

# Pozytywne i uboczne skutki prawidłowo wykonanych termomodernizacji obiektów budowlanych na wybranych przykładach

Dr hab. inż., prof. nadzw. UTP Dariusz Bajno, mgr inż. Agnieszka Grzybowska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Katedra Konstrukcji Budowlanych

## 1. Wprowadzenie

Termomodernizacja obiektów budowlanych nadal stwarza problemy pomimo tego, że obecnie stosowane techniki dociepleń, które pojawiły się już ponad 20 lat temu, są stale udoskonalane. Brak odpowiednich analiz i zrozumienia procesów fizykalnych przebiegających we wnętrzach przegród prowadzi do sporządzania uproszczonych projektów dociepleń lub ich całkowitego pomijania. Wówczas wykonawcy robót bazują jedynie na własnym doświadczeniu. Zdarzają się sytuacje, w których prace dociepleniowe ograniczane są do wymiany warstw ocieplających na nowe, na podstawie tablic proponowanych przez producentów materiałów termomodernizacyjnych lub ogólnie dostępnych, prostych programów komputerowych. Programy te nie są w stanie przeprowadzić dokładnej, bliskiej warunkom rzeczywistym symulacji rozkładu temperatury i ruchu wilgoci w przegrodach budowlanych. Ponadto w opracowaniach projektowych jak również już bezpośrednio przed przystąpieniem do wykonywania prac zapomina się o ocenie stanu technicznego elementów stanowiących podkłady przyszłych materiałów termomodernizacyjnych i ich warstw ochronnych. Wymagania w stosunku do ciepłochronności przegród ulegają stałym zaostreżeniom, co przedstawia zamieszczony wykres (rys. 1).

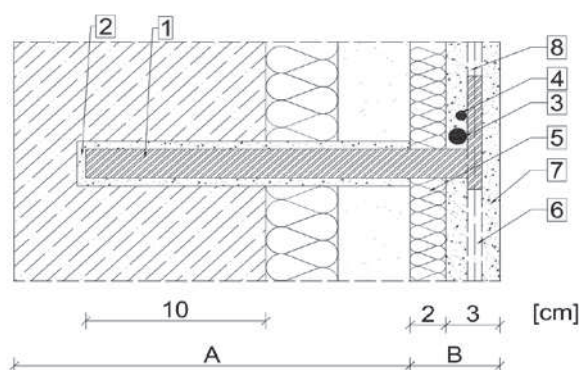


Rys. 1. Wymagania w zakresie ciepłochronności przegród budowlanych w latach 1982–2021

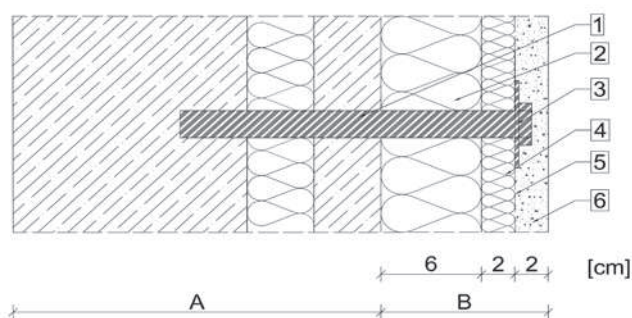
## 2. Metody dociepleń – przypomnienie

### 2.1. Ciężkie mokre

Jako pierwszą wymienić należy metodę ocieplenia płytami izolacyjnymi pokrytymi tradycyjnym tynkiem, na siatce metalowej. Metoda ta opracowana została w Polsce jako odpowiedź na wady technologiczne występujące w budownictwie wielkopłytkowym, tj. konieczność zabezpieczenia przed przemarzaniem i przeciekaniem, dlatego też była powszechnie stosowana w latach 70. ubiegłego wieku. W technologii uprzemysłowionego budownictwa wielkopłytkowego zarówno na etapie projektowania, jak i wykonawstwa zadbano głównie o bezpieczeństwo konstrukcyjne, ignorując wagę procesów fizykalnych zachodzących wewnątrz przegród i ich wpływ na to bezpieczeństwo oraz trwałość obiektów. Metoda ta polegała na „oklejaniu” powierzchni ścian (za pomocą zaprawy cementowej z dodatkiem polioctanu winylu), co najmniej dwucentymetrową warstwą styropianu,



Rys. 2. Schemat metody ciężkiej mokrej stosowanej do remontu budynków wielkopłytkowych; A – istniejąca ściana, B – warstwa zabezpieczająca, 1 – bolec kotwiący  $\varnothing 20$  mm, 2 – zaprawa cementowa, 3 – pręt górny dolnej siatki konstrukcyjnej  $\varnothing 10$  mm, 4 – pręt dolny górnej siatki konstrukcyjnej  $\varnothing 8$  mm, 5 – styropian, 6 – siatka podtynkowa Rabbitza, 7 – tynk grubości 3 cm, 8 – pionowy pręt siatki konstrukcyjnej (na podstawie [1, 2])



**Rys. 3.** Schemat metody ciężkiej stosowanej do remontu budynków wielkopłytowych; A – istniejąca ściana, B – warstwa zabezpieczająca, 1 – segmentowy łącznik rozporowy, 2 – styropian, 3 – podkładka z blachy ocynkowanej, 4 – suprema, 5 – siatka podtynkowa Rabitza, 6 – tynk grubości 2 cm (na podstawie [2, 7])

która zabezpieczana była trójwarstwowym tynkiem cementowo-wapiennym, układanym na podtynkowej stalowej siatce z prętów zbrojeniowych, mocowanej za pomocą bolców stalowych [1, 3]. Przykład i ideę takiego docieplenia ściany pokazano na rysunkach 2 i 5c.

Za metodę ciężką mokrą można też uznać stosowaną w latach 80. ub. wieku metodę POSS/70, w której materiałem izolacyjnym były zespolone płyty dwuwarstwowe, składające się ze styropianu i supremy (w praktyce budowlanej używano różnych grubości płyt). Metodę tę stosowano zgodnie ze świadectwem dopuszczenia, wydanym przez ITB 650/87 (rys. 3, 5b).

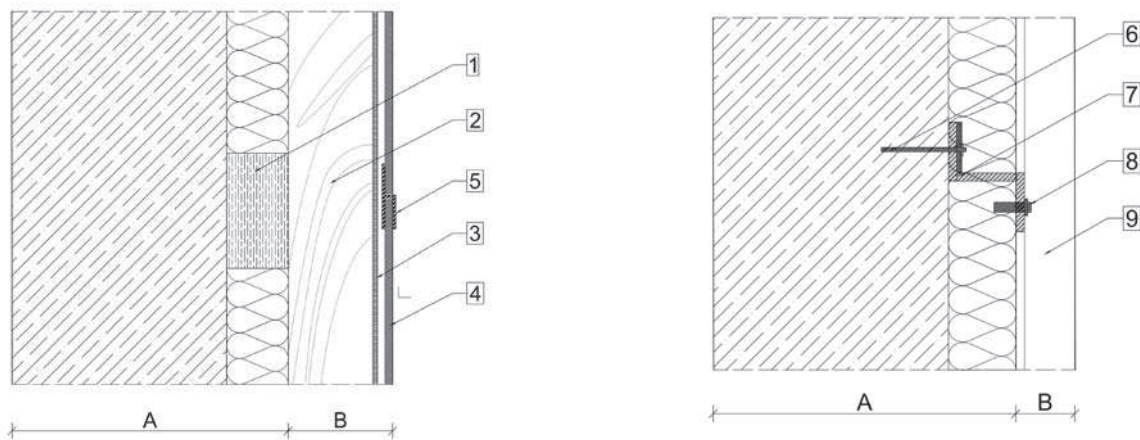
**2.2. Lekkie suche**

W latach 80. ub. wieku powszechnie stosowana była metoda tzw. sucha, w której wykończeniem zewnętrznym (elewacją) była okładzina wykonana z płaskich płyt azbestowo-cementowych (a-c), mocowanych do drewnianego rusztu (łaty). Alternatywnie stosowano tu okładziny

z trapezowych blach stalowych mocowanych do ocynkowanego rusztu stalowego. Obie metody były stosowane głównie na elewacjach budynków wielkopłytowych do wysokości 35 m, w których występowały tzw. wady technologiczne. Przykładowy sposób mocowania rusztu i okładzin w metodzie suchej pokazano na rysunku 4a, z okładziną z płyt a-c, oraz na rys. 4b z okładziną z powlekanej blachy trapezowej i na rysunku 5a.

Jednym z problemów, który stał się głównym powodem wycofania tej technologii (z okładziną z płyt a-c) ze stosowania w budownictwie, była szkodliwość azbestu, który zawierały płyty elewacyjne.

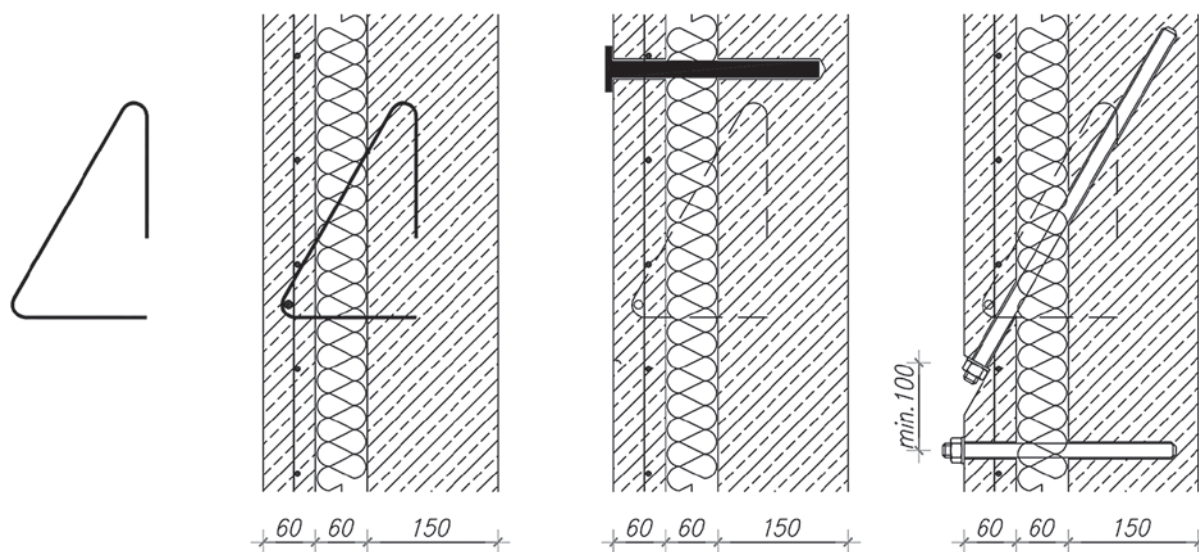
Tak jak to wspomniano wyżej, docieplenie zewnętrznych ścian budynków polegało na zamocowaniu do ich warstw fakturowych płyt wełny mineralnej odmiany 120–150 o grubości 40–60 mm oraz jej ostłonienie płytami cementowymi wzmocnionymi włóknami azbestu. Konstrukcję nośną takiego układu ocieplenia stanowiły drewniane, pionowe listwy wykonane z tarcicy iglastej, rozmieszczone w odstępach co 600 mm z suchego i impregnowanego próżniowo lub metodą kąpeli drewna, które mocowano do warstw fakturowych ścian poprzez drewniane podkładki dystansujące o grubości 20 mm. Pomiędzy łatą a warstwą fakturową miała znajdować się dodatkowa warstwa wełny mineralnej grubości 20 mm (rys. 5a). Warstwę ochronną nowego ocieplenia (okładzinę) stanowiły prasowane płyty azbestowo-cementowe (a-c) płyty ACEKOL i KOLORYS o grubości 6 mm. Płyty te wykonywano na bazie cementów portlandzkich wyższych marek, tj. 350 lub 450 (oznaczenia wcześniejsze) z dodaniem włókien azbestu chryzotylowego – Mg6 [(OH) 8Si4O10. Azbest krokidolitowy (Na2Fe3Fe2 [(OH) Si4O11]2 – najgroźniejszy dla zdrowia ludzkiego) był sprowadzany do Polski z zagranicy, w znacznie mniejszych ilościach od chryzotylowego. Szacuje się, że było to ok. 5% ogółu sprowadzonego tego



**Rys. 4.** Schemat metody lekkiej suchej stosowanej do remontu budynków wielkopłytowych; A – istniejąca ściana, B – warstwa zabezpieczająca, 1 – podkładka ze sklejki wodoodpornej, 2 – ruszt drewniany (lub profil z blachy ocynkowanej – zetownik)/wełna mineralna, 3 – uszczelka kauczukowa, 4 – płyta azbestowo-cementowa, 5 – łącznik stalowy, 6 – kotek kotwiący, 7 – profil z blachy ocynkowanej (zetownik), 8 – nit jednostronny Al-Fe, 9 – blacha faldowa powlekana typu T-55 lub T-30 (na podstawie [2, 5])



**Rys. 5.** Technologie dociepleń budynków stosowane w ubiegłych latach i obecnie: a) lekka sucha, b) ciężka mokra, c) ciężka mokra, d) lekka mokra (aktualnie stosowana)



**Rys. 6.** Wzmocnienie podwieszenia warstw fakturowych w warstwowej ścianie prefabrykatu: a) wieszak, b) prefabrykat w wersji wyjściowej, c) wzmocnienie podwieszenia w metodach ciężkich min 4#22 w narożach i górze oraz dołem w środku dużych prefabrykatów, d) jedna z wersji aktualnych wzmocnień wg obliczeń

minerału. Pozostałe 95% stanowił głównie azbest chryzotylowy. Ciężar objętościowy płyt azbestowo-cementowych znacznie przekraczał  $1000 \text{ kg/m}^3$  [6], natomiast w opisanych wyżej okładzinach wynosił ok.  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Jak to już wspomniano wyżej, płyty ACEKOL wykonywano na bazie azbestu chryzotylowego, lecz w praktyce stosowano mieszaninę azbestu, poprzez dodanie do azbestu chryzotylowego również azbestu krokidolowego lub amozytowego, w ilości 1,5–3% w stosunku do pozostałych suchych składników, wymaganych technologią produkcji. Całkowita zawartość włókien azbestu w płaskich płytach prasowanych nie powinna była przekroczyć progu 10–12% masy suchych składników.

Na początku lat 90-tych XX w. płyty a-c zastąpiono płytami lignocementowymi, o zawartości azbestu do 5% w stosunku do masy cementu. Był to materiał już znacznie mniej trwały od płyt a-c i bardziej kruchy. W kraju istnieje jeszcze wiele budynków, na elewacjach, których możemy znaleźć materiały zawierające azbest. Taka sytuacja dopuszczona jest przepisami jeszcze do 2032 roku [6]. Połowa lat 90 ub. wieku stała się kresem stosowania ww. technologii.

### 2.3. Lekkie mokre

Obecnie stosowane są bezspoinowe systemy ociepleń przegród zewnętrznych (BSO), w kilkudziesięciu różnych odmianach. Wykonanie ocieplenia polega na przymocowaniu do ścian materiału termoizolacyjnego (styropian, wełna mineralna), a następnie pokryciu go powłoką zewnętrzną, w skład której z reguły wchodzi warstwa zbrojona tkaniną szklaną oraz cienkowarstwowa wyprawa tynkarska lub okładzina ceramiczna. Szczegółowy opis ww. metody znajduje się w instrukcji ITB [4, 8]. W praktyce budowlanej powszechnym zjawiskiem stało się mieszanie różnych (często niekompatybilnych ze sobą) elementów systemów dociepleniowych podyktowane kryterium ceny, tj. stosowania najtańszych rozwiązań i materiałów (siatka, klej, tynk, inne akcesoria), co stało się determinantą wielu uszkodzeń, a przede wszystkim rzutowało na trwałość elewacji. Efektem takich działań były liczne uszkodzenia systemów BSO, co zaskutkowało zintensyfikowaniem prac nad tym systemem oraz wydaniem instrukcji [9]. Dalsze prace nad systemem BSO doprowadziły do powstania ETICS (ang. *External Thermal Insulation Composite System*), tj. zewnętrznego złożonego systemu izolacji cieplnej, w istotny sposób różniące się od tradycyjnego

BSO. W instrukcji ITB [10] zawarto ważne aspekty w zakresie projektowania, w tym m.in.: sposób określania grubości izolacji z uwzględnieniem wpływu łączników mechanicznych (mostki punktowe) oraz uwzględnienie wpływu mostków liniowych, zasady uwzględniania trwałości systemu w różnych warunkach eksploatacji oraz poziomu bezpieczeństwa ppoż.

#### 2.4. Podsumowanie punktu

Wymienione wyżej (w punktach 2.1 i 2.2) technologie można jeszcze obecnie spotkać na elewacjach wielu budynków mieszkalnych, o czym świadczą załączone fotografie (rys. 5a, b, c).

Różniły się one między sobą techniką mocowań, rodzajem stosowanych materiałów (ich właściwościami cieplnymi i dyfuzyjnymi) oraz ciężarem. I tak, w metodach ciężkich (mokrych) należało liczyć się z dodatkowym zewnętrznym (liniowym, mimośrodowym) obciążeniem warstwy elewacyjnej równym min.  $Q_{mc}=2,0$  kN/m (pas o wysokości jednej kondygnacji) co generowało moment o wielkości równej min.  $M_{mc}=0,42$  kNm/m. Dla metody lekkiej (suchej) byłoby to odpowiednio  $Q_{ls}=0,65$  kN/m i  $M_{ls}=0,12$  kNm/m. Najkorzystniej prezentują się tu obecnie stosowane metody lekkie, które mogą obciążać konstrukcję ścian dodatkowym pionowym obciążeniem liniowym równym  $Q_s=0,25$  kN/m (styropian 16 cm) i  $Q_w=0,70$  kN/m (np. wełna min. 16 cm), oraz momentami  $M_s=0,046$  kNm/m i  $M_w=0,14$  kNm/m.

Ograniczona nośność wieszaków utrzymujących warstwy fakturowe ścian warstwowych w technologiach przemysłowych wymuszała na projektantach konieczność stosowania dodatkowych podwieszek (rys. 6b). Obecnie po ok. 50 latach eksploatacji takich obiektów nie jest znany stan techniczny wieszaków (rys. 6a), stąd też przy wymianie istniejących dociepleń (w tym już lekkich) lub termomodernizacji wykonywanej po raz pierwszy powinno się stosować dodatkowe wzmocnienia (rys. 6c). W wersji pierwotnej stosowano podwieszenia wiotkie, dające możliwość swobody odkształceń (głównie termicznych) zewnętrznych powierzchni ścian (rys. 6a), obecnie takie podwieszenie może zostać nawet przeszywnione ze względu na zewnętrzną, ochronną warstwę termoizolacji (rys. 6b, c).

### 3. Docieplenia w praktyce

Termomodernizacja budynków nie powinna ograniczać się jedynie do ułożenia warstwy docieplającej na zewnętrznych lub wewnętrznych powierzchniach przegród budowlanych, ponieważ jest to cały system wzajemnie uzupełniających się elementów, dobranych na podstawie nabytej praktyki projektowo-wykonawczej oraz obliczeń, uwzględniających bliskie rzeczywistym warunki eksploatacji. Nie tylko rodzaj i grubość termoizolacji będą miały wpływ na zapewnienie właściwego mikroklimatu pomieszczeń oraz ograniczenie strat ciepła.

#### 3.1. Projekty

W drugiej połowie ub. wieku docieplenia ścian budynków wykonywano w oparciu o projekty budowlane bazujące na wymaganiach, stawianych przez stosowne instrukcje, wydawane przez Instytut Techniki Budowlanej (wymienione w punkcie 2). Projekty takie zawierały szczegóły wykonawcze, a podstawą doboru rodzaju i grubości izolacji cieplnej były obliczenia (głównie cieplne) wykorzystujące obowiązujące wówczas polskie normy. Obecnie wymagania w zakresie ciepłochronności przegród budowlanych znajdują się w załączniku do przepisów wykonawczych Prawa budowlanego. Przeważająca większość projektantów ogranicza się jedynie do podania rodzaju, grubości i parametrów termoizolacji. Rzadko zdarza się, aby projekt zawierał szczegóły rozwiązań połączeń nowych warstw i elementów uzupełniających pomiędzy sobą oraz podłożem, nie wspominając już o uwzględnianiu zasadniczych parametrów decydujących o skuteczności tej izolacji, tj. wentylacji pomieszczeń, lokalizacji obiektu i rozwiązaniu problemów mostków termicznych. Dlatego też projekty są tu bardzo ubogie w treści dotyczące termomodernizacji, ograniczające się jedynie do samej warstwy izolacyjnej i kolorystyki elewacji. Jeżeli w ramach ww. opracowań wykonywane są jakiegokolwiek obliczenia (większość to wynik zastosowania kalkulatorów producentów materiałów termoizolacyjnych), to generalnie pomijany jest tu problem kondensacji wilgoci w przegrodach i jej wpływ na ich trwałość.

#### 3.2. Wykonawstwo

O ile projekty budowlano-wykonawcze są pewnym wyidealizowaniem jakiegoś rozwiązania, to wykonawstwo, odbywające się w zupełnie innych realiach, jest już formą znacznego uproszczenia tych rozwiązań. Tym bardziej gdy projekt będzie zbyt ogólny lub obarczony wadami, to na etapie realizacji zostaną one jeszcze zwielokrotnione. Dotyczy to również szczegółów rozwiązań, których dokumentacja projektowa nie będzie zawierała i które będą chętnie pomijane na etapie wykonawstwa lub też upraszczane przez samego wykonawcę. W ten sposób przyjmie on na siebie odpowiedzialność za wdrożenie uproszczonych, a nawet niesprawdzonych rozwiązań, bazując jedynie na materiałach reklamowych producentów. Kolejnym, niekorzystnym elementem tego procesu jest brak odpowiednio przygotowanych zespołów roboczych i nadzoru, a także droga „na skróty” poprzez upraszczanie i ograniczanie zakresu prac. Termomodernizacje budynków są powszechnie traktowane bardzo rutynowo i kojarzą się z pewnym, powtarzalnym standardem niewymagającym analizy dokumentacji projektowych, instrukcji czy też kart technicznych produktów.

#### 3.3. Świadomość właścicieli i zarządców budynków

Opisane w punktach 3.1 i 3.2 problemy związane z jakością projektowania i wykonywania prac termomodernizacyjnych

bardzo często znajdują akceptację u właścicieli i zarządców obiektów budowlanych, dla których zasadniczym argumentem jest jak najniższy koszt wykonania jakichkolwiek robót, bez względu na jakościowe skutki takich decyzji. Dlatego też obiekty poddawane termomodernizacjom wykazują sporo wad w czasie ich eksploatacji, w zmiennych warunkach klimatycznych.

#### 4. Skutki termomodernizacji w praktyce

##### 4.1. Dobór materiałów

Nadal sporym mankamentem projektowania i wykonawstwa jest stosowanie mieszanych technologii, co jest podyktowane głównie kryterium cenowym. Skutkuje to często niską kompatybilnością łączonych i mających ze sobą współpracować materiałów, trwałością, a przede wszystkim obniżonym komfortem użytkowym pomieszczeń.

##### 4.2. Najczęściej występujące wady będące wynikiem projektowania i wykonawstwa

Żadna inwestycja, remont czy też modernizacja nie jest pozbawiona wad. Dokumentacje projektowe są również obciążone wadami lub brakami, gdzie szczególną i niełatwą grupę stanowią tu opracowania projektowe z zakresu termomodernizacji budynków.

Ogólnie wśród przyczyn ww. defektów można wymienić:

- pomijanie ocen stanu technicznego przegród przed termomodernizacją;
- lekceważenie wzmocnień podłoża (zwłaszcza w warstwach prefabrykatów ściennych);
- brak szczegółowych rozwiązań detali zabezpieczeń mostków termicznych;
- brak analiz wymian powietrza w pomieszczeniach i ich wpływu na eksploatację;
- brak detali rozwiązań dla elementów towarzyszących termomodernizacji (obróbki blacharskie, przejścia instalacji, połączeń stolarki z nowymi warstwami ocieplenia).

##### 4.3. Wybrane przykłady problemów eksploatacyjnych obiektów poddanych termomodernizacji

Pomimo upływu już wielu lat stosowania różnych metod dociepleń przegród zewnętrznych budynków należy stwierdzić, że w bardzo wielu przypadkach sprawdziły się. Przyniosły oczekiwane skutki w stosunku do wymagań, jakie stawały wcześniej normy, a później przepisy, o ile termoizolacja układana była po zewnętrznych stronach przegród. Podejmowane próby dociepleń ścian zewnętrznych po ich wewnętrznych stronach, płytami styropianowymi przynosiły wręcz odwrotne efekty niż oczekiwane. Obecnie proponowane techniki ociepleń sprawdzą się w praktyce, o ile zarówno projektanci, jak i wykonawcy będą przestrzegać wymagań i reżimów technologicznych producentów.

Nadal sporym mankamentem projektowania i wykonawstwa jest stosowanie mieszanych technologii, kierowanie



**Rys. 7.** Prawidłowo wykonana termomodernizacja i skutki uboczne eksploatacji niektórych lokali: a) elewacja budynku (Wk-70), b) grzyby na nadprożu, c) woda na szybie i ramie okiennej od wnętrza pomieszczenia



**Rys. 8.** Prawidłowo wykonana termomodernizacja i skutki uboczne eksploatacji niektórych lokali: a) elewacja budynku (budownictwo tradycyjne), b) wilgoć z lokalnymi ogniskami krystalizacji soli (złuszczona powłoka malarska)



**Rys. 9.** Prawidłowo wykonana termomodernizacja i skutki uboczne wadliwego zamontowania obróbek blacharskich, rynien i rur spustowych: a) elewacja budynku (Wk-70), b) zawilgotnienia nadproży i okolic wokół okien, c) przeciętą obróbką blacharską

się pozorną oszczędnością, a także przyzwyczajenie do powszechnego wdrażania tradycyjnych rozwiązań bez ich dostosowywania do rzeczywistych warunków wbudowywania.

Poniżej, w dużym skrócie, przytoczono kilka przykładów skrajnych sytuacji, niezależnych bezpośrednio od docieplenia, lecz z nim powiązanych. Stosowanie materiałów o znacznie różniącym się oporze dyfuzyjnym przynosi różne efekty w późniejszej eksploatacji. Szczególnie ma to znaczenie przy znacznie ograniczonej wentylacji pomieszczeń. Najczęściej stosowanymi w opisanych wyżej technologiach materiałami są: wełna mineralna i styropian, które różnią się pomiędzy sobą nawet 60-krotnie wyższym oporem dyfuzyjnym.



**Rys. 10.** Przyczyny braku lub ograniczonej wymiany powietrza wewnątrz budynków: a) wentylator uruchamiany wraz z oświetleniem, b) nieczyszczona kratka wentylacyjna (widok od wnętrza komina)

Przeprowadzone na tę okoliczność obliczenia symulacyjne wykazały, że przy ograniczeniu wymian powietrza w pomieszczeniach poniżej 0,5/h mogą wystąpić znaczne różnice w czasowym oraz stałym gromadzeniu się kondensatu wewnątrz przegrody. Obliczenia przeprowadzona dla 5-letniego okresu eksploatacji przegrody, ocieplonej od zewnątrz warstwą styropianu, alternatywnie wełny mineralnej o tej samej grubości. Wykazały one, że zarówno warstwa tynkowanego styropianu, jak i wełny mineralnej skutecznie chroni przegrodę przed opadami atmosferycznymi. Problemem może natomiast stać się zdolność dyfuzji wilgoci na zewnątrz przegrody przy zastosowaniu np. styropianu i przy ograniczonym ruchu powietrza wewnątrz pomieszczeń. Ilość kondensatu, trwale pozostającego w przegrodzie może być nawet o 80% wyższa w przypadku zastosowania styropianu (w stosunku do wełny mineralnej). Natomiast gromadząca się w przegrodzie wilgoć, w okresach zimowych będzie odpowiednio wyższa o ok. 30% (rys 7–10).

## 5. Podsumowanie

Wbrew pozorom i powszechnie panującym opiniom termomodernizacja obiektów budowlanych jest procesem złożonym i odpowiedzialnym. Jej skuteczność nie będzie zależała wyłącznie od stosowanej technologii oraz rodzaju materiału, ale przede wszystkim od warunków środowiska wewnętrznego obiektów, ponieważ warunki środowiska zewnętrznego są z dużym prawdopodobieństwem przewidywalne. Nieświadomość i niewiedza pojedynczych lokali może doprowadzić do sytuacji, w których termomodernizacja wręcz pogorszy warunki użytkowe przegród, a tym samym ich trwałość, na co autorzy artykułu chcieli zwrócić uwagę.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Wytyczne zabezpieczania przed przeciekami i przemarzaniem ścian zewnętrznych z wielkowymiarowych prefabrykatów warstwowych w wykonanych budynkach mieszkalnych, Instrukcja ITB 128, Warszawa, 1972
- [2] J. Arendarski, Poprawa izolacyjności cieplnej budynków mieszkalnych, Arkady, Warszawa, 1988
- [3] Steidl T., Docieplanie budynków, Inżynier Budownictwa. Dodatek Specjalny Termomodernizacja budynków, nr 1/2012
- [4] Gaczek M., Systemy zewnętrznego ocieplania ścian budynków, Materiały konferencji BUDMA 2004 – Nowoczesne materiały i technologie w budownictwie, BIT-MTP i WBAiIŚ PP, Poznań, 2004
- [5] Krause P., Steidl T., Wojewódka D., Potencjał zmniejszenia energochłonności budynków wielkopłytowych, Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego, STEKRA Sp. z o.o. <http://www.stekra.pl/wiedza/publikacje.html>
- [6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 13 grudnia 2010 r. w sprawie wymagań w zakresie wykorzystywania wyrobów zawierających azbest oraz wykorzystywania i oczyszczania instalacji lub urządzeń, w których były lub są wykorzystywane wyroby zawierające azbest
- [7] Metoda ocieplania ścian zewnętrznych budynków dwuwarstwowymi izolacyjnymi płytami POSS/70 ze styropianu i supremy. Świadczenie ITB 647/87, Warszawa, 1987
- [8] Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynków, Instrukcja ITB 334. Warszawa, 2001
- [9] Warunki techniczne wykonania i obioru robót budowlanych, część C: Zabezpieczenia i izolacje, zeszyt 7: Izolacje cieplne. Instrukcja ITB 422, Warszawa, 2006
- [10] Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonywania. Instrukcja ITB 447, Warszawa, 2009

**PZITB Zarząd Główny** z siedzibą w Warszawie, przy ul. Świętokrzyskiej 14A, II piętro,  
**oferuje do wynajęcia pokoje biurowe**  
 o powierzchni:  
**24,80 m<sup>2</sup>, 18,62 m<sup>2</sup>, 15,50 m<sup>2</sup>, 13,28 m<sup>2</sup>**  
 Lokalizacja biura w bliskim sąsiedztwie I i II linii metra oraz przystanku ZTM  
 Zainteresowanych prosimy o kontakt pod numerem telefonu 22 827 02 51  
 lub na e-mail: [apoteranska@zgpzitb.org.pl](mailto:apoteranska@zgpzitb.org.pl)