

Andrzej Moczko*
 Grzegorz Dmochowski*
 Piotr Berkowski*

Badania żelbetowej konstrukcji basenu z lat 30. XX wieku

Examination of swimming pool concrete structure from beginnings of the 20th century

1. Opis obiektu

Budynek, w którym znajduje się badana niecka basenu, został wzniesiony w latach 30. XX wieku. Jest to obiekt jednokondygnacyjny, podpiwniczony, z niecką basenu w obrębie piwnicy, przekryty stropodachem (rys. 1). Konstrukcja nośna budynku jest mieszana, tzn. ściany zewnętrzne i wewnętrzne są murowane z cegły ceramicznej, natomiast słupy wewnętrzne, noszące stropy ceramiczne typu Ackerman, bądź żelbetowe płyty stropowe, są żelbetowe. Konstrukcję nośną stropodachu stanowi strop Ackerman, na którym wsparta jest drewniana konstrukcja zapewniająca spadek połąci.

Niecka basenu ma kształt prostokąta o wymiarach wewnętrznych 10,15 × 25,13 m. Zagłębienie dna niecki, mierzone względem poziomu okalającej plaży, wynosi od ok. 1,20 m do ok. 3,30 m. Konstrukcyjnie niecka stanowi żelbetową wannę o grubości płyty dennej ok. 15 cm, a ścian bocz-



Rys. 1. Widok ogólny przedwojennego budynku pływalni
 Fig. 1. General view of post-german swimming pool building

1. Description of examined construction

The building, in which the examined swimming pool basin is situated, was built in the 30s of the XXth century. This is the one-storey building, with the pool basin within basement, covered with flat roof (fig. 1). Bearing structure of the building is mixed one, ie. external and internal walls are made of ceramic brick, while the interior columns, carrying ceramic type Ackerman or concrete floor slabs, are made of reinforced concrete. Flat roof is made of Ackerman slab, on which wooden structure for fall slope is based.

The pool basin has a rectangular shape with internal dimensions 10,15 × 25,13 m. Basin bottom immersion, measured from the level of surrounding beach, varies from ca. 1,20 m to ca. 3,30 m. From the constructional point the basin is a reinforced concrete bathtub with bottom plate of 15 cm of thickness, and the side walls 18 cm thick. The whole structure is

nych – ok. 18 cm. Całość wsparta jest na żelbetonowych ramach składających się z rygli (35 × 63 cm) i słupów (35 × 35 cm) – rys. 2, 3.



Rys. 2. Widok dna niecki basenu
Fig. 2. View of pool basin bottom

W latach 2006-2007 [1] wykonany został remont generalny basenu, w trakcie którego zerwane zostały skorodowane fragmenty otuliny zbrojenia ścianek bocznych (rys. 4), a następnie odtworzono otulinę, zwiększając przy tym grubość ścianek bocznych (w części środkowej, ok. 15 – 20 cm nad dnem) o ok. 15 cm, w celu umożliwienia wykonania przelewów typu Wiesbaden (rys. 5). Pogrubienia tego nie połączono jednak z dnem basenu, pozostawiając nie wzmocnioną, pierwotną ściankę basenu na wysokości kilkunastu centymetrów ponad dnem (dodatkową ściankę wykonano do powierzchni warstw wykończeniowych, a nie do nośnej płyty dna niecki). W ten sposób nie wykorzystano możliwości wzmocnienia ścian niecki, pozostawiając ją w stanie istniejącym w miejscu najbardziej wyciężonym.



Rys. 4. Widok ścian niecki basenu po usunięciu płytek [1]
Fig. 4. View of pool basin walls without ceramic tiles [1]

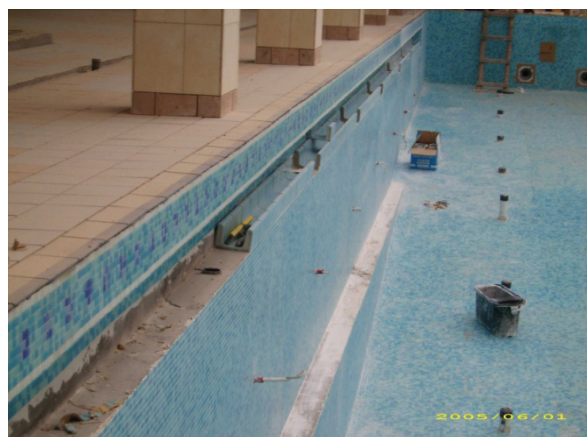
W niecce basenu stwierdzono liczne nieszczelności, zarysowania i spękania (rys. 6, 7), powodujące

supported on reinforced concrete framework consisting of beams (35 × 63 cm) and columns (35 × 35 cm) – figs 2, 3.



Rys. 3. Widok podciągu i cokołu wsporczoego
Fig. 3. Bearing main beams and pedestals

In the period 2006-2007 [1], there was made a general overhaul of the pool, during which corroded fragments of concrete coating of side walls were break off (fig. 4). Next, the coating was reconstructed, in the same time increasing the thickness of the side walls (in the middle, about 15 – 20 cm above the bottom) to about 15 cm, in order to allow to construct Wiesbaden ditches (fig. 5). However, this additional concrete layer put on walls was not connected to the basin bottom, leaving the original, not strengthened wall of the pool at a height of several centimeters above the bottom (an additional wall was made to the level of the surface finishing, and not to the bottom of the basin bottom slab). In this way the possibility of strengthening the walls of the basin was not exploited, leaving it without strengthening in the most strained place.



Rys. 5. Widok usytuowania przelewu typu Wiesbaden [1]
Fig. 5. View of Wiesbaden notch [1]

In the pool basin numerous leaks, scratches and cracks (figs 6, 7) causing water leaks and filtrations



Rys. 6. Zarysowania niecki basenu [1]
Fig. 6. Cracks in pool basin walls [1]



Rys. 7. Zarysowania niecki basenu [1]
Fig. 7. Cracks in pool basin walls [1]

przesączenia i przecieki wody. W wyniku tego obiekt został ponownie zamknięty i osuszony, skuto także wykonane wcześniej wyprawy wykończeniowe ścianek bocznych oraz dna niecki. Ze względu na stopień zespolenia konstrukcji pogrubień z pierwotną konstrukcją ścian bocznych zdecydowano nie demontować tego elementu. W płycie dna niecki stwierdzono spękania poprzeczne do kierunku podciągów. W trakcie prowadzonego monitoringu stwierdzono również, że spękania te nie ulegały rozszerzeniu, a naklejone plomby szklane nie uległy zniszczeniu. Przeprowadzone oględziny konstrukcji nie wykazały korozji zbrojenia.

2. Opis analiz i obliczeń technicznych

W związku z opisanymi wyżej uszkodzeniami, które pojawiły się po remoncie niecki basenu, zdecydowano się przeprowadzić badania umożliwiające ocenę rzeczywistej wytrzymałości betonu i wykonać sprawdzające obliczenia nośności jego elementów konstrukcyjnych. W pierwszej kolejności dokonano przeglądu stanu technicznego niecki, wykonano odkrywki zbrojenia i badanie betonu dna niecki młotkiem Schmidta. Stwierdzono w wierzchniej warstwie dna występowanie piaskobetonu o bardzo słabej wytrzymałości. Otrzymane wyniki z badania młotkiem Schmidta wskazywały, że jest to beton klasy B7,5 do B10. Zdecydowano się wobec tego na wykonanie bardziej miarodajnych badań, które objęły:

- określenie wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie laboratoryjnych badań odwiertów rdzeniowych w niecce basenu,
- określenie wytrzymałości betonu na ściskanie na podstawie nieniszczących pomiarów metodą „pull-out” w podciągach i słupach konstrukcji wsporczej,
- lokalizację i identyfikację zbrojenia wraz z okre-

were detected. As a result, the pool was again shut down and drained. All the bottom and walls ceramic coating was break off. Given the degree of coupling between new and original concrete layers on the basin walls there was decided not to disassemble them. In the bottom plate slab there were found transverse cracks in the direction of main beams. During monitoring carried out it was concluded that those cracks did not undergo extension and stuck-glass seals were not damaged. Conducted inspection of the structure showed no corrosion of reinforcement.

2. Description of studies and structural calculations

In view of the damage described above, which appeared in the swimming pool basin after the repair, it was decided to carry out studies to assess the current strength of concrete and perform calculations to check the bearing capacity of basin structural elements. First, a review of the technical condition of the basin was carried out, also reinforcement pits and concrete test with the Schmidt hammer of the bottom slab were realized. It was found in the surface layer of basin bottom a presence of sand-made concrete of very low strength. The results obtained from examinations using the Schmidt hammer indicated that it was concrete class B7,5 to B10. Therefore it was decided to perform more reliable tests, which included:

- determination of concrete compressive strength based on laboratory tests of core-drilled probes in the pool basin,
- determination concrete compressive strength based on the non-destructive measurement “pull-out” method in main beams and columns of supporting structure,
- location and identification of reinforcement

śleniem grubości jego otuliny wraz z wykonaniem niezbędnych odkrywek,

- sprawdzenie głębokości karbonatyzacji przy powierzchniowej warstwy betonu.

Wytrzymałość betonu zastosowanego w niecce basenu określono przez ściskanie w maszynie wytrzymałościowej próbek pobranych z odwiertów rdzeniowych. Oględziny próbek wykazały, że beton został wykonany na kruszywie naturalnym (rys. 8). Analiza wyników badań ściskania próbek pozwoliła oszacować jego klasę na C12/15, zgodnie z normą PN-EN 13791:2008.

W przypadku elementów konstrukcji wsporczej niecki, tj. słupów i podciągów, do badań wytrzymałości betonu zastosowano metodę „pull-out”.

Metoda ta pozwala na oszacowanie wytrzymałości betonu na podstawie badań wykonywanych bezpośrednio na obiekcie. Metoda „pull-out” polega na pomiarze wartości siły niezbędnej do wyrwania z betonu kotwy, którą stanowi stalowy pierścień rozprężany w specjalnie do tego celu wykonanym frezie (rys. 9). W pierwszym

and thickness of its coating based on examination pits,

- checking of depth of surface carbonation of concrete.

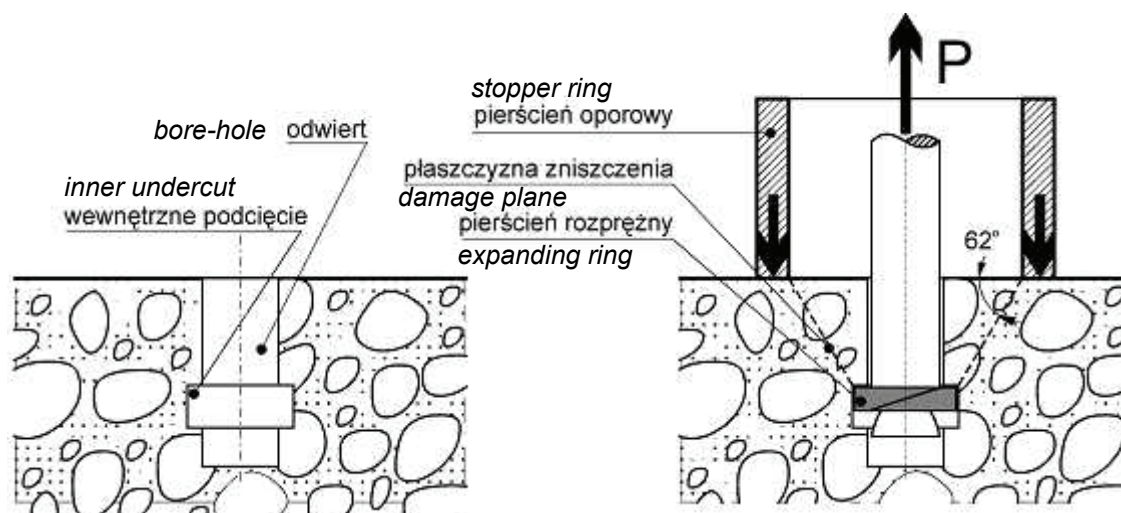
Strength of concrete used in the pool basin was determined using compression in strength machine on samples taken from the drilling cores. Inspection of the samples showed that the concrete was made from natural aggregate (fig. 8). Analysis of the results of compression tests of samples allowed estimate its class as C12/15 according to PN-EN 13791:2008.

In the case of elements of pool basin supporting structure, ie. columns and main beams, to determine concrete strength the “pull-out” testing method was used. This method

allows to estimate concrete strength based on tests performed directly on the site. In the „pull-out” method the strength required to take out the anchor from concrete is measured. The anchor is made in shape of metal ring expanded in special cut made in concrete. At first, after locating the re-



Rys. 8. Widok próbek rdzeniowych
Fig. 8. View of core probes



Rys. 9. Idea metody „pull-out”
Fig. 9. Idea of “pull-out” method

etapie, po zlokalizowaniu zbrojenia i wyrównaniu powierzchni, w istniejącej konstrukcji wykonuje się otwór, wewnątrz którego na głębokości 25 mm, wycina się wewnętrzne wyżłobienie (frez), w którym następnie rozpręża się specjalny pierścień, stanowiący głowicę kotwy. Obciążenie przekazywane jest za pośrednictwem siłownika hydraulicznego. Siłownik

inforcement and flattening the surface, on depth of 25 mm internal cut is made, and then special ring (head of the anchor) is expanded inside the cut. The loading is transmitted via hydraulic servo. This servo transmits the pulling-out force on anchor's arbor pressuring the surface of concrete with the help of central stopper ring. This ring,

ten z jednej strony przekazuje siłę wrywającą na trzpień kotwy, z drugiej zaś dociska powierzchnię betonu za pośrednictwem centrycznego pierścienia oporowego. Pierścień ten, dzięki właściwemu doborowi proporcji swoich wymiarów w stosunku do głębokości położenia kotwy oraz wymiarów samej kotwy, wymusza złożony stan naprężenia, który w efekcie prowadzi do zniszczenia, charakteryzującego się ścisłą korelacją pomiędzy rejestrowaną siłą wrywającą kotew, a wytrzymałością betonu na ściskanie.

Podobnie, jak w przypadku niecki basenu, beton w elementach konstrukcji wsporczej okazał się klasy C12/15, zgodnie z normą PN-EN 13791:2008.

We wszystkich badanych fragmentach konstrukcji zlokalizowano istniejące pręty zbrojeniowe, określono ich rozstawy oraz grubość betonowej otuliny, wykorzystując do tego celu urządzenie o nazwie „Cover-Master”. Wykonano także szereg odkrywek zbrojenia, zarówno w konstrukcji niecki (rys. 10), jak i w elementach wsporczych (rys. 11) w celu



Rys. 10. Zbrojenie dna niecki basenu
Fig. 10. Reinforcement in pool basin bottom

sprawdzenia występowania ewentualnej korozji zbrojenia i weryfikacji wyników pomiarów.

Oceny zasięgu procesu karbonatyzacji powierzchniowej warstwy betonu dokonano za pomocą testu fenoloftaleinowego, który polega na spryskaniu alkoholowym roztworem fenoloftaleiny powierzchni świeżego przełomu betonowego. Interpretacja wyniku testu jest bardzo prosta. Fenoloftaleina ma, bowiem tę właściwość, że przy pH równym 8.5-9.5 powoduje zmianę koloru czerwonego na bezbarwny. Warstwa betonu ulegająca odbarwieniu, uznawana jest za warstwę skarbonatyzowaną, która utraciła zdolności pasywacyjne w stosunku do stali zbrojeniowej. Jedynie w ścianach niecki nie stwierdzono karbonatyzacji powierzchniowej warstwy betonu. W pozostałych elementach, tj. w dnie niecki, podciągach i słupach zasięg karbonatyzacji wynosił od 20 do 25 mm przy grubości otuliny prętów zbrojeniowych wynoszącej 45 mm w płycie dennej, 30 mm w podcią-

thanks to the proper proportions of its size in proportion of the anchor placement depth as well as its size, forces complex stress state, which, in consequence, leads to destruction of concrete. The destruction characterizes strict correlation between registered pull-out force and concrete's compressive strength.

Similarly, like in the pool basin, the concrete at supporting structure elements rendered to be C12/15 class, according to the standard PN-EN 13791:2008.

In all examined construction elements existing reinforcement bars were localized, their spacing and cover thickness were specified, using device called "Cover-Master". Also few reinforcement pits were made in basin construction (fig. 10) and in supporting elements (fig. 11) in purpose of inspecting possibility of reinforcement corrosion and verifying non-destructive measurement results.



Rys. 11. Zbrojenie podciągu
Fig. 11. Main beam reinforcement

Evaluation of carbonatization process range of superficial concrete layer was carried out with phenolphthalein test, which is done by sprinkling the surface of fresh concrete fracture with alcohol phenolphthalein solution. The interpretation of results is very simple. Phenolphthalein has feature of changing its color with pH equal to 8.5-9.5 from red to colorless. The concrete's layer which is subjected to discoloration is considered to be carbonatized layer, which lost passivation properties of reinforcement steel. Only in basin's walls superficial carbonatization of the concrete layer was not stated. In the rest of the elements, that is, in basin's bottom, main beams and columns, the carbonatization range was equal to 20-25 mm, with reinforcement bars cover equal to 45 mm in bottom plate, 30 mm in main beams and 45-64 mm in columns. Moreover, the reinforcement in plate, main beams and columns revealed clear traces of superficial corrosion.

gach i 45 do 65 mm w słupach. Ponadto, zbrojenie płyty, podciągów i słupów wykazało wyraźne ślady powierzchniowej korozji.

Sprawdzające obliczenia statyczno-wytrzymałościowe, przeprowadzono przyjmując dane materiałowe i geometryczne otrzymane na podstawie przeprowadzonych badań. Sprawdzono nośność płyty dennej i ścian niecki oraz podciągów i słupów konstrukcji wsporczej. Przeprowadzone badania oraz wykonane obliczenia sprawdzające wykazały, że ściany boczne a także płyta denna niecki oraz podpierające ją podciągi w głębszej części basenu nie mają wystarczającej nośności do przeniesienia przypadających na nie obciążeń. Z uwagi na bardzo małą nośność istniejącej płyty dennej oraz dla maksymalnego ograniczenia kosztów remontu, zaproponowano wypłylenie basenu do maksimum 2 m przez wykonanie na istniejących, nadbudowanych podciągach nowej płyty dennej, połączonej z pogrubionymi już ściankami bocznymi. Przy takim założeniu nośność pozostawianych, istniejących elementów konstrukcyjnych (tj słupów, podciągów i ścian bocznych) jest wystarczająca.

3. Podsumowanie

1. Przeprowadzone badania jeszcze raz wykazały, że określenie klasy betonu w istniejących konstrukcjach przy pomocy młotka Schmidta, szczególnie w obiektach starych, może być traktowane jedynie w sposób orientacyjny. Przy konieczności wykonania dokładnych, szczegółowych obliczeń, które mogą zdecydować o zakresie prac wzmacniająco-remontowych, konieczne jest wykonanie innych, bardziej miarodajnych badań.
2. Mimo odpowiednich uwarunkowań prawnych, nakazujących przed przystąpieniem do modernizacji obiektów wykonanie ich ekspertyzy, zdarza się w dalszym ciągu prowadzenie takich prac bez odpowiedniego rozeznania istniejącej konstrukcji. Może to doprowadzić, tak jak w istniejącym przypadku, co najmniej do awarii konstrukcji, a w konsekwencji do znacznego podniesienia kosztów modernizacji.
3. Zaproponowana modernizacja basenu, polegająca na wypłyleniu niecki i wykonaniu nowej płyty dennej (możliwość zmniejszenia głębokości basenu została uzgodniona z użytkownikiem obiektu), zapewnia pełne wykorzystanie istniejących elementów konstrukcyjnych przy maksymalnym ograniczeniu kosztów remontu.

Verifying static and strength calculations were made using the material and geometrical data received through carried out examinations. Load-carrying capacity of the basin's bottom plate, walls, piles and main beams of supporting structure were checked. Carried out research and control calculations showed up that side walls and basin's bottom plate with main beams and columns of supporting structure did not have sufficient load-carrying capacity for bearing current loads. Due to very low load-carrying capacity of existing bottom plate and for maximal limitation of repairs cost, changing pool's depth to 2 m top was suggested, through creating new bottom plate over existing main beams. The new plate would be connected with already thickened side walls. With such assumption load-carrying capacity of remaining, existing construction elements (that is columns, main beams and side walls) will be sufficient.

3. Summary

1. Realized research showed up again that defining concrete strength class in existing constructions via Schmidt hammer, especially in old objects, may be treated only as approximated method. With necessity of carrying out exact calculations, which can define strengthening-repair works range, additional, more precise research is essential.
2. Despite proper law regulations, involving compulsory objects expertise before their modernization, it happens that such works are executed without proper recognition of existing construction. It may lead to, like in the described case, at least to construction damage and, in consequence, to significant cost expansion of the modernization.
3. Suggested pool modernization, based on lowering basin's depth and creating new bottom plate (possibility of lowering pool's depth was consulted with object's user), ensures full usage of existing construction elements with maximal lowering of the repair costs.

Literatura • References

- [1] Dokumentacja fotograficzna z prac remontowych w roku 2006 wykonanych na podstawie projektu wykonawczy opracowanego przez Wojskowe Biuro Projektów Budowlanych we Wrocławiu.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań betonu i zbrojenia oraz rezultaty obliczeń konstrukcji basenu pływackiego z początku XX wieku. W celu określenia stanu technicznego obiektu zrealizowano następujące badania: określenie wytrzymałości betonu w oparciu o badania laboratoryjne próbek pobranych z konstrukcji oraz metodą "pull-out", identyfikację zbrojenia i głębokości powierzchniowej karbonatyzacji betonu. W celu określenia nośności elementów konstrukcyjnych zdefiniowano rzeczywisty model konstrukcji i przeprowadzono obliczenia wytrzymałościowe, wykorzystując dane otrzymane z analiz materiałowych. W podsumowaniu zostały określone wymagania i niezbędne prace, które należy wykonać w celu zapewnienia dalszej bezpiecznej eksploatacji basenu.

Abstract

The results of concrete and reinforcement examination and structural calculations of swimming pool construction from beginnings of the 20th century are presented in the paper. In order to define technical state of the structure the following examinations were realised: determination of concrete strength basing on laboratory stress analysis and "pull-out" method, identification of reinforcement and surface concrete carbonatisation depth. To determine the bearing capacity of structural elements there was done an identification of construction static model and conducted strength calculations basing concrete data on that obtained from material examination. Finally, there were defined requirements and works necessary to be realised with aim to guarantee further safe exploitation of the swimming pool.