,0 m w stosunku do długości rur.



Rys. 3. Widok zakotwienia roboczego elementów części podwodnej fundamentu stawy

Szczegółowy opis konstrukcji części podwodnej znaków nawigacyjnych przedstawiono w IMiG, nr 4/2013.

Palościankę w części głowicowej usztywniono systemem ściągow stalowych zainstalowanych na rzędnej -1,00 m, które dowiązano do wewnętrznego stalowego pala. Konstrukcja kotwiąca palościankę (rys. 3) składa się:

- ze stalowych ściągow systemowych SAS $\phi 75 \text{ mm}$, długości 5,625 m i 6,155 m, wykonanych ze stali 670/680, mocowanych do pali rurowych palościanki za pomocą podkładek i nakrętek systemowych oraz przegubowo poprzez blachy węzłowe, do wewnętrznego pala stalowego;
- blach węzłowych o grubości 40 mm każda, ze stali S355JR, spinających poszczególne ściągi; blachy przyspawano do pala wewnętrznego.

Na każdy ściąg przed ich zamocowaniem do palościanki nanizano rury osłonowe WehoPipe KWH PE100 200×18,2 mm oraz WehoPipe KWH PE100 100×25,4 mm. Rury stanowią ochronę ściągow przed zginaniem spowodowanym obciążeniem zasyпки oraz montażem prefabrykatów.

Plan palowania każdej ze staw pokazano na rys. 4 i 5.

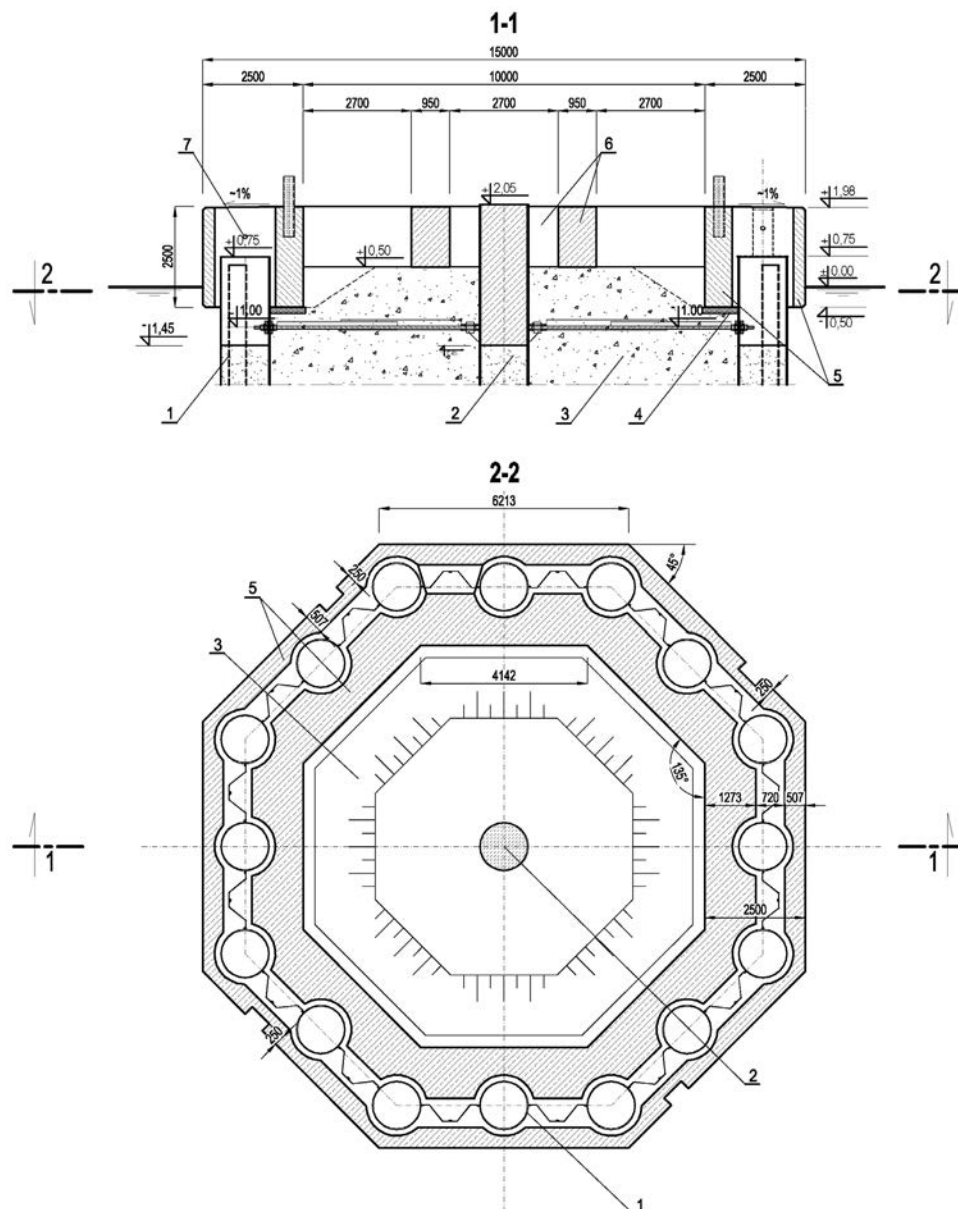
Zasyp

Wnętrze grodzia wypełniono zasypem z mieszanki kruszyw łamanych 0/31,5 mm. Zasyp wykonywano równomiernie, etapowo.

Przed robotami zasypowymi całkowicie z wnętrza grodzia usunięto wierzchnie warstwy namulów zalegające na warstwie nośnej piasków. Dno starannie wyczyszczono.

W I etapie zasyp wykonano do poziomu ~-1,30 m. W II etapie wewnątrz grodzia usypano grunt do poziomu +0,5 m z odpowiednim wyprofilowaniem poprzez wykonanie skarpy schodzącej w nachyleniu ~1:1,5 do poziomu -0,45 m wzdłuż palościanki. W tym etapie obniżono poziom wody wewnątrz grodzia tak, aby zagęścić grunt do wskaźnika $I_s \geq 0,97$.

W III etapie, po zamontowaniu dolnego prefabrykatu, zasyp wewnątrz grodzia uzupełniono do poziomu +2,0 m i zagęszczono do wskaźnika $I_s \geq 0,97$.



Rys. 4. Konstrukcja dolnego prefabrykatu nadbudowy stawy nawigacyjnej

- 1 – Konstrukcja nośna stawy nawigacyjnej: palościanka – pale rurowe ϕ 1220/25 mm oraz profil AZ 18-700;
 2 – Pal pod fundament oświetlenia nawigacyjnego – rura stalowa ϕ 1220/25 mm; 3 – Zasył z piasku średniego; 4 – Drewniana podkładka;
 5 – Żelbetowy oczepek; 6 – Żelbetowe żebra stężające; 7 – Dyble stalowe



Rys. 5. Wykonany fundament stawy nabieżnikowej

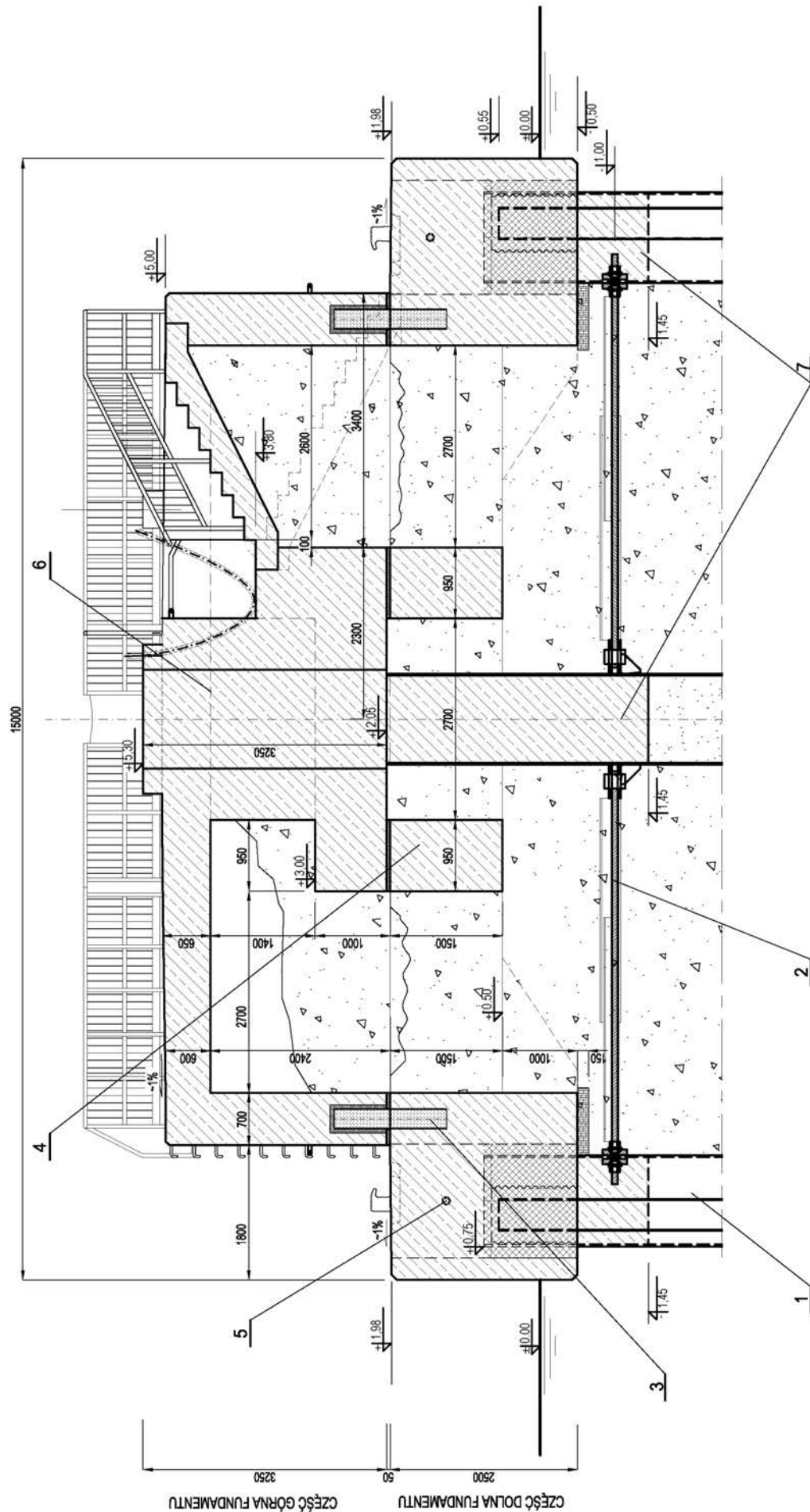
W IV etapie, po nałożeniu górnego prefabrykatu, zasyp uzupełniono poprzez otwory studzienek zasypowych w górnej części prefabrykatu.

Roboty wewnątrz grodzy realizowano dopiero po usztywnieniu konstrukcji stalowymi ściągami.

Konstrukcja nadwodna stawy

W przedstawionym projekcie [IMiG, nr 4/2013] przewidywano realizację nadbudowy z betonu monolitycznego wykonywanego w miejscu przeznaczenia.

Wybrany wykonawca robót, tj. konsorcjum firm Boskalis i Aarsleff oraz bezpośredni wykonawca obu staw nawigacyjnych, firma AARSLEFF zaproponowała modyfikację realizacji konstrukcji staw.



Rys. 6. Przekrój nadbudowy stawy nawigacyjnej nr 11

- 1 – Konstrukcja nośna stawy nawigacyjnej: palosićianka – pale rurowe $\phi 1220/25$ mm oraz profil AZ 18-700 długość $L = 26,75$ m/22,55 m; 2 – Ściąg SAS 670/800 $\phi 75$ mm w rurze osłonowej;
3 – Stalowa rura $\phi 273 / 12,5$ mm, $L = 1,50$ m wypełniona betonem; 4 – Dyble stalowe; 5 – Dyble stalowe; 6 – Żelbetowy fundament pod wieżę stawy nawigacyjnej; 7 – Korek żelbetowy

Firma Boskalis realizowała natomiast pogłębienie toru wodnego, które to prace łącznie z budową konstrukcji staw nawigacyjnych były przedmiotem kontraktu oferowanego do zrealizowania przez Urząd Morski w Szczecinie.

Proponowana zmiana w budowie znaków dotyczyła części nadwodnej konstrukcji obu staw. Wykonawca robót zaoferował jej wykonanie w postaci dwóch prefabrykatów (rys. 6), które wykonano na nabrzeżu TOP w Basenie Atlantyckim w Porcie Świnoujście.

Prefabrykaty nadbudowy stawy miały być wbudowane (osadzone na stalowej konstrukcji podwodnej) za pomocą dźwigu pływającego o stosunkowo dużej nośności.

Taka propozycja ostateczna przyjęta przez projektanta (PROJMORS) oraz inwestora (Urząd Morski w Szczecinie) implikowała następujące konsekwencje:

- konstrukcja podwodna musi być wykonana perfekcyjnie z dużą precyzją i zachowaniem wymaganych wymiarów;
- rozwiązanie nadbudowy w postaci prefabrykatów zapewniało bardzo dobrą jakość wykonania tej części konstrukcji, ale także powodowała pewne utrudnienia realizacyjne w zakresie połączenia konstrukcji;
- użycie dźwigu pływającego skracало znacznie czas wykonania robót, ale jednocześnie wymagało precyzji podczas prowadzenia prac i podrażało ich wykonanie, chociaż ten element pozostawał w gestii samego wykonawcy.

Jednocześnie było oczywiste, że sam pomysł, który trudno byłoby zaproponować w projekcie, nie znając określonego wykonawcy robót, wydawał się bardzo ciekawy. Ponadto widoczne było, że dzięki zastosowaniu określonego, rzadko używanego w Polsce sprzętu o znacznej nośności, technologia – technologia światowa, ale rzadko stosowana, wkracza do Polski.

Projekt wykonawczy staw nawigacyjnych w wersji z prefabrykowaną nadbudową wykonało Biuro Projektów Budownictwa Morskiego „PROJMORS” we współpracy z firmą AARSLEFF.

Na fundamencie każdej stawy oparto żelbetową nadbudowę w formie ośmiokąta. Nadbudowa ma dwa poziomy. Dolny poziom na rzędnej +2,0 m jest przeznaczony do cumowania jednostek pływających obsługujących stawy. Na górnym poziomie nadbudowy na rzędnej +5,0 m zamocowano wieżę oświetlenia nawigacyjnego, urządzenia terestryczne i radarowe określania pozycji statków oraz hydrometeorologiczną stacją pomiarową.

Nadbudowę wykonano jako prefabrykat składający się z dwóch części: górnej i dolnej. Obie części montowano z wody przy użyciu dźwigu pływającego.

Dolny prefabrykat (rys. 4) stanowi żelbetowy oczepek stężony czterema żebrami.

Prefabrykat dolny nałożono na palościankę. W tym celu w oczepie na etapie prefabrykacji wykonuowano wnęki nad profilami AZ oraz otwory w miejscu pali biegnące wzdłuż całego oczepu. Dolny prefabrykat ułożono na odpowiednio przygotowanym gruncie wewnątrz grodziny na podkładkach drewnianych. Przyjęto, że pozioma półka, na której będzie opierać się spód oczepu będzie usypana na rzędnej +0,45 m, uwzględniając osiadanie gruntu wartości 50 mm, jakie pojawi się po montażu nadbudowy. Wolne przestrzenie pomiędzy elementami palościanki a żelbetem wypełniono betonem samozagęszczalnym C35/45 do poziomu +0,75 m. Wewnątrz pala przed wykonaniem korka

betonowego umieszczono kosz zbrojeniowy z prętów, który będzie przebiegał aż do korony oczepu. Puste przestrzenie powyżej pali zabetonowano. Żelbetowe korki nad palami połączone z prefabrykatem za pomocą stalowych dybli wykonanych z rury $\phi 114,3/5 \text{ mm}$ $L = 0,5 \text{ m}$ i $\phi 10,6/12,5 \text{ mm}$ $L = 0,8 \text{ m}$, (rys. 7 i 8). Wnętrze dybli wypełniono także betonem. Do podstawy oczepu zamocowano szalunek przesuwany, który po nałożeniu prefabrykatu na palościankę dosunięto do niej, a styk pomiędzy palościanką a szalunkiem uszczelniono *na roboczo*.

Oczepek prefabrykatu wykonano w kształcie ośmiokąta opisanego na okręgu średnicy 15,0 m – krawędź od strony odwodnej grodziny oraz na okręgu średnicy 10,0 m – krawędź od strony wewnętrznej grodziny. W oczepie zamocowano pachyły cumownicze ZL-22,5, drabinki wyjściowe.

W oczepie żelbetowym, po obwodzie, w miejscu połączenia części dolnej prefabrykatu ze ścianami górnej części prefabrykatu umieszczono pionowe dyble z rur $\phi 273/12,5 \text{ mm}$, w liczbie 24 sztuk. Podczas prefabrykacji części dolnej nadbudowy stawy wewnątrz dybli wypełniono betonem.

Górny prefabrykat (rys. 9) składa się ze ścian, płyty i fundamentu pod wieżę stawy nawigacyjnej. Zasadnicza grubość ścian wynosi 70 cm. Ściany stanowią zewnętrzną obudowęokoła nadbudowy stawy pomiędzy poziomem niskim i wysokim.



Rys. 7. Dolny prefabrykat nadbudowy tuż po jego osadzeniu na fundamencie stawy

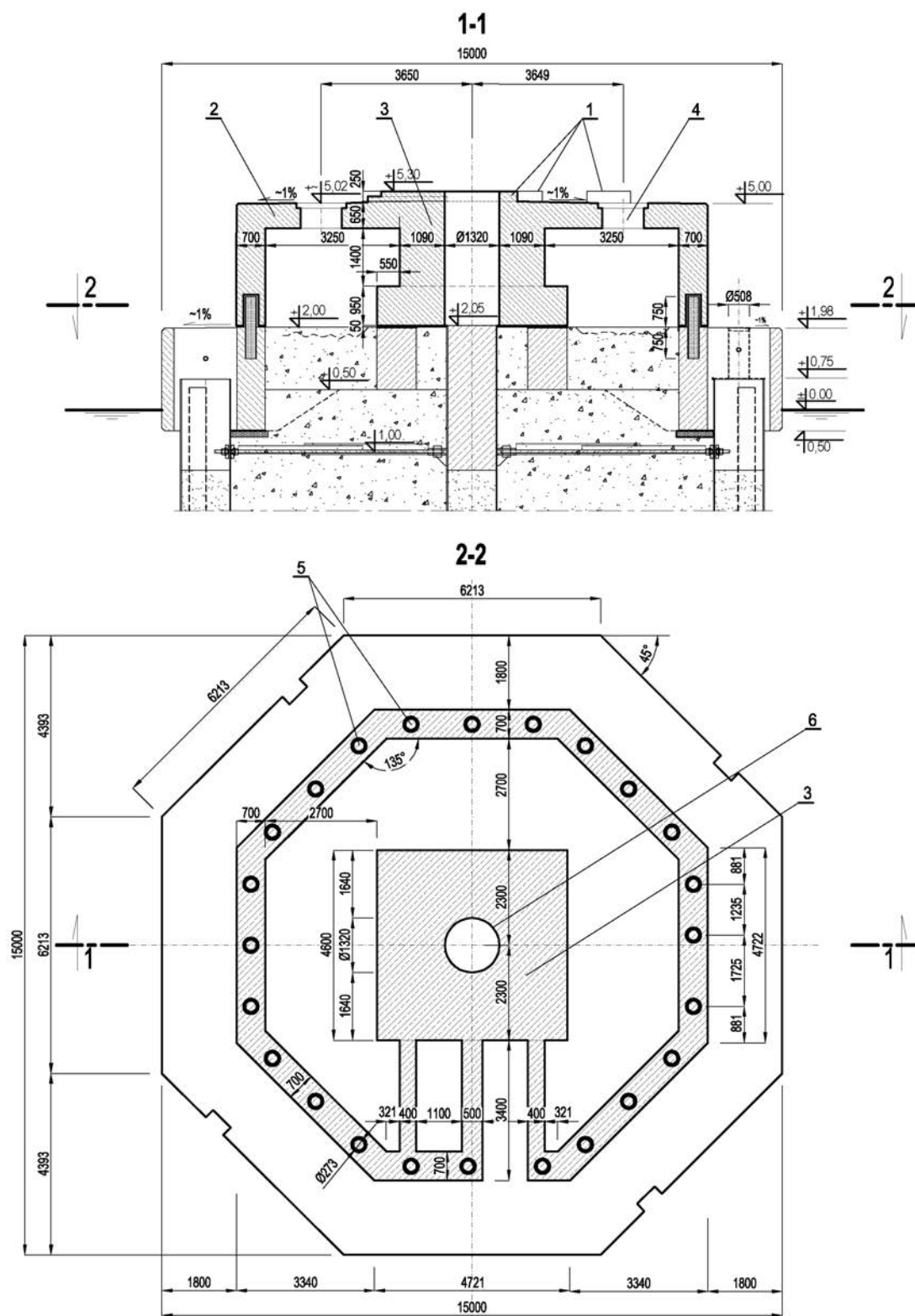


Rys. 8. Osadzanie (przy użyciu dźwigu pływającego) górnego prefabrykatu nadbudowy stawy

Ściany wykonano w kształcie ośmiokąta opisanego na okręgu o średnicy 11,40 m – krawędź od strony odwodnej oraz na okręgu o średnicy 10,0 m – krawędź od strony wewnętrznej cokołu. W ścianach wykonano wężki ϕ 373 mm, w które „wchodziły” dyble. Wolną przestrzeń pomiędzy wężką a stalową rurą wypełniono zaprawą rodzaju PAGEL V1/50.

Górna część nadbudowy prefabrykatu jest zwieńczona żelbetową płytą grubości 60 cm.

Na płycie wykonano żelbetowe cokoły wysokości 30 cm, do których zamocowano: konstrukcję wieży światła nawigacyjnego, generatora wiatrowego, masztu odgromowego oraz ogniwa słonecznego.



Rys. 9. Konstrukcja górnego prefabrykatu nadbudowy stawy nawigacyjnej

- 1 – Żelbetowe cokoły pod urządzenia; 2 – Żelbetowa płyta; 3 – Żelbetowy fundament pod wieżę światła nawigacyjnego;
4 – Studnia do kontroli i uzupełniania zasypu; 5 – „Dyble” – stalowe rury ϕ 273×12,5 mm ze stali S355;
6 – Otwór w prefabrykacie wzdłuż pala, o ścianach wykonanych na szorstko

Wewnątrz każdej stawy przewidziano żelbetowy fundament pod wieżę oświetlenia nawigacyjnego. Wymiary fundamentu: w podstawie $4,60 \times 4,60$ m, w części głowicowej $3,50 \times 2,70$ m. Fundament jest posadowiony na stalowym pału $\phi 1220/25$ mm (pał kotwiący palościankę grodzy).

Wejście z poziomu niższego na poziom wyższy nadbudowy odbywa się za pomocą żelbetowych schodów dwubiegowych usytuowanych od strony południowej stawy oraz za pomocą kłamr wyjściowych zamocowanych na trzech pozostałych stronach ściany cokołu nadbudowy. Żelbetowe schody wykonano jako element prefabrykowany.

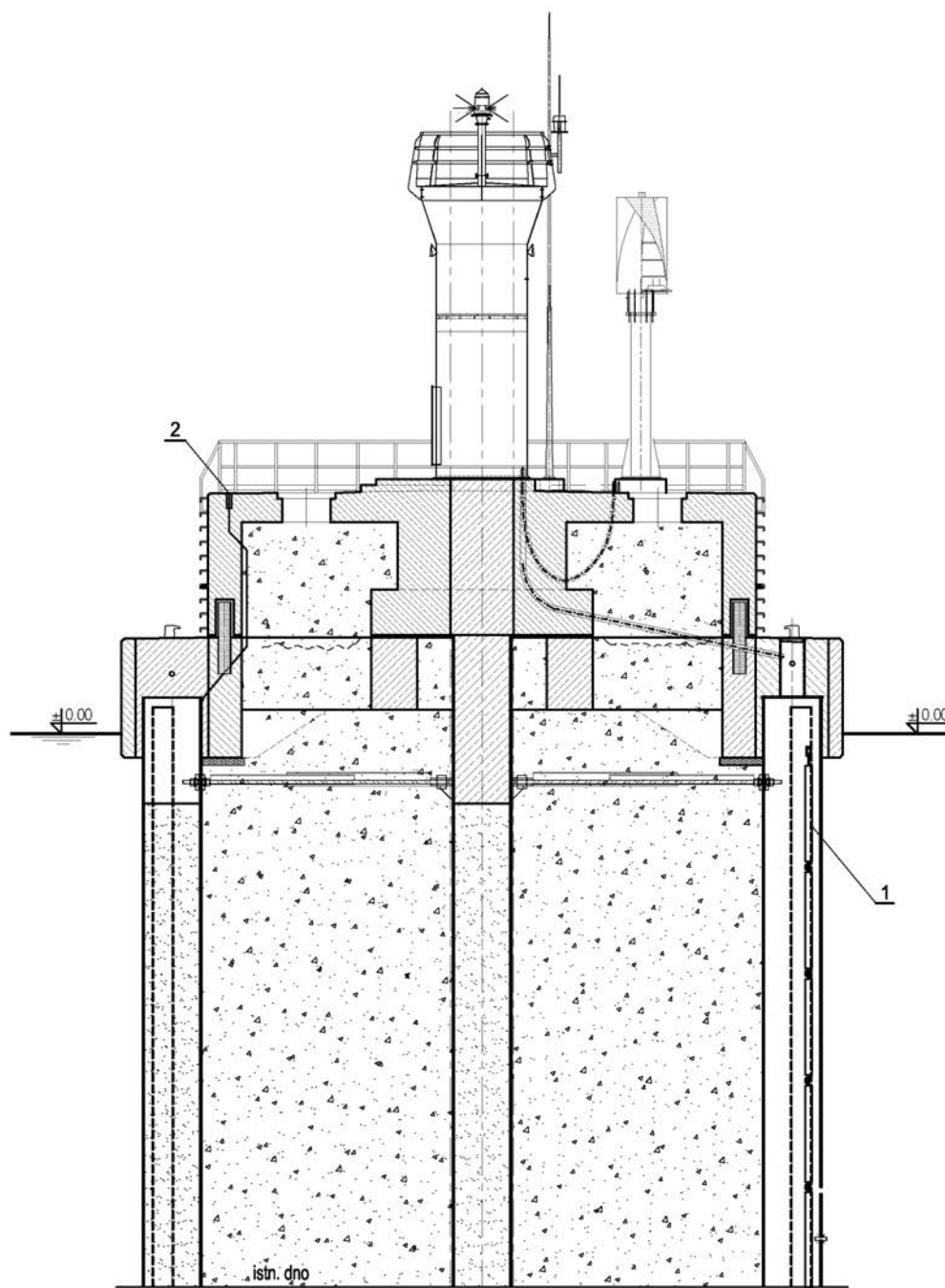
Na dnie od strony wschodniej w odległości około 11 m od stawy nr 12 ułożono prefabrykowany żelbetowy fundament,

w którym zamocowano ultradźwiękowy, podwodny sensor Doplera ADCPs. Przyjęto fundament w kształcie ostrosłupa ściętego o wymiarach $1,20 \times 1,20$ m w podstawie i wysokości 0,53 m.

Ochrona katodowa stalowych ścianek szczelnych

Ochroną katodową objęto wszystkie podwodne powierzchnie stalowych ścianek szczelnych stałych znaków nawigacyjnych (stawy).

W projekcie budowy staw nawigacyjnych założono, że elementy stalowe ścianki szczelnej (pale rurowe i grodzice wypełniające) nie będą malowane.



Rys. 10. Ochrona katodowa stawy nawigacyjnej
1 – Łańcuch anod w pału stawy nr 12; 2 – Wyprowadzenie katodowe

Galwaniczną ochronę katodową zaprojektowano na 20 lat pełnej ochrony przeciwkorozyjnej podwodnych powierzchni grodzic i pali (bez wymiany anod galwanicznych).

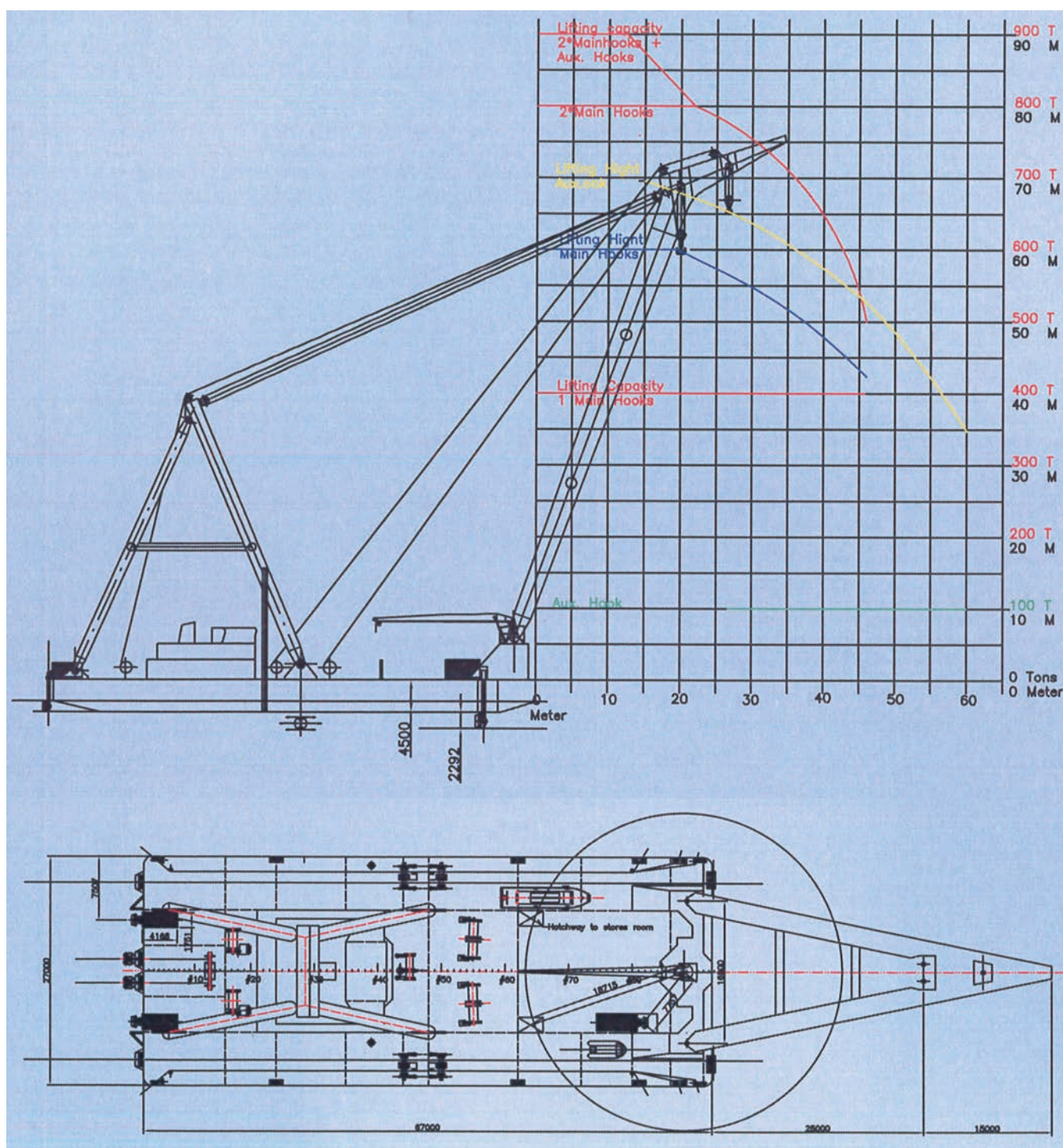
Zastosowano do ochrony galwaniczny system ochrony katodowej. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że najkorzystniejsze z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia jest zastosowanie anod aluminiowych ze stopu AA13 – o konstrukcji Z1 według PN-86/E-05030/05.

Anody rodzaju Z1 zamocowano bezpośrednio do ścianki grodzic AZ18-700 (rys. 10). Liczbę i masę anod dobrano odpowiednio do założonych parametrów ochrony katodowej. Anody

rozmeszczono w sposób umożliwiający osiągnięcie równomiernego rozplywu prądu do powierzchni ścianki.

REALIZACJA ROBÓT

Prace wykonywane w otwartym akwenie zawsze są obarczone ryzykiem trudności i ograniczeń ze względu na warunki atmosferyczne (np. wiatr, zlodzenie, falowanie), a także w zależności od wielkości i specjalizacji firmy wykonawczej ze względu na posiadany sprzęt.



Rys. 11. Schemat dźwigu pływającego „SAMSON”

W celu przybliżenia czytelnikowi etapów realizacji wykonania stawy nawigacyjnej z wykorzystaniem dźwigu pływającego „SAMSON” należącego do duńskiej firmy Danish Salvage & Towing Company z Aarhus zaprezentowano w skrócie ciąg fotogramów.

Na rys. 11 przedstawiono schemat dźwigu. W uzupełnieniu kilka parametrów charakterystycznych:

- wyporność 2334 t,
- długość pontonu 67,0 m,
- szerokość pontonu 27,0 m,
- zanurzenie pontonu 5 m,
- udźwig 900 t
(na 2 hakach każdy po 400 t i na 1 haku 100 t),



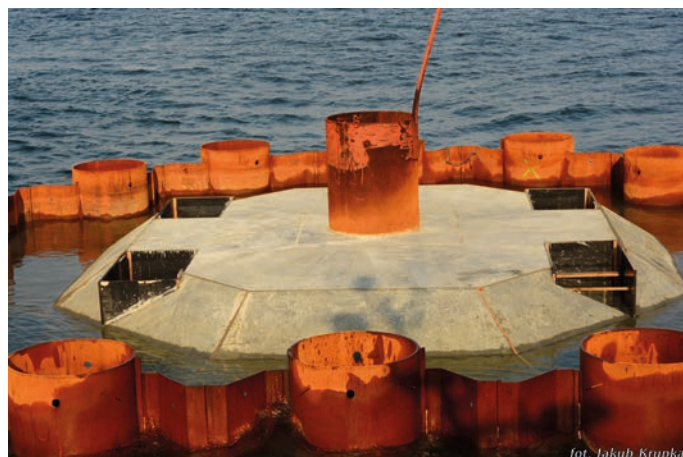
Rys. 12. Pograżanie pali rurowych z użyciem szablonu



Rys. 15. Wykonywanie podbudowy pod dolny prefabrykat



Rys. 13. Widok roboczego statku obsługowego wykorzystywanego przy budowie staw



Rys. 16. Widok podbudowy betonowej roboczego oparcia dolnego prefabrykatu nadbudowy stawy



Rys. 14. Zasyp wnętrza grodzii fundamentu stawy



Rys. 17. Unoszenie dźwigiem pływającym dolnego prefabrykatu po jego wykonaniu na nabrzeżu

- maksymalna wysokość podnoszenia 67 m,
- dźwig jest wyposażony w dwie stabilizujące nogi o długości po 20 m (operujące tylko do głębokości 14 m).

Przywołany dźwig pływający miał swój udział, zaplanowany i świadomie przyjęty przez wykonawcę robót firmę AARSLEFF, w realizacji obu staw nabieżnikowych. Wykonaw-

ca posługiwał się też innym sprzętem, w tym specjalistyczną jednostką pływającą.

Na rys. 12 pokazano etap pograżania pali rurowych fundamentu stawy z wykorzystaniem szablony mocowanego do roboczego statku obsługowego (rys. 13) z unoszonym pontonem. Na rys. 5 przedstawiono wykonany fundament z rur i brusów czyli tzw. palościankę.



Rys. 18. Transport dźwigiem pływającym dolnego prefabrykatu stawy



Rys. 21. Unoszenie dźwigiem pływającym górnego prefabrykatu po jego wykonaniu na nabrzeżu



Rys. 19. Wykonany fundament stawy z roboczym statkiem obsługowym



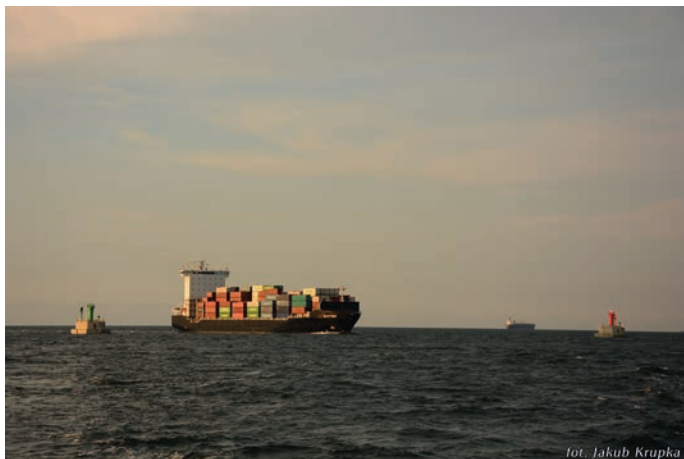
Rys. 22. Transport dźwigiem pływającym górnego prefabrykatu nadbudowy stawy



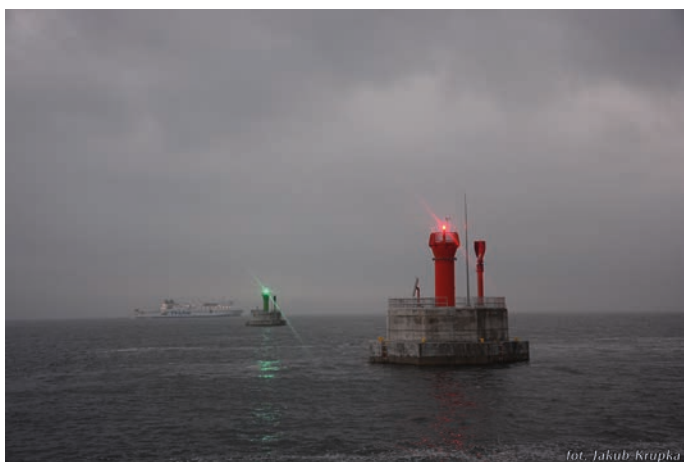
Rys. 20. Osadzenie (przy użyciu dźwigu pływającego) dolnego prefabrykatu nadbudowy na koronie fundamentu stawy (palościance)



Rys. 23. Zmontowana z żelbetowych prefabrykatów nadbudowa stawy z asystą dźwigu pływającego



Rys. 24. Widok na wykonane stawy nabieżnikowe wyznaczające tor wodny podejściowy do portu



Rys. 25. Gotowe stawy nabieżnikowe z włączonym oświetleniem nawigacyjnym

Z kolei na rys. 3 pokazano wykonane zakotwienie (ściągnięcie) elementów palościanki z wykorzystaniem pala centralnego. Widoczne jest także pompowanie z wnętrza fundamentu gruntu w celu jego wymiany. Na rys. 14 przedstawiono zasyp wewnątrz fundamentu stawy. Przy wszystkich tych pracach asystuje statek roboczy.

Na rys. 15 pokazano wykonywanie, a na rys. 16 ukształtowaną już podbudowę roboczego oparcia dolnego prefabrykatu nadbudowy stawy.

Na rys. 17 jest widoczne podnoszenie przez dźwig pływający dolnego prefabrykatu nadbudowy stawy wykonywanego na nabrzeżu TOP w Porcie Świnoujście w celu przetransportowania go na miejsce wbudowania. Transport prefabrykatu (o masie około 500 t) unoszonego na dwóch hakach dźwigu pływającego przedstawiono na rys. 18. Na rys. 19 są widoczne fundamenty obu znaków nawigacyjnych, a przy jednym z nich roboczy statek obsługowy z żurawiem i dwiema nogami stabilizującymi. Na rys. 20 pokazano ostatnią niemal fazę przed osadzeniem dolnego prefabrykatu nadbudowy stawy na fundamencie – widać stalowe elementy pomocnicze (prowadnice) ukształtowane w koronie pali rurowych w celu naprowadzenia (centrowania) prefabrykatu na część głowicową fundamentu. Na rys. 7 przedstawiono dolny prefabrykat nadbudowy stawy już po jego osadzeniu.

Dźwig pływający wykonał podobny transport z dolnym prefabrykatem drugiej stawy.

Początek podobnej fazy robót pokazano na rys. 21, na którym dźwig pływający unosi prefabrykat górnej części nadbudowy stawy z całkowicie zamontowanym wyposażeniem znaku światła koloru czerwonego; rys. 22 obrazuje natomiast transport górnego prefabrykatu przez dźwig pływający do miejsca wbudowania. Na rys. 8 „uchwycono” ostatni moment przed osadzeniem górnego prefabrykatu na prefabrykacie dolnym, na którym są widoczne stalowe pionowe dyble łączące oba prefabrykаты, które były jednocześnie elementami centrującymi przed bezpośrednim osadzeniem prefabrykatu górnego.

Na rys. 23 przedstawiono zmontowaną nadbudowę z obu prefabrykatów i asystujący jeszcze dźwig pływający „Samson”. Na rys. 24 pokazano obie stawy nawigacyjne wyznaczające tor wodny ruchu statku, a na rys. 25 – gotowe stawy z włączonymi światłami. Na rys. 13 pokazano statek roboczy z widocznym żurawiem i betonowozami na pokładzie; widoczne podniesione dwie nogi stabilizujące.

PODSUMOWANIE

Ostateczne rozwiązanie, często nieoczekiwane, powstaje z różnych przyczyn i w różnych okolicznościach.

Roboty prowadzone w otwartym akwenie nie są łatwe i niosą z sobą ryzyko przestoju ze względu na warunki atmosferyczne, ale także i trudności realizacyjne związane ze sprzętem, jakim dysponuje wykonawca robót.

W tym konkretnym przedstawionym przypadku roboty zrealizował wykonawca (firma AARSLEFF), który dysponuje odpowiednim sprzętem, a także ma umiejętności w realizacji prac na otwartym morzu dzięki doświadczonej kadrze technicznej. Należy też podkreślić dobrą decyzję inwestora o wyborze odpowiedniego wykonawcy robót.

Podjęcie zamiaru prefabrykowania nadbudowy obu konstrukcji i montażu z użyciem dźwigu pływającego o dużej nośności jest godne podkreślenia i należy wręcz wskazywać jako modelowy przykład.

Oczywiście można byłoby wykonać nadbudowy obu znaków w tradycyjny sposób z betonu monolitycznego, ale ile trudności wiąże się z tym.

Dzięki zastosowaniu dźwigu pływającego oraz innego specjalistycznego sprzętu (statek obsługowy) była możliwa dobra i poprawna realizacja prac, a także, co nie było bez znaczenia, skrócenie czasu robót z jednoczesnym zapewnieniem jakości wykonanych konstrukcji.

LITERATURA

1. Projekt wykonawczy. „Budowa dwóch stawów nawigacyjnych na torze podejściowym północnym do Świnoujścia na Zatoce Pomorskiej” – opracowanie PROJMORS 2014 rok.

PODZIĘKOWANIE: Autorka artykułu dziękuje Panu mgr inż. Jakubowi Krupce z firmy AARSLEFF pełniącemu funkcję Kierownika Budowy podczas realizacji robót za przekazanie zdjęć z prowadzonych prac.