

dr inż. Łukasz Bednarz^{1*)}

ORCID: 0000-0002-1245-6027

dr hab. inż. Dariusz Bajno, prof. UTP²⁾

ORCID: 0000-0001-7664-8653

Żelbetowe niecki basenowe – błędy od projektu po wykonanie

Concrete swimming pool basins – mistakes from design to construction

DOI: 10.15199/33.2020.06.01

Streszczenie. Naprawa uszkodzonych niecek basenowych wymaga współpracy wszystkich uczestników procesu budowlanego i posługiwania się dokumentacją powykonawczą lub dokumentacją budowy. Prace naprawcze powinny być poparte analizą aktualnego stanu technicznego, możliwości trwałego usunięcia przyczyn degradacji oraz zastosowania tradycyjnych lub nowych technologii na uszkodzone podłoża. Rodzaj i wielkość prac wzmacniających musi mieć swoje umocowanie w wynikach obliczeń konstrukcyjnych uwzględniających obciążenie wilgocią, temperaturą, parciem gruntu wraz z naziemem oraz ciśnieniem hydrostatycznym cieczy. Należy także uwzględnić aktualny stan instalacji odbierających wody opadowe i infiltracyjne, a także profil terenu, który może ulec deformacji w okresie eksploatacji obiektu. Aplikacja materiałów wzmacniających oraz uszczelniająco-zabezpieczających powinna odbywać się na przygotowanym do tego celu podłożu i w warunkach otoczenia ściśle wg instrukcji producenta i dostawcy technologii.

Słowa kluczowe: niecka basenowa; uszkodzenie; naprawa; wzmocnienie; monitoring.

Abstract. Repairing damaged swimming pool basins requires the cooperation of all participants in the construction process and the use of as-built documentation or construction documentation. Repair works should be supported by an analysis of the current technical condition, possibilities of permanent removal of the causes of degradation and the possibility of applying traditional or new technologies to damaged substrates. The type and size of strengthening works should be anchored in the results of structural calculations taking into account the load of moisture, temperature, ground pressure and hydrostatic liquid. The current condition of rainwater and infiltration systems should also be taken into account, as well as the profile of the ground, which may be deformed during the life of the facility. The application of reinforcing and sealing materials should be carried out on the prepared for this purpose ground and in ambient conditions, strictly according to the instructions of the manufacturer and technology supplier.

Keywords: swimming pool basins; damage; repair; strengthening; monitoring.

Niecki basenowe (baseny) są najczęściej elementami pływalni lub aquaparków. Konstrukcja niecek może być różna zarówno pod względem konstrukcyjnym, jak i materiałowym.

Ze względu na rodzaj zastosowanego materiału, niecki dzieli się na: **żelbetowe; metalowe; z tworzyw sztucznych i kompozytowe** (np. z włókien szklanych).

W basenach ogólnodostępnych (publicznych) najczęściej spotykane są niecki wykonane z żelbetu. Ze względu na rodzaj konstrukcji można pogrupować je na: **posadowione na gruncie; posadowione w gruncie; posadowione na palach oraz wyniesione ponad poziom gruntu** (np. na słupach).

Najczęściej spotykane problemy i błędy projektowe oraz wykonawcze

Jak można przeczytać w [12]: *Problemy związane z zapewnieniem szczelności niecki basenowej zaczynają się pojawiać już na etapie projektowania.* Dodatkowo mogą dojść problemy z doborem odpowiedniej ilości i jakości zbrojenia, rodzaju betonu, a także związane z posadowieniem i panującymi obciążeniami oraz przyjęciem odpowiedniej technologii uszczelnienia miejsc newralgicznych. W fazie projektowania często nie uwzględnia się wpływu gradientu temperatury pomiędzy częścią osłoniętą przez grunt a powierzchniami odkrytymi, a także powstałego w momencie wypełniania chłodną wodą nagranych niecek. Bardzo istotną rolę w projektowaniu (projektanci nawet o tym nie wspominają w swoich opracowaniach) i wykonawstwie niecek basenów odgrywa okres ich scalania (zbrojenia i betonowania) oraz warunki późniejszej eksploatacji.

Prace przy obiektach mających stały kontakt z wodą, takich jak np. niecki basenowe, są pracami specjalistycznymi, którym nie wszyscy wykonawcy są w stanie sprostać. Chodzi przede wszystkim o przestrzeganie reżimu technologicznego i bardzo dużą staranność. Dotyczy to wykonawców konstrukcji, powłok izolacyjnych oraz warstw wykończeniowych. Często zdarza się, że detale zbrojenia, betonowania oraz uszczelnień są zamieszczane w projektach tylko symbolicznie, opisowo, przez odwołanie się do „jakiejs” technologii. Często zdarza się również, że projekty nie są właściwie lub w ogóle odczytywane przez zespoły robocze realizujące inwestycję, która jest prowadzona rutynowo. Z tego powodu w konstrukcjach basenów najczęściej występujących w Polsce (mają 30, 40, a może i więcej lat) liczba usterek i błędów jest bardzo duża. Beton, z którego wykonano niecki basenowe w latach 70. i 80. XX w., ma niską markę (obecnie klasę), jest niewłaściwie zagęszczony, a co za tym idzie nie można go nazwać

¹⁾ Politechnika Wrocławska; Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

²⁾ Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy; Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

*) Adres do korespondencji: lukasz.bednarz@pwr.edu.pl

wodoszczelnym. Ponadto ma miejscami małą wytrzymałość na odrywanie (fotografia 1).

Obecnie oferowane na rynku systemy naprawcze nie są uniwersalne, dlatego też nie mogą być antidotum na wszystkie nieprawidłowości wykonawcze i projektowe.



Fot. 1. Badanie wytrzymałości betonu na odrywanie metodą pull-off
Photo 1. Pull-off concrete strength test

Technologie naprawy i wzmocnienia

W przypadku stwierdzenia wad w konstrukcjach i zabezpieczeniach niecek basenowych [9, 11] oraz uszkodzeń warstw wykończeniowych (fotografia 2), uszkodzeń konstrukcyjnych i nieszczelności (fotografie 3 i 4), na-



Fot. 2. Uszkodzenie warstwy wykończeniowej powierzchni basenu
Photo 2. Damage of the pool surface finish layer



Fot. 3. Zarysowana ściana konstrukcyjna niecki basenowej
Photo 3. Cracked structural wall of the swimming pool basin



Fot. 4. Przecieki przez konstrukcję niecki basenowej
Photo 4. Leaks through the swimming pool basin structure

leży wybrać odpowiednią metodę naprawczą. Często obiekty nie mają dokumentacji powykonawczej, a nawet projektu budowlanego. Wówczas konieczne jest ustalenie technologii wykonania elementu lub całej konstrukcji, właściwa ocena stanu technicznego oraz ustalenie właściwości materiałów podłoża. Możliwości naprawy uszkodzonych, nieszczelnych niecek basenowych jest wiele, od najbardziej tradycyjnych po zaawansowane technologicznie i materiałowo.

Propozycje doraźnej, interwencyjnej naprawy przeciekających elementów konstrukcji niecki basenu sprowadzają się do reprofilacji konstrukcji osłabionej ubytkami, jej wzmocnienia oraz iniekcji sklejającej (o ile pozwala na to wilgotność rys).

Reprofilacja. Powierzchnię betonową, na której wykonana będzie reprofilacja i wzmocnienie, należy przygotować przez usunięcie zabrudzeń, mleczka cementowego, luźnych części niezwiązanych z podłożem, kruszących się warstw zaprawy, np. za pomocą piaskowania, śrutowania, frezowania, szlifowania, mycia ciśnieniowego itp., aż do odsłonięcia nośnej warstwy podłoża, tzn. takiej, która odznacza się wytrzymałością na odrywanie większą od 1,5 N/mm².

Reprofilację ubytków i powierzchni należy wykonać za pomocą zapraw systemowych PCC. W zależności od głębokości ubytku i występowania prętów zbrojeniowych wyróżnia się 3 rodzaje napraw, do których dobiera się odpowiedni zestaw materiałów:

1) głębokie ubytki w naprawianym elemencie wraz z zabezpieczeniem zbrojenia;

2) głębokie ubytki w naprawianym elemencie bez zabezpieczenia zbrojenia;

3) powierzchniowe ubytki do max. 5 mm głębokości.

Wzmocnienie. Poza metodami tradycyjnymi [8], obecnie często podczas wzmocnienia konstrukcji żelbetowych [1, 7, 10] stosowane są materiały kompozytowe [3]. Materiały FRP mają wiele zalet, ale również wiele ograniczeń. Najistotniejszą ich zaletą jest duży współczynnik wytrzymałości do masy oraz łatwy transport i montaż. Materiały tego typu wykazują również dużą efektywność przy znacznej redukcji kosztów związanej m.in. z wyeliminowaniem zjawisk korozji. Dostępność kompozytów w postaci taśm, prętów, mat czy tkanin umożliwia dostosowanie ich do konkretnego obiektu. Materiały typu FRP o osnowach polimerowych, takie jak pręty, taśmy i maty, mają jednak słabą odporność ogniową połączenia klejącego i z tego powodu połączenia te powinny być chronione przed ewentualnym działaniem ognia. Podczas wykonywania wzmocnień z taśm FRP należy również pamiętać, że dość częstym przypadkiem niewykorzystania ich właściwości jest odsponienie od wzmocnianej konstrukcji. Z tego powodu zaleca się stosowanie kotwienia (np. mechanicznego).

Alternatywą może być zastosowanie materiałów kompozytowych typu FRCM na osnowach mineralnych bez udziału żywicy epoksydowej [4]. W systemach FRCM, w odróżnieniu od FRP, stosuje się nieorganiczną zaprawę składającą się ze spoiwa hydraulicznego oraz dodatków, które są chemicznie, fizycznie i mechanicznie kompatybilne z podłożem. Zastosowanie w systemach FRCM zaprawy mineralnej, jako matrycy łączącej wzmocnienie z włókien z elementem konstrukcyjnym, jest niewątpliwą zaletą w porównaniu z technologią produkcji FRP. Wzmocnienie z pomocą systemów typu FRCM jest możliwe w miejscach „wytężonych” elementów konstrukcji niecki basenowej. Systemem FRCM można zrównoważyć ubytki stali i przywrócić ustrojowi konstrukcyjnemu stany graniczne nośności i użytkowania w sposób szybki i dają-

cy bardzo dobre efekty. Pozostałe pęknięcia należy wypełnić elastyczną żywicą pozwalającą na przeniesienie odkształceń uszczelnienia.

Iniekcja sklejąca. W miejscach występowania rys i pęknięć proponuje się wykonanie iniekcji na bazie żywicy epoksydowych. Iniektory epoksydowe są dwuskładnikowymi kompozytami żywicy epoksydowej i utwardzacza, przeznaczonymi m.in. do klejenia konstrukcji betonowych (żelbetowych). W przypadku małych rys (włosowatych) można zastosować żywicę epoksydową o niewielkiej lepkości. Małe powierzchniowe i płytkie włosowate pęknięcia skurczowe należy uformować w kształt litery V i następnie wypełnić iniektem epoksydowym o małej lepkości, stosując metodę wlewania lub wielokrotnego smarowania. Pęknięcia głębsze należy zamknąć (skleić) za pomocą iniekcji ciśnieniowej z użyciem pakierów wierconych lub klejonych, stosując żywicę epoksydową o małej lepkości, a powierzchnię pęknięcia zaszpachlować zaprawą żywiczną lub mineralną. Powierzchnię zaprawy żywicznej można posypać piaskiem kwarcowym o granulacji 0,4 – 0,8 mm.

Do sklejenia konstrukcji rysy powinny być suche. Można to uzyskać przez opróżnienie basenu na długi okres oraz dodatkowe osuszenie, np. wygrzanie mikrofalami. Z punktu widzenia statyki konstrukcji jest to bardzo zalecane. W przypadku, gdy ze względu na znaczne zawilgocenie przeciekających miejsc nie będzie możliwe szybkie zastosowanie iniekcji sklejącej, należy zastosować jednokomponentowe iniektory poliuretanowe, przeznaczone m.in. do uszczelnienia konstrukcji betonowych i likwidacji przecieków występujących w przerwach roboczych, dylatacjach, przejściach rurowych itp. lub dwukomponentowe iniektory poliuretanowe, wykorzystywane do uszczelniania elastycznego rys i dylatacji. Sposób reakcji iniektów poliuretanowych zależy od obecności wody. W kontakcie z wodą tworzą elastyczną pianę, a w suchym otoczeniu elastyczny żel. Przereagowana żywica na trwałe zachowuje elastyczność, dzięki czemu jest w stanie przenosić przemieszczenia i uszczel-

nić pęknięcia nawet w rysach pracujących bez konieczności stosowania iniekcji wtórnej.

Monitoring

O ile oczekiwany efekt uszczelnienia i wzmocnienie przeciekających elementów niecki basenowej można uzyskać przez wykonanie iniekcji zarysowań oraz wzmocnienie konstrukcji w tych miejscach, o tyle nie można określić, czy efekty prac naprawczych będą stałe.

W przypadku dużych i odpowiedzialnych konstrukcji, jakimi są niecki większości basenów, wydaje się celowe stosowanie technologii monitorujących ich stan konstrukcyjny [2, 5, 6]. Techniki monitorowania konstrukcji jest bardzo wiele. Zastosowanie nawet tych najprostszych może dać bogatą wiedzę o zachowaniu się konstrukcji oraz pomóc w okresowych ocenach stanu technicznego.

Podsumowanie

Naprawa uszkodzonych niecek basenowych to skomplikowany proces techniczno-technologiczny wymagający ustalenia przyczyn, a następnie doboru odpowiedniej metody naprawy. Z tego powodu niezbędna jest współpraca wszystkich uczestników procesu budowlanego i posługiwanie się dokumentacją powykonawczą lub dokumentacją budowy. Konieczna jest również analiza zapisów protokołów przeglądów okresowych i/lub innych opracowań sporządzonych w okresie eksploatacji takich obiektów. W starych nieckach często będzie wymagane przeprowadzenie badań in situ oraz laboratoryjnych, w tym niszczących. Prace naprawcze nie mogą być działaniem rutynowym. Powinny być poparte analizą aktualnego stanu technicznego, możliwości trwałego usunięcia przyczyn degradacji oraz zastosowania tradycyjnych lub nowych technologii na uszkodzone podłoża.

Po zakończeniu robót użytkownik musi zostać poinformowany o sposobie utrzymywania i konserwacji wykonanych wzmocnień i zabezpieczeń podczas dalszej eksploatacji obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem. Każda technologia naprawcza sprawdzi się w praktyce, o ile zostaną zapewnione

wymagane warunki aplikacji, a następnie eksploatacji, wsparte stałym monitoringiem zachowania konstrukcji po ich wykonaniu.

Literatura

- [1] AljaafrehTariq. 2019. *Performance of Precast Concrete Bridge Girders with Externally Bonded Anchored CFRP*. Doctoral dissertation. The University of Texas at Arlington.
- [2] Bednarz Łukasz, Artur Górski, Jerzy Jasieńko, Eugeniusz Rusiński, Marcin Rutkowski. 2017. „Application of contemporary measurement and calculation methods for structural analysis and monitoring of heritage buildings”. *In Proceedings of the 13th International Scientific Conference: Computer Aided Engineering/Eugeniusz Rusiński, Damian Pietrusiak, Cham: Springer*. 37 – 48.
- [3] Bednarz Łukasz. 2018. „Możliwości zastosowania kompozytów do wzmacniania obiektów historycznych”. *Materiały Budowlane* 549 (5): 72 – 74.
- [4] Bednarz Łukasz, Mariusz Jackiewicz, Gabriela Wojciechowska, Marcin Rutkowski. 2016. „Możliwość aplikacji kompozytów FRCM w żelbetowych obiektach historycznych”. *Materiały Budowlane* 531 (11): 136 – 139.
- [5] Bednarz Łukasz, Jerzy Jasieńko, Tomasz Nowak. 2015. „Test monitoring of the Centennial Hall’s dome, Wrocław (Poland)”. *In Optics for Arts, Architecture, and Archaeology V/Luca Pezzati, Piotr Targowski (eds.)*. Bellingham, Wash. SPIE. 1-9.
- [6] Gałęzia Adam, Szymon Gontarz, Marcin Jasiński, Jędrzej Mączak, Stanisław Radkowski, Jarosław Seńko. 2012. „Distributed system for monitoring of the large scale infrastructure structures based on analysis of changes of its static and dynamic properties”. *Key Engineering Materials* (518): 106 – 118.
- [7] Jorge Luis, Alfredo Dias, Ricardo Costa. 2015. „Performance of X-Lam panels in a sports center with an indoor swimming-pool”. *Journal of Civil Structural Health Monitoring* 5 (2): 129 – 139.
- [8] Kruszka Leopold, Ryszard Chmielewski. 2019. „Design analysis of strengthening a damaged supporting structure in a swimming pool building”. *In 13th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques* 16–17 May 2019, Vilnius, Lithuania.
- [9] Matkowski Zygmunt, Adam Kowalski. 2016. „Błędy projektowe i wykonawcze hydroizolacji na przykładzie niecki basenowej”. *Materiały Budowlane* 523 (3): 4 – 6.
- [10] Parghi Anant, Alam Shahria. 2018. „A review on the application of sprayed-FRP composites for strengthening of concrete and masonry structures in the construction sector”. *Composite Structures* 187: 518 – 534.
- [11] Podolski Bogdan, Michał Podolski, Tomasz Bartosik. 2016. „Wybrane problemy remontowe żelbetowych zbiorników na ciecze oraz niecek basenowych”. *Materiały Budowlane* 526 (6): 132 – 133.
- [12] Rokiel Maciej. 2009. *Hydroizolacje w budownictwie*. Warszawa. Medium.

Przyjęto do druku: 11.05.2020 r.