

Analiza systemów termoizolacyjnych nieingerujących w fasadę budynku

Dr inż. Barbara Ksit, mgr inż. Magdalena Jankowiak, Instytut Budownictwa, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Politechnika Poznańska

1. Wprowadzenie

W dzisiejszej dobie budownictwo nastawione jest w kierunku budownictwa zrównoważonego, które ma spełniać wiele aspektów, a ten najważniejszy to ochrona środowiska poprzez zmniejszenie produkcji gazów cieplarnianych. Termoizolacja powinna zapewnić przede wszystkim poprawę efektywności energetycznej budynku. Alternatywną metodą dla tradycyjnego ocieplania budynków od strony zewnętrznej jest termoizolacja od wewnątrz. Rozpatrywana metoda jest stosowana w szczególności w budynkach istniejących, w których ze względu na opiekę konserwatorską lub bogato zdobioną elewację nie można wykorzystać powszechnie znanych technik izolacji. Ocieplanie od strony wewnętrznej wykonywane jest przede wszystkim w budynkach zabytkowych oraz obiektach architektonicznych zobowiązanych do spełnienia warunków ciepłno-wilgotnościowych. Omawiana metoda nie ingeruje w zewnętrzną fasadę budynku, zachowując dzięki temu cenne walory estetyczne oraz architektoniczne obiektu. Zastosowanie termoizolacji od wewnątrz skutkuje poprawą komfortu cieplnego oraz stworzeniem przyjaznego mikroklimatu dla użytkowników ocieplonych pomieszczeń. Termoizolacja zapewnia także podniesienie jakości cieplnej przegród oraz zabezpieczenie ich przed zniszczeniem lub destrukcją mykologiczną. W systemach przeznaczonych do ocieplania od wewnątrz popularnym używanym materiałem termoizolacyjnym jest poliuretan.

2. Wytyczne termoizolacji od wewnątrz

Zapewnienia odpowiedniej efektywności energetycznej budynkom istniejącym, zwłaszcza obiektom zabytkowym i architektonicznym, które są objęte opieką konserwatorską wymaga Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. Zgodnie z dyrektywą obiekty istniejące powinny być (w miarę możliwości) przekształcone w budynki o niemal zerowym zużyciu energii (ang. *nearly zero-energy building*). Przeprowadzenie renowacji ma pozwolić na uzyskanie wysokiej efektywności energetycznej oraz dekarbonizację zasobów budowlanych. Należy również zabezpieczyć przegrody przed spadkiem temperatury poniżej temperatury punktu rosy, co skutkowałoby zawilgoceniem tej powierzchni.

Polskie wytyczne prawne dotyczące ocieplania od wewnątrz zostały określone w ustawie [2] oraz [3]. Zgodnie z §328 z rozporządzenia [4] oraz zgodnie pkt. 6 „Oszczędność energii i izolacyjność cieplna” z załącznika I do rozporządzenia: „Obiekty budowlane i ich instalacje grzewcze, chłodzące, oświetleniowe i wentylacyjne muszą być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby utrzymać na niskim poziomie ilość energii wymaganej do ich użytkowania, przy uwzględnieniu potrzeb zajmujących je osób i miejscowych warunków klimatycznych. Obiekty budowlane muszą być również energooszczędne i zużywać jak najmniej energii podczas ich budowy i rozbiórki”. W budynku należy zatem zapewnić zdrowe środowisko dla ludzi, utrzymując przy tym niskie zapotrzebowanie na energię. Systemy przeznaczone do izolacji termicznej budynku od wewnątrz mogą być klasyfikowane w różnych kategoriach. Według analiz M. Gaczek i B. Ksit termoizolacyjne metody od wewnątrz można podzielić w poniższy sposób.

Ze względu na sposób pracy izolacji na:

- docieplenie materiałem powodującym wzrost oporu cieplnego ściany,
 - zastosowanie materiału powodującego odbicie promieniowania cieplnego,
 - zastosowanie materiału powodującego obydwa ww. efekty.
- Ze względu na wpływ na dyfuzję pary wodnej przez przegrodę na:

- izolacje niewpływające na dyfuzję pary wodnej przez przegrodę – paroprzepuszczalne,
- izolacje znacząco ograniczające dyfuzję pary wodnej przez przegrodę – paroszczelne.

Inny podział uwzględnia parametry ciepłno-wilgotnościowe materiałów termoizolacyjnych. Według tej klasyfikacji metody można podzielić na [6]:

- metody limitowanego oporu cieplnego,
- metody jednostronnej bariery,
- metody aktywne kapilarnie,
- metody pełnej bariery dwustronnej,
- metody punktowo-kapilarne,
- metody liniowo-kapilarne.

Podział uwzględnia parametry termiczne materiałów [7]:

- izolacje termiczne o niewielkim oporze dyfuzyjnym i brak możliwości dyfuzji – zastosowana bariera paroszczelna;
- izolacje termiczne o dużym oporze dyfuzyjnym i brak

możliwości dyfuzji – cała przegroda szczelna;

- izolacje termiczne o bardzo wysokim oporze dyfuzyjnym i brak możliwości dyfuzji;
- izolacje termiczne o niewielkim oporze dyfuzyjnym.

Podział według D. Zirkelbacha, A. Bindera, H. M. Künzela to:

- otwarty dyfuzyjnie włóknisty materiał termoizolacyjny;
- włóknisty materiał termoizolacyjny z paroizolacją;
- hamująca dyfuzję sztywna pianka termoizolacyjna;
- kapilarnie aktywny materiał termoizolacyjny.

3. Opis systemów z poliuretanem

W budownictwie często wykorzystywanymi materiałami termoizolacyjnymi są poliuretany, które występują w postaci sztywnych płyt z pianki poliuretanowej PIR oraz poliizocyjanurowej PUR. Pianki PIR i PUR są produkowane z izocyjanianów, polioliów, aktywatorów oraz stabilizatorów.

Różnica między dwiema odmianami tkwi w stosunku tych związków. Pianki PUR i PIR charakteryzują się trwałością oraz odpornością na działanie czynników chemicznych i biologicznych, dzięki czemu zapewniają przegrodzie ochronę przed pleśnią, zagrzybieniem lub owadami. Analizowany materiał wyróżnia się uzyskaniem niskiego współczynnika przewodzenia ciepła, który mieści się w zakresie $\lambda = 0,021\text{--}0,030\text{ W/m}\cdot\text{K}$. Pianki PUR oraz PIR są lekkie, ich gęstość wynosi $\rho = 30\text{ kg/m}^3$, a także mają bardzo dobrą wytrzymałość na ściskanie i zginanie. Główną różnicą między piankami jest odporność ogniowa. Mniejsza ilość izocyjanianu w składzie w pianek PUR powoduje, że zaburzenie łańcuchów związku chemicznego na skutek ognia i wzrostu temperatury następuje przy 200°C . Natomiast pianki PIR zapewniają ognioodporność aż do 300°C .

Systemy przeznaczone do ocieplania budynków od wewnątrz to doświadczalnie opracowywane metody termoizolacji, zawierające informacje dotyczące zastosowania, właściwości, składu systemu oraz sposobie montażu. Różnorodne systemy, a przeanalizowano 23 systemy występujące na rynku polskim, składają się z wyrobów przygotowujących powierzchnię, materiału termoizolacyjnego, a także produktów wykańczających [8, 9, 10, 11].

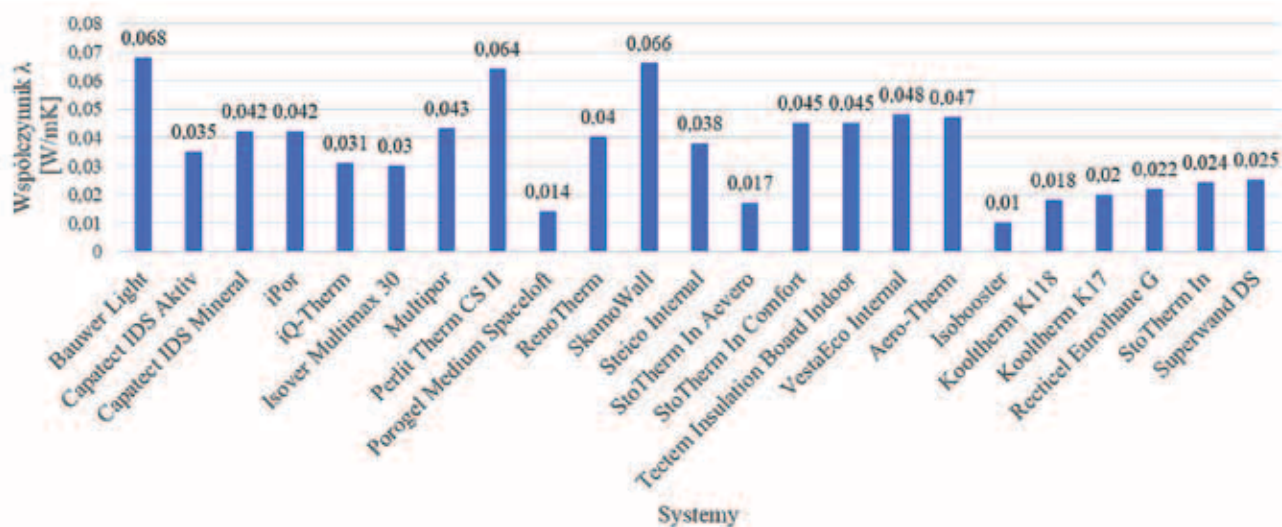
Po przeanalizowaniu 23 systemów do termoizolacji od wewnątrz można stwierdzić, że częstym materiałem stosowanym do rdzeni systemów wielowarstwowych jest płyta z twardej pianki poliuretanowej PUR oraz jej ulepszona wersja pianki poliizocyjanurowej PIR. Zestawienie współczynnika przewodzenia dla analizowanych systemów przedstawiono na rysunku 2.

Systemy z wykorzystaniem poliuretanu można sklasyfikować ze względu na dyfuzyjność. Dyfuzja otwarta pozwala na swobodne przenikanie cząsteczek pary wodnej pomiędzy



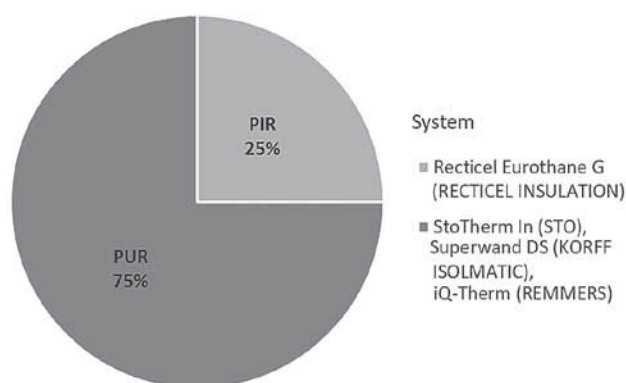
Fot. B. Ksít

Rys. 1. Przykład błędnego podejścia do termoizolacji od wewnątrz, przemiarzenie muru widoczne zmiany mykologiczne na powierzchni muru

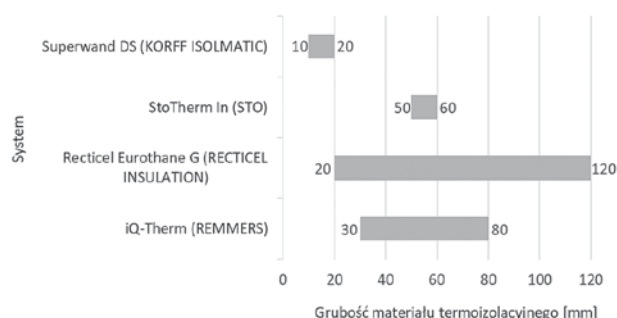


Rys. 2. Zestawienie analizowanych systemów i wartości współczynnika przewodzenia ciepła [12]

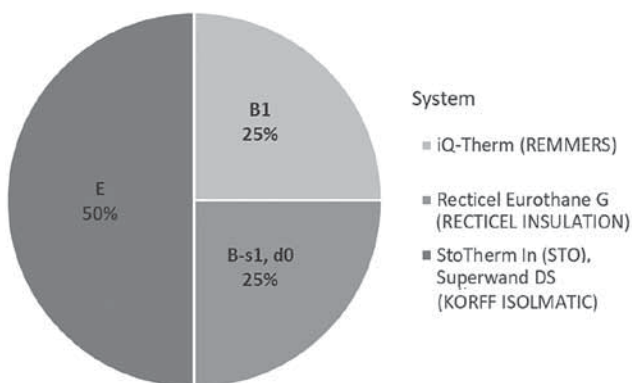
zewnątrznym a wewnętrznym środowiskiem przegrody budowlanej. Przenikanie pary spowodowane jest różnicą ciśnień wynikającą z odmiennych temperatur oraz wilgotności powietrza po obu stronach przegrody. Omawiany proces dąży do wyrównania ciśnienia różniącego się pomiędzy środowiskami. Cząsteczki pary wodnej przemieszczają się w przegrodzie w kierunku niższego ciśnienia. Najwięcej na rynku polskim jest systemów otwartych dyfuzyjnie, do analizy przyjęto:



Rys. 3. Odmiana poliuretanu



Rys. 4. Grubość wybranych systemów termoizolacyjnego dla standardu na 2020 r.



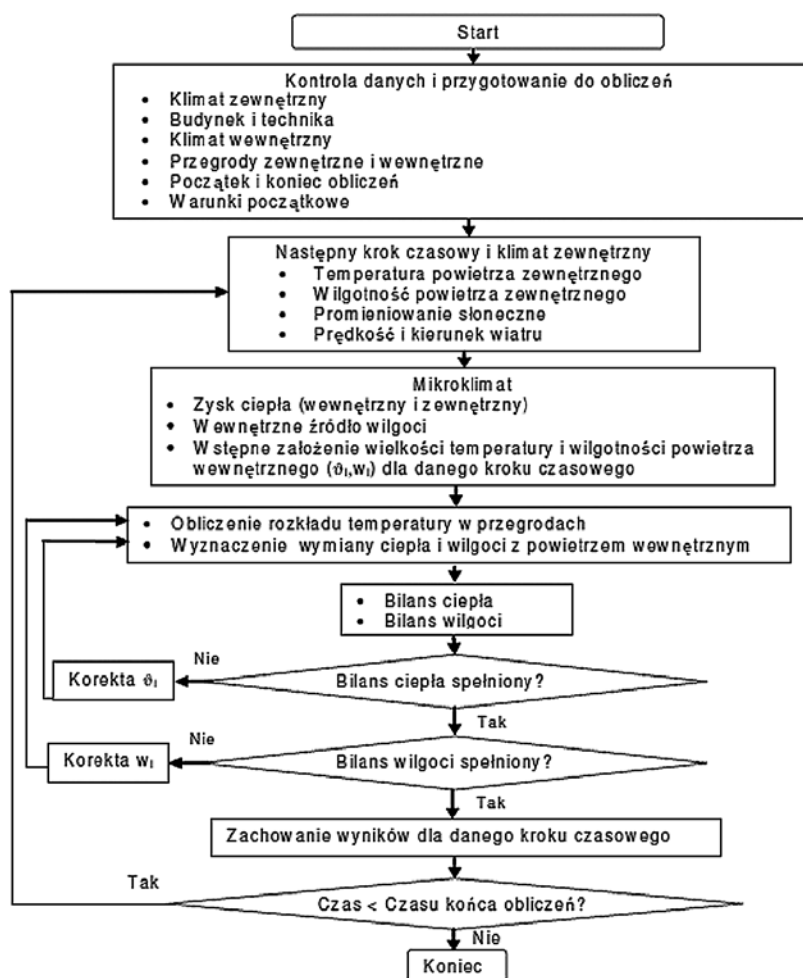
Rys. 5. Reakcja na ogień wybranych analizowanych systemów według EN 13501-1

- otwarte dyfuzyjnie: VestaEco Internal, Bauwer Light, Capatect IDS (Aktiv), Capatect IDS (Mineral), iPor, iQ-Therm, Isover Multimax 30, Multipor, Perlit Therm CS II, Porogel Medium Spaceloft, RenoTherm, SkamoWall, Steico Internal, StoTherm In Aeverso, StoTherm In Comfort, Tectem Insulation Board Indoor;
- zamknięte dyfuzyjnie: Aero-Therm, Iso booster, Kooltherm K118, Kooltherm K17, Recticel Eurothane G, StoTherm In, Superwand DS.

System o otwartej dyfuzji iQ-Therm firmy REMMERS wykorzystuje do termoizolacji twarde płyty z pianki poliuretanowej PUR, które mają otwory wypełnione materiałem mineralnym. Materiał charakteryzuje się aktywnością kapilarną oraz dobrą ognioodpornością. Systemy termoizolacyjne z dyfuzją zamkniętą dążą natomiast do ograniczenia swobodnego przemieszczania się cząsteczek pary wodnej. Zastosowanie zamkniętej dyfuzji zabezpiecza przegrodę budowlaną przed powstawaniem zjawiska kondensacji pary wodnej, a także chroni ją przed zjawiskami mykologicznymi. Do analizy systemów o zamkniętej dyfuzji zaliczono: StoTherm In firmy STO, Recticel Eurothane G firmy RECTICEL INSULATION oraz Superwand DS firmy KORFF ISOLMATIC. W systemie StoTherm In jako termoizolację zastosowano płytę z twardej pianki poliuretanowej PUR pokrytej obustronnie aluminium. Firma KORFF ISOLMATIC w Superwand DS zastosowała do termoizolacji twardą piankę poliuretanową PUR, która została pokryta aluminium oraz polimerem etanu. W systemie Recticel Eurothane G do termoizolacji wykorzystano sztywną płytę poliuretanową PIR pokrytą jednostronnie płytą gipsowo-kartonową o grubości 12,5 mm. System ma paroizolację, która została umieszczona między płytą poliuretanową a płytą gipsowo-kartonową. Wybrane parametry i zestawienia systemów zawierających poliuretan przedstawiono na rysunkach 3–5.

W celu analiz termicznych wskazane jest wykorzystanie metod numerycznych. Zaawansowane zagadnienia – analizę niestacjonarnych procesów przepływu ciepła i wilgoci przez przegrody budowlane można uwzględnić, używając algorytmu programu Wufi. Schemat postępowania w celu termiczno-wilgotnościowej analizy przegrody [13] przedstawiono na rysunku 6.

W modelowaniu przegród należy zwrócić uwagę na szereg zmiennych (błędy w algorytmach programu prowadzą do błędnych wniosków – analiza pracy zacinającego deszczu na warstwy tynku) [„Techniczne wytyczne dotyczące izolacji wewnętrznej ścian zewnętrznych” opracowanych przez stowarzyszenie branżowe producentów ociepleń WDVS]. W celu wykazania ochrony przed wilgocią systemów izolacji wewnętrznej zalecane jest przeprowadzenie higrotermicznej symulacji zgodnie z normą EFN EN 15026 (uwzględniając wskazówki podane w Informatorze WTA-Merkblatt 6-1). Symulacja ta skutecznie dokumentuje systemy izolacji wewnętrznej, gdyż uwzględnia dodatkowe czynniki wpływające na całą konstrukcję, takie jak: uwarunkowania klimatyczne



Rys. 6. Algorytm projektowania w programie Wufi (źródło: www.wufi.de)

i zacinające deszcze występujące w danej okolicy, zawilgocenie budynku oraz magazynowanie ciepła i wilgoci.

4. Podsumowanie

Termoizolacja od wewnątrz spełnia oczekiwania, które są stawiane budynkom istniejącym, zwłaszcza o charakterze zabytkowym lub stojących na granicy działek budowlanych. Ocieplenie od strony wewnętrznej powoduje wzrost komfortu cieplnego pomieszczenia, dodatkowo zabezpiecza przegrody przed uszkodzeniem lub destrukcją. Podczas poprawy efektywności energetycznej budynku zmniejsza się zapotrzebowanie na energię, co przenosi się bezpośrednio na koszty ogrzewania oraz utrzymania obiektu oraz ochronę środowiska. Należy jednak zaznaczyć, że w termoizolacji od wewnątrz całkowite pozbycie się mostków termicznych jest właściwie niemożliwe ze względu na konstrukcję budynku. Producenci systemów ociepleń obiektów od wewnątrz zalecają wykonywanie zakładki na sąsiednie powierzchnie przegród. Niektóre systemy mają również specjalne kątowniki lub/i kliny izolacyjne, które stosowane są w miejscach łączeń ściany zewnętrznej ze ścianą wewnętrzną lub stropem. Dzięki takim rozwiązaniom niweluje się

gradienty temperatur w miejscach nierzadkich, jednak jest to trudne do wykonania przy użyciu materiałów charakteryzujących się większymi parametrami przewodności cieplnej.

Wykorzystanie poliuretanu w systemach do ocieplania od wewnątrz dzięki niskiej wartości współczynnika przewodzenia ciepła wyróżnia go na tle innych materiałów przeznaczonych do termoizolacji. Wszystkie analizowane systemy zapewniają pełną gamę produktów potrzebnych do prawidłowego wykonania ocieplania od wewnątrz.

Mając na względzie uzyskanie korzystnych parametrów termoizolacyjnych oraz wykonanie prawidłowych obliczeń dla przegrody, wybór systemu termoizolacyjnego należy powierzyć specjalistom od fizyki budowli. Najlepszym programem wskazanym przez normy dla projektantów jest program Wufi [13]. Liczba systemów oraz ich zróżnicowanie pod względem materiału termoizolacyjnego, klasyfikacji oraz parametrów umożliwia dobranie najlepszego wariantu dla rzeczywistego przypadku termomodernizacyjnego wybranej konstrukcji zabytkowej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej
- [2] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 1994 Nr 89, poz. 414)
- [3] Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz.U. 2003 Nr 162, poz. 1568)
- [4] Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2019, poz. 1065)
- [5] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r.
- [6] Wójcik R., Docieplanie budynków od wewnątrz, Medium, Warszawa, 2017
- [7] Arbeiter K., Innendaemmung, Wyd. Rudolf Mueller, Koeln, 2014
- [8] <https://superwand.pl/downloads/download-liste-2/> (data dostępu 03.04.2020)
- [9] <https://www.remmers.pl/pl/iq-therm-prinzip> (data dostępu 03.04.2020)
- [10] <https://www.recticelinsulation.com/pl/eurothane-g/> (data dostępu 03.04.2020)
- [11] <https://www.sto.pl/pl/produkty/katalog-produktow/wn-trza/systemy-izolacji-wn-trz-i-sufitow/sto-therm-in/sto-therm-in.html> (data dostępu 03.04.2020)
- [12] Ksit B., Jankowiak M., Wielowariantowa analiza termoizolacji od wewnątrz występujących na polskim rynku, Przegląd Budowlany 10/2019, str. 48-51
- [13] Ksit B., Gaczek M., 2018 Analytical meanders of selected systems for thermorenovation of historical buildings, Solina