

dr inż. Michał Musiał^{1*)}dr inż. Tomasz Trapko¹⁾mgr inż. Wojciech Trapko²⁾

Modernizacja podziemnej przepompowni ścieków komunalnych

Modernization of underground sewage pumping station

DOI: 10.15199/33.2015.09.29

(Studium przypadku)

Streszczenie. Artykuł dotyczy konstrukcji żelbetowej podziemnej przepompowni ścieków komunalnych, którą wykonano na przełomie lat 80. i 90. w technologii studni opuszczanej. W związku z planowaną modernizacją, polegającą na powiększeniu kubatury i wymianie płyty przekrycia, przeprowadzono badania stanu technicznego (w tym niszczące badania wytrzymałości betonu płaszcza oraz dna). W artykule przedstawiono stan techniczny obiektu, zamieszczono wyniki badań laboratoryjnych oraz zaproponowano sposób modernizacji obiektu.

Słowa kluczowe: badania, beton, przepompownia, żelbet.

Abstract. The paper concerns a structure of reinforced concrete underground sewage pumping station. The structure was executed at the turn of the 1980s and 1990s in the technology of sunk well. Due to planned modernization, consisting in increasing of internal capacity and roof slab replacement, the investigations of technical state were conducted (including destructive tests of strength of concrete in the wall and bottom). In the paper a current technical state of the facility was described, the results of laboratory test were included and the method modernization was proposed.

Keywords: tests, concrete, pumping station, reinforced concrete.

Jednym z podstawowych zadań miejskiej infrastruktury jest odprowadzanie ścieków komunalnych. Proces ten wymaga odpowiedniej sieci kanalizacyjnej wraz z towarzyszącymi jej obiektami. Takim jest jedna z czterdziestu wrocławskich przepompowni – przedmiot tego artykułu. Jej zadaniem jest tłoczenie ścieków z kanalizacji ogólnospławnej. Zarządca obiektu postanowił poddać go modernizacji. Powodem tej decyzji była m.in. potrzeba zwiększenia wydajności (przepompownia obsługuje coraz intensywniej wykorzystywany duży obiekt hotelowo-sportowy). Modernizacji miała towarzyszyć naprawa lub wymiana elementów konstrukcji żelbetowej, dzięki czemu zwiększyłaby się trwałość budowli. Ze względu na rok budowy (przełom lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych) należało się bowiem spodziewać, że zastosowane rozwiązania z zakresu ochrony budowli przed agresywnym środowiskiem (XA3 wg [1]) są znacznie mniej skuteczne niż te oferowane obecnie. Dodatkowo wpływ na taki stan rzeczy mogła mieć niższa wtedy staranność oraz świadomość techniczna wykonawców.

Stan obecny, stan docelowy

Omawianą przepompownię ścieków komunalnych wykonano w technologii studni opuszczanej. Pierścienie grubości 35 cm betonowano w trzech etapach (każdy z nich miał wysokość 150 cm). Formo-

wano je z wykorzystaniem, powszechnych wtedy, szalunków typu Akro. Po wykonaniu i pogrążeniu ścian wzniesiono wewnątrz żelbetową ścianę grodziową, a następnie pompownię przekryto stropem żelbetowym. Wymurowano na nim dwa kominy włazowe (do każdej z komór). Obiekt został zasypany warstwą gruntu grubości ok. 140 cm.

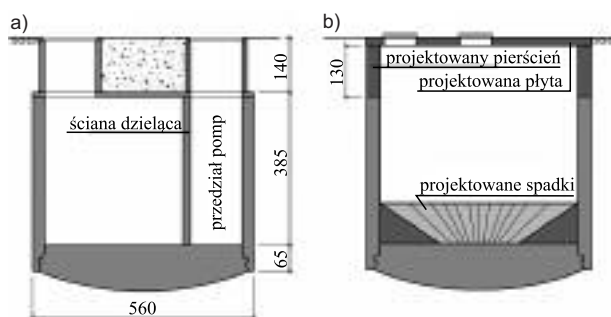
Modernizacja konstrukcji polegać miała m.in. na: usunięciu stropu, ściany grodziowej oraz warstw spadkowych wykonanych na dnie, podniesieniu konstrukcji ścian przez dobetonowanie pierścienia wysokości ok. 130 cm, zastosowaniu nowych warstw spadkowych (wynikających z technologii) oraz nowej płyty przekrycia. Obecny stan konstrukcji można porównać ze stanem docelowym na podstawie rysunku 1. Z wymienionymi pracami remontowymi stowarzyszone powinny być inne czynności polegające m.in. na naprawach powierzchniowych oraz nanoszeniu powłok zabezpieczających.

Stan techniczny obiektu

Makroskopowe oględziny wnętrza komory pozwoliły stwierdzić zadowalający stan techniczny płaszcza. Zaobserwowane wady były nieznaczne i łatwe do usunięcia. Były to głównie ściegi szalunków pozostawione bez zabezpieczenia oraz miejscowo źle zagęszczony beton. Na ściągach widoczne są ślady zaawansowanej korozji. Podobny problem dotyczył wszystkich akcesoriów meta-

lowych zamontowanych wewnątrz pompowni. Na powierzchni betonu znajdowały się intensywne, rdzawe nacieki. Ściana była zbrojona prętami #10 ze stali 34GS w rozstawie 20 cm w obu kierunkach. Pomiaru średnicy oraz identyfikacji gatunku stali prętów zbrojeniowych dokonano na elementach odsłoniętych odwiertami. Rozstaw zbrojenia określono detektorem. Otulina zbrojenia ścian wynosiła 5 cm.

W znacznie gorszym stanie technicznym była płyta przekrycia (fotografia). Oględziny makroskopowe potwierdziły, że wymia-



Rys. 1. Geometria pompowni: a) obecna konstrukcja; b) konstrukcja po modernizacji

Fig. 1. The geometry of the pumping station: a) nowadays structure; b) after modernization structure

na tego elementu jest uzasadniona ze względu na technologię i sposób modernizacji oraz ekonomię inwestycji. Na fotografii widoczne są wystające pręty żebra zatopione w płycie. Stwierdzono, że dolna otulina w płycie miejscami wynosiła 0,5 – 1,0 cm, co jest zdecydowanie za mało. Mogło to być bezpośrednią przyczyną skorodowania odsłoniętego zbrojenia.

Warstwy spadkowe dna uniemożliwiły ocenę stanu technicznego korka betonowe-

¹⁾ Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

²⁾ Skanska S.A.

^{*)} Autor do korespondencji:

e-mail: michal.musial@pwr.edu.pl



Strop obiektu
The ceiling of the facility

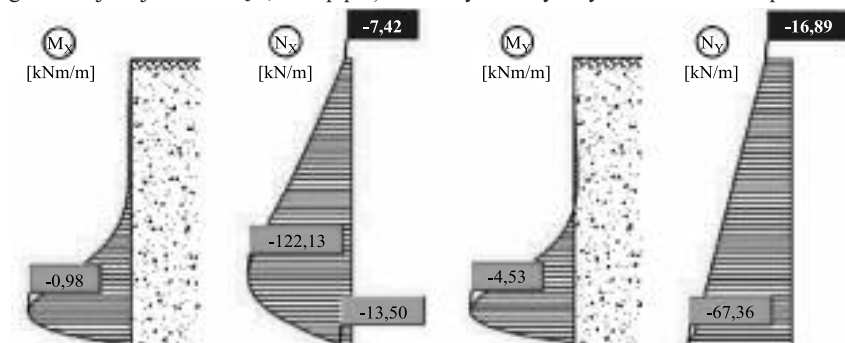
go studni. Oceny tej dokonano w dalszym etapie na podstawie badania betonu z pobranych odwiertów. W celu określenia klasy betonu z konstrukcji wycięto po trzy odwierty z płaszcza oraz dna. Ich nominalna średnica oraz wysokość po dostosowaniu (ciągnięciu i szlifowaniu) wynosiła 100 mm. Wytrzymałość określona na takich cylindrach w przybliżeniu odpowiada wytrzymałości określonej na kostkach o boku 150 mm. Klasę betonu płaszcza określono jako C35/45, a dna – C40/50. Należy zwrócić uwagę na relatywnie wysokie jak na lata budowy zastosowane klasy betonu. Najprawdopodobniej wynika to z faktu, że mieszankę betonową dostarczano na budowę z nieodległego, dużego zakładu prefabrykacji o wysokiej jakości produkcji. Makroskopowe oględziny odwiertów z dna potwierdziły dobrą jakość betonu. Ze względu na brak możliwości określenia układu i rozstawu prętów zbrojenia do obliczeń przyjęto płytę betonową.

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

Przeprowadzona ocena stanu technicznego dopuściła możliwość modernizacji obiektu. Dobetonowanie górnego pierścienia ze zbrojeniem zakotwionym w istniejącej konstrukcji spowodowało zmianę schematu statycznego obiektu. W związku z tym przeprowadzono obliczenia sprawdzające. Obliczenia płaszcza oraz dna przeprowadzono zgodnie z [2, 3]. Modelem płaszcza była powłoka cylindryczna podparta przegubowo-nieprzesuwnie przy podstawie. Wykresy sił przekrojowych w ścianach (momentów zginających oraz sił osiowych) zamieszczono na rysunku 2. Ze względu na osiową symetrię pokazano ścianę jako element liniowy. Symbolem „X” oznaczono siły obwodowe, symbolem „Y” natomiast siły pionowe. Nośność elementów określono zgodnie z [4]. Ściany w obu kierunkach poddane były mimośrodowemu ściskaniu, a ich wyężenie w docelowych warunkach pracy było znikome.

Sprawdzenie dna przeprowadzono dla schematu statycznego betonowej płyty kołowej podpartej przegubowo-nieprzesuwnie na obwodzie. Obciążenie stanowił odpór gruntu spowodowany ciężarem studni oraz przekrycia z uwzględnieniem obciążeń technologicznych. Wyężenie w przypadku dna wyniosło ok. 80%. Przypadek obciążenia związany z ciśnieniem hydrostatycznym działającym od dołu [2] pominięto jako mniej niekorzystny (zwierciadło wody gruntowej znajdowało się 3,90 m p.p.t.).

Przeprowadzone analizy statyczno-wytrzymałościowe wykazały niewielkie wyężenie płaszcza żelbetowego przepompowni. Wynika to ze specyfiki technologii wykonania oraz pracy statycznej studni opuszczanej. W obliczeniach decydującą fazą pracy mogło być pogrążanie, której w omawianym przypadku nie trzeba było sprawdzać. Ponadto obiekt znajduje się blisko koryta rzeki. Grubość płaszcza była zatem częściowo podyktowana wypieraniem hydrostatycznym w warunkach powodzi.



Rys. 2. Wykresy sił przekrojowych
Fig. 2. The internal forces chart

Nowym elementem zbiornika, podlegającym projektowaniu, była płyta przekrycia. Ze względów technologicznych zdecydowano się na wykonanie jej metodą prefabrykacji poligonowej. Wynikało to ze znacznych gabarytów elementu wykluczających przetransportowanie go z zakładu prefabrykacji w tradycyjny sposób. Na niekorzyść konstrukcji monolitycznej przemawiały natomiast ewentualna potrzeba demontażu płyty w przyszłości oraz technologicznie skomplikowana budowa szalunków wewnątrz zbiornika, a także ich demontaż. Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne i akcesoria (m.in. zawiesia transportowe, tuleje w płycie, trzpienie prowadzące w płaszczu) umożliwiły montaż płyty dźwigiem.

Podsumowanie

W ramach modernizacji, oprócz robót konstrukcyjnych, zalecono wykonanie prac wpływających na trwałość obiektu, m.in. wycięcie skorodowanych elementów metalowych do głębokości 1,5 cm, naniesienie warstw naprawczych oraz warstw na bazie żywic epoksydowych zabezpieczających przed agresywnym środowiskiem, wykonanie warstw izolacji przeciwwodnej oraz termicznej. Połączenie konstrukcyjne starego i nowego płaszcza oraz miejsce oparcia płyty przekrycia zabezpieczono przed infiltracją wody taśmami bentonitowymi.

Oprócz tego decydować mogły inne względy konstrukcyjne.

Na uwagę zasługuje wysoka klasa wytrzymałości betonu płaszcza (C35/45) oraz dna (C40/50). Świadczy to o dobrej jakości mieszanki betonowej, pochodzącej najprawdopodobniej, jak już wspomniano, z pobliskiego zakładu prefabrykacji. Można ponadto stwierdzić, że beton był prawidłowo pielęgnowany i zagęszczany. Stwierdzono, że raki występowały lokalnie na niewielkim fragmencie ściany. Za elementarny błąd wykonawczy można uznać pozostawienie ściągów szalunków i brak zabezpieczenia antykorozyjnego akcesoriów stalowych. Elementy te jednak łatwo jest usunąć bądź wymienić. W opisanym przypadku wszystkie elementy wyposażenia nakazano wykonać z nierdzewnej stali kwasoodpornej (0H18N9). Przeprowadzone zabiegi pozwolą znacznie zwiększyć trwałość obiektu.

Literatura

- [1] PN-EN 206-1:2003. Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [2] Halicka A., Franczak D., Projektowanie zbiorników żelbetowych, Tom 2, Zbiorniki na cieczę, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014.
- [3] Płaskowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa, 1975.
- [4] PN-B-03264:2002. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Przyjęto do druku: 10.08.2015 r.