

dr inż. Roman Gaćkowski¹⁾
ORCID: 0000-0002-4456-3011

Zastosowanie integralno-kapilarnego systemu hydroizolacji do naprawy stropów świątyni Nan Tien

Application of an integral-capillary waterproofing system to repair the ceilings of the Nan Tien Temple

DOI: 10.15199/33.2022.12.09

Streszczenie. W artykule przedstawiono przykład zastosowania integralno-kapilarnego systemu hydroizolacyjnego do naprawy zawilgoconych i skorodowanych stropów w świątyni Nan Tien, znajdującej się w Berkeley na południe od miasta Wollongong w Australii. Analizie poddano kilka sposobów rozwiązania problemu przeciekających stropów żelbetowych, znajdujących się pod schodami wejściowymi do budynku świątyni. Zastosowano dostępne na rynku środki, które umożliwiły uszczelnienie konstrukcji.

Słowa kluczowe: stropy żelbetowe; naprawa stropów żelbetowych; nieszczelność w stropach żelbetowych; integralno-kapilarny system hydroizolacji.

Abstract. In the article author presented an example of the use of an integral-capillary waterproofing system to repair a damp and corroded ceilings in the Nan Tien Temple, located in Berkeley, south of the city of Wollongong, Australia. Several methods of solving the problem related to the soaking of RC ceilings under the entrance stairs to the temple building were analyzed. Means available on the market were used which made it possible to seal the structure.

Keywords: RC ceilings; repair of RC ceilings; leakage in RC ceilings; integral-capillary waterproofing system.

Stropy żelbetowe, które są narażone na działania destrukcyjnych czynników zewnętrznych (fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych), ulegają najczęściej zarysowaniu i zawilgoceniu, i efekcie szybko tracą nośność. Woda opadowa jest jednym z głównych czynników, które powodują powstawanie spękań i ubytków na powierzchni stropów. Ubytki mogą występować lokalnie lub na rozległej powierzchni w strefie ściskanej lub rozciąganej oraz stykać się ze zbrojeniem. Spękania powodują obniżenie nośności i szczelności. Porowatość i spękania betonu są problematyczne w przypadku konstrukcji narażonych w dużej mierze na działanie obciążenia użytkowego (np. obciążenie tłumem pieszych lub pojazdami).

W artykule omówiono naprawę skorodowanych stropów żelbetowych w świątyni Nan Tien w mieście Berkeley w Australii z zastosowaniem zaproponowanej optymalnej metody, jaką jest integralno-kapilarny system hydroizolacyjny.

Świątynia Nan Tien to buddyjski kompleks wielu świątyń zakonu Fo Guang Shan założonego w 1967 r. Znajduje się w Berkeley na południe od miasta Wollongong

oraz ok. 80 km od Sydney w Australii. Została zaprojektowana przez architekta Jonesa Brewstera Regana pochodzącego z Australii. Obiekt oddano do użytkowania w 1995 r. Znajdują się w niej sale konferencyjne, muzeum, sale modlitewne, restauracje, kawiarnie itp. i jest największą świątynią buddyjską na półkuli południowej (fotografia 1, rysunek).

Ocena stropów żelbetowych

Problemy z przeciekającymi stropami świątyni pojawiły się kilka lat temu. Pomieszczenia z zawilgoconymi i skorodowanymi stropami znajdują się pod schodami wejściowymi do Świątyni Głównej oraz Świątyni Przedniej (fotografia 1, rysunek).

Wnioski z badań i wizji lokalnej obiektu przeprowadzonej 18 października 2021 r.:

■ pod schodami wejściowymi do Świątyni Głównej znajdują się pomieszczenia muzeum i sklepu z pamiątkami, w których strop ma grubość 20 cm i jest wykonany z betonu N32 zbrojonego prętami żebrowanymi ze stali 250 N wg norm [4 – 6]. Na powierzchni stropu od wewnątrz pomieszczenia zaobserwowano zawilgocenia i pęknięcia. Spód stropu w sklepie znajduje się na wysokości 2,6 m, a w muzeum na wysokości 5,2 m.

Do stropu podwieszane zostały instalacje ciepłe i elektryczne oraz sufit podwieszany. Podczas opadów atmosferycznych niemal zawsze przecieka przez strop woda i zalewane są meble oraz ekspozycje w muzeum. Zewnętrzną powierzchnię stropu stanowią schody. Widoczne są na nich liczne zarysowania i spękania oraz nieszczelności przy odpływach liniowych i wpustach odwadniających. Stwierdzono początek korozji biologicznej;

■ pod schodami wejściowymi do Świątyni Przedniej znajduje się pomieszczenie herbaciarni, w którym strop ma grubość 20 cm i również jest wykonany z betonu N32 zbrojonego prętami żebrowanymi ze stali 250 N wg norm [4 – 6]. Problem przeciekania stropu podczas opadów atmosferycznych jest analogiczny jak w poprzednich pomieszczeniach. Od zewnątrz powierzchnia stropu, na której znajdują się schody, również jest spękana oraz widoczne są nieszczelności w obrębie odpływów liniowych i przy wpustach odwadniających.

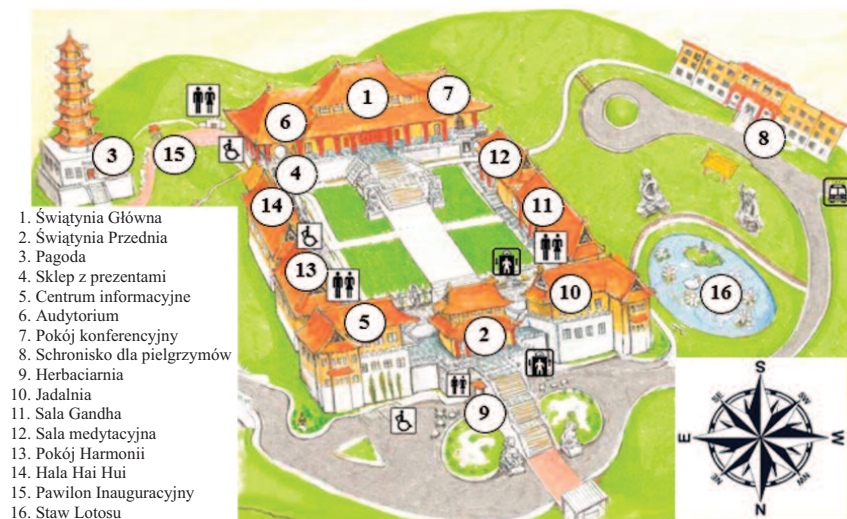
Metody naprawy stropów

Po szczegółowej analizie dokumentacji technicznej, audiowizualnej i fotograficznej z wizji lokalnej przeprowadzonej w pomieszczeniach muzeum, sklepu i herbaciarni w świątyni Nan Tien doko-

¹⁾ Politechnika Częstochowska, Wydział Budownictwa; roman.gackowski@pcz.pl



Fot. 1. Wejście do Świątyni Przedniej Nan Tien (a) [1] oraz wejście do Świątyni Głównej (b) [2]
Photo 1. Entrance to the Nan Tien Front Shrine (a) [1] and the entrance to the Main Shrine (b) [2]



1. Świątynia Główna
2. Świątynia Przednia
3. Pagoda
4. Sklep z prezentami
5. Centrum informacyjne
6. Audytorium
7. Pokój konferencyjny
8. Schronisko dla pielgrzymów
9. Herbaciarnia
10. Jadalnia
11. Sala Gandha
12. Sala medytacyjna
13. Pokój Harmonii
14. Hala Hai Hui
15. Pawilon Inauguracyjny
16. Staw Lotosu

Świątynia Nan Tien w Berkeley w Australii [3] Nan Tien Temple at Berkeley Australia [3]

nano wyboru metody naprawy skorodowanych i zawilgoconych stropów żelbetowych w wymienionych pomieszczeniach. Główną przyczyną degradacji i przeciekania wody przez stropy było niewłaściwe wykonanie ich hydroizolacji na powierzchni zewnętrznej, która jest zarazem konstrukcją schodów wejściowych do świątyni Nan Tien (fotografia 2 c). Zespół projektantów zaproponował trzy metody naprawy:

- **sposób 1:** wykonanie nowej hydroizolacji długoterminowej „Long term” na odsłoniętej, oczyszczonej, zewnętrznej powierzchni stropów. Do uszczelnienia stropów zaproponowano integralno-kapilarny system hydroizolacji, którego preparat główny jest na bazie cementu, piasku kwarcowego i wysokoaktywnej mikrokrzemionki krystalicznej. Związki chemiczne zawarte w tym preparacie reagują z wodą i wodorotlenkiem wapnia, tworząc strukturę nierozpuszczalnych kryształów [7]. Aktywne składniki powodują powstanie żelu cementowego, który zwiększa swoją objętość. W wyniku pęcznienia skutecznie uszczelniane są

szczeliny powstałe na powierzchni stropów. Nierozpuszczalne kryształy trwale wypełniają mikropęknięcia szerokości do 0,4 mm, uniemożliwiając wnikanie wody [8]. Na wykonanej hydroizolacji przewiduje się wykonać wylewkę cementową grubości do 60 mm, a następnie membranę przeciwwilgociową przystosowaną do bezpośredniego klejenia zaprojektowanych płytek kamiennych typu Łupek Indian Autumn Łupany o wymiarach 30 x 60 x 1,2 cm;

- **sposób 2:** wykonanie hydroizolacji „Short term” na odpowiednio przygotowanej, oczyszczonej powierzchni stropów od wewnątrz pomieszczeń. Podobnie jak w pierwszym sposobie do uszczelnienia stropów od wewnątrz przewiduje się zastosować integralno-kapilarny system hydroizolacji o tej samej recepturze preparatu głównego. Nie jest konieczna rekonstrukcja schodów znajdujących się na zewnętrznej powierzchni stropów. Przewiduje się jedynie miejscową naprawę ich konstrukcji;

- **sposób 3:** wykonanie hydroizolacji „Short term” podobnie jak w przypadku

drugiego sposobu. Hydroizolację należy wykonać tylko w obrębie miejsc zawilgoconych i skorodowanych. Cechą charakterystyczną tego sposobu jest wykonanie w widocznych rysach przelotowych mikrootworów, przez które będzie odprowadzana woda do wykonanego wewnętrznego systemu odwadniającego „drip trays”.

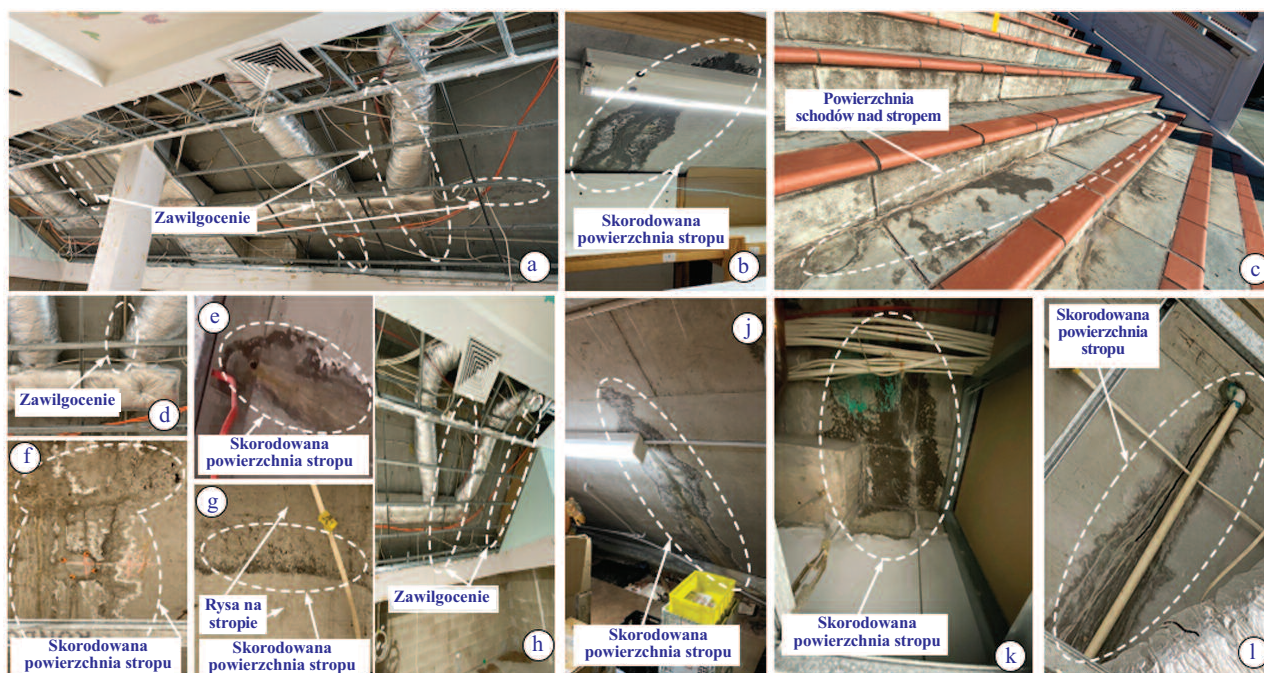
Ostatecznie do naprawy skorodowanej, zawilgoconej oraz zarysowanej powierzchni stropów żelbetowych w pomieszczeniach muzeum, sklepu i herbaciarni w świątyni Nan Tien przyjęto opcję hybrydową, która łączy sposób pierwszy i drugi. Wariant ten przewiduje dwa etapy naprawy stropów:

- **etap 1** – prace wewnątrz pomieszczenia, w ramach których należy:

- zdemontować urządzenia podwieszane przed przystąpieniem do naprawy powierzchni stropów (fotografia 2 a, b, d, h, j, k, l);
- oczyścić powierzchnię stropów w wymienionych pomieszczeniach i usunąć istniejący tynk z ich powierzchni (fotografia 2 e, f, g);
- przygotować preparat hydroizolacyjny na bazie cementu, piasku kwarcowego oraz wysokoaktywnej mikrokrzemionki krystalicznej, o konsystencji półpłynnej;
- trzykrotnie nanieść preparat na powierzchnię stropu za pomocą np. wałka do malowania;
- zamontować po kilku dniach pierwotnie zdemontowane urządzenia podwieszane;

- **etap 2** – prace na zewnątrz obiektu, tj. na schodach stanowiących powierzchnię stropu obejmujące:

- demontaż istniejących płytek kamiennych na schodach oraz usunięcie istniejącej starej hydroizolacji;
- oczyszczenie powierzchni i przygotowanie do wykonania hydroizolacji z preparatu o recepturze jak w etapie pierwszym;



Fot. 2. Przykłady degradacji powierzchni stropu pod schodami w wyniku działania wody
 Photo 2. Examples of the degradation surface of ceilings under the stairs due to water

Fot. Autor
 Photo Author

– trzykrotne nanoszenie preparatu hydroizolacyjnego na całej powierzchni zewnętrznej stropów;

– wykonanie po kilku dniach wylewki cementowej grubości 60 mm na całej powierzchni zewnętrznej stropu;

– ułożenie na wylewce cementowej zgrzewalnej membrany hydroizolacyjnej, która umożliwi po upływie godziny układanie płytek kamiennych typu Łupek Indian Autumn Łupany o wymiarach 30 x 60 x 1,2 cm stanowiących okładzinę schodów;

– uszczelnienie odwodnień liniowych i punktowych znajdujących się na powierzchni schodów. Woda opadająca odprowadzana jest do wewnątrz budynku świątyni.

Przyjęte ostateczne rozwiązanie naprawy stropów w pomieszczeniach świątyni gwarantuje długotrwałe zabezpieczenie obiektu przed przeciekaniem wód opadowych oraz korozją prętów zbrojeniowych stropów [9]. Integralno-kapilarny system hydroizolacji zapobiega wypłukiwaniu rozpuszczalnych soli alkalicznych z betonu, chroni przed penetracją chlorków oraz karbonatyzacją [10 – 13].

Podsumowanie

Przystępując do prac naprawczych stropów w pomieszczeniach świątyni Nan Tien, zwrócono uwagę na prawi-

dłowe wykonanie hydroizolacji, ponieważ budynek świątyni znajduje się w strefie intensywnych opadów w okresie wiosennym i jesiennym. W związku z tym zastosowano integralno-kapilarny system hydroizolacji. Zewnętrzna powierzchnia schodów powinna być prawidłowo wyprofilowana, aby nie zalegała na niej woda opadowa. Należy ją prawidłowo odprowadzać za pomocą systemu odwodnienia.

Nieprawidłowe wykonanie hydroizolacji na powierzchni stropów oraz uszczelnienia odwodnienia liniowego i punktowego będzie skutkowało ponownymi problemami związanymi z przeciekaniem wody i degradacją konstrukcji żelbetowej stropów. Wiąże się to z kolejnymi naprawami i kosztami finansowymi.

Problem zawilgocenia i degradacji powierzchni stropów w pomieszczeniach świątyni Nan Tien w Berkeley w Australii wynikał z nieprawidłowo wykonanej powierzchniowej izolacji przeciwwilgociowej oraz nieuszczelnności w miejscach odwodnienia liniowego i punktowego. Pierwszy etap prac naprawczych został rozpoczęty w listopadzie 2021 r. i zakończony pod koniec marca 2022 r. Drugi etap rozpoczęto w maju 2022 r., a zakończenie przewiduje się pod koniec 2022 r.

Literatura

- [1] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/1.-Nan_Tien_Temple_front.jpg; dostęp 17.10.2022 r.
- [2] https://www.getaboutable.com/wp-content/uploads/2021/03/NanTien_exteriorcropped.jpg; dostęp 17.10.2022 r.
- [3] <https://www.nantien.org.au/en/visit-us/temple-map>; dostęp 17.10.2022 r.
- [4] AS 3600:2018 Australian Standard®. Concrete structures.
- [5] AS/NZS 4671:2001 Australian/New Zealand Standard™. Steel reinforcing materials.
- [6] AS/NZS 3500.3:2003 Plumbing and drainage. Part 3: Stormwater drainage.
- [7] Marek A. PENETRON® Integralno-kapilarny system hydroizolacji. Pełna ochrona betonu z wykorzystaniem produktów systemu Penetron. Obiekty kubaturowe i inżynierskie. Wydanie 2. Kraków 2017.
- [8] Francke B. Nowoczesne hydroizolacje budynków. Część 3. PWN. Warszawa 2021.
- [9] Blikharsky Y, Selejda J. Influence of the percentage of reinforcement damage on the bearing capacity of RC beams, Construction of Optimized Energy Potential (CoOEP). 2021. DOI: 10.17512/bozpe.2021.1.15.
- [10] Nocoń M. Remont zawilgoconych, zasolonych oraz porażonych biologicznie budynków. Materiały Budowlane. 2022; 3: 12 – 13.
- [11] Rokiel M. Hybrydowe masy uszczelniające. Materiały Budowlane. 2022; 3: 16 – 19.
- [12] Monczyński B. Badania skuteczności wtórnych hydroizolacji poziomych. Materiały Budowlane. 2022; 3: 14 – 15.
- [13] Rokiel M. Nowe podejście w normach serii DIN 18533 do zabezpieczeń wodochronnych części budynków zagłębionych w gruncie. Materiały Budowlane. 2022; 2: 45 – 48.

Przyjęto do druku: 20.11.2022 r.