

Tematyka prezentowanego artykułu była omawiana podczas II Ogólnopolskiej Konferencji Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego *Problemy techniczno-prawne utrzymania obiektów budowlanych*, która odbyła się w styczniu 2013 r. w Warszawie.

dr hab. inż. Halina Garbalińska, prof. ZUT\*  
dr inż. Teresa Rucińska\*  
dr inż. Agata Wygocka\*

# Błędy wykonawcze w realizacji termoizolacji stropodachu na bazie kompozytu cementowo-styropianowego

Metody wykonywania termoizolacji, to na ogół: izolowanie przez układanie gotowych elementów w postaci płyt termoizolacyjnych, nanoszenie termoizolacji techniką natryskową lub w postaci wylewki oraz wprowadzanie termoizolacji w postaci sypkiej metodą pneumatyczną, zwaną także metodą wdmuchiwania (blow-in). W każdej z tych metod są dostępne rozwiązania systemowe gwarantujące nie tylko właściwy dobór elementów systemu, ale również zawierające wskazówki poprawnej realizacji. Zdarza się jednak, iż mimo szczegółowego opisu systemu dochodzi do uchybień w czasie realizacji ocieplenia, mających dotkliwie negatywne skutki nie tylko dla wykonawcy, ale przekładających się także na jakość funkcjonowania obiektu budowlanego lub jego części.

## Charakterystyka systemu termoizolacji na bazie kompozytu cementowo-styropianowego

Jeden ze schematów systemu proponowany przez pomysłodawców rozwiązania docieplenia bazującego na kompozycie cementowo-styropianowym przedstawiono na rysunku 1. W systemie tym element termoizolujący składa się z kilku warstw uzyskanych naprzemiennie z płyt styropianowych oraz kompozytu cementowo-styropianowego o właściwościach termoizolacyjnych, nanoszonego w postaci wylewki. Modelowanie spadków wykonuje się przez regulowaną grubość wylewki przy założeniu, że nie powinna być ona cieńsza niż 4 cm. Niewątpliwą zaletą

systemu jest zniwelowanie nieuszczelnności, które występują na styku płyt styropianowych układanych jako wewnętrzne warstwy.

Kompozyt cementowo-styropianowy charakteryzuje się m.in. gęstością objętościową świeżej zaprawy 400 – 600 kg/m<sup>3</sup>, wartością deklarowaną współczynnika przewodzenia ciepła 0,07 – 0,1 W/(m·K) i wytrzymałością na ściskanie 0,4 – 1,7 MPa.

## Zalecenia producenta systemu dotyczące pielęgnacji wylewki cementowo-styropianowej są m.in. następujące:

1) w okresie wiązania i twardnienia zaprawy należy zapewnić optymalne warunki do przebiegu procesu hydratacji cementu, a mianowicie nie narażać powierzchni na przegrzanie i przesuszenie oraz przechłodzenie, nie doprowadzać do zalania powierzchni itp. Można ją zabezpieczyć folią oraz zraszać wodą;

2) zaleca się, aby kolejne prace prowadzić po ok. 20 h od wykonania wylewki;

3) w optymalnych warunkach warstwa kompozytu cementowo-styropianowego powinna uzyskać zakładaną wytrzymałość po 28 dniach;

4) warstwa kompozytu cementowo-styropianowego wykonana jako termoizolacja dachu, narażonego wyłącznie na działanie czynników atmosferycznych, nie wymaga warstwy dociskowej/utwardzenia.

## Do istotnych zaniedbań podczas stosowania tego systemu można zaliczyć:

- narażenie powierzchni na przegrzanie i przesuszenie, co ostatecznie skutkuje znacznie niższą niż zakładana wytrzymałością mechaniczną;

- narażenie powierzchni na przechłodzenie, czego skutkiem może być zamrażanie wody zarobowej prowadzące do zahamowania procesu hydratacji cementu, co znacznie wydłuża okres uzyskania zakładanej wytrzymałości mechanicznej;

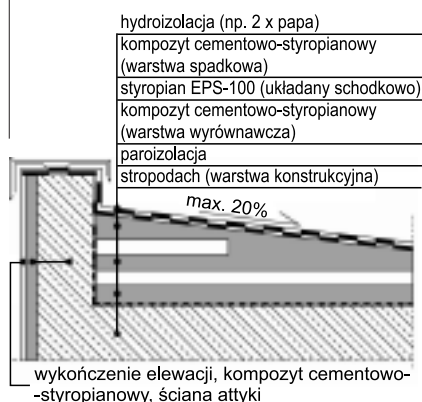
- dopuszczenie do zalania powierzchni, np. wskutek opadów deszczu, czego konsekwencje mogą być dość złożone, m.in.:

- woda, penetrując w głąb wylewki w czasie postępującego wiązania, jest zdolna zwiększyć jej objętość, a w postępującym okresie twardnienia jej nadmiar zwiększa, podczas odparowania, porowatość struktury, obniżając w ten sposób wytrzymałość mechaniczną;

- woda przenika każdą szczeliną na styku wylewka-elementy stropodachu wystające ponad nią, np. w postaci attyki, co w konsekwencji prowadzi do jej gromadzenia się pod elementem termoizolującym bezpośrednio na powierzchni stropodachu. W związku z tym, że system nie zakłada układania hydroizolacji, woda dalej przenika i w ten sposób dostaje się do wnętrza obiektu.

## Przykład zaniedbań wykonawczych

W wielorodzinnych budynkach mieszkalnych w jednej z dzielnic Szczecina zastosowano docieplenie stropodachu składające się z płyt EPS i kompozytu cementowo-styropianowego, nanoszonego metodą wylewania na izolowaną powierzchnię w układzie warstwowym. W nocy, po dniu wykonania górnej i zarazem ostatecznej warstwy, doszło do zalania elementu termoizolującego stropodach wskutek opadu deszczu.



Rys. 1. Przykładowy schemat systemu docieplenia stropodachu z wykorzystaniem kompozytu cementowo-styropianowego

\* Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury

Mimo prowadzenia prac w listopadzie, po zakończeniu robót związanych z ułożeniem ostatniej warstwy, jaką jest wylewka, nie zabezpieczono powierzchni zewnętrznej, np. folią, co okazało się brzemienne w skutki dla wykonawcy i inwestora. Doszło bowiem nie tylko do znacznego zawilgocenia kompozytu cementowo-styropianowego we wszystkich warstwach elementu termoizolującego, ale także nagromadzenia znacznej ilości wody bezpośrednio na powierzchni stropodachu, która następnie częściowo przeniknęła przez całą grubość stropodachu (plamy na sufitach pomieszczeń mieszkalnych, usytuowanych na najwyższej kondygnacji).

Zaistniała sytuacja wymusiła konieczność oceny stopnia zawilgocenia elementu termoizolującego. W tym celu wykonano odwierty na wszystkich obiektach, gdzie doszło do zalania. Odwierty średnicy 140 mm i wysokości średnio ok. 320 mm wykonano przez całą grubość elementu termoizolującego, którego pierwsza i ostatnia warstwa jest zawsze wykonana z kompozytu cementowo-styropianowego o minimalnej grubości 40 mm i z dwóch warstw płyty styropianowej grubości 45 mm i 140 mm. Pokrycie stropodachu stanowi papa wierzchniego krycia.

Podczas badań wykonanych po raz pierwszy w grudniu 2008 r., oprócz stopnia zawilgocenia kompozytu cementowo-styropianowego w poszczególnych warstwach odwiertu, oznaczono m.in.:

- gęstość objętościową stwardniałej zaprawy w stanie suchym – uzyskano wyniki 250 – 300 kg/m<sup>3</sup>;
- wytrzymałość na ściskanie w stanie rzeczywistej wilgotności wynoszącej od ok. 22% do 43% – najniższa wartość wytrzymałości wyniosła 0,49 MPa, a najwyższa 1,32 MPa;

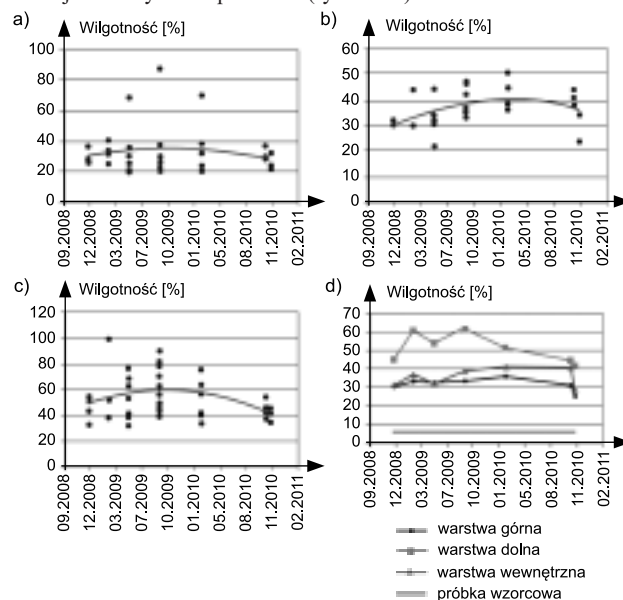
- mrozoodporność określaną ubytkiem masy po 25 cyklach przy temperaturze zamrażania -15°C – uzyskano ubytki masy od -1,06% do 7,04% oraz spadek wytrzymałości od ok. 27% do ok. 72%.

Badania wykonano wg normy PN-85/B-04500 *Zaprawy budowlane. Badanie cech fizycznych i wytrzymałościowych*. Za szczególnie istotne uznano ustalenie temperatury suszenia próbek z uwagi na wrażliwość styropianu na podwyższoną temperaturę. Przyjęto, że właściwą temperaturą suszenia jest 40°C, gdyż zapewnia nienaruszalność struktury styropianu w postaci granulatu. Dodatkowo oznaczono współczynnik przewodzenia ciepła metodą niestacjonarną na próbkach kompozytu w stanie rzeczywistej wilgotności ok. 30%, w wyniku której uzyskano średnią wartość tego parametru 0,31 W/(m·K).

Systematycznie oznaczano wilgotność kompozytu cementowo-styropianowego w każdej warstwie elementu termoizolującego stropodach. Za każdym razem otrzymywano bardzo dużą absorpcję wody w próbkach, co wymusiło konieczność jej zmniejszenia. W pierwszym etapie (z uwagi na okres zimowy) uznano, że być może wystarczające będzie uruchomienie ogrzewania budynku. Niestety, ponowne badania wykonane na przełomie lutego i marca 2009 r. nie wykazały poprawy sytuacji. Podjęto decyzję, że należy zastosować metodę osuszania polegającą na wykonaniu kominków w elemencie termoizolującym na wszystkich zalanych powierzchniach, oczekując, iż nadmiar wody odparuje z kompozytu. Jednak i tym razem badanie wilgotności wagowej kompozytu przeprowadzone w maju 2009 r. nie przyniosło oczekiwanej poprawy. Zważywszy na zbliżający się okres letni uznano, że spodziewany wzrost temperatury otoczenia w tym okresie zadziała sprzyjająco na odparowanie nadmiernej ilości wody z kompozytu i pozostawiono stan istniejący do początku września, kiedy to ponownie wykonano odwierty i zlecono wykonanie badań kontrolnych. Tym razem wykazano zauważalną poprawę stopnia zawilgocenia kompozytu cementowo-styropianowego w odniesieniu do poprzednich wyników badania, ale nadal utrzymywała się ona na wysokim poziomie.

Kolejna próba oceny stanu zawilgocenia kompozytu cementowo-styropianowego miała miejsce w lutym 2010 r., jednak nadal nie wykazała zmniejszenia wilgotności. Postawiono więc zastosować me-

todę osuszania z wykorzystaniem nagrzewnic. Badania wilgotności po zastosowaniu tej metody wykonano w listopadzie i grudniu 2010 r. Uzyskane wyniki pomiaru wilgotności wskazywały, że zawilgocenie nadal jest na wysokim poziomie (rysunek 2).



**Rys. 2. Wyniki oznaczeń wilgotności kompozytu cementowo-styropianowego w całym okresie badań: a) w warstwie górnej; b) w warstwie wewnętrznej; c) w warstwie dolnej; d) zestawienie średniej wilgotności w przypadku wszystkich warstw**

Ostatnia ocena warstwy termoizolacyjnej stropodachów obiektów budowlanych odbyła się w lutym 2011 r. Polegała na oznaczeniu współczynnika przewodzenia ciepła kompozytu cementowo-styropianowego w jego naturalnej wilgotności oraz styropianu EPS, będącego elementem składowym docieplenia. Przy uzyskanym (zmierzonym) współczynniku przewodzenia ciepła kompozytu cementowo-styropianowego na poziomie 0,31 W/(m·K) i styropianu 0,045 W/(m·K), uwzględniając grubość elementów składowych przegrody oraz warunki brzegowe, obliczona wartość współczynnika przenikania ciepła wyniosła 0,21 W/(m<sup>2</sup>·K).

Szukając porównawczej wartości wilgotności kompozytu cementowo-styropianowego, wykonano badanie kontrolne na próbkach pobranych z innego obiektu budowlanego, zrealizowanego także w Szczecinie, gdzie wszelkie rygory wykonawcze w procesie układania termoizolacji były zachowane. Wartość wilgotności wagowej oznaczona na dostarczonych odwiertach wyniosła średnio 6,5%.

## Podsumowanie

Wskazany przykład zaniedbań wykonawczych, dotyczących warstwy termoizolującej stropodachy budynków mieszkalnych, spowodował długi, ok. trzyletni proces naprawczy. Pociągał on za sobą nie tylko koszty zastosowanych metod osuszania, problem z odbiorem obiektów umożliwiających użytkowanie, ale także koszty badań i wiele problemów w relacjach wykonawca-inwestor. Z pewnych źródeł wiadomo, że inwestor, dbając o reputację firmy, podjął decyzję zdemontowania opisanej warstwy termoizolacji stropodachu i zastosował w to miejsce termoizolację z wełny mineralnej. W zastosowanych przez inwestora rozwiązaniach niewątpliwą przeszkodą w szybkim uporaniu się z uzyskaniem efektu odparowania nadmiaru wody z kompozytu cementowo-styropianowego były wewnętrzne warstwy styropianu. Znaczna różnica w szybkości dyfuzji pary wodnej między kompozytem a styropianem, mimo zastosowanych metod osuszania, powodowała niezwykle powolny proces ubytku wody odnotowany w badaniach kontrolnych.