

Badania systemu ETICS z polistyrenem EPS i wełną mineralną

dr inż. Paweł Krause, Politechnika Śląska

1. Wprowadzenie

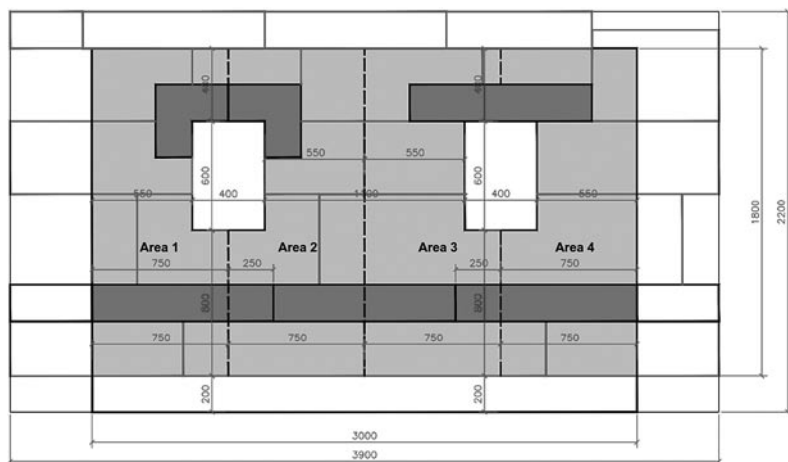
Złożony system ocieplania ETICS (ang. *External Thermal Insulation Composite System*) stanowi w Polsce najczęściej wykorzystywaną metodę poprawy izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych. Polega na przymocowaniu do powierzchni ściany układu warstwowego, w skład którego wchodzi ciążła termoizolacja pokryta warstwą zbrojoną i tynkiem cienkowarstwowym. W większości przypadków warstwa izolacji cieplnej jest przytwierdzana do podłoża za pomocą zaprawy klejącej z dodatkowym mocowaniem łącznikami mechanicznymi [1]. Podstawą realizacji ocieplenia jest dokumentacja projektowa. Najczęściej projektanci zakładają wykorzystanie wybranego materiału termoizolacyjnego, kierując się zróżnicowanymi przesłankami. Jedną z nich może być wielkość współczynnika przewodzenia ciepła, inną odporność materiału na działanie ognia. Większość rozwiązań ociepleń ścian w systemie ETICS bazuje na jednym konkretnym rodzaju termoizolacji. W przypadku wybranych budynków istnieje konieczność spełnienia zróżnicowanych przepisów prawnych [2] bądź też zalecanych rekomendacji technicznych [4]. Taka sytuacja powoduje, iż w obrębie jednej ściany zewnętrznej są stosowane zróżnicowane materiały termoizolacyjne. Ich połączenie może wywierać określony wpływ na lokalny stan ochrony cieplno-wilgotnościowej budynku. Pojawiają się zatem pytania, czy zastosowanie zróżnicowanych materiałów termoizolacyjnych może spowodować określone lokalne zaburzenia stanu ochrony cieplno-wilgotnościowej ściany? W związku

z brakiem normy zharmonizowanej dla systemu ETICS specyfikacją techniczną, która odnosi się do wymagań dla rozwiązań złożonych systemów izolacji cieplnej z wyprawami tynkarskimi, jest ETAG 004, traktowany jako europejski dokument jej oceny [3]. W celu określenia wpływu wzajemnego połączenia zróżnicowanych izolacji cieplnych na stan ochrony cieplno-wilgotnościowej zrealizowano badania w skali laboratoryjnej.

2. Stanowisko i metody badawcze

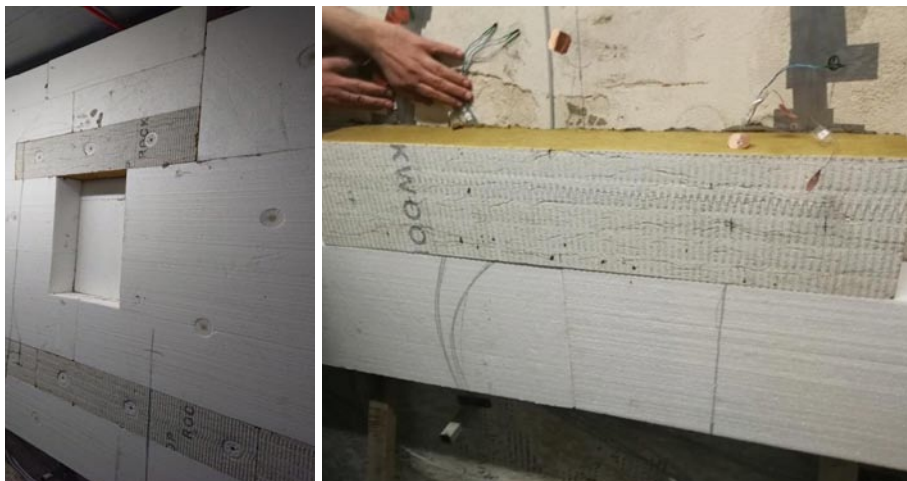
Badania laboratoryjne zrealizowano na ścianie zewnętrznej, przygotowanej według wytycznych punktu 5.1.3.2.1 ETAG 004 [4], w której wykonano dwa otwory o wymiarach 0,6x0,4 m (rys. 1). Konstrukcję nośną wykonano z cegły ceramicznej pełnej o grubości 0,25 m. Ściana została ocieplona styropianem EPS 070 (EPS) o grubości 0,14 m i o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036$ W/mK. Dodatkowo w dolnym obszarze wykonano poziomy pas z wełny mineralnej (MW) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036$ W/mK i szerokości 0,2 m. Nad otworami wykonano pasy z wełny mineralnej o szerokości 0,2 m i długości 1,0 m, w obrębie lewego otworu z zachodzącym fragmentem wełny mineralnej w kierunku dolnym na odległość 0,2 m (rys. 2). Przedmiotową ścianę podzielono na cztery obszary różniące się tynkiem cienkowarstwowym (Area 1–4 na rysunku 1). W obszarze 1 zastosowano tynk akrylowy (Area 1), 2 – silikatowy (Area 2), 3 – mineralny (Area 3), 4 – silikonowy (Area 4). Widok otynkowanej ściany przedstawiono na rysunkach 4, 5. Program badawczy przewidywał realizację 80 cykli w komorze badań starzeniowych o poniższym przebiegu.

- Faza „nagrzewanie – zraszanie”:
 - nagrzewanie w czasie 1 godz. do temperatury 70°C wraz z utrzymywaniem temperatury z tolerancją $\pm 5^\circ\text{C}$, przy wilgotności względnej na poziomie 10–30% przez 2 godz.;



Rys. 1. Układ izolacji termicznej ściany zewnętrznej w badaniach laboratoryjnych (kolor ciemno szary – wełna mineralna, kolor szary – EPS)

Rys. 2, 3. Widok fragmentu ściany testowej w trakcie realizacji i montaż czujników temperatury w obrębie poziomego pasa wełny mineralnej



– zraszanie wodą w ilości 1 l/m^2 o temperaturze $15^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ przez 1 godz. i pozostawienie badanego elementu na okres 2 godz.

• Faza „nagrzewanie – chłodzenie”: Po okresie 48 godz. kondycjonowania w temperaturze od $10\text{--}25^\circ\text{C}$ i minimalnej wilgotności względnej na poziomie 50% badany element został wystawiony na 5 cykli nagrzewania – chłodzenia, wynoszących 24 godz., obejmujących następujące fazy:

– nagrzewanie w czasie 1 godz. do temperatury $50^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ (maksymalna wilgotność względna 30%), z utrzymywaniem tych warunków przez 7 godz.;

– chłodzenie w czasie 2 godz. do temperatury $-20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ i utrzymywanie tych warunków przez 14 godz.

We wszystkich obszarach zostały umieszczone czujniki temperatury w obrębie poziomego dolnego pasa MW, tj. pomiędzy warstwą nośną a EPS, MW i w miejscu ich styku (rys. 3). Pomiary prowadzono w trybie ciągłym, z rejestracją wyników w kroku czasowym równym 10 minut. Dodatkowo przeprowadzono pomiary termograficzne powierzchni zewnętrznej ściany, w fazie nagrzewania i po zraszaniu wodą. Emisyjność wszystkich tynków przyjęto na poziomie 0,92. Ponadto po pobraniu próbek badawczych wykonano pomiary wilgotności masowej styropianu i wełny mineralnej, znajdujących się bezpośrednio pod warstwą zbrojoną dla wszystkich rodzajów tynków.

3. Wyniki badań

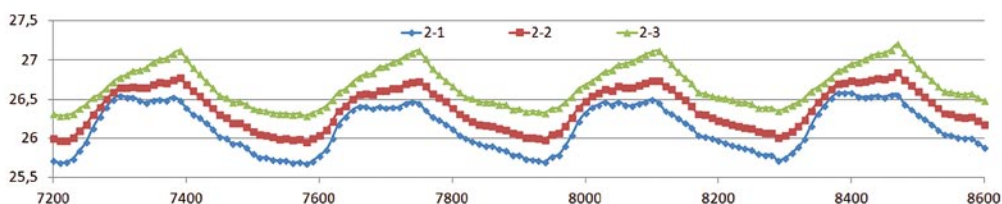
3.1. Rozkład temperatury wewnątrz ściany i na jej powierzchni

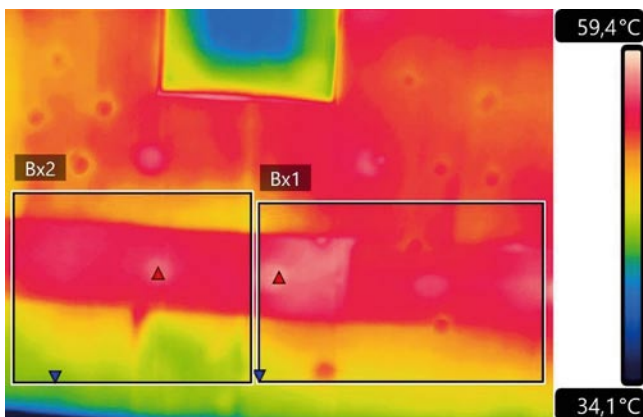
Wyniki dobowych zmian temperatury zarejestrowanej w miejscu połączenia izolacji termicznej z warstwą konstrukcyjną przedstawiono na rysunku 6. Rozkład temperatury w okresie dobowym uwiadcza cztery charakterystyczne cykle, podczas których miało miejsce nagrzewanie i zraszanie powierzchni zewnętrznej systemu ETICS. Najniższą wartość maksymalnej temperatury, wynoszącą $t_{\text{max, EPS}} = 26,6^\circ\text{C}$ zarejestrowano w miejscu występowania izolacji termicznej w postaci EPS. W obszarze zastosowania wełny mineralnej maksymalna temperatura była nieznacznie wyższa i wynosiła $t_{\text{max, MW}} = 27,2^\circ\text{C}$. W miejscu połączenia obu izolacji termicznych nie zaobserwowano występowania anomalii cieplnych, a temperatura stanowiła wartość pośrednią pomiędzy uzyskanymi dla EPS i MW. Minimalna temperatura w miejscu występowania styropianu wynosiła $t_{\text{min, EPS}} = 25,7^\circ\text{C}$, a dla wełny mineralnej $t_{\text{min, EPS}} = 26,3^\circ\text{C}$. W obu przypadkach termoizolacji

Rys. 4, 5. Widok otynkowanej ściany i etap jej nagrzewania



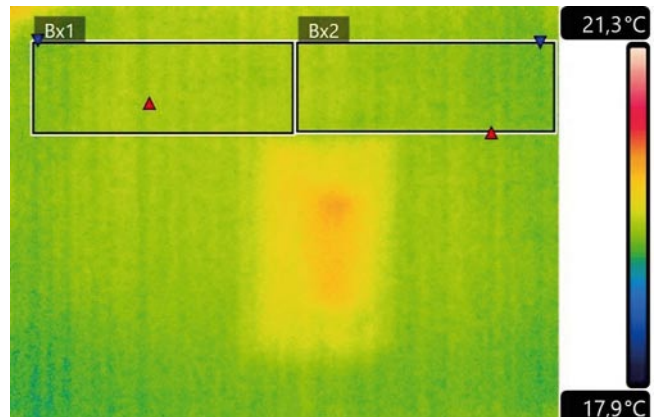
Rys. 6. Rozkład temperatury w miejscu połączenia izolacji termicznej i warstwy nośnej: 2-1 – styropian, 2-2 – styk styropianu i wełny mineralnej, 2-3 – wełna mineralna





Rys. 7. Termogram w fazie nagrzewania

Temperatura na powierzchni systemu ETICS	
Bx1 Średnia	53,2 °C
Bx1 Maximum	57,5 °C
Bx1 Minimum	47,5 °C
Bx2 Średnia	51,5 °C
Bx2 Maximum	56,7 °C
Bx2 Minimum	45,3 °C



Rys. 8. Termogram po fazie zraszania

Temperatura na powierzchni systemu ETICS	
Bx1 Średnia	19,5 °C
Bx1 Maximum	19,7 °C
Bx1 Minimum	19,1 °C
Bx2 Średnia	19,4 °C
Bx2 Maximum	19,7 °C
Bx2 Minimum	19,1 °C

różnica temperatury pomiędzy wartościami skrajnymi wynosiła $\Delta t = 0,9^\circ\text{C}$. Pomimo tego jest zauważalna zróżnicowana dynamika zmian temperatury dla izolacji cieplnych. Temperatura za styropianem wzrastała szybciej w początkowym okresie czasu nagrzewania (60 minut), później ulegając względnej stabilizacji (kolejne 120 minut). Dla wełny mineralnej wolniejszy wzrost temperatury następował przez cały okres 180 minut. Ma to związek ze zróżnicowanymi właściwościami materiałów, w tym gęstości, a także sposobem ich klejenia do warstwy konstrukcyjnej. Można to zaobserwować na wykonanych termogramach (rys. 7, 8). W fazie nagrzewania, bezpośrednio po lokalnym usunięciu źródła ciepła, jest widoczne zróżnicowanie temperatury w miejscu występowania wełny mineralnej, w stosunku do temperatury na wyznaczonej na powierzchni ocieplenia ze styropianem (rys. 7). Po okresie zraszania wodą temperatura na zewnętrznej powierzchni ściany uległa wyrównaniu, co jest widoczne na rysunku 8.

3.2. Badania wilgotnościowe

Po przeprowadzeniu 80 cykli nagrzewania-zraszania wykonano pomiar wilgotności masowej styropianu i wełny mineralnej. Badania przeprowadzono w miejscu połączenia materiałów termoizolacyjnych z tynkiem systemu ETICS. Ze względu na zastosowanie czterech zróżnicowanych wypraw tynkarskich pomiary przeprowadzono dla przyjętych wszystkich materiałów wykończeniowych. Przykładowe zdjęcia z miejsc pobrania próbek do badań przedstawiono na rysunkach 9 i 10. Wartości wyznaczonych wilgotności masowych styropianu i wełny mineralnej w miejscu występowania zróżnicowanych rodzajów tynków zewnętrznych pokazano w tabeli 1. Dla styropianu EPS najniższą wilgotność masową, wynoszącą $w_m = 1,1\%$, uzyskano w miejscu występowania tynku silikonowego, najwyższą zaś dla tynku

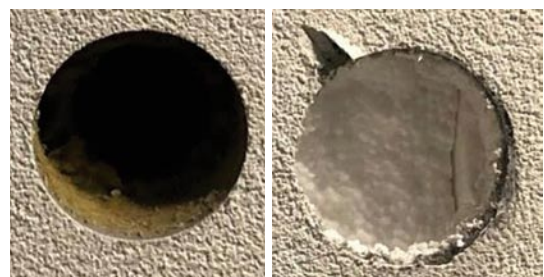
silikatowego $w_m = 2,3\%$. W przypadku wełny mineralnej najniższa wilgotność występowała dla tynków mineralnego i silikonowego, najwyższa dla tynku akrylowego i silikatowego. Jednak różnice pomiędzy wartościami minimalnymi i maksymalnymi są nieznaczne.

Tabela 1. Wilgotność masowa izolacji termicznej po 80 cyklach dla zróżnicowanych tynków

Rodzaj tynku	Wilgotność masowa [%]	
	EPS	MW
Akrylowy	1,2	0,5
Silikonowy	1,1	0,1
Mineralny	1,7	0,1
Silikatowy	2,3	0,5

3.3. Badania makroskopowe

Oprócz pomiarów temperatury i wilgotności po zakończeniu cykli nagrzewania-zraszania i nagrzewania-chłodzenia zrealizowano badania makroskopowe. W przypadku wszystkich badanych tynków cienkowarstwowych stwierdzono brak występowania nieprawidłowości na ich powierzchni,



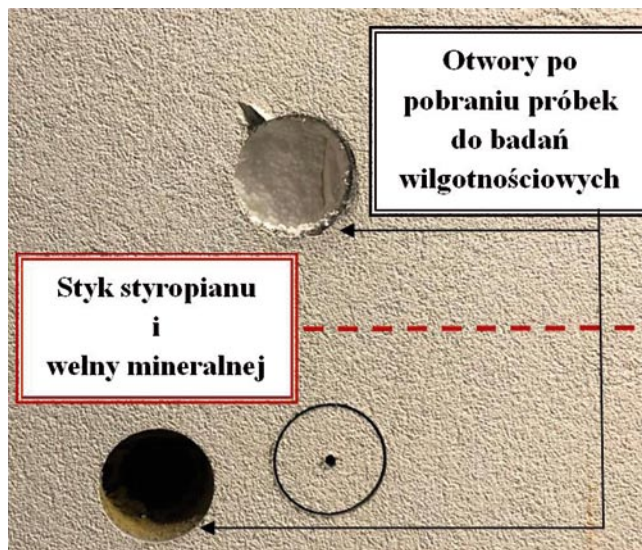
Rys. 9, 10. Otwory po pobraniu próbek do badań wilgotności masowej

w postaci spękań i zarysowań, zarówno w obszarach występowania styropianu i wełny mineralnej. Nie stwierdzono także odspojenia wyprawy tynkarskiej od warstwy zbrojonej lub termoizolacji i występowania pęcherzy w żadnym z fragmentów ściany, co mogłoby świadczyć o wnikaniu wody w strukturę ocieplenia. Ponadto w miejscu połączeń styropianu i wełny mineralnej nie zaobserwowano występowania uszkodzeń warstwy wykończeniowej (rys. 11).

4. Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych badań można stwierdzić, że:

- rozkład temperatury wewnątrz ściany jest zbliżony dla analizowanych zróżnicowanych materiałów termoizolacyjnych. Występujące różnice temperatury w miejscu występowania izolacji cieplnej i warstwy nośnej pomiędzy obszarami ściany ze styropianem i wełną mineralną nie przekraczają $\Delta t = 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$;
- zmiany temperatury na powierzchni ściany następują nieznacznie szybciej w miejscu występowania styropianu, co jest związane z mniejszą jego gęstością w stosunku do wełny mineralnej;
- różnice wilgotności masowej po przeprowadzonych cyklach pomiarowych pomiędzy styropianem i wełną mineralną nie przekraczają 2% dla wszystkich analizowanych rodzajów tynków cienkowarstwowych;
- w badaniach makroskopowych nie zaobserwowano uszkodzeń na badanej powierzchni ściany, zarówno w obszarach występowania EPS i MW, jak i w obrębie ich połączenia.



Rys. 11. Fragment ocieplenia ETICS w miejscu styku styropianu i wełny mineralnej

BIBLIOGRAFIA

- [1] Instrukcja ITB nr 447/2009. Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonywania, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 2009
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.)
- [3] ETAG 004 Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering, Edition March 2000, 2011, 2013
- [4] Wytyczne projektowania ocieplenia elewacji budynków z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe SITP WP-03:2018

budma 30

Międzynarodowe Targi Budownictwo i Architektury

1-4 LUTEGO 2022

www.budma.pl

GOTOWI DO SPOTKAŃ!

W tym samym czasie:

✕ Intermasz ✕ Infratec ✕ Kominki

ZAPRASZA

mtp
GRUPA

100
1921-2021

sto lat: dobrze zaplanowanych wydarzeń