

# BŁĘDY PROJEKTOWE I WYKONAWCZE PRZYCYNĄ USZKODZEŃ POSADZKI W BUDYNKU FILHARMONII KASZUBSKIEJ

MACIEJ NIEDOSTATKIEWICZ, *e-mail: mniedost@pg.gda.pl*  
Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

TOMASZ MAJEWSKI, *e-mail: to.majewski@emmcopomorze.com*  
Emmco Pomorze Sp. z o. o. Sp. k.

**Streszczenie:** W budynku Filharmonii Kaszubskiej, na poziomie parteru w hallu głównym wykonano posadzkę z płyt kamiennych ułożonych na podbudowie betonowej wykonanej jako tzw. podłoga pływająca. W centralnym miejscu hallu wejściowego zaprojektowano i wykonano fontannę o wymiarach w rzucie poziomym 220×530 cm. Po roku od oddania budynku do eksploatacji na kamiennej posadzce, w sąsiedztwie fontanny pojawiły się ukośne zarysowania, których długość oraz szerokość rozwarcia powiększały się w czasie. Rozwojowi zarysowania towarzyszyło pojawienie się ciemniejszego odbarwienia wywołanego zawilgoceniem kamiennych płyt posadzki. W pracy przedstawiono koncepcje rozwiązania projektowego remontu posadzki oraz fontanny w celu doprowadzenia ich do właściwego stanu technicznego.

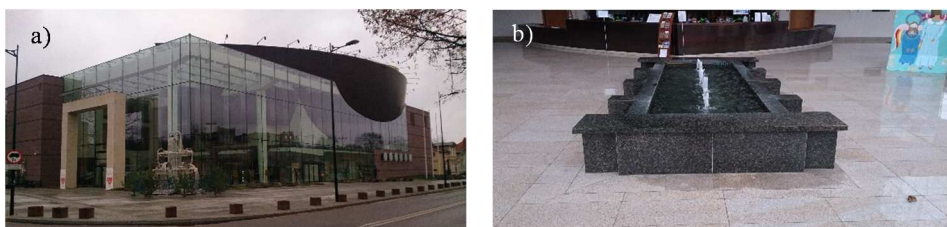
**Słowa kluczowe:** posadzka kamienna, okładzina podłogowa, strop żelbetowy, szczelność fontanny, prace remontowe, zarysowanie elementów żelbetowych

## 1. Wstęp

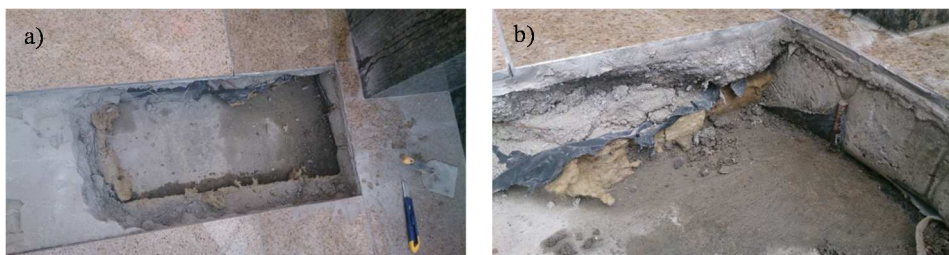
Błędy projektowe oraz wykonawcze mają istotny wpływ na bezpieczeństwo konstrukcji, jak również bezpieczeństwo użytkowania obiektu [15]. Usuwanie usterek wynikających z popełnionych błędów w użytkowanych obiektach jest szczególnie trudne z uwagi na fakt, że obiekty te nie mogą być czasowo wyłączone z eksploatacji ze względu na warunki nie tylko eksploatacyjne, lecz również wizerunkowe. Dodatkowo w eksploatowanych obiektach o wysokim standardzie wykończenia wewnątrz [7, 18] wszelkie prace remontowe wiążą się z wysokimi kosztami finansowymi [1, 9, 19]. Celem artykułu jest przedstawienie wpływu popełnionych błędów projektowych i wykonawczych, których skumulowane oddziaływanie doprowadziło do wyłączenia i konieczności remontu fragmentu posadzki oraz fontanny znajdujących się w eksploatowanej części budynku Filharmonii Kaszubskiej w Wejherowie. W artykule przedstawiono również zaproponowane rozwiązanie usunięcia występujących usterek i uszkodzeń posadzki kamiennej oraz fontanny [3–4, 11–13, 20].

## 2. Dane ogólne

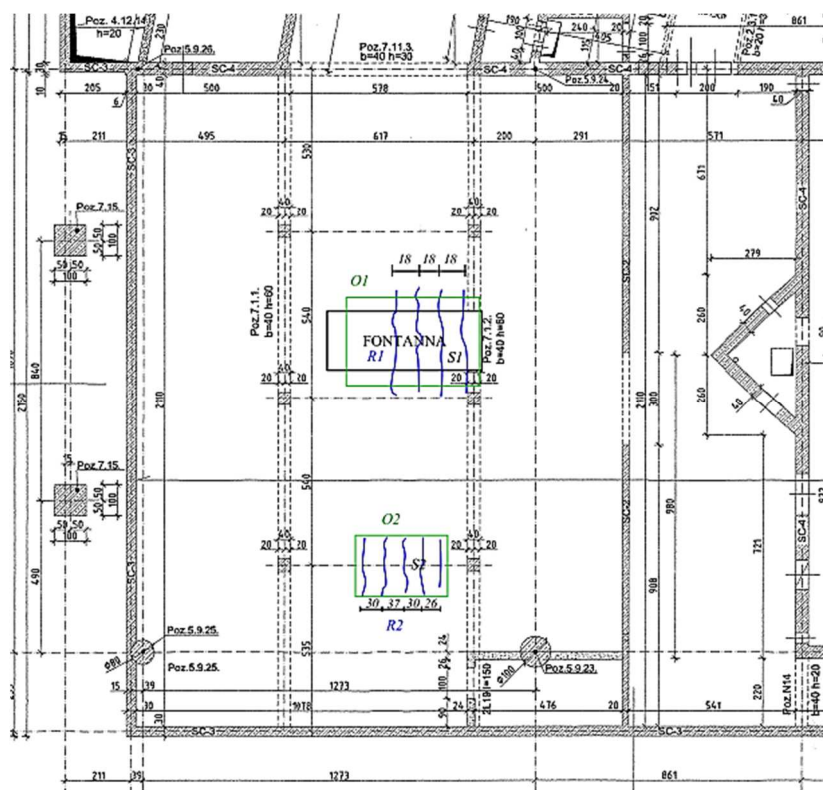
Posadzka kamienna usytuowana była w poziomie parteru budynku Filharmonii Kaszubskiej (rys. 1, 3). Posadzka zaprojektowana i zrealizowana została jako okładzina z kamienia naturalnego wykonana na warstwie gładzi betonowej wykonanej na welnie mineralnej (rys. 2). Strop nad piwnicą (strop parteru) wykonano jako żelbetowy, monolityczny. Dokumentacja projektowa przewidywała wykonanie fontanny o wymiarach 220×530 cm w centralnej części hallu wejściowego do budynku.



Rys. 1. Budynek Filharmonii Kaszubskiej: a) widok od frontu, b) fontanna w poziomie parteru



Rys. 2. Posadzka kamienna w poziomie parteru – układ warstw od strony parteru: a) widok, b) zbliżenie



Rys. 3. Strop w poziomie parteru – inwentaryzacja miejsc pomiarów, badań i odkrywek:  
R1/R2 – miejsce pomiaru rozstawu rys w spodzie stropu w strefie pod fontanną/poza fontanną;  
S1/S2 – miejsce skanowania spodu stropu w strefie pod fontanną/poza fontanną; O1/O2 – miejsce odkrywek w spodzie stropu w strefie pod fontanną/poza fontanną

### 3. Opis usterek i uszkodzeń posadzki kamiennej

Przed upływem roku od przekazania budynku do użytkowania, stwierdzono spękania kamiennych płyt posadzki w bezpośrednim sąsiedztwie fontanny. Zarysowania i spękania pojawiły się w narożnikach wypukłych oraz w środku dłuższego boku fontanny i propagowały w kierunku ścian zewnętrznych budynku. Na podstawie długoterminowych obserwacji stwierdzono dalszą propagację zarysowań i powstawania nowych uszkodzeń posadzki – spękania okładziny kamiennej ulegały wydłużeniu (zwiększyły swój zakres), jak również ulegały rozszerzeniu w strefie bezpośrednio przy fontannie, płyty kamienne przy fontannie uległy odbarwieniu. Największe co do długości i szerokości rozwarcia rysy zlokalizowane były w środku długości ścian podłużnych fontanny, na długości ~90 cm – maksymalna szerokość zarysowania płyt okładziny kamiennej wynosiła ~0,5 mm.

Odbarwienie płyt kamiennych najwyraźniej widoczne było w pasie o szerokości ~40 cm wokół fontanny. Zakres przebarwień był zbliżony wokół całej fontanny, z nieznaczną intensyfikacją wzdłuż krawędzi podłużnych.

### 4. Analiza stanu technicznego posadzki kamiennej i przyczyny jej uszkodzeń

W celu wskazania przyczyn uszkodzeń posadzki kamiennej i stropu w bezpośrednim sąsiedztwie fontanny niezbędne było przeprowadzenie oceny następujących elementów: a) konstrukcji stropu nad piwnicą, b) układu warstw posadzki parteru oraz c) konstrukcji fontanny. W wyniku podjętych działań określono mechanizm powstawania występujących uszkodzeń uwzględniający wpływ zastosowanych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych poszczególnych wymienionych powyżej elementów [5–6].

#### Konstrukcja stropu nad piwnicą

Do analizy wybrano część stropu w bezpośrednim sąsiedztwie fontanny. Obliczenia wykonano dla wieloprzęsłowego fragmentu stropu nad piwnicą w obszarze pokazanym na rys. 3. Przyjęta w projekcie klasa betonu wbudowanego w strop nad parterem wynosi C25/30. Strop zbrojony jest prętami ze stali klasy AIII-N znaku RB500W, natomiast zbrojenie rozdzielcze zaprojektowano ze stali klasy A-I znaku St3SY-b. Na podstawie analizy udostępnionej dokumentacji powykonawczej nie stwierdzono rozbieżności między stanem istniejącym, a rozwiązaniami przyjętymi w podstawowej dokumentacji projektowej.

Na podstawie odkrywek wykonanych podczas wizji lokalnych ustalono, że układ warstw stropu w poziomie parteru w obszarze objętym opracowaniem był następujący (rys. 4): a) okładzina kamienna o grubości 2 cm, b) gładź betonowa o grubości 8 cm, c) folia polietylenowa  $\times 1$ , d) wełna mineralna o grubości 5 cm, e) strop żelbetowy monolityczny 20 cm, f) wełna mineralna 10 cm (ułożona na ruszcie sufitu podwieszanego poniżej konstrukcji stropu).

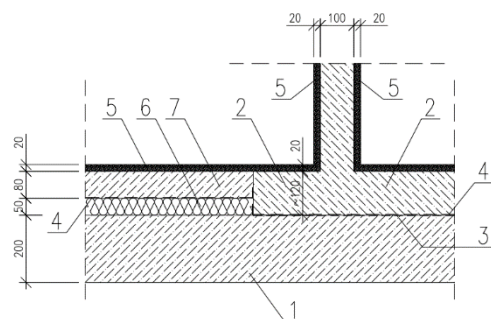
Dla potrzeb dalszej analizy wykonano skanowanie zbrojenia stropu nad piwnicą. Ze względu na zabudowanie stropu od góry warstwami wykończeniowymi wykonano jedynie skanowanie płyty stropowej od spodu w dwóch miejscach, po wykonaniu demontażu sufitu podwieszonego. W wyniku wykonanych pomiarów ustalono, następujący sposób zbrojenia stropu nad piwnicą:

– w obszarze pod fontanną:

- zbrojenie główne – pręty  $\phi 12$  mm w rozstawie średnio co 12,7 cm,
- zbrojenie rozdzielcze – pręty  $\phi 6$  mm w rozstawie średnio co 22,2 cm,

– w polach poza fontanną:

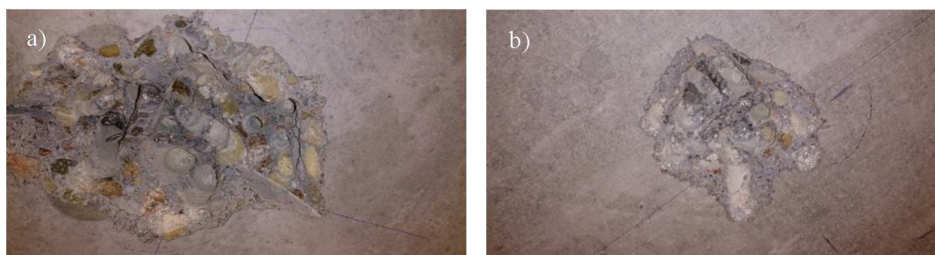
- zbrojenie główne – pręty  $\phi 10$  mm w rozstawie średnio co 13,8 cm,
- zbrojenie rozdzielcze – pręty  $\phi 6$  mm w rozstawie średnio co 18,3 cm.



Rys. 4. Szczegół posadowienia fontanny na stropie parteru – stan istniejący (wymiary w mm): 1 – strop w poziomie parteru (nad halą garażową), 2 – płyta dennej fontanny, 3 – pianka poliuretanowa, 4 – folia polietylenowa, 5 – okładzina kamienna, 6 – wełna mineralna, 7 – gładź betonowa

Wykonano również odkrywki zbrojenia dolnego stropu (rys. 5). Na podstawie odkrywek ustalono, następujący sposób zbrojenia stropu nad piwnicą:

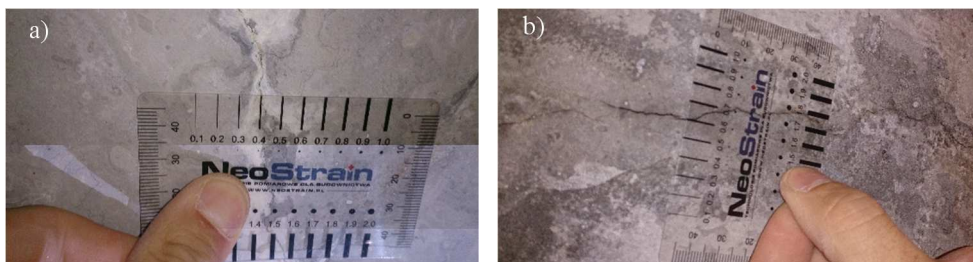
- w obszarze pod fontanną:
  - zbrojenie główne – pręty  $\phi 12$  mm w średnim rozstawie co 12,0 cm,
  - zbrojenie rozdzielcze – pręty  $\phi 6$  mm w rozstawie co 20,0 cm,
- w polach poza fontanną:
  - zbrojenie główne – pręty  $\phi 10$  mm w rozstawie co 14,0 cm,
  - zbrojenie rozdzielcze – pręty  $\phi 6$  mm w rozstawie co 18,0 cm.



Rys. 5. Odkrywka zbrojenia dolnego stropu w poziomie parteru w strefie: a) pod, b) poza fontanną

Wykonano także pomiary rozstawu rys (od spodu stropu nad piwnicą) (rys. 6). Ustalono następujący rozstaw rys:

- w obszarze pod fontanną: co 18 cm,
- w polach poza fontanną: od 26 do 37 cm, średnio 30 cm.



Rys. 6. Pomiar szerokości rozwarcia rys stropu w poziomie parteru – widok zarysowania od strony piwnicy w strefie: a) pod (0,4 mm), b) poza (0,6 mm) fontanną

Dokumentacja projektowa przewidywała następujący sposób zbrojenia stropu nad piwnicą:

- w obszarze pod fontanną:
  - zbrojenie główne – pręty  $\phi 12$  w rozstawie co 120 mm,
  - zbrojenie rozdzielcze – pręty  $\phi 6$  w rozstawie co 200 mm,
- w polach poza fontanną:
  - zbrojenie główne – pręty  $\phi 10$  mm w rozstawie co 140 mm,
  - zbrojenie rozdzielcze – pręty  $\phi 6$  mm w rozstawie co 250 mm.

Uwzględniając wyniki wykonanego skanowania zbrojenia oraz pomiarów w wykonanych odkrywkach przeprowadzono sprawdzające obliczenia statyczno-wytrzymałościowe płyty stropowej nad piwnicą (w zakresie nośności i sztywności). Obliczenia wykonano dla następujących założeń:

- obliczenia ograniczono do wieloprzęsłowego obszaru pokazanego na rys. 3 ze względu na istniejący układ konstrukcyjny budynku oraz podział konstrukcji budynku dylatacjami. Pominięte w analizie fragmenty stropu nad garażem nie miały istotnego wpływu na wyniki obliczeń,
- z uwagi na brak rysunków konstrukcyjnych fontanny wymiary elementów fontanny przyjęto z natury – z uwagi na brak rysunków konstrukcyjnych i niemożliwością wykonania odkrywek bez wyłączenia fontanny z użytkowania.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów, wykonanych odkrywek i wyników obliczeń stwierdzono [16–17]:

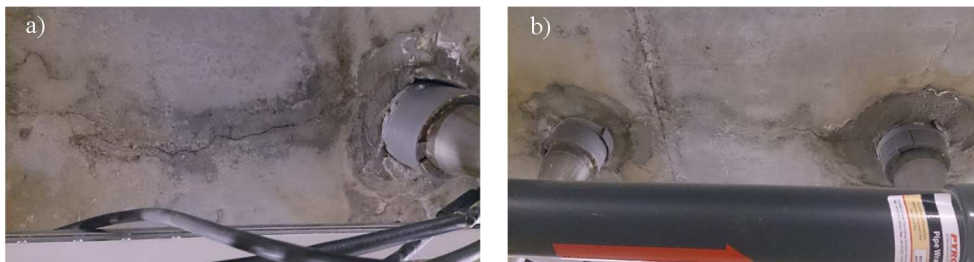
- w obszarze pod fontanną:
  - w przypadku przyjęcia rozstawu prętów zbrojeniowych jak w dokumentacji projektowej wyteżenie przekroju wynosiło 54,3% dla warunku nośności przekroju na zginanie (SGN) oraz 92,4% dla warunku dopuszczalnego ugięcia (SGU),
  - w przypadku przyjęcia rzeczywistego rozstawu prętów zbrojeniowych na określonego na podstawie skanowania wyteżenie przekroju wynosiło 57,9% dla warunku nośności przekroju na zginanie (SGN) oraz 98,5% dla warunku dopuszczalnego ugięcia (SGU),
- w polach poza fontanną:
  - w przypadku przyjęcia rozstawu prętów zbrojeniowych jak w dokumentacji projektowej wyteżenie przekroju wynosiło 79,7% dla warunku nośności przekroju na zginanie (SGN) oraz 117,3% dla warunku dopuszczalnego ugięcia (SGU) co stanowiło przekroczenie warunków normowych,
  - w przypadku przyjęcia rzeczywistego rozstawu prętów zbrojeniowych na podstawie skanowania wyteżenie przekroju wynosiło 77,7% dla warunku nośności przekroju na zginanie (SGN) oraz 113,3% dla warunku dopuszczalnego ugięcia (SGU). Dla fragmentu stropu pomiędzy ramami (w paśmie (sekcji) gdzie posadowiona była fontanna) dopuszczalna normowa wartość ugięcia wynosiła  $u_{norm} = 30$  mm. Obliczone ugięcie sprężyste wynosiło  $u_{spr} = 4$  mm, natomiast obliczone ugięcie rzeczywiste, z uwzględnieniem degradacji sztywności wynosiło  $u_{real} = 33,99$  mm ( $u_{real} > u_{norm}$ ).

Na dolnej powierzchni stropu, pod fontanną, stwierdzono rysy biegnące między otworami wylotowymi dysz (rys. 7). Otwory te wykonane zostały w jednej osi co skutkowało lokalnym osłabieniem płyty stropowej w tym przekroju. Oś otworów była równoległa do kierunku ułożenia prętów zbrojenia głównego przez co otwory te miały niewielki wpływ na nośność stropu, miały jednak wpływ na jego sztywność w kierunku zbrojenia rozdzielczego. Występujące rysy były wilgotne, a woda migrowała przez strop powodując korozję prętów zbrojenia. Miało to wpływ na obniżenie trwałości stropu jako całości.

### Układ warstw posadzki parteru

Na podstawie analizy dokumentacji projektowej ustalono, że przewidywała ona następujący układ warstw (od góry): a) płyty kamienne o grubości 3,2 cm, b) szlichta cementowa zbrojona gr. 5 cm, c) folia budowlana, d) wełna mineralna gr. 5 cm np. ISOVER STROPOTERM (zapis

zgodny z zapisem z dokumentacji projektowej), e) płyta żelbetowa 20 cm (wełna mineralna 10 cm w pomieszczeniu parkingu), f) tynk cementowo-wapienny/płyty g-k na stelażu stalowym.



Rys. 7. Zarysowana i zawilgocona dolna powierzchnia stropu w poziomie parteru, w miejscu przeprowadzenia rur instalacji zasilającej fontannę: a), b) widok od strony piwnicy

Na podstawie analizy udostępnionej dokumentacji powykonawczej stwierdzono rozbieżności stanu istniejącego w wykonanych odkrywkach w stosunku do rozwiązań przyjętych w dokumentacji projektowej – w zakresie grubości okładziny kamiennej, którą wykonano z płyt grubości 2 cm zamiast 3,2 cm oraz w zakresie grubości gładzi betonowej, którą wykonano o grubości 8 cm zamiast projektowanych 5 cm. Zrealizowany układ warstw posadzki opisano w części *Konstrukcja stropu nad piwnicą*.

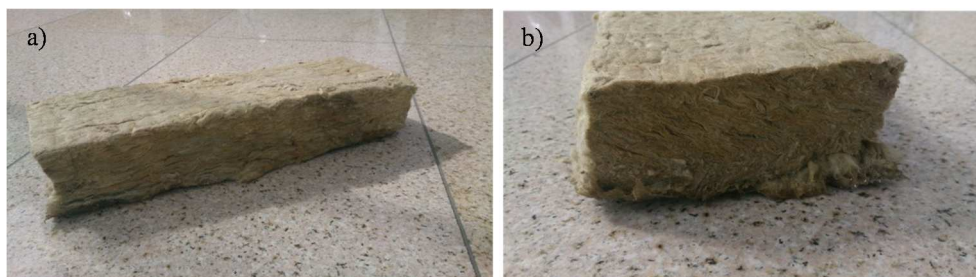
Należy zauważyć, że w dokumentacji projektowej nie wskazano na konieczność wykonania dylatacji okładziny kamiennej na posadzce, co powodowało, że w praktyce nie miała ona możliwości kompensacji odkształceń termicznych. Zapewnienie swobody odkształceń posadzki jest szczególnie istotne w przypadku dużych powierzchni narażonych na działanie różnicy temperatur co ma miejsce w przeszklonym hallu wejściowym. Dylatacje kamiennej posadzki nie zostały również wykonane na etapie jej wykonywania, co jest istotnym błędem wykonawczym.

Dokumentacja projektowa nie przewidywała również wykonania dylatacji w warstwie betonowej gładzi (o grubości 5 cm), jednak przewidziano zastosowanie w niej zbrojenia rozproszonego. Dokumentacja nie wskazywała rodzaju i wymaganej ilości włókien. Na etapie wykonawstwa zrealizowano warstwę gładzi betonowej o większej grubości niż założona w projekcie (8 cm) bez jej dodatkowego zbrojenia zbrojeniem rozproszonym jak również prętami. W wyniku braku zbrojenia i oddziaływania skurczu w betonie posadzki pojawiły się rysy, co z kolei przyczyniło się do migracji wody przez rysy w niższe warstwy podłogi, zawilgocenie wełny mineralnej oraz obniżenie trwałości podłogi w wyniku zmiany właściwości mechanicznych wilgotnej wełny.

Dokumentacja projektowa przewidywała ułożenie warstwy folii polietylenowej pod betonową gładzią. Rozwiązanie to zostało zastosowane na etapie wykonawstwa. Użycie folii polietylenowej powyżej materiału termoizolacyjnego było jednak rozwiązaniem niedoskonałym – folie należało ułożyć poniżej materiału termoizolacyjnego i potraktować ją jako paroizolację lub wręcz zrezygnować całkowicie z folii polietylenowej a jako paroizolację zastosować inny materiał powłokowy. W celu zabezpieczenia wełny przed zawilgoceniem w trakcie wykonywania gładzi cementowej należało zastosować beton o konsystencji gęstoplastycznej i niskim wskaźniku W/C.

Należy jednocześnie zauważyć, że dokumentacja projektowa nie przewidywała wykonania podpłytkowej izolacji przeciwwodnej na warstwie gładzi betonowej. Izolacji tej nie wykonano również na etapie wykonawstwa. Jest to bardzo istotny błąd, gdyż woda przelewająca się przez ściany fontanny penetruje do betonu przez szczeliny (fugi) pomiędzy płytami okładziny kamiennej, a następnie do betonu i wełny mineralnej.

Dokumentacja projektowa przewidywała ułożenie na górnej powierzchni stropu warstwy izolacji z wełny mineralnej. Zgodnie z rozwiązaniem projektowym należało wbudować wełnę ISOVER STROPOTERM o grubości 5 cm. Zgodnie z *Kartą Techniczną* dla tego wyrobu nasiąkliwość wodą przy długotrwałym częściowym zanurzeniu (WL(P))  $\leq 3 \text{ kg/m}^2$ . Producent w *Karcie Technicznej* nie wskazał wartości nasiąkliwości przy długotrwałym (całkowitym) zanurzeniu w wodzie (WL(T)). Gdyby Projektant zdecydował się zastosować polistyren ekstrudowany (XPS-styrodur) było by to rozwiązanie zdecydowanie korzystniejsze. Styrodur ma mniejszą nasiąkliwość niż wełna, nawet specjalnie dedykowana do wykonania izolacji akustycznej i termicznej stropów w podłogach pływających typu lekkiego, ciężkiego i suchych, tak jak ma to miejsce w przypadku wełny ISOVER STROPOTERM. W praktyce nie wiadomo również, czy wbudowany materiał w rzeczywistości był wełną mineralną zgodną z projektem lub też materiałem o równoważnych właściwościach fizycznych (rys. 8). Dla styroduru typowa nasiąkliwość wodą przy długotrwałym (całkowitym) zanurzeniu (WL(T)) wynosi  $0,7 \text{ kg/m}^2$ , a przy zanurzeniu częściowym (WL(P)) była by jeszcze mniejsza. Ponadto należy dodać, że wełna mineralna jest bardziej odkształcalna niż polistyren ekstrudowany (styrodur) a jej właściwości mechaniczne ulegają istotnej zmianie po zawilgoceniu. Deklarowany przez producenta w *Karcie Technicznej* dla wełny ISOVER STROPOTERM poziom naprężenia ściskającego przy 10% odkształceniu CS(10) dla płyt o grubości od 40 do 80 mm (wbudowano w posadzkę płyty o grubości 5 cm) wynosi 50 kPa, a w przypadku styroduru poziom naprężenia wynosi 500 kPa. Powyższe porównania nasiąkliwości oraz odkształcalności jednoznacznie wskazują, że zastosowanie polistyrenu ekstrudowanego (XPS) było by lepszym rozwiązaniem i ograniczyło możliwość odkształceń posadzki, szczególnie w przypadku zawilgocenia warstwy izolacyjnej. Zawilgocenie styroduru nie skutkowałoby zmianą jego sztywności tak jak w przypadku wełny mineralnej. Ewentualne zastosowanie styroduru nie skutkowało by wzrostem kosztów realizacji warstw posadzki.



Rys. 8. Wełna mineralna wbudowana powyżej wierzchu stropu w poziomie parteru: a) widok, b) zbliżenie – widoczna plama wody wypływającej z próbki wełny

Na podstawie udostępnionej archiwalnej dokumentacji projektowej nie udało się ustalić podstawowych parametrów geometrycznych fontanny dotyczących: a) grubości i wysokości żelbetowych ścian, b) grubości dna, c) układu warstw pod dnem fontanny.

Nie ustalono, na jakiej podstawie Wykonawca przyjął wymiary elementów konstrukcyjnych fontanny, należy jednak zauważyć, że wymiary zewnętrzne fontanny w stanie istniejącym (przy uwzględnieniu kamiennej okładziny) odpowiadały wymiarom w zamieszczonym w projekcie architektonicznym. W dokumentacji projektowej nie zamieszczono informacji dotyczących jakości i rodzaju zastosowanych materiałów fontanny tj. klasy betonu, jego wodoszczelności oraz nasiąkliwości. W udostępnionej archiwalnej dokumentacji projektowej brak było rysunków dotyczących sposobu (ilości i rozkładu) zbrojenia niecki fontanny, jej ścian oraz dna. Dokumentacja nie zawierała również szczegółowych wskazówek i zaleceń

dotyczących rodzaju i sposobu wykonania przeciwwodnej izolacji dna fontanny. Nie wiadomo jakiego rodzaju i jakiej grubości izolację przeciwwodną zastosowano na etapie wykonawstwa.

Aby zapewnić szczelność połączenia węzła ściany-dno fontanny należało ukształtować zbrojenie w sposób analogiczny do rozwiązania stosowanego w żelbetowych nieckach basenowych konstruowanych bez skosów wewnętrznych [2, 8, 10, 14–16].

Resumując stwierdzono, że wysoce prawdopodobny mechanizm powstawania uszkodzeń objętej opracowaniem posadzki kamiennej był następujący:

- lokalne nieszczelności żelbetowej, monolitycznej komory fontanny powodowały zawilgocenia wełny mineralnej w jej bezpośrednim sąsiedztwie,
- w wyniku zawilgocenia (nasylenia wodą) wełna zmieniała swoje właściwości wytrzymałościowe oraz użytkowe (sztywność, wytrzymałość i izolacyjność). Wełna ulegała kompresji, co skutkowało postępującym osiadaniem posadzki, zarysowaniem betonu posadzki i zapadaniem się kamiennych płyt okładziny (rys. 9),
- deformująca się (osiadająca) gładź betonowa w miejscach zawilgocenia wełny ulegała zarysowaniu, a później pękaniu. Rysy przynosiły się na warstwę okładziny kamiennej,
- niedoszacowanie zbrojenia w obszarach stropu poza fontanną przyczyniało się do ponadnormatywnego ugięcia stropu, co skutkowało dodatkowym zwiększeniem deformacji gładzi betonowej oraz okładziny kamiennej,
- brak dylatacji gładzi betonowej oraz dylatacji okładziny kamiennej, jak również brak zbrojenia przeciwskurczowego gładzi betonowej przyczyniały się do pogłębienia istniejących oraz powstawania nowych zarysowań w miarę zwiększania się obszaru zawilgocenia wełny.



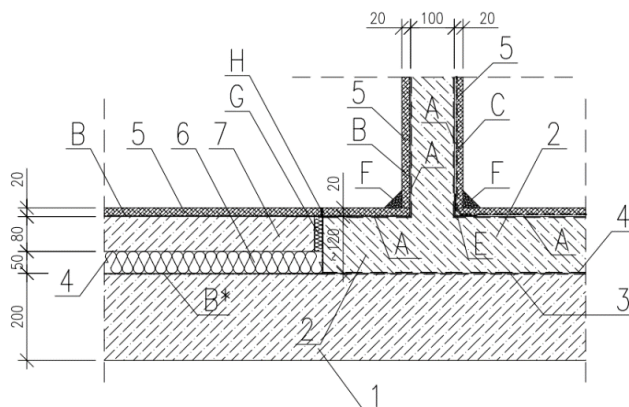
Rys. 9. Przebarwienia kamiennych płyt posadzki w miejscu zwiększonej wilgotności kamienia wokół fontanny

## 5. Koncepcja rozwiązania projektowego usunięcia uszkodzeń posadzki kamiennej

Zakres prac remontowych powinien obejmować (rys. 10):

- demontaż okładziny kamiennej fontanny od strony wewnętrznej i zewnętrznej ścian oraz okładziny kamiennej dna,
- naprawę i uszczelnienie istniejących rys stropu metodą iniekcji,
- wykonanie warstwy szczepnej na stronie wewnętrznej i zewnętrznej ścian fontanny, dnie fontanny oraz górnej powierzchni stropu w poziomie parteru z zastosowaniem mineralnej, modyfikowanej polimerami drobnoziarnistej zaprawy cementowej,
- reprofiliację strony wewnętrznej oraz zewnętrznej ścian fontanny, dna fontanny oraz górnej powierzchni stropu przy użyciu mineralnej zaprawy szpachlowej typu PCC o właściwościach dostosowanych do wielkości ubytków,
- wklejenie w narożnikach wklęsłych dno – ściana (narożniki poziome) oraz ściana – ściana (narożniki pionowe) taśm uszczelniających,

- wykonanie izolacji przeciwwodnej na wewnętrznych ścianach fontanny oraz dnie fontanny z zastosowaniem mostkującej pęknięcia 2 składnikowej folii wysokociśnieniowej,



Rys. 10. Szczegół posadowienia fontanny na stropie parteru – koncepcja rozwiązania projektowanego (wymiar w mm): 1 – strop w poziomie parteru (nad piwnicą), 2 – płyta dna fontanny, 3 – pianka poliuretanowa, 4 – folia polietylenowa, 5 – okładzina kamienna, 6 – materiał termoizolacyjny (polistyren ekstrudowany – XPS-styrodur), 7 – gładź betonowa (zbrojona siatką stalową lub zbrojeniem rozproszonym), A – warstwa szczepna+warstwa reprofiliująca, B – powłokowa izolacja przeciwwodna (typu lekkiego), B\* – powłokowa izolacja przeciwwodna (typu lekkiego) wykorzystywana jako izolacja przeciwwilgociowa, C – powłokowa izolacja przeciwwodna (typu ciężkiego), D – elastyczna taśma narożnikowa, E – sznur dylatacyjny, F – uszczelniając elastyczny, G – materiał termoizolacyjny – dylatacja obwodowa (polistyren ekspandowany (EPS – styropian))

- montaż w narożnikach wklęsłych dno – ściana (narożniki poziome) oraz ściana – ściana (narożniki pionowe) poliuretanowego sznura dylatacyjnego,
- demontaż okładziny kamiennej w obszarze hallu wejściowego, warstwy dociskowej z gładzi betonowej, usunięcie folii polietylenowej oraz zawilgoconej wełny mineralnej,
- osuszenie podłoża – górnej powierzchni stropu parteru (stropu nad piwnicą),
- wykonanie paroizolacji poprzez ułożenie na stropie warstwy separacyjnej z folii polietylenowej (o grubości min 0,5 mm) z wywinięciem na wysokość ~2 cm powyżej materiału termoizolacyjnego,
- ułożenie materiału termoizolacyjnego z polistyrenu ekstrudowanego XPS o grubości 5 cm,
- wykonanie warstwy dociskowej z betonu klasy C20/25 (B20) o grubości 8 cm, dozbrojonej przeciwskurczowo siatką o oczkach 15×15 cm<sup>2</sup> lub wykonanej z zastosowaniem zbrojenia rozproszonego. Wykonana warstwa dociskowa powinna być zdylatowana w pola o powierzchni ≤ 10 m<sup>2</sup> przy stosunku boków pól od 1:1 do 1:1.5. Szczeliny dylatacyjne wykonane poprzez nacięcie gładzi do głębokości min 1/4 grubości. Powstałą szczelinę należy wypełnić materiałem trwale plastycznym. Wzdłuż cokołu fontanny należy wykonać dylatacje obwodową o grubości min 1 cm,
- wykonanie powłokowej izolacji przeciwwodnej podpłytkowej na zewnętrznych ścianach fontanny, poziomym i pionowym fragmencie cokołu fontanny oraz na wierzchu warstwy dociskowej z gładzi betonowej przy użyciu półpłynnej folii izolacyjnej,
- wykonanie na posadzce, ścianach wewnętrznych, zewnętrznych oraz dnie fontanny okładziny kamiennej o grubości płyt kamiennych jak w stanie przed rozbiórką posadzki przy użyciu elastycznej zaprawy klejącej oraz wypełnienie szczelin pomiędzy płytami okładziny fugą. Okładzinę kamienną należy podzielić na pola z zastosowaniem systemowych profili

dylatacyjnych. Siatka podziału okładziny kamiennej powinna odpowiadać siatce podziału dylatacji gładzi betonowej,

- po zakończeniu odtwarzania okładziny kamiennej posadzki w poziomie parteru istniejące zarysowania widoczne od strony piwnicy należy zabezpieczyć metodą iniekcji stosując żywicę duramerową na bazie epoksydu. Iniekcje rys należy poprzedzić próbą ich oczyszczenia poprzez płukanie środkiem wysokoalkalicznym.

Ponadto grubość oraz układ nowoprojektowanych warstw posadzki stropu w poziomie parteru na etapie opracowywania dokumentacji remontowej należało dobrać tak, aby spełniały wymagania normy [21].

## 6. Wnioski

W poziomie parteru posadzka budynku Filharmonii Kaszubskiej charakteryzowała się uszkodzeniami w postaci ukośnych zarysowań okładziny kamiennej w narożnikach wypukłych (zewnętrznych) fontanny propagujących w kierunku ścian zewnętrznych budynku oraz zawilgoceniem płyt okładziny kamiennej, szczególnie intensywnych wzdłuż podłużnych ścian fontanny.

Uszkodzenia posadzki w poziomie parteru były następstwem błędów projektowych oraz błędów wykonawczych.

Główne błędy projektowe to:

- brak rysunków zawierających szczegółowe rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe,
- zastosowanie w warstwie posadzki jako materiału izolacyjnego wełny mineralnej,
- niedostateczna sztywność niecki żelbetowej konstrukcji fontanny,
- brak jakichkolwiek wytycznych i szczegółowych rozwiązań dotyczących sposobu wykonania izolacji przeciwwodnej żelbetowej niecki fontanny,
- obliczeniowe niedoszacowanie zbrojenia dolnego stropu w polach poza fontanną.

Główne błędy wykonawcze to:

- brak udokumentowanego sprzeciwu, co do przyjętych rozwiązań projektowych oraz realizacja elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych na podstawie dokumentacji projektowej obciążonej błędami.

## Literatura

1. Baranowski W.: Zużycie obiektów budowlanych. Wydawnictwo Warszawskiego Centrum Postępu Techniczno-Organizacyjnego Budownictwa, Ośrodek Szkolenia WACETOB sp. z o.o., Warszawa, 2000.
2. Buczkowski W., Szymczak-Graczyk A.: Wpływ różnej grubości i konstrukcji ścian na pracę statyczną monolitycznych zbiorników prostopadłościennych. XIII Konferencja Naukowo-Techniczna „Żelbetowe i sprężone zbiorniki na materiały sypkie i ciecze”, Wrocław-Szklarska Poręba, 2007.
3. Czarnecki L.: Defects and damage of floors. RILEM Report no. 33, Industrial Floors (Ed.: P. Seidler), RILEM Publication S.A. R. L., 34–44, 2006.
4. Czarnecki L.: Uszkodzenia i naprawy posadzek przemysłowych. Materiały Budowlane, 9, 20–24, 2008.
5. Chmielewska B., Czarnecki L.: Materiały i wymagania dotyczące posadzek. XXVI Ogólnopolska Konferencja „Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji WPPK-2011”, 239–380, 2011.
6. Chmielewska B., Czarnecki L.: Wymagania norm dotyczące posadzek przemysłowych. Materiały Budowlane, 5–9, 2, 2012.
7. Fegerlund G.: Trwałość konstrukcji betonowych. Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1997.
8. Halicka A., Franczak D.: Projektowanie zbiorników żelbetowych, tom 2, Zbiorniki na ciecze. Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2013.
9. Kucharska-Stasiak E.: Metody pomiaru zużycia obiektów budowlanych. Materiały Budowlane, 2, 29–38, 1995.
10. Kobiak S., Stachurski W.: Konstrukcje żelbetowe, tom 4. Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1989.

11. Kopyłow O.: Projektowanie i odbiór podkładów podłogowych – niuanse techniczne. Inżynier Budownictwa, [www.inzynierbudownictwa.pl](http://www.inzynierbudownictwa.pl), opublikowano 2010.11.24.
12. Kulas T.: Wpływ warunków eksploatacji podłóg przemysłowych na ich trwałość i wartość użytkową. Materiały Budowlane, 12–16, 2, 2012.
13. Pająk Z., Drobiec Ł.: Uszkodzenia i naprawy betonowych podkładów posadzek przemysłowych. XXIII Ogólnopolska Konferencja „Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji WPPK-2008”, 295–326, 2008.
14. Podolski B., Podolski M., Bartosik T.: Przeciążenie zaprojektowanej z nadmiernym uproszczeniem niecki basenowej i sposób jej wzmocnienia. XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna „Awarye budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje, 2009.
15. Substyk M.: Utrzymanie i kontrola okresowa obiektów budowlanych. Wydawnictwo ODDK, Warszawa, 2012.
16. Starosolski W.: Konstrukcje żelbetowe według PN-B-03264: 2002 i Eurocodu 2, tom II, wydanie 10 rozszerzone. Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2006.
17. Starosolski W.: Stropy monolityczne. Zasady projektowania z przykładami obliczeń. Centralny Ośrodek Badawczo-Projektowy Budownictwa Ogólnego, Warszawa, 1994.
18. Ścisławski Z.: Trwałość konstrukcji żelbetowych. Wydawnictwo ITB, Warszawa, 1995.
19. Thierry J., Zaleski S.: Remonty budynków i wzmocnianie konstrukcji. Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1982.
20. Williamson N.: Ocena estetyki powierzchni i identyfikacja wad w betonowych posadzkach przemysłowych. III Seminarium Naukowo-Techniczne „Podłogi Przemysłowe”, 20–26, 2011.
21. DIN EN 1504 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Beton-Produkten i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych.

## DESIGN AND CONTRACTOR SOLUTIONS AS A DAMAGE CAUSE TO THE FLOOR IN KASHUBIAN PHILHARMONIC BUILDING

**Abstract:** The stone flooring panels were placed on the concrete substructure at the ground level in the building of the Kashubian Philharmonic as floating floor technology. In the central point of the entrance hall, 220×530 cm fountain was located. After one year of building's operation, diagonal cracks in the neighborhood of the fountain have been observed. The length and width of the cracks were increasing in time. This paper presents the concepts of renovation of both floor and fountain in order to fix them and restore to the proper state.

**Keywords:** stone floor, boards floor, reinforced concrete slab, fountain leak, renovations, cracked reinforced concrete elements