

Usterki wilgotnościowe w obszarze wewnętrznego patio komunikacyjnego jako następstwo sposobu eksploatacji oraz błędów projektowych i wykonawczych

Dr inż. Maciej Niedostatkiwicz,
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska,
Politechnika Gdańska

XXVI Konferencja Naukowo-Techniczna awarie budowlane 2013

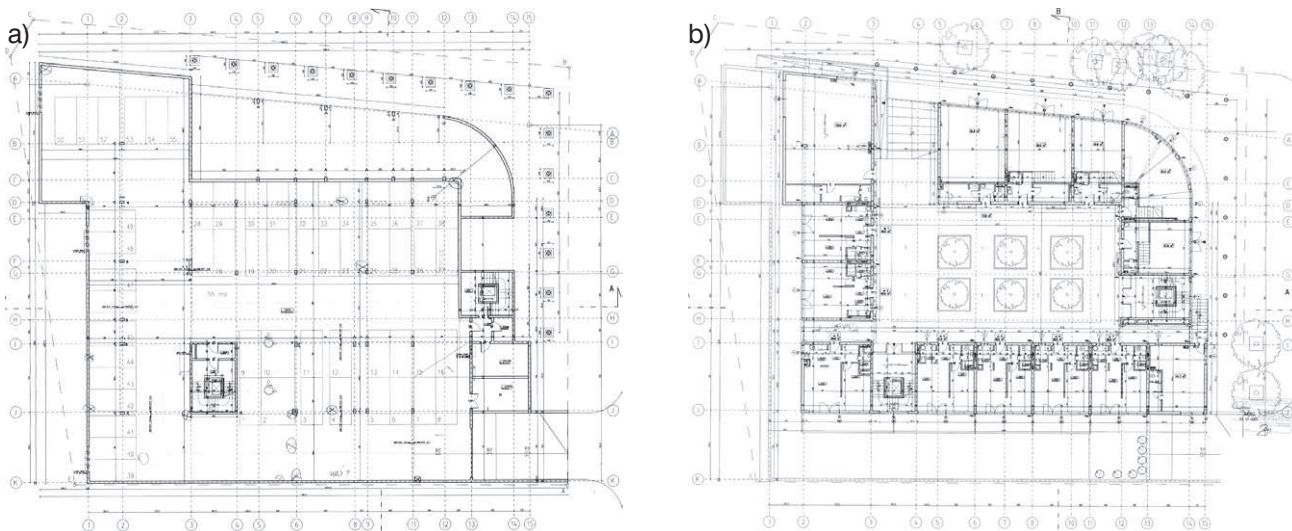
1. Wprowadzenie

Błędy projektowe oraz wykonawcze mają bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo konstrukcji i bezpieczeństwo użytkowania budynków. Dotyczy to nie tylko projektowania i wykonawstwa elementów podstawowego układu konstrukcyjnego, ale odnosi się również do warstw wykończeniowych elementów budynku, takich jak tarasy oraz balkony [1–2]. Sposób eksploatacji tarasów, w tym wykonanych w technologii stropodachu odwróconego, bardzo często ma istotny wpływ na rozszerzenie występujących usterek, głównie pochodzenia wilgotnościowego [3–4]. Usuwanie usterek tarasów w użytkowanych wielorodzinnych budynkach mieszkalnych jest skomplikowane organizacyjnie, ponieważ obiekty te są najczęściej cały czas eksploatowane [5]. Sytuacja ta dotyczy przede wszystkim fragmentów tarasów użytkowanych w ramach tzw. części wspólnych budynków jako przestrzenie komunikacyjne. Celem artykułu jest przedstawienie wpływu popełnionych błędów

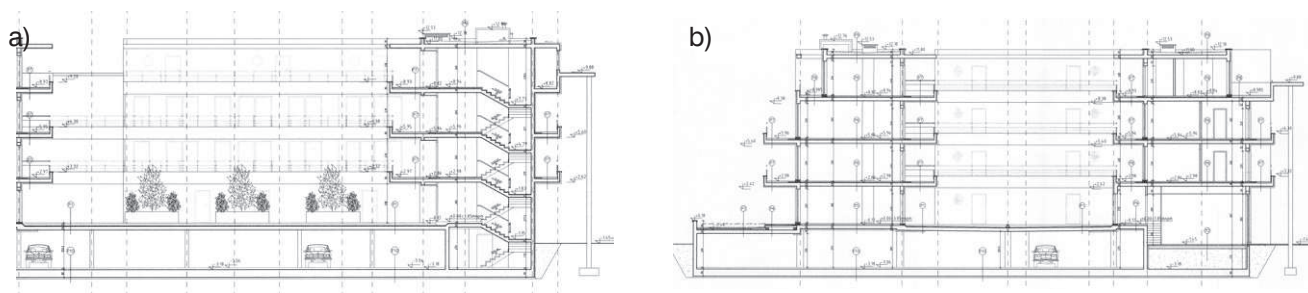
projektowych oraz wykonawczych, jak również późniejszej eksploatacji wewnętrznego patio komunikacyjnego, które skumulowane, doprowadziły po latach do powstania stanu przedawaryjnego tarasu wykonanego w technologii stropodachu odwróconego, widocznych w postaci rozległych usterek wilgotnościowych w obszarze podziemnej hali garażowej. W artykule przedstawiono zaproponowany sposób usunięcia występujących usterek tarasu.

2. Dane ogólne

Budynek zrealizowany został w połowie lat 90-tych XX wieku w technologii tradycyjnej, udoskonalonej, jako 4-kondygnacyjny, częściowo podpiwniczony. Podziemna hala garażowa zrealizowana została pod znaczną częścią rzutu budynku – obrys rzutu kondygnacji podziemnej nie pokrywał się z rzutem kondygnacji budynku w poziomie parteru (rys. 1). Stropy międzykondygnacyjne zaprojektowane zostały jako płyty żelbetowe, monolitycz-



Rys. 1. Rzut budynku w poziomie: a) podziemia, b) parteru



Rys. 2. Przekrój budynku: a) poprzeczny, b) podłużny

ne, krzyżowo-zbrojone. Ściany w poziomie kondygnacji podziemnej zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne, w poziomie kondygnacji nadziemnych z cegły ceramicznej pełnej ($f_b = 15 \text{ MPa}$, $f_m = 3 \text{ MPa}$ (M3)) ze słupami żelbetowymi, monolitycznymi z grubości murów. Mury zewnętrzne ocieplono według rozwiązań technologii BSO (*Bezspoinowy System Ocieplenia*) polistyrenu ekspandowanego (styropianu – EPS). Część ścian nadziemnych, między innymi w obszarze klatek schodowych zaprojektowana została jako żelbetowe, monolityczne. Stropodachy kondygnacji nadziemnych zaprojektowano jako niewentylowane, ocieplone materiałem termoizolacyjnym, w technologii dachu odwróconego. Wewnętrzne patio usytuowane było wewnątrz bryły budynku i stanowiło, w poziomie parteru element komunikacji pomiędzy poszczególnymi kłatkami schodowymi (rys. 2). Dokumentacja projektowa przewidywała wykonanie układu warstw tarasu komunikacyjnego według rozwiązań właściwych dla technologii stropodachu odwróconego.

3. Opis usterek wewnętrznego patio komunikacyjnego

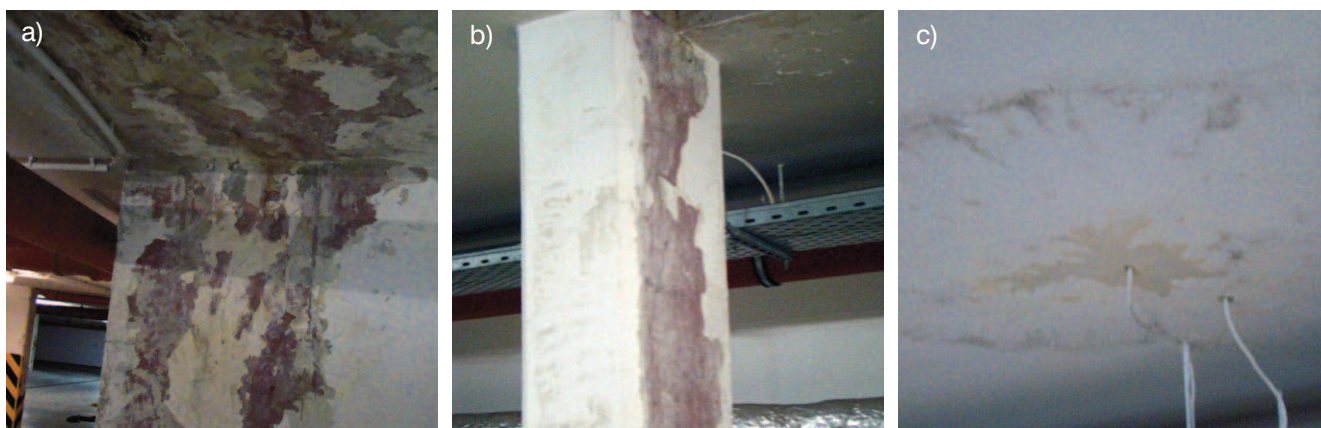
W trakcie tzw. rocznego przeglądu budynku (*Kontrola stanu technicznego obiektu budowlanego*) stwierdzono rozległe usterki i uszkodzenia pochodzenia wilgotnościowego stropu nad podziemną halą garażową w obszarze odpowiadającym wewnętrznemu patio (rys. 3). Szczególnie intensywne były ślady zawilgocenia występują-

ce w miejscu wykonanych przez mieszkańców budynku przewierć przez strop. Stwierdzono, że nawierzchnia patio wewnętrznego wykonana została z kostki betonowej o grubości 6 cm, a odprowadzenie wody opadowej z powierzchni patio odbywało się poprzez klasyczne wpusty podłogowe (rys. 4). Na podstawie wykonanych odkrywek ustalono, że kostka betonowa ułożona została na warstwie podsypki piaskowej o grubości 6 cm, poniżej której ułożono warstwę geowłókniny. Izolację termiczną wykonano z polistyrenu ekspandowanego (styropianu – EPS) o strukturze zwartej. Zastosowano frezowane płyty o grubości 5 cm, stwierdzono zawilgocenie materiału termoizolacyjnego. Na konstrukcji stropodachu ułożone zostały 2 warstwy podkładowej papy termozgrzewalnej o grubości 4 mm na osnowie poliestrowej (fot. 5). Wierzch płyty stropowej został zagruntowany materiałem bitumicznym przed realizacją warstw wykończeniowych tarasu.

4. Analiza stanu technicznego wewnętrznego patio komunikacyjnego

Dokumentacja projektowa przewidywała wykonanie warstw w kolejności zbliżonej do układu w tzw. stropodachu odwróconym [4–5], w którym izolacja przeciwwodna znajduje się poniżej izolacji termicznej – opisaną poniżej kolejność warstw przywołano na podstawie dokumentacji projektowej:

a) **kostka betonowa 8 cm** – zalecenie wykonania nawierzchni z kostki betonowej było rozwiązaniem dopusz-



Rys. 3. Usterki wilgotnościowe w obszarze podziemnej hali garażowej: a) zawilgocenia stropu oraz ściany wewnętrznej, b) zawilgocenie słupa, c) zacieki w wyniku przewierci przez warstwy wykończeniowe patio

czalnym. Niedoskonałością projektu było dopuszczenie możliwości ustawiania na warstwach tarasu donic z roślinnością – w dokumentacji projektowej nie został określony dopuszczalny maksymalny ciężar oraz rozmiar donic, a rysunki zamieszczone w projekcie budowlanym wskazywały na możliwość ustawiania roślinności o wysokości zbliżonej do wysokości kondygnacji (rys. 2). Ponadto dokumentacja projektowa nie rozwiązywała szczegółu odprowadzenia wód opadowych w zakresie doboru wpustu dachowego,

- b) **podsyпка piaskowa min. 3 cm** – dokumentacja projektowa nie obejmowała szczegółowych zaleceń dotyczących sposobu wykonania podbudowy pod kostkę betonową, w tym stopnia zagęszczenia podsyпки piaskowej oraz jej struktury w zakresie uziarnienia,
- c) **geowłóknina** – w dokumentacji projektowej nie zamieszczono szczegółowych zaleceń odnośnie parametrów technicznych jakimi powinna charakteryzować się planowana do zastosowania tkanina geotechniczna,
- d) **FLOORMATE 700** – zalecenie wykonania izolacji termicznej z płyt FLOORMATE 700 o grubości 5 cm było zaleceniem jak najbardziej poprawnym i należy je rozu-

Na podstawie wykonanych odkrywek ustalono, że warstwy stropu nad podziemną halą garażową zrealizowane zostały w następującym układzie:

- a) **kostka betonowa 6 cm** – wykonana nawierzchnia patio wewnętrznego zrealizowana została z kostki betonowej o grubości zaniżonej o 2 cm w stosunku do zaleceń zamieszczonych w dokumentacji projektowej. Ponadto kostka dociążona została donicami z roślinnością, w wyniku czego część kostek uległa pęknięciu. Miejsca lokalnego obciążenia nawierzchni, a pośrednio stropu, są potencjalnymi miejscami powstawania przecieków. Należy również zauważyć, że zastosowanie wpustów podłogowych, stosowanych w przypadku nawierzchni jednorodnych, np. z gładzi betonowej lub okładziny z płytek mrozoodpornych typu gres jest poważnym błędem wykonawczym: woda opadowa spływając powierzchniowo penetruje pomiędzy kostkami betonowymi i nie jest odprowadzana do wpustów, których otwory wlotowe znajdują się w poziomie wierzchu nawierzchni, w przeciwieństwie do otworów we wpustach przeznaczonych do stosowania w stropodachach odwróconych, które znajdują się również poniżej nawierzchni



Rys. 4. Patio wewnętrzne: a) widok warstwy wykończeniowej w postaci okładziny z kostki betonowej z pokazaniem zabudowy roślinnością ozdobną, b) szczegół wpustu podłogowego w zbliżeniu

mieć jako konieczność zastosowania płyt z polistyrenu ekstrudowanego (styrodur – XPS – nazwa FLOORMATE jest nazwą handlową płyt ze styroduru firmy DOW).

- e) **2 x papa termozgrzewalna przyklejona płaszczynowo na zatarty beton** – w dokumentacji projektowej nie zaznaczono konieczności zastosowania papy termozgrzewalnej na welonie poliestrowym, nie podano symbolu literowo-liczbowego papy uwzględniającego jej właściwości mechaniczne,

- f) **płyta żelbetowa w spadku 1%** – zalecenie wykonania spadku w górnej powierzchni płyty było rozwiązaniem bardzo poprawnym, zdecydowanie lepszym niż realizacja spadku przy pomocy nadbetonu wykonywanego oddzielnie, co mogłoby skutkować w okresie eksploatacji miejscowym rozwarstwieniem, w szczególności w miejscu pocienienia betonu spadkowego. Należy zauważyć, że w okresie użytkowania budynku rozwiązanie konstrukcji płyty stropu nad podziemną halą garażową nie wpłynęło na zakres usterek w obszarze patio.

(w grubości warstw wykończeniowych). Zamontowane wpusty dachowe nie posiadały wbudowanych niskonapięciowych grzałek elektrycznych przeciwdziałających tworzeniu się korków lodowych,

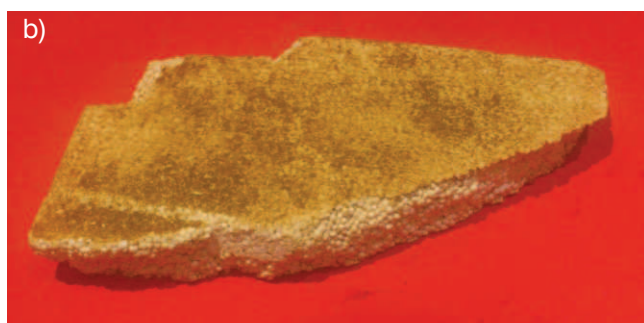
- b) **podsyпка piaskowa 6 cm** – wykazywała zawilgoceńia ze względu na brak możliwości odprowadzenia wody przesiąkającej pomiędzy kostkami betonowymi,
- c) **geowłóknina** – zastosowana geowłóknina spełniała wymagania dla materiałów przewidzianych do wbudowania w stropodachy odwrócone,
- d) **polistyren ekspandowany (styropian-EPS) 5 cm** – zastosowanie jako materiału termoizolacyjnego w poziomie wierzchu stropu nad podziemną halą garażową odkształcalnego polistyrenu ekspandowanego (styropianu – EPS) zamiast polistyrenu ekstrudowanego (styroduru – XPS) było bardzo poważnym błędem wykonawczym: styropian charakteryzuje się zwiększoną nasiąkliwością w stosunku do styroduru oraz zwiększoną odkształcalnością. Podwyższona odkształcalność przyczyniała się

do deformacji nawierzchni z kostki betonowej, co prowadziło do powstawania zastoisk wody na powierzchni patio wewnętrznego, natomiast zwiększona nasiąkliwość powodowała, że w styropianie gromadziła się woda opadowa, która grawitacyjnie przedostawała się do wnętrza podziemnej hali garażowej przez nieszczelności izolacji wodochronnej (przeciwwodnej).

Próbki wbudowanego styropianu stanowiącego ocieplenie stropu nad podziemną halą garażową poddano analizie ze względu na stopień jego zawilgocenia. Badania przeprowadzono metodą suszarkowo-wagową zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 12570 *Ciepłno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie wilgotności przez suszenie w podwyższonej temperaturze*. Na podstawie wyników pomiarów ustalono, że wilgotność masowa U_m [%] wbudowanego styropianu wynosi 133,52%. W stanie powietrzno-suchym wilgotność masowa styropianu wynosi 5%, co powoduje, że występuje ≈ 26 -krotne przekroczenie warunków, w których zachowana jest norma termoizolacyjność płyt styropianowych (rys. 5). W takiej sytuacji styropian nie spełnia funkcji izolacji termicznej, a ulegając sukcesywnemu zawilgoceniu, w połączeniu z brakiem szczelności izolacji wodochronnej (przeciwwodnej), przyczynia się do destrukcji stropu nad podziemną halą garażową.

Czynnikiem wpływającym na bardzo duże zawilgocenie styropianu był również fakt, że wbudowany styropian nie był przeznaczony do przenoszenia obciążeń występujących w ciągach komunikacyjnych. Na podstawie oceny organoleptycznej, wbudowany styropian można było zakwalifikować jako styropian odmiany M20 – według dawnych oznaczeń (PS-E FS15 – według aktualnie obowiązujących oznaczeń). Zgodnie z zaleceniami zamieszczonymi w aktualnie obowiązującej normie PN-EN 13163:2004 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Wyroby ze styropianu (EPS) produkowane fabrycznie*. Specyfikacja, jak również w normie już nieobowiązującej, jednak bardzo powszechnie stosowanej w praktyce inżynierskiej PN-B-20130:1999 i PN-B-20130/Az1:2001 *Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – płyty styropianowe (PS-E) jako izolację termiczną ciągów komunikacyjnych w halach przemysłowych, parkingów oraz garaży* powinno zastosować się styropian M40 lub M50 – według dawnych oznaczeń (PS-E FS30 lub PS-E FS40 – według aktualnie obowiązujących oznaczeń). Jednak niezależnie od wytrzymałości odmiany styropianu rozwiązaniem zdecydowanie bardziej poprawnym byłoby zastosowanie styroduru, tak jak przewidywała to dokumentacja projektowa,

e) **izolacja wodochronna (przeciwwodna) z papy termozgrzewalnej** – na etapie realizacji tarasu zastosowano jako izolację wodochronną dwie warstwy papy na osnowie poliestrowej zamiast na welonie poliestrowym co jest rozwiązaniem bardziej niekorzystnym ze względu na obniżoną odkształcalność arkuszy papy. Ponadto w czasie układania arkuszy papy nie zachowano zasady



Rys. 5. Układ warstw wykończeniowych stropu nad podziemną halą garażową w obszarze patio: a) widok odkrywkowy, b) szczegół materiału termoizolacyjnego – polistyrenu ekspandowanego (styropianu – EPS)

przesunięcia styków podłużnych i poprzecznych, a ponadto nie wykonano tzw. pełnego przetopu wzdłuż krawędzi arkuszy (brak widocznego wypłynięcia lepiszcza bitumicznego). Wykonane przez mieszkańców w okresie eksploatacji budynku przewierciły przez strop nad podziemną halą garażową były bezpośrednią przyczyną usterek wilgotnościowych powstałych jako następstwo perforacji izolacji przeciwwodnej,

f) **płyta stropowa** – nie zaobserwowano usterek świadczących o występowaniu w płycie stropowej przekroczenia warunków normowych *Stanu Granicznego Nośności (SGN)* oraz *Stanu Granicznego Użytkowania (SGU)*.

5. Rozwiązanie projektowe usunięcia usterek patio

Uwzględniając stan techniczny stropu nad podziemną halą garażową w części użytkowanej jako wewnętrzne patio komunikacyjne zaproponowana została rozbiórka istniejącego układu warstw tarasu oraz ich odtworzenie z zachowaniem poprawności zasad realizacji stropodachów odwróconych:

- usunięcie nasadzeń zieleni typu niskiego,
- usunięcie istniejącej warstwy wykończeniowej patio wewnętrznego do poziomu wierzchu płyty stropowej nad podziemną halą garażową,
- dostosowanie ilości wpustów dachowych do powierzchni zlewni, wykonanie ewentualnych przewierć przez strop w przypadku konieczności zwiększenia ilości wpustów dachowych,

- d) na górnej powierzchni stropu wykonanie warstwy szczepnej stosując mineralną, modyfikowaną polimerami drobnoziarnistą zaprawę cementową np. firmy IZOHAN R-102,
- e) w miejscach występowania ubytków górnej powierzchni płyty stropowej poddanie jej reprofiliacji mineralną modyfikowaną polimerami drobnoziarnistą zaprawą cementową na bazie mikrokrzemionki np. firmy IZOHAN Renobud 103,
- f) zagruntowanie górnej powierzchni stropu stosując modyfikowany SBS szybkoschnący roztwór gruntujący np. firmy IZOHAN Penetrator G7,
- g) wykonanie izolacji wodochronnej (przeciwwodnej) stropu nad podziemną halą garażową stosując 2 x papę termozgrzewalną na włókninie poliestrowej modyfikowaną SBS np. firmy IZOLMAT Plan PYE PV250 S5 (2 x warstwa podkładowa). W czasie realizacji izolacji przeciwwodnej, szczególną uwagę należy zwrócić na wywiniecie papy termozgrzewalnej na ściany na wysokość minimum 20 cm powyżej docelowego poziomu warstw wykończeniowych patio wewnętrznego. Wywiniecie papy termozgrzewalnej związane jest z koniecznością demontażu części ocieplenia murów zewnętrznych w strefie przyposadzkowej. Podczas prac związanych z wykonywaniem izolacji przeciwwodnej należy wykonać szczelne przejście wpustów dachowych do odprowadzenia wody opadowej,
- h) wykonanie ocieplenia stropu z zastosowaniem polistyrenu ekstrudowanego (styrodur – XPS) o grubości 10 cm, łączonego „na pióro i wpust”,
- i) zamontowanie wpustów dachowych do odprowadzenia wody opadowej, wyposażonych w podgrzewacze elektryczne,
- j) ułożenie na górnej powierzchni styroduru warstwy geowłókniny oraz wykonanie warstwy dociskowej z kamieni frakcji 16/32 mm.
- k) wytyczenie, w ramach prac aranżacyjnych, na powierzchni patio wewnętrznego ścieżek, wzdłuż których należy ułożyć płyty betonowe na podkładkach neoprenowych umożliwiające komunikację na terenie patio,
- l) po zakończeniu prac odtworzenie w technologii BSO (Bezspoinowy System Ocieplania) zdemontowanych fragmentów ocieplenia murów zewnętrznych zgodnie ze wskazówkami zamieszczonymi w Instrukcji ITB nr 334/2002 *Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynków*. Jako materiał termoizolacyjny do odtworzenia cokołów cofniętych należy zastosować polistyren ekstrudowany (styrodur – XPS), a odtworzone powierzchnie cokołu należy zabezpieczyć drobnoziarnistą wyprawą tynkarską (tynk żywiczy),
- m) po zakończeniu prac naprawczych wykonanie ochronnych powłok malarskich na elewacji patio wewnętrznego: od poziomu powyżej nowo wykonanego cokołu do poziomu spodu wewnętrznej galerii komunikacyjnej nad parterem. Ochronne powłoki malarskie należy wykonać z zastosowaniem farby elewacyjnej z tzw. „efektem kwiatu lotosu”, zawierającej pigmenty przeciw glonowaniu.

6. Podsumowanie

Przyczyną przedawaryjnego stanu technicznego budynków lub ich części bardzo często są zarówno błędy zarówno projektowe, jak również wykonawcze, a sam sposób eksploatacji przyczynia się do pogorszenia ich stanu technicznego. Sytuacja taka miała miejsce również w przedstawionym przypadku tarasu usytuowanego nad podziemną halą garażową.

Do głównych niedoskonałości projektowych w odniesieniu do patio wewnętrznego należy brak zamieszczenia w projekcie budowlanym rozwiązania detali izolacji wodochronnej stropu nad podziemną halą garażową oraz brak szczegółowego rozwiązania odprowadzenia wód opadowych w zakresie doboru wpustu dachowego dla przyjętego układu warstw w technologii zbliżonej do koncepcji stropodachu odwróconego. Ponadto za błąd należy uznać przyjęcie podsypki piaskowej jako podbudowy pod nawierzchnię z kostki bez precyzyjnego określenia stopnia jej konsolidacji. Niedoskonałością jest również brak określenia parametrów technicznych przewidzianych do wbudowania geowłókniny oraz papy termozgrzewalnej.

Do głównych błędów wykonawczych należy bezkrytyczna realizacja tarasu komunikacyjnego na podstawie dokumentacji projektowej obciążonej niedociągnięciami, samowolne zaniżenie grubości nawierzchni z kostki betonowej z 8 cm co 6 cm oraz zastosowanie jako materiału termozgrzewalnego w poziomie wierzchu stropu nad podziemną halą garażową odkształcalnego polistyrenu ekspandowanego (styropianu – EPS) zamiast polistyrenu ekstrudowanego (styroduru – XPS). Zastosowanie klasycznych wpustów podłogowych zamiast wpustów przewidzianych do technologii stropodachu odwróconego jest niepoprawne, gdyż powoduje, że woda nie będąc właściwie odprowadzana przedostaje się pomiędzy kostkami betonowymi, penetruje poprzez warstwy wykończeniowe stropu, zatrzymuje się powyżej warstwy izolacji wodochronnej (przeciwwodnej), a w przypadku jej nieszczelności powoduje zawilgocenie konstrukcji stropu nad podziemną halą garażową.

Na zakres usterek wilgotnościowych wpływ miały również lokalne nieszczelności izolacji przeciwwodnej spowodowane jej perforacją przez użytkowników budynku w okresie eksploatacji. Zabudowa przestrzeni komunikacyjnych zielenią typu niskiego w kamiennych i betonowych donicach przyczyniała się również do rozszerzenia usterek wilgotnościowych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Francke B., Izolacje wodochronne tarasów i balkonów. Projektowanie i wykonywanie. Wydawnictwo Instytutu Techniki Budowlanej, 1–60, 2012
- [2] Mirski J., Łącki K., Budownictwo z technologią II. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1–388, 2007
- [3] Praca zbiorowa: Jak wykonać taras i dach zielony. Poradnik. Dom Wydawniczy Meritum, 1–42, 2011
- [4] Rokiel M., Hydroizolacje w budownictwie. Wybrane zagadnienia w praktyce. Wydanie II rozszerzone. Dom Wydawniczy Meritum, 1–507, 2009
- [5] Rokiel M., Hydroizolacje podziemnych części budynków i budowli. Projektowanie i warunki techniczne wykonania i odbioru robót. Dom Wydawniczy Meritum, 1–152, 2012