

Problematyka realizacji ociepleń ETICS z tynkami o niskim współczynniku odbicia światła – studium przypadku

Problems of implementing ETICS insulation with plasters with low light reflectance – a case study

dr hab. inż. Paweł Krause, prof. PŚI (ORCID: 0000-0002-8398-1961), Politechnika Śląska

DOI: 10.5604/01.3001.0054.4890

Streszczenie: W artykule poruszono problematykę realizacji ociepleń ETICS z tynkami o niskim współczynniku odbicia światła. Dokonano przeglądu krajowych i zagranicznych zaleceń dotyczących ograniczeń w stosowaniu ciemnych tynków na elewacjach budynków oraz przedstawiono studium przypadku dla nowo realizowanego budynku wielorodzinnego.

Słowa kluczowe: system ociepleń ETICS, współczynnik odbicia światła (HBW).

Abstract: The article presents the problem of implementing ETICS insulation with plasters with a low light reflectance coefficient. A review of domestic and foreign recommendations regarding restrictions on the use of dark plasters on building facades was made and a case study was presented.

Keywords: External Thermal Insulation Composite System, Light Reflectance Value (HBW).

1. Wprowadzenie

Czynnikami wpływającymi na trwałość ocieplenia ścian zewnętrznych wykonanego w systemie ETICS są temperatura powietrza zewnętrznego, promieniowanie cieplne niebosłonu oraz absorpcja i odbicie światła słonecznego od powierzchni tynku [1, 2]. W warunkach klimatycznych Polski na elewacjach budynków w ciągu roku dochodzi do występowania zmiennych temperatur, których graniczne wartości można oszacować w zakresie od -30°C zimą do ponad $+80^{\circ}\text{C}$ latem [3]. Gwałtowne zmiany temperatury na powierzchni ocieplenia skutkować mogą wystąpieniem nadmiernych naprężeń termicznych. W ich wyniku może dochodzić do uszkodzeń systemu ETICS [4]. W szczególności dotyczy to stosowanych w ostatnich latach na szeroką skalę tynków cienkowarstwowych w kolorach antracytowych i czarnych [5, 6, 7].

2. Wytyczne i zalecenia w zakresie refleksyjności tynków w systemach ociepleń ETICS

W związku z ryzykiem wystąpienia niekorzystnych zjawisk związanych ze stosowaniem ciemnej kolorystyki na elewacjach producenci systemów ociepleń, jednostki naukowo-techniczne oraz ośrodki normalizacyjne zaczęły formułować wymagania bądź rekomendacje odnośnie współczynników

odbicia światła warstw wykończeniowych w systemach ETICS. Wymagania te w znacznej ilości przypadków wyrażają się poprzez minimalną wartość współczynnika odbicia światła rozproszonego *HBW* [1]. Współczynnik *HBW* dla ciała idealnie białego przyjmuje wartość 100% (zakłada się całkowite odbicie), zaś dla ciała idealnie czarnego 0% (idealne pochłanianie). Należy mieć jednak na uwadze fakt, że elewacje poddawane są oddziaływaniu promieniowania słonecznego. Współczynnik *HBW* stosowany jest do opisywania jasności koloru widocznego dla oka ludzkiego w odniesieniu do idealnej bieli. Światło widzialne obejmuje fale elektromagnetyczne o długości od 400 do 700 nm. Tymczasem promieniowanie słoneczne obejmuje widmo w zakresie długości fal od 250 do 2500 nm. Wynika to z faktu, iż na promieniowanie słoneczne oprócz światła widzialnego składa się również promieniowanie podczerwone oraz promieniowanie ultrafioletowe. Stąd do opisywania zdolności refleksyjnych elementów wykończeniowych w materiałach budowlanych stosowana jest także inna wielkość, tj. współczynnik odbicia promieniowania słonecznego *TSR* (z ang. *Total Solar Reflectance*). W odróżnieniu od współczynnika *HBW* uwzględniającego jedynie widoczny zakres długości fal, współczynnik *TSR* opisuje zdolność ciała do odbijania całkowitego promieniowania słonecznego [1].

Analizując krajowe opracowania zalecenia w zakresie refleksyjności systemów ociepleń, można znaleźć w wybranych



Rys. 1. Widok fragmentu elewacji budynku z ociepleniem ETICS ($TSR = 26$) – nieprawidłowości w postaci wybrzuszeń i deformacji tynku w kolorze antracytowym [16]

pozycjach bibliograficznych. Przykładowo wydana kilkanaście lat temu Instrukcja ITB nr 447/2009 Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonywania [8] nakazywała w celu zmniejszenia skutków nagrzewania słonecznego elewacji ograniczenie zastosowania odcieni barw tynków do współczynnika odbicia rozproszonego > 20 . Z kolei Warunki techniczne wykonawstwa, oceny i odbioru robót elewacyjnych z zastosowaniem ETICS, wydanie z 2019 r. opracowane przez Stowarzyszenie na Rzecz Systemów Ociepleń zaleca, by kolorystyka elewacji w postaci tynków i farb była utrzymana w barwach pastelowych. Ponadto dla elewacji południowych i zachodnich należy unikać stosowania wypraw w kolorach ciemnych i przyjmować współczynnik $HBW > 20$, o ile systemodawca nie określił innych wymagań [9]. Najnowsze wydanie Warunków technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych, część C: Zabezpieczenia i izolacje, zeszyt 8: Złożone systemy ocieplania ścian zewnętrznych budynków (ETICS) z zastosowaniem styropianu lub wełny mineralnej i wypraw tynkarskich Numer w serii: C8/2023 [10] nie odnosi się do zagadnień współczynnika odbicia światła.

Wybrane kraje europejskie również stawiają wymagania bądź zalecenia w kontekście refleksyjności wyprawy tynkarskiej systemów ociepleń. Przykładowo niemiecki Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz w wytycznych projektowych i wykonawczych dla systemów ociepleń zaleca aby współczynnik $HBW \geq 20$ [11]. Z kolei Stowarzyszenie na rzecz termoizolacji, tynków i zapraw VDPM [12] określa w oparciu o wytyczne krajowej normy DIN 55699:2017-08 [13], że jeśli wartość HBW jest większa niż 20, obciążenie termiczne elewacji nie jest uważane za krytyczne i dalsze badania nie są konieczne. W przypadku gdy wartość HBW jest mniejsza niż 20, musi być spełniony warunek $TSR > 25$. Ponadto powyższa norma [13] dopuszcza dla specyficznych elementów (np. małych obszarów zacienionych bądź północnych elewacji) przekroczenie podanych wymogów. W Austrii wymagania normatywne zawarte w ÖNORM B 6400

– Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) [14] zostały postawione na wyższym poziomie – współczynnik $HBW \geq 25$, zaś w Szwajcarii w oparciu o SIA 243 Verputzte Aussenwärmedämmung [15] współczynnik HBW powinien być nie mniejszy niż 30.

3. System ETICS z czarnym tynkiem – studium przypadku

Przyczynkiem do zajęcia się niniejszym zagadnieniem było zgłoszenie wykonawcy robót budowlanych do producenta systemu ociepleń w związku z nieprawidłowościami obserwowanymi na elewacjach budynków mieszkalnych. Ich ściany wykonane z bloczków silikatowych o grubości 24 cm, wzmocnione rdzeniami żelbetowymi zostały ocieplone styropianem w systemie ETICS. Projektant przyjął rozwiązanie kolorystyki, w którym występowały pola o dwóch kolorach – białym i antracytowym. Fragmenty elewacji o ciemnej kolorystyce uzyskano poprzez zastosowanie tynku malowanego farbą o współczynniku $TSR = 26$. W trakcie występowania wysokiej temperatury powietrza zewnętrznego połączonej z intensywnym promieniowaniem słonecznym na ciemnych fragmentach powierzchni elewacji zaobserwowano niepokojące zjawiska. Były one związane z wystąpieniem liniowych oraz punktowych wybrzuszeń tynku, a także z innymi jego deformacjami o nieregularnym charakterze (rys. 1). W celu określenia stanu technicznego ocieplenia zrealizowano oraz wykonano odkrywkę systemu ETICS (rys. 2). W trakcie wizji lokalnej prowadzonej przy braku bezpośredniego oddziaływania promieniowania słonecznego na powierzchnie przedmiotowych ścian nie ujawniły się nieprawidłowości widoczne na rysunku 1. Pojawiały się one okresowo i były związane z nasłonecznieniem elewacji. Zakres odkrywek objął cały układ ocieplenia ściany tj. warstwę termoizolacyjną wraz z cienkownikową wyprawą tynkarską oraz masami klejowymi mocującymi ocieplenie do podłoża. W wyniku ich wykonania stwierdzono zróżnicowane nieprawidłowości.



Rys. 2. Widok pobranych próbek i fragmenty obszarów elewacji budynku w miejscach przeprowadzonych odkrywek oraz pomiar wilgotności podłoża [16]

Można do nich zaliczyć zastosowanie do klejenia termoizolacji różnych materiałów klejących tj. cementowej zaprawy klejącej oraz kleju poliuretanowego (także w obrębie tych samych płyt styropianowych), o grubościach przekraczających 2 cm. Klej był наносzony wyłącznie metodą punktową, brak obwodowego klejenia. Odkrywki pozwoliły ponadto na stwierdzenie nadmiernych szczelin pomiędzy poszczególnymi płytami ocieplenia, które zostały częściowo wypełnione pianką poliuretanową. Dodatkowo zidentyfikowano nieprawidłowo zamocowane łączniki mechaniczne oraz znaczne ilości pianki poliuretanowej w obrębie ich zakotwienia. Talerz łącznika nie przylegał bezpośrednio do warstwy ocieplenia EPS, w związku z powyższym nie spełniał swojej funkcji. Zmierzona wilgotność masowa podłoża ściennego wahała się w granicach 4 do 6%.

W przypadku analizowanych budynków można wyróżnić zróżnicowane czynniki, które wpłynęły na wystąpienie opisywanych nieprawidłowości. Pierwszym z nich były zrealizowane rozwiązania kolorystyki. Zastosowana na przedmiotowych budynkach ciemna kolorystyka tynku cienkowarstwowego w systemie ETICS odbiegała od kolorystyki projektowanej. Dokumentacja projektowa zakładała wykonanie ciemnych fragmentów elewacji w kolorze antracytowym (RAL 7016), tymczasem faktycznie zastosowano farbę w kolorze RAL 9004 (czarny sygnałowy) barwionym przy użyciu Cool pigmentów. Założony w projekcie kolor przyczynił się do występowania wysokiej temperatury

na zewnętrznej powierzchni ocieplenia, w szczególności na elewacjach południowej i zachodniej. W dokumentacji projektowej nie zidentyfikowano analizy projektanta wpływu przyjętej kolorystyki elewacji w systemie ETICS na temperaturę elewacji, rozkład ciśnienia pary wodnej wewnątrz przegrody oraz nie uwzględniono negatywnego wpływu oddziaływań termicznych na zjawisko mięknięcia styropianu. Innym istotnym parametrem, mogącym mieć wpływ na trwałość i ewentualne uszkodzenia systemu ETICS są zmiany objętościowe, odkształcenia i stabilność wymiarowa zastosowanych izolacji termicznych. Pod wpływem oddziaływania natężenia promieniowania słonecznego o znacznej wartości i wysokiej temperatury powietrza zewnętrznego płyty polistyrenu mogą ulegać nieznacznym zmianom geometrycznym. W przypadku silnie nagrzewającej się elewacji o ciemnej kolorystyce ryzyko zmiany parametrów geometrycznych płyt styropianowych wzrasta. Odkształcenie polistyrenu EPS wraz ze zmianami objętościowymi pianki PU wypełniającej nieszczelności pomiędzy płytami ocieplenia mogą wpływać na efekt jej wypychania przez rozszerzające się płyty EPS.

Innym czynnikiem mogącym mieć dodatkowy wpływ na występujące nieprawidłowości był rodzaj przyjętego tynku cienkowarstwowego. Zastosowanie tynku akrylowego o dużym oporze dyfuzyjnym przyczyniło się do wystąpienia lokalnych deformacji przy gwałtownym zwiększeniu ciśnienia pary wodnej bezpośrednio pod jego warstwą. Taka

sytuacja miała miejsce w okresach nagłego wzrostu temperatury, spowodowanego oddziaływaniem promieniowania słonecznego na powierzchnię ciemnego tynku, gdy w warstwie konstrukcyjnej występuje nadmierne jej zawilgocenie. Przeprowadzone pomiary stopnia zawilgożenia warstwy konstrukcyjnej wykazały wilgotność masową dochodzącą do 6%. Nie można wykluczyć, że w budynku będącym na etapie wznoszenia realizacja robót mokrych (np. tynkowanie ścian wewnętrznych, wykonywanie jastrychów cementowych itp.) i związane z tym lokalne wzrosty wilgotności powietrza wewnętrznego przyczyniły się do występujących deformacji tynków w systemie ETICS. Ponadto prace ocieplenia mogły być prowadzone w warunkach wysokiej wilgotności powietrza zewnętrznego lub nawet podczas opadów atmosferycznych, co także mogło mieć wpływ na wzrost zawilgocenia ścian zewnętrznych.

Brak występowania widocznych uszkodzeń akrylowej wyprawy cienkowarstwowej był związany z wysoką jej elastycznością. W warunkach oddziaływania podwyższonego ciśnienia pary wodnej zgromadzonej pod warstwą tynku ich powierzchnia może ulegać uplastycznieniu (deformacje, wybrzuszenia itp.). Jednakże w przypadku długotrwałego i wielokrotnego powtarzania się tego mechanizmu może dojść do przyspieszonej destrukcji wyprawy tynkarskiej, obniżając jej trwałość w czasie. Zwraca się tutaj uwagę, iż w przypadku zastosowania wyprawy wykończeniowej tynkiem cienkowarstwowym z grupy tynków mineralnych w miejscach ciemnej kolorystyki mogłoby dojść do pojawienia się uszkodzeń mechanicznych w postaci zarysowań lub spękań tynku. Ma to związek z mniejszą elastycznością układów bazujących na spoiwach mineralnych w stosunku do mas wyprodukowanych na spoiwach polimerowych.

Problem wystąpienia pęcherzy w systemach ETICS dotyczy w szczególności tynków na bazie spoiw polimerowych (głównie akrylowe), ze względu na słabszą ich paroprzepuszczalność w stosunku do tynków na bazie spoiw mineralnych (np. mineralnych lub silikatowych). W skrajnych przypadkach problem ten może jednak wystąpić również w tynkach charakteryzujących się wysoką paroprzepuszczalnością. Ryzyko wystąpienia uszkodzeń tynku cienkowarstwowego wskutek przekroczenia przez parę wodną zdolności paroprzepuszczalnych wyprawy wykończeniowej zwiększa się wraz z obniżeniem współczynnika odbicia światła – tj. im ciemniejszy kolor wyprawy elewacyjnej, tym większe ryzyko powstania pęcherzy oraz innych nieprawidłowości.

Także sposób klejenia płyt termoizolacyjnych do ściany wykorzystujący zarówno cementową zaprawę klejącą, jak i klej poliuretanowy oraz ograniczenie się wyłącznie do punktowego ich naniesienia przyczynił się do osłabienia przyczepności układu ocieplenia do podłoża konstrukcji ściany. Brak zastosowania obwodowego nanoszenia masy klejącej skutkowało zwiększeniem odkształceń płyt styropianu EPS w obrębie ich krawędzi. Kolejną nieprawidłowością mającą wpływ na pojawiające się deformacje układu ociepleń miała

niewątpliwie grubość wykonanej warstwy zbrojonej. Zrealizowane odkrytki wykazały lokalne zastosowanie zbyt małej lub zbyt dużej grubości warstwy zbrojonej. Przeprowadzone pomiary wykazały fragmentarycznie grubość wyprawy tynkarskiej i warstwy zbrojonej poniżej 3 mm, z kolei w innych obszarach wartości te przekraczały 15 mm. Taki stan rzeczy wpływał niewątpliwie na wielkość naprężeń termicznych warstw zewnętrznych.

4. Podsumowanie

Stosowanie ciemnych tynków w systemie ociepleń ETICS obarczone jest znacznym ryzykiem wystąpienia różnicowanych nieprawidłowości. Oddziaływania fizyczne występujące w skutek absorpcji promieniowania słonecznego przez ściany z tynkami o niskim współczynniku odbicia światła powodują, że nawet najdrobniejsze wady wykonawcze mogą przyczynić się do występowania uszkodzeń ocieplenia. Trudno jest zrozumieć podejście inwestorów, projektantów i wykonawców przedkładających efekt wizualny elewacji nad walory jej trwałości. W bardzo wielu przypadkach dochodzi przecież do sytuacji, które w efekcie finalnym skutkują obniżeniem estetyki budynków i koniecznością poniesienia znacznych nakładów finansowych na naprawę występujących uszkodzeń.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Kussauer R., Ruprecht M., Die häufigsten Mängel bei Beschichtungen und Wärmedämm-Verbundsystemen: Erkennen, Vermeiden, Beheben. Rudolf Müller, Köln, 2014
- [2] Frössel F., Oberhaus H., Riedel W., Ochrona cieplna budynków: systemy izolacji ETICS, Wydawnictwo Polcen, Warszawa, 2011
- [3] Serwatka-Berbec B., Techniczne aspekty stosowania ciemnych kolorów w systemach ETICS, Izolacje 5/2019
- [4] Krause P., Klasyfikacja imperfekcji cieplnych systemu ETICS, Materiały Budowlane 6/2022
- [5] Rokiel M., Uszkodzenia warstwy elewacyjnej w systemie ETICS, Materiały Budowlane 9/2020
- [6] Rokiel M., System ETICS – techniczne aspekty stosowania ciemnych kolorów na elewacjach, Izolacje 4/2022
- [7] Pogorzelec P., Wykończenie elewacji w systemie ETICS, Inżynier budownictwa 11/2017
- [8] Instrukcja ITB Nr 447/2009 – Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonywania
- [9] ETICS – warunki techniczne wykonawstwa, oceny i odbioru robót elewacyjnych z zastosowaniem ETICS, Stowarzyszenie na Rzecz Systemów Ociepleń 6/2022
- [10] Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych nr C8/2023 Część C: Zabezpieczenia i izolacje, zeszyt 8: Złożone systemy ocieplania ścian zewnętrznych budynków (ETICS) z zastosowaniem styropianu lub wełny mineralnej i wypraw tynkarskich, ITB, Warszawa, 2023
- [11] Merkblatt Nr 21 – Technische Richtlinien für die Planung und Verarbeitung von Wärmedämm-Verbundsystemen. Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz, Frankfurt/Main, 2012.
- [12] Merkblatt Total Solar Reflectance/Totale Solare Reflexion und Hellbezugswert. Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e.V. Berlin, 2021
- [13] DIN 55699:2017-08: Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW)
- [14] ÖNORM B 6400: Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS)
- [15] SIA 243: Verputzte Aussenwärmedämmung
- [16] Materiały własne STEKRA Sp. z o. o. Mikołów, 2016–2023