

e-book

TERMOMODERNIZACJA BUDYNKÓW





TV-IZOLACJE

Relacje z wydarzeń branżowych, wywiady, filmy instruktażowe



NEWSLETTER

Najbardziej aktualne informacje w skrzynce e-mailowej



SERIA „B”

Popularna seria tworzona przez tych, którzy o budownictwie wiedzą najwięcej



KONFERENCJA IZOLACJE

Jedyna tego typu platforma wymiany wiedzy i doświadczeń dla specjalistów z branży



IZOLACJE

budownictwo | przemysł | ekologia

Unikalne treści

Bogata i rzetelnie opracowana zawartość

Autorzy – reprezentanci środowisk naukowych i wybitni specjaliści w branży

Czasopismo punktowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego



E-BOOK

Praktyczne poradniki w postaci książek elektronicznych



WYDANIA SPECJALNE

Wydania tematyczne – bezpłatne dla prenumeratorów

IZOLACJE.COM.PL

Dostęp do wartościowych i wiarygodnych treści w każdym miejscu i czasie, możliwość komentowania i współtworzenia informacji



Wszystko w NORMIE



- Przeglądarka modeli BIM (Norma EXPERT)
- Najpopularniejsze programy do kosztorysowania w Polsce
- Obszerna baza Katalogów Nakładów Rzeczowych
- Komunikacja on-line z bazą realnych cen INTERCENBUD
- Możliwość współpracy z popularnymi bazami cenowymi
- Współpraca z innymi programami kosztorysowymi
- Import przedmiarów i kosztorysów z formatu PDF
- Import obmiarów z dokumentacji projektowej
- Współpraca z programami z rodziny MS Office
- Możliwość przesyłania danych do programów harmonogramujących (MS Project, Planista)

Od Redakcji

Wysokie rachunki i niska efektywność energetyczna to problemy wielu gospodarstw domowych oraz mieszkańców budynków jednorodzinnych. Najbardziej skuteczne rozwiązanie to termomodernizacja, czyli szereg działań, które pozwolą zmniejszyć zużycie energii, a co za tym idzie obniżyć koszty eksploatacji budynku. Prawdłowo przeprowadzony proces powinien się składać z kilku etapów. Na czym polega kompleksowa termomodernizacja, co obejmuje i od czego ją zacząć? Jak modernizować stare budynki i kiedy stosować technologię ocieplenia na ociepleniu? Odpowiedzi na te i inne pytania można znaleźć w zebranych w ebooku artykułach.

Opracowanie
Jarosław Guzał
Anna Białorucka

Wydawca
GRUPA MEDIUM
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością S.K.
ul. Karczeńska 18, 04-112 Warszawa
tel.: 22 810 21 24, faks: 22 810 27 42

© Copyright by GRUPA MEDIUM

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana czy rozpowszechniana w jakiegokolwiek formie, w jakikolwiek sposób elektroniczny bądź mechaniczny, włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów bez pisemnej zgody wydawcy.

ISBN 978-83-64094-08-8

Redakcja techniczna
GRUPA MEDIUM

Projekt okładki
Łukasz Gawroński

Skład i łamanie
GRUPA MEDIUM

Warszawa 2021

Publikacja wydana pod patronatem miesięcznika IZOLACJE

 **IZOLACJE**
budownictwo | przemysł | ekologia

SPIIS TREŚCI

Co to jest termomodernizacja?	6
Tania pożyczka na ogrzewanie wielorodzinnych budynków mieszkalnych »PREZENTACJA«	8
Najnowsze zmiany w programie „Czyste Powietrze”	10
Termomodernizacja budynków w walce ze smogiem	12
Jerzy Żurawski	
Głęboka termomodernizacja budynków w Polsce	15
Ocieplenia ścian zewnętrznych »PREZENTACJA«	20
Odpowiedni materiał w odpowiednim miejscu »PREZENTACJA«	30
Marcin Feliks, Marcin Jaroszyński	
Szary styropian w systemach ETICS	34
Anna Lis	
Energooszczędne rozwiązania stosowane przy wymianie lub renowacji okien	40
Termomodernizację czas zacząć »PREZENTACJA«	50
Paweł Gaciek	
Kiedy należy stosować technologię ocieplenia na ociepleniu	56
Bożena Orlik-Koźdoń, Paweł Krause, Tomasz Steidl	
Rozwiązania materiałowe w dociepleniach od wewnątrz	66
Artur Miros	
Izolacje techniczne w obiektach termomodernizowanych	74
Piotr Jadwiszczak	
Instalacje centralnego ogrzewania w procesie termomodernizacji budynków	80

CO TO JEST TERMOMODERNIZACJA?

Termomodernizacja to najlepszy sposób na poprawę efektywności energetycznej budynków, a przez to uzyskanie oszczędności energii. Polega na wprowadzeniu zmian, które pozwolą ograniczyć straty ciepła do minimum. Można to osiągnąć m.in. przez dodatkowe ocieplenie budynku oraz usprawnienie instalacji ogrzewania i ciepłej wody.

CO OBEJMUJE TERMOMODERNIZACJA?

Kluczem do właściwego rozpoczęcia działań w tym zakresie jest przeprowadzenie audytu energetycznego. Kompleksowa analiza pokazuje różne możliwości oszczędzania energii – począwszy od realizacji najprostszych działań, jak wymiana oświetlenia na mniej energochłonne oraz wymiana stolarki, poprzez modernizację instalacji wewnętrznych, węzłów ciepłych aż do budowy własnych mikroinstalacji do produkcji energii np. z paneli fotowoltaicznych, kolektorów słonecznych czy pomp ciepła.

Termomodernizacja dotyczy szeregu działań polegających na:

- » ociepleniu ścian, dachów i stropodachów, stropów nad piwnicami oraz podłóg przez dodanie warstwy materiału o wysokich właściwościach izolacyjnych;
- » wymianie okien i drzwi zewnętrznych na bardziej energooszczędne;
- » likwidacji indywidualnych źródeł ciepła wraz z budową przyłącza do systemu ciepłowniczego, w wyniku czego zmniejszają się koszty pozyskania ciepła dostarczanego do budynków;
- » modernizacji źródeł ciepła z uwzględnieniem możliwości zastosowania kogeneracji;
- » modernizacji systemów HVAC (ciepło, wentylacja i klimatyzacja) z uwzględnieniem zastosowania wysokosprawnej rekuperacji energii;
- » modernizacji instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej, dzięki czemu zmniejsza się zapotrzebowanie na energię dostarczaną na te potrzeby;
- » modernizacji wewnętrznej instalacji elektrycznej i oświetlenia wewnętrznego;
- » wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii na potrzeby własne budynku, instalacji systemów monitoringu i zarządzania energią.

JAKIE KORZYŚCI NIESIE ZE SOBĄ TERMOMODERNIZACJA?

Podstawową korzyścią z termomodernizacji budynku jest zmniejszenie zużycia energii oraz związane z tym obniżenie rachunków, a także lepsze warunki użytkowania budynku (w pomieszczeniach nie ma zimnych ścian czy podłóg, a budynek łatwiej jest ogrzać, nawet przy największych



mrozach). Ponadto, dzięki ociepleniu, które oznacza np. odświeżenie elewacji, budynek wygląda bardziej estetycznie, a jego wartość rynkowa wzrasta.

Dlaczego jeszcze warto poddać dom termomodernizacji? Dzięki niej ograniczamy spalanie paliw grzewczych, a co za tym idzie – zmniejszamy emisję gazów cieplarnianych i zanieczyszczenie powietrza. Dbamy więc przy tym o środowisko oraz zdrowie nasze oraz osób w najbliższym otoczeniu.

ILE KOSZTUJE TERMOMODERNIZACJA?

Termomodernizacja wymaga poniesienia niemałych nakładów finansowych. Warto jednak potraktować ją jako inwestycję w komfort, zdrowie i mniejsze rachunki za energię w przyszłości. Szacuje się, że np. ocieplenie zewnętrznych przegród budowlanych powoduje obniżenie zużycia ciepła o 10–25%, a wymiana okien na bardziej szczelne to oszczędność dodatkowych 10–15%.

Aby dokładnie obliczyć całkowite koszty termomodernizacji budynku, trzeba określić zakres robót i posłużyć się wskaźnikami jednostkowymi kosztów. Mogą się one różnić w zależności od aktualnego stanu technicznego budynku. Orientacyjnie można przyjąć, że koszt ocieplenia ścian zewnętrznych to od 150 do 250 zł/m², ocieplenie stropu pod poddaszem nieogrzewanym to od 80 do 100 zł/m², ocieplenie dachu nad ogrzewanym poddaszem waha się między 100 a 150 zł/m², ocieplenie stropu nad piwnicą to koszt 100 zł/m², wymiana okien od 800 do 1200 zł/m², a cena modernizacji instalacji wewnętrznej ogrzewania wyniesie ok. 40 zł/m². Podanie nawet przybliżonych kosztów modernizacji instalacji ciepłej wody jest trudne ze względu na możliwość zastosowania bardzo różnych systemów instalacji i wiele dostępnych sposobów ich usprawnienia.

Na podstawie danych z wielu realizacji można stwierdzić, że koszt kompleksowej termomodernizacji budynku wynosi od 200 do 400 zł za 1 m² powierzchni użytkowej. W przypadku budynku o powierzchni użytkowej 150 m² będzie to od 30 do 60 tys. zł. Koszty termomodernizacji zależą od kształtu i wielkości budynku oraz od aktualnego stanu technicznego budynku.

Termomodernizacja to racjonalny wybór zarówno z ekonomicznego, jak i ekologicznego oraz zdrowotnego punktu widzenia. ■

TANIA POŻYCZKA NA OCIEPLENIE WIELORODZINNYCH BUDYNKÓW MIESZKALNYCH



Dobra wiadomość dla spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych oraz towarzystw budownictwa społecznego – Alior Bank udziela korzystnych pożyczek na termomodernizację wielorodzinnych budynków mieszkalnych. Bez żadnych prowizji i opłat.

Fundusze unijne, które kojarzą się z pieniędzmi na budowę dróg ekspresowych czy unowocześnienie linii kolejowych, teraz mogą być wykorzystane do poprawy efektywności energetycznej budynków – chodzi o termomodernizację, czyli m.in. ocieplenie. Środki te udostępnia Alior Bank w formie specjalnej pożyczki na wyjątkowo korzystnych warunkach. Jej koszty są znacznie niższe od kosztów kredytu komercyjnego, ponieważ jest finansowana w części z pieniędzy unijnych, a w części ze środków własnych banku.

KORZYSTNA OFERTA

– Dzięki wykorzystaniu środków unijnych Pożyczka Termomodernizacyjna Alior Banku jest obecnie najkorzystniejszą – poza dotacjami – formą finansowania modernizacji energetycznej wielorodzinnych budynków mieszkalnych. Przewagami naszej oferty są: długi okres spłaty, niski wkład własny inwestora oraz brak jakichkolwiek opłat i prowizji z tytułu udzielenia finansowania. Najważniejszą jednak zaletą pożyczki jest jej bardzo preferencyjne oprocentowanie – nawet 0,5 proc. w skali roku. Trzeba podkreślić, że tak niskie oprocentowanie dotyczy całego okresu spłaty – mówi Aleksandra Podobińska-Durka, dyrektor Działu Funduszy Unii Europejskiej i Programów Publicznych w Alior Banku.

Oferta takiej preferencyjnej pożyczki jest już dostępna w województwie łódzkim, a od lipca także w dolnośląskim i podlaskim.

Inwestorzy z terenu województwa łódzkiego mogą otrzymać ok. 3,5 mln zł pożyczki na 15 lat. Możliwa jest również karencja w spłacie kapitału pożyczki – do 18 miesięcy. Podstawowe oprocentowanie pożyczki, w przypadku projektów mających na celu poprawę efektywności



Aleksandra Podobińska-Durka, dyrektor Działu Funduszy Unii Europejskiej i Programów Publicznych w Alior Banku

energetycznej budynku od 25 do 40 proc., wynosi 0,5 proc. w skali roku. Oprocentowanie jest stałe i obowiązuje przez cały okres spłaty pożyczki. Bank nie pobiera opłat i prowizji z tytułu udzielenia pożyczki.

9

DLA KOGO POŻYCZKA?

O Pożyczkę Termomodernizacyjną mogą się ubiegać wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe, stowarzyszenia budownictwa społecznego, a w województwie łódzkim także jednostki samorządu terytorialnego oraz inne jednostki sektora finansów publicznych. Pożyczki udzielane są głównie na inwestycje z zakresu głębokiej modernizacji energetycznej wraz z wymianą wyposażenia na energooszczędne – chodzi więc m.in. o:

- » ocieplenie elewacji,
- » wymianę instalacji centralnego ogrzewania,
- » wymianę stolarki okiennej i drzwiowej,
- » zmianę oświetlenia w częściach wspólnych budynków,
- » przebudowę systemów wentylacji i klimatyzacji.

Warunkiem uzyskania pożyczki w Alior Banku jest przygotowanie audytu energetycznego budynku, czyli dokumentu przedstawiającego analizę istniejącego zużycia energii oraz określającego optymalne rozwiązania technologiczne prowadzące do oszczędności energetycznych na poziomie co najmniej 25 proc. Obowiązujący wzór formularza audytu energetycznego można znaleźć na stronie internetowej Alior Banku pod adresem www.aliorbank.pl.

CORAZ WIĘCEJ CHĘTNYCH NA KREDYT

– Nasze pierwsze kontakty z potencjalnymi inwestorami wskazują, że nowa oferta spotka się z dużym zainteresowaniem. Warto zatem już teraz skontaktować się z bankierami Alior Banku, pożyczki będą bowiem udzielane do momentu wykorzystania powierzonych nam środków UE dla danego regionu – dodaje Aleksandra Podobińska-Durka z Alior Banku.

KONTAKT

instrumenty_finansowe.UE.BGK@alior.pl



Więcej informacji o pożyczce Alior Banku na termomodernizację można uzyskać na stronie internetowej banku pod adresem www.aliorbank.pl lub w oddziałach banku zlokalizowanych na terenie województwa łódzkiego, a wkrótce dolnośląskiego i podlańskiego. ■

NAJNOWSZE ZMIANY W PROGRAMIE „CZyste Powietrze”

Zgodnie z zapowiedziami weszły w życie zmiany doprecyzowujące zapisy programu „Czyste Powietrze”, a także dotyczące m.in. procesu przyjmowania i weryfikacji wniosków. Ułatwi to dostęp wnioskodawcom do skorzystania z programu oraz usprawni proces wdrażania.

Do tej pory wnioski o dofinansowanie przyjmowane i rozpatrywane były wyłącznie przez wojewódzkie fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej. Obecne zmiany umożliwiają gminom udział w tym procesie. Będą one przyjmować wnioski o dofinansowanie i wstępnie je weryfikować.

Uproszczono również wzór formularza wniosku o dofinansowanie. Wydłużono też okres realizacji przedsięwzięcia z 24 do 30 miesięcy od daty złożenia wniosku o dofinansowanie, którego nie można jednak złożyć później niż 30.06.2029 r.

Jeżeli w istniejącym budynku nie następuje wymiana źródła ciepła, a wyposażony jest on w źródło ciepła typu: węzeł cieplny, pompa ciepła, kocioł gazowy, kocioł olejowy, urządzenie grzewcze elektryczne, program nie narzuca dodatkowych wymagań technicznych poza obowiązującymi zgodnie z prawem. Obowiązek spełnienia wymagań technicznych w postaci co najmniej 5 klasy normy europejskiej EN 303-5:2012 dotyczy źródła ciepła na paliwo stałe, które nie podlega wymianie.

W programie doprecyzowano, że kwalifikowane są koszty związane ze źródłem ciepła, w przypadku jego instalacji na potrzeby ogrzewania lub ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. W programie nie kwalifikuje się kosztów źródeł ciepła zainstalowanych wyłącznie do wytwarzania ciepłej wody użytkowej.

W przypadku, gdy w jednorodziennym budynku mieszkalnym lub w lokalu mieszkalnym, w którym realizowane jest przedsięwzięcie, prowadzona jest działalność gospodarcza rozumiana zgodnie z unijnym prawem konkurencji, wysokość kosztów kwalifikowanych jest pomniejszana proporcjonalnie do powierzchni zajmowanej na prowadzenie działalności. Na użytek programu przyjmuje się, że powierzchnia, na której prowadzona jest ta działalność stanowi powierzchnię lokalu użytkowego.

Bzmienie zmieniły także zapisy dotyczące beneficjentów będących osobami fizycznymi:

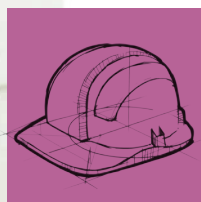
- » będące właścicielami/współwłaścicielami jednorodziennego budynku mieszkalnego, lub wydzielonego w budynku jednorodziennym lokalu mieszkalnego z wyodrębnioną księgą wieczystą.
- » będące właścicielami/współwłaścicielami nieruchomości, które uzyskały zgodę na rozpoczęcie budowy jednorodziennego budynku mieszkalnego zgodnie z obowiązującymi przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (DzU z 2018 r. poz. 1202, z późn. zm.) i budynek nie został jeszcze przekazany lub zgłoszony do użytkowania.



Dowiedz się więcej

Fasada idealna. Tu pracował profesjonalista.

FRONTROCK SUPER



Profesjonaliści wybierają kompleksowe rozwiązania fasadowe ROCKWOOL, bo mają pewność sprawnego wykonania trwałej i bezpiecznej elewacji. Unikatowe, dwugęstościowe rozwiązanie FRONTROCK SUPER gwarantuje stabilność i sztywność, tworząc idealną płaszczyznę fasady.



TERMOMODERNIZACJA BUDYNKÓW W WALCE ZE SMOGIEM

Według ostatnich badań Europejskiej Agencji Środowiska w pierwszej dziesiątce najbardziej zanieczyszczonych miast na starym kontynencie plasuje się aż sześć polskich miejscowości. Jak rozwiązać ten problem i poprawić jakość powietrza? Pierwszy krok to prawidłowa izolacja budynków.

Jakość powietrza w Polsce jest jedną z najniższych w Unii Europejskiej, a poziom zanieczyszczeń wielokrotnie przekracza normy Światowej Organizacji Zdrowia, negatywnie wpływając na zdrowie mieszkańców. Smog wymienia się jako jedną z najczęstszych nienaturalnych przyczyn zgonów w Polsce. Szczególnie narażeni na negatywny wpływ smogu są alergicy, osoby starsze oraz dzieci. Zanieczyszczone powietrze zwiększa ryzyko chorób układu krwionośnego i oddechowego.

Jak wynika z raportu Politechniki Warszawskiej „Określenie głównych zalet ocieplania budynków istniejących oraz wpływu termomodernizacji na ograniczenie smogu (niskiej emisji)” Polacy mieszkają w niedostatecznie zaizolowanych budynkach. Szacuje się, że problem ten dotyczy ponad 72% jednorodzinnych domów mieszkalnych, a w niemal 40% ściany zewnętrzne i dach nie mają żadnego docieplenia. Jednocześnie ok. 70% budynków jednorodzinnych ogrzewanych jest przy użyciu węgla, co powoduje, że w Polsce jest około 3,5 miliona kotłów węglowych – przeważają urządzenia starsze, wyeksploatowane, o niskiej efektywności spalania i wysokiej emisji szkodliwych substancji będących głównym źródłem smogu.

Główny problem w Polsce to przestarzałe budownictwo – dominują obiekty wybudowane ponad 30 lat temu i wcześniej. Budynki wzniesione przed 1989 r. z reguły nie posiadają żadnej izolacji termicznej. Energochłonne, projektowane według nieaktualnych standardów budynki, pogarszają jakość powietrza, którym oddychamy. Zaledwie 1% wszystkich budynków w Polsce można uznać za energooszczędne – głównie te zbudowane w ciągu ostatnich kilku lat.

SKĄD BIERZE SIĘ SMOG I JAK Z NIM WALCZYĆ?

Zjawisko powstaje na skutek silnego zanieczyszczania powietrza tlenkami siarki, azotu i cząsteczkami PM_{2,5} i PM₁₀, które przy bezwietrznej pogodzie oraz wysokim ciśnieniu atmosferycz-



Bez wełny nie ma komfortu



Zapewnij sobie i bliskim bezpieczny komfort w Twoim domu.
Produkty z wełny mineralnej ISOVER to gwarancja najwyższej jakości, komfort ciepła i ciszy oraz solidne oszczędności w kosztach ogrzewania na wiele lat.

Energooszczędna, niepalna i wyciszająca wełna ISOVER.



Pobierz w
App Store

Pobierz w
Google Play

www.isover.pl/isover-app



ISOVER
SAINT-GOBAIN

nym utrzymują się blisko powierzchni ziemi. Prawdziwe zagrożenie stanowią instalacje starego typu – tzw. kopciuchy, czyli piece i kotły górnego spalania, do których można wrzucić praktycznie wszystko – stare meble czy ubrania, a nawet śmieci.

Rozwiązanie jest jedno – jeśli zadbamy o właściwe ocieplenie domu, to żeby utrzymać w środku optymalną temperaturę, spalimy mniej paliwa, zredukujemy więc poziom emisji, a przy okazji wydamy mniej pieniędzy.

Właściwe ocieplenie nowych domów oraz termomodernizacja starych budynków pozwolą zmniejszyć straty energii, a co za tym idzie ograniczyć ilość zanieczyszczeń emitowanych w wyniku spalania paliw kopalnianych. Taka inwestycja wymaga oczywiście pewnych nakładów finansowych, które powinny się zwrócić w określonym czasie, ale przynosi też korzyści – po pierwsze – w ten sposób zadbamy o nasze zdrowie i komfort, unikając niepotrzebnego trucia powietrza i zyskując więcej ciepła zimą, a po drugie oszczędzimy na kosztach ogrzewania.



fot.: Redakcja

NA CZYM POLEGA KOMPLEKSOWA TERMOMODERNIZACJA?

Jaka powinna być kolejność działań modernizacyjnych podejmowanych w walce ze smogiem w budynkach jednorodzinnych?

Działania zmierzające do poprawy jakości powietrza skupiają się często na wymianie kotłów grzewczych i jakości paliw. Natomiast – jak zgodnie twierdzą eksperci – wymiana źródła ciepła ma sens dopiero po ociepleniu domu i wymianie okien, czyli po termomodernizacji budynku. Tylko takie kompleksowe podejście ma sens. W przeciwnym wypadku nowy piec, jako przewymiarowany, będzie nieefektywny.

Dlatego pierwszym etapem modernizacji powinna być termomodernizacja przegród zewnętrznych budynku wraz z wymianą stolarki, a dopiero w następnej kolejności zmiana źródła ciepła i poprawa sprawności instalacji grzewczej. Tylko taka kolejność działań zapewnia, oprócz skutecznego ograniczenia smogu, również obniżenie kosztów ogrzewania budynków jednorodzinnych dla ich właścicieli.

Właściwie wykonane docieplenie przegród zewnętrznych budynków poprawia również komfort ich użytkowania, a także izolacyjność akustyczną przegród, bezpieczeństwo pożarowe oraz stan techniczny i wizualny.

Walka o czyste powietrze – a więc także program termomodernizacji budynków – jest jednym z priorytetów rządu, który w ciągu 10 lat chce przeznaczyć na termomodernizację 25–30 mld zł. ■

MGR INŻ. JERZY ŻURAWSKI

GŁĘBOKA TERMOMODERNIZACJA

15

W większości polskich miast w okresie grzewczym występuje smog, który oznacza nadmierne zanieczyszczenie powietrza gwałtownymi pyłami PM 10 oraz PM 2,5. Oszacowano, że w Polsce z tego powodu przedwcześnie umiera około 45 tys. obywateli rocznie.

W pierwszej pięćdziesiątce najbardziej zanieczyszczony smogiem miast ponad trzydzieści zlokalizowanych jest w Polsce. Aby temu przeciwdziałać, uruchamiane są różnego rodzaju programy wsparcia, finansujące np. wymianę źródeł ciepła. Działania te wiążą się najczęściej z bardzo wysokimi kosztami inwestycyjnymi oraz często wzrostem kosztów za ciepło. Ze względu na występujące w naszym społeczeństwie ubóstwo energetyczne, trudno jest utrzymać efekty projektu w dłuższym przedziale czasowym. Ratunkiem może być kompleksowa termomodernizacja, od niedawna znana również jako „głęboka” termomodernizacja budynków.

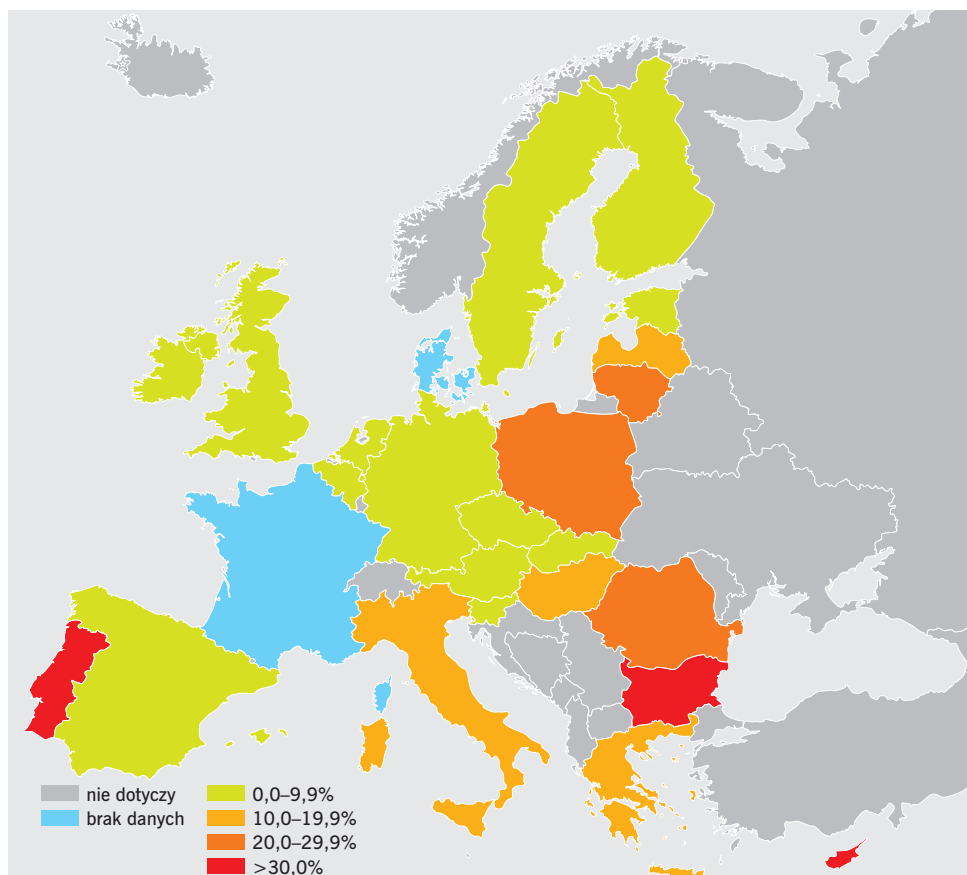
UBÓSTWO ENERGETYCZNE

Od niedawna używany jest zwrot ubóstwo energetyczne. W Europie w stanie ubóstwa energetycznego jest ok. 125 milionów osób, natomiast w Polsce około 20–30% społeczeństwa, czyli od 7 do 10 mln ludzi doświadcza ubóstwa energetycznego. Czym ono jest? Zgodnie z przyjętą w Wielkiej Brytanii definicją, z ubóstwem energetycznym mamy do czynienia w przypadku gospodarstw, w których koszty energii, głównie ogrzewania, stanowią ponad 10% dochodu, czyli w polskich warunkach miesięczne koszty energii powinny przekraczać 300–400 zł. Dla domu jednorodzinnego ogrzewanym gazem ziemnym o energii użytkowej o powierzchni 134 m² wybudowanego w latach 70. i 80. XX wieku roczne koszty ogrzewania na c.o. i c.w.u. wynoszą około 5500–6000 zł, czyli ok. 450–550 zł miesięcznie. Koszty są wysokie i z tego powodu użytkownicy poszukują tańszych nośników energii lub działań termomodernizacyjnych.

Liczba osób dotkniętych ubóstwem energetycznym zależy od kilku czynników, np.:

- » energochłonności budynków,
- » cen nośników energii,
- » dochodów obywateli,
- » lokalizacji nieruchomości, czyli od strefy klimatycznej.

Wynika z tego, że im droższa energia, im więcej się jej zużywa oraz im niższe dochody, tym większe zagrożenie ubóstwem energetycznym. Niestety często wszystkie czynniki występują razem – w budynkach o gorszym stanie technicznym mieszkają przeważnie rodziny uboższe.



RYS. Odsetek gospodarstw domowych, które nie są w stanie utrzymać odpowiedniego komfortu cieplnego w swoim miejscu zamieszkania; rys. EU-SILC

DEFINICJA GŁĘBOKIEJ TERMOMODERNIZACJI

Efektywne przeprowadzenie procesu termomodernizacji budynków wymaga wiedzy audytorskiej, architektonicznej i inżynierskiej w zakresie: fizyki budowli, konstrukcji, instalacji sanitarnych oraz kosztorysowania. Konieczne jest też dobre zdefiniowanie samego pojęcia termomodernizacja budynku.

Termomodernizacja oznacza szereg działań mających ograniczyć zużycie energii cieplnej w budynkach. Audyt energetyczny jest analizą techniczno-ekonomiczną mającą za zadanie wskazanie optymalnego zbioru ulepszeń pozwalających zmniejszyć zużycie energii oraz obniżyć koszty ciepła w budynku, przy czym zaproponowane rozwiązania muszą spełnić obowiązujące wymagania Warunków technicznych [1].

Zdaniem części ekspertów głęboka termomodernizacja to zestaw działań remontowych i modernizacyjnych, prowadzących do zmniejszenia zużycia energii w budynkach do poziomu wymagań prawnych obowiązujących od 2021 roku. Jednak definicja remontu obejmuje działania odtworzeniowe. Zgodnie z prawem budowlanym powinno się zatem mówić o przebudowie, której

zakres w ramach głębokiej termomodernizacji obejmuje optymalny z punktu widzenia ekonomicznego i technicznego szereg działań uwzględniający optymalne koszty w cyklu życia [2], a także spełniający Warunki techniczne [1].

Pojęcie głębokiej termomodernizacji nie jest jeszcze opisane i zdefiniowane precyzyjnie. Zgodnie z ogólnymi zasadami wynikającymi z dyrektyw europejskich, definicja ma zostać określona przez poszczególne kraje członkowskie z uwzględnieniem uwarunkowań lokalnych. Komisja Europejska na własny użytek podjęła próbę definicji [2], zgodnie z którą głęboka modernizacja budynku ma miejsce wtedy, gdy:

- » koszty prac termomodernizacyjnych są wyższe niż 25% wartości budynku (z wyłączeniem wartości działki). Oznacza to, że średnio na rynku wtórnym koszt nieruchomości do kompleksowej termomodernizacji lub remontu wynosi 3500–6000 zł/m², głęboka termomodernizacja (GT) powinna przekroczyć 850–1200 zł/m²,
- » modernizacji podlega więcej niż 25% powierzchni przegród zewnętrznych,
- » spełnione zostaną wymagania Warunków technicznych obowiązujące od 2021 roku w zakresie co najmniej izolacyjności termicznej przegród.

W programach wsparcia działań termomodernizacyjnych w ramach RPO pojawiły się jeszcze inne wymagania i uzupełniające wskaźniki, które można by uznać za parametry głębokiej termomodernizacji:

- » zmniejszenie zużycia energii w budynkach poddanych termomodernizacji o 60%,
- » poprawa efektywności energetycznej samego źródła o minimum 30%.

ULEPSZENIA TERMOMODERNIZACYJNE

Do ulepszeń termomodernizacyjnych zaliczyć należy wszelkie prace związane z ociepleniem przegród budynku, wymiana instalacji c.o., c.w.u., wymiana źródła ciepła oraz poprawa efektywności energetycznej wentylacji. Ulepszenia termomodernizacyjne mające wpływ na zużycie energii w budynku to:

- » ocieplenie przegród:
 - dachów, stropu strychu,
 - ścian od zewnątrz, od zewnątrz i od wewnątrz lub tylko od wewnątrz,
 - ocieplenie stropu nad piwnicą,
 - ocieplenie ścian fundamentowych, ścian piwnicy,
- » osuszenie ścian,
- » naprawa balkonów i zmniejszenie wpływu mostków termicznych,
- » wymiana lub renowacja okien i drzwi,
- » osłony przeciwsłoneczne, izolacja termiczna i ochrona przed przegrzewaniem,
- » termomodernizacja wentylacji,
- » modernizacja lub wymiana instalacji c.o.,
- » modernizacja lub wymiana instalacji c.w.u.,
- » modernizacja lub wymiana źródła ciepła,
- » słoneczne kolektory termiczne,
- » energooszczędne urządzenia pomocnicze (pompy obiegowe, cyrkulacyjne itp.),
- » sterowanie i zarządzanie mediami.

E_{U_i} [kWh / (m ² ·rok)]	Instalacja		Moc, [kW]	E_p [kWh / (m ² ·rok)]	Koszty ciepła, [zł/m ² /m·c]	Nakłady, [zł]	Nakłady, [zł/m ²]	Oszczędności energii, [%]
	c.o.	c.w.u.						
196	kocioł na węgiel	energia elektryczna	220	517	5,81	stan początkowy		
	kocioł na gaz	kocioł na gaz	220	362,5	5,74	671 600	324	29,90
	kocioł na gaz	kolektory słoneczne	220	349,9	5,55	734 850	354,5	32,30
	pompa ciepła powietrzna	pompa ciepła powietrzna	220	313	4,61	1 282 963	618,9	39,50
	pompa ciepła gruntowa	pompa ciepła gruntowa	220	285	4,21	1 380 000	665,7	44,90

TABELA 1 Korzyści termomodernizacji źródła ciepła dla budynku wielorodzinnego o $E_U = 196$ kWh/(m²·rok) i obciążeniu cieplnym 220 kW

E_{U_i} [kWh / (m ² ·rok)]	Instalacja		Moc, [kW]	E_p [kWh / (m ² ·rok)]	Koszty ciepła, [zł/m ² /m·c]	Nakłady, [zł]	Nakłady, [zł/m ²]	Oszczędności energii, [%]
	c.o.	c.w.u.						
196	kocioł na węgiel	energia elektryczna	220	517	5,81	stan początkowy		
33	kocioł na gaz	kocioł na gaz	89	173	2,71	1 242 834	599,5	66,50
33	kocioł na gaz	kolektory słoneczne	89	158,9	2,49	1 306 084	630	69,30
35,1	pompa ciepła powietrzna	pompa ciepła powietrzna	90	178,4	2,92	1 491 556	719,5	65,50
35,7	pompa ciepła gruntowa	pompa ciepła gruntowa	92	159,2	2,38	1 530 679	738,4	69,20

TABELA 2 Korzyści z głębokiej termomodernizacji źródła ciepła dla budynku wielorodzinnego o $E_U = 196$ kWh/(m²·rok) i obciążeniu cieplnym 220 kW wynikające z ocieplenia przegród z wykorzystaniem metody kosztu optymalnego w cyklu życia przy założeniu kosztów ciepła odpowiadających wymianie źródła ciepła, a także instalacji c.o. oraz c.w.u.

PODSUMOWANIE

Głęboka termomodernizacja pozwala zmniejszyć zużycie energii o co najmniej 60% i ograniczyć smog o niemal 99%. Koszty są jednak wysokie i wynoszą dziś ok. 800–1000 zł/m² co dla domu jednorodzinnego o powierzchni 120 m² daje łączne koszty od 80 tys. do ponad 100 tys. zł. W wyniku kompleksowych działań budynki po termomodernizacji charakteryzować się będą energią użytkową $E_U = 30\text{--}40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$. Koszty eksploatacyjne będzie można obniżyć o ok. 50%. Zadanie jednak nie jest proste, zwłaszcza że użytkownicy i właściciele nieruchomości prowadzili już częściowe działania termomodernizacyjne. Osiągnięcie optymalnych efektów będzie trudne do zrealizowania. Nie mamy też przygotowanych do realizacji planu głębokiej termomodernizacji dużej liczby stosunkowo niewielkich wykonawców oraz doświadczonych ekspertów. Popętnić błędy nie jest trudno ale usunięcie ich może być bardzo kosztowne.

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2002 nr 72, poz. 690).
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.
3. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (DzU 2008 nr 223, poz. 1459).

JERZY ŻURAWSKI ukończył Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, specjalność konstrukcje. Jest współzałożycielem Dolnośląskiej Agencji Energii i Środowiska zajmującej się zagadnieniami związanymi z szeroko pojętą energooszczędnością budynków. Współtworzy programy komputerowe wspomagające obliczenia cieplne budynków. Jest organizatorem szkoleń i konferencji, a także konsultantem i wykonawcą projektów domów energooszczędnych. Związany jest z uczelniami technicznymi jako wykładowca zagadnień dotyczących fizyki cieplnej budowl.

OCIEPLENIA ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH

System ETICS jest sprawdzoną i skuteczną metodą ocieplania ścian zewnętrznych budynków. Polega na przyklejeniu do ściany układu warstw, który składa się z izolacji termicznej, najczęściej w postaci płyt styropianowych (Austrotherm EPS), wykonania warstwy zbrojonej oraz cienkowarstwowej wyprawy tynkarskiej. System ETICS pozwala uzyskać nie tylko komfort cieplny w budynku, ale także trwałą i estetycznie wykończoną elewację. Bardzo ważne jest, aby ocieplenie ścian zewnętrznych przeprowadzić zgodnie z zaleceniami systemodawcy.

Dawniej właściwa izolacyjność cieplna ścian zewnętrznych była uzyskiwana poprzez odpowiednią grubość przegrody, np. minimalna grubość ściany z cegły wynosiła 51 cm. Te czasy bezpowrotnie minęły. Obecnie stosowanie tego typu rozwiązań jest nieekonomiczne, a ponadto nie pozwala na spełnienie aktualnych wymagań ochrony cieplnej, zawartych w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.



**Uwaga!**

Ilość traconego ciepła, a zatem ilość zużywanego do ogrzania budynku paliwa, jest wprost proporcjonalna do całkowitej powierzchni jego przegród zewnętrznych i odwrotnie proporcjonalna do ich właściwości termoizolacyjnych.

21

EKONOMIA I BEZPIECZEŃSTWO

Przy obecnym poziomie cen nośników energii i prognozowanym ich wzroście coraz większego znaczenia nabiera kontrolowanie ilości zużycia energii. Ze względu na to, że 2/3 kosztów utrzymania budynku to koszt ogrzewania, koniecznością staje się minimalizowanie strat ciepła. Straty energii cieplnej w budynkach zdominowane są przez „ucieczkę” ciepła przez przegrody zewnętrzne.

Wszystkie straty ciepła przez pionowe przegrody pełne dochodzić mogą nawet do około 40%. Aby zapewnić w budynkach komfort cieplno-wilgotnościowy, a jednocześnie osiągnąć wysoką opłacalność eksploatacji, należy projektować i wykonywać przegrody zewnętrzne, biorąc pod uwagę warunki konstrukcyjne oraz energoekonomiczne.

We współczesnym budownictwie dominują wielowarstwowe układy przegród, w których rozdzielona jest funkcja izolacji termicznej i funkcja przenoszenia obciążeń. Podział ten wynika z różnych właściwości stosowanych materiałów:

- » materiały o dobrych właściwościach termoizolacyjnych mają na ogół niewystarczającą wytrzymałość,
- » materiały o wysokich parametrach wytrzymałościowych przeważnie dobrze przewodzą ciepło, przez co nie stanowią skutecznej ochrony cieplnej budynku.

W tej sytuacji optymalnym wydaje się użycie styropianu o gęstości minimalnej $13,5 \text{ kg/m}^3$, i $\lambda_D \leq 0,031 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, które równocześnie zapewniają doskonałe właściwości termoizolacyjne i odpowiednią wytrzymałość, zarówno w trakcie obróbki styropianu, jak i w okresie użytkowania obiektu.

JAK OCIEPLIĆ BUDYNEK – OD WEWNĄTRZ CZY OD ZEWNĄTRZ?

Przy projektowaniu przegród wielowarstwowych szczególną uwagę należy zwrócić na kolejność poszczególnych warstw. Najkorzystniejszym, z punktu widzenia fizyki budowli, jest układ, w którym materiał termoizolacyjny znajduje się po stronie temperatur niższych.

Uwaga!

Ocieplenie ścian po stronie wewnętrznej jest niekorzystnym rozwiązaniem ze względu na to, że w tym przypadku w warstwie konstrukcyjnej występują duże wahania temperatur, a w razie przerwy w ogrzewaniu pomieszczenia szybko się wychładzają.

W ścianie ocieplonej od zewnątrz materiał termoizolacyjny ogranicza zasięg temperatur ujemnych, dzięki czemu konstrukcja nośna nie jest narażona na ich niszczące działanie. Ponadto układ ten pozwala na zachowanie dużej pojemności cieplnej warstwy konstrukcyjnej, która łagodzi zmiany temperatur w przerwach ogrzewania „oddając” zgromadzone ciepło do wnętrza pomieszczeń.

EFEKTYWNY ETICS, CZYLI BEZSPOINOWY SYSTEM OCIEPLEŃ ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH

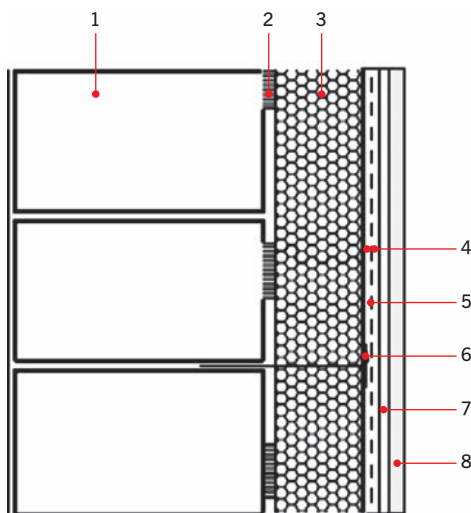
ETICS jest obecnie najbardziej popularną metodą izolowania termicznego i wykańczania ścian zewnętrznych. Wymagania techniczno-technologiczne projektowania oraz warunki techniczne wykonania i odbioru robót ociepleniowych w systemie ETICS ścian zewnętrznych budynków zawiera stosowna instrukcja ITB i instrukcje systemodawców.

System ETICS polega na przymocowaniu do ściany układu warstwowego, składającego się z izolacji termicznej (styropianu), warstwy zbrojonej oraz cienkowarstwowej wyprawy tynkarskiej. Układ ten jest mocowany do ściany za pomocą kleju, a w razie potrzeby łącznikami mechanicznymi.

Obecnie, po około 50 latach stosowania ETICS do ocieplenia ścian z zastosowaniem styropianu, ocenia się trwałość tej metody na co najmniej 30 lat, pod warunkiem okresowych przeglądów i niezbędnych napraw wyprawy tynkarskiej, której minimalną trwałość określa się na 5 lat.

Uwaga!

Styropiany Austrotherm są materiałami, które można wkomponować praktycznie w każdy system ETICS.



RYS. 1. Warstwy ściany ocieplone w systemie ETICS

1 – ściana zewnętrzna,
2 – zaprawa klejąca do styropianu,
3 – Austrotherm EPS 042 FASSADA, Austrotherm EPS 040 FASSADA, Austrotherm EPS 038 FASSADA SUPER, Austrotherm EPS FASSADA THERMA, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM REFLEX,
4 – zaprawa klejąca, 5 – siatka z włókna szklanego, 6 – łącznik mechaniczny, 7 – podkład tynkarski, 8 – wyprawa tynkarska

Główne zalety stosowania ETICS to:

- » zmniejszenie zużycia energii cieplnej i poprawa komfortu cieplnego dzięki bardzo dobrej izolacyjności termicznej
- » ograniczenie występowania mostków termicznych dzięki ciągłości izolacji
- » zahamowanie procesu destrukcji konstrukcji budynku poprzez ograniczenie wpływu czynników zewnętrznych
- » uzyskanie trwałej i estetycznej elewacji
- » możliwość renowacji zniszczonych elewacji, w tym zabytkowych
- » mały ciężar, co jest istotne przy podłożach o niedostatecznej nośności.

PODSTAWOWY ELEMENT SYSTEMU ETICS – PŁYTY STYROPIANOWE

Płyty styropianowe zapewniają wymaganą izolacyjność cieplną. Do robót izolacyjnych elewacji budynku należy stosować płyty styropianowe:

- » **Austrotherm EPS 042 FASSADA,**
- » **Austrotherm EPS 040 FASSADA,**
- » **Austrotherm EPS 038 FASADA SUPER,**
- » **Austrotherm EPS FASSADA THERMA,**
- » **Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM,**
- » **Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM REFLEX.**

Wysoka gęstość oraz spoiłość tych płyt przekłada się na lepsze parametry mechaniczne systemu (np. odporność na uderzenia całego układu ociepleniowego). Ponadto stabilność wymiarów płyt Austrotherm ułatwia montaż i pozwala uniknąć przerwania ciągłości izolacji.

Zgodnie z instrukcjami dotyczącymi ETICS, wymagania dotyczące płyt styropianowych (poza wymaganiami normowymi) są następujące:

- » wymiary powierzchni – maks. 60×120 cm
- » powierzchnia płyt – szorstka po cięciu z bloku
- » krawędzie – ostre, bez wyszczerbków, proste lub profilowane.

Możliwość zastosowania płyt EPS w ETICS jest regulowana w stosownych przepisach, jak rozporządzenie ministra w sprawie warunków technicznych pod kątem bezpieczeństwa pożarowego (par. 216, pkt 8 i 9):

- » okładzina elewacyjna i jej zamocowanie mechaniczne, a także izolacja cieplna ściany zewnętrznej budynku na wysokości powyżej 25 m od poziomu terenu powinny być wykonane z materiałów niepalnych
- » dopuszcza się ocieplenie ściany zewnętrznej budynku mieszkalnego wzniesionego przed dniem 1 kwietnia 1995 r., o wysokości do 11 kondygnacji włącznie, z użyciem samogasnącego polistyrenu spienionego, w sposób zapewniający nierozprzestrzenianie ognia.

Ważne!

Dział doradztwa technicznego firmy Austrotherm oferuje bezpłatną, fachową pomoc także przy doborze styropianu: techniczny@autrotherm.pl

23

Ważne!

1. Nie istnieją w Polsce żadne formalne wymagania dotyczące stosowania pasów z płyt wełny mineralnej przy ocieplaniu systemem z zastosowaniem styropianu.
2. Masa lub zaprawa klejąca oraz ewentualne łączniki mechaniczne, mocujące płyty do ściany zewnętrznej, zapewniają ich trwałość i optymalne warunki pracy konstrukcji układu ocieplającego.
3. Warstwa zbrojona zapewnia odporność na działanie sił uderzeniowych oraz przeciwdziała skutkom naprężeń termicznych na styku z wyprawą tynkarską.
4. Wyprawa tynkarska stanowi ochronno-dekoracyjne wykończenie ścian, chroniące warstwę ocieplającą przed starzeniem naturalnym, czynnikami erozyjnymi, opadami atmosferycznymi. Stanowi ona jednocześnie kolorystyczną dekorację ściany zewnętrznej.
5. Niezależnie od wymagań, które powinny spełniać poszczególne elementy systemu ETICS, cały układ ociepleniowy musi spełniać wymagania gwarantujące skuteczność i trwałość ocieplenia.
6. Warto stosować gwarantowane styropiany Austrotherm o wyższej gęstości (np. Austrotherm EPS 038 FASADA SUPER, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM, AUSTROTHERM EPS FASSADA PREMIUM REFLEX), bo łączą one najwyższą wytrzymałość i najlepsze właściwości termoizolacyjne wśród styropianów dostępnych na rynku budowlanym.

WARUNKI PRZYSTĄPIENIA DO PRAC OCIEPLENIOWYCH

Prace związane z ociepleniem budynku mogą być prowadzone po uprzednim spełnieniu wymagań wynikających z Ust. Prawo budowlane.

Prace ociepleniowe należy wykonywać zgodnie z zaleceniami systemodawcy, przestrzegając reżimu aplikacyjnego. Przeważnie wykonuje się je w temperaturze nie niższej niż $+5^{\circ}\text{C}$ i nie wyższej niż 25°C , chyba że zalecenia systemodawcy dla danego systemu ociepleniowego dopuszczają inne warunki aplikacyjne. Niedopuszczalne jest prowadzenie powyższych prac w czasie opadów atmosferycznych, na elewacjach silnie nasłonecznionych, w czasie silnego wiatru oraz jeżeli przewidywany jest spadek temperatury poniżej 0°C w przeciągu 24 godz.

MONTAŻ ETICS

Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku w systemie ETICS nie tylko poprawia izolacyjność cieplną budynku, zmniejszając tym samym koszty jego ogrzewania, ale także wygląd i trwałość elewacji. Wszystkie czynności związane z wykonaniem ocieplenia budynku w systemie ETICS należy prowadzić zgodnie z zaleceniami systemodawcy. Przedstawiamy przykładowy zakres prac związany z ociepleniem ścian zewnętrznych.

PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

W przypadku budynków istniejących należy dokładnie sprawdzić jakość podłoża ściennego (wytrzymałość powierzchniową, stopień równości i płaskość powierzchni oraz czystość). Powierzchnię ścian, która stanowić będzie podłoże pod warstwę izolacyjną, należy najpierw oczyścić z resztek zaprawy oraz luźnych kawałków tynku. Kurz, plamy z oleju i inne substancje antyadhezyjne należy zmyć wodą pod ciśnieniem, pamiętając o konieczności całkowitego wyschnięcia podłoża przed rozpoczęciem przyklejania płyt styropianowych. Przy słabo związanych podłożach należy uprzednio sprawdzić ich przyczepność do warstwy konstrukcyjnej i ewentualnie dokonać usunięcia lub wzmocnienia warstwy powierzchniowej.

Wytrzymałość na rozciąganie istniejącego podłoża, oznaczana metodą pull-off, powinna wynosić min. 0,08 MPa. W przypadku trudności z wykonaniem tą metodą oznaczenia na rozciąganie podłoża, można przeprowadzić próbę przyczepności. W tym celu próbki (8–10 sztuk) styropianu o wymiarach 100×100 mm należy przykleić w różnych miejscach elewacji. Klej powinien być przygotowany zgodnie z zaleceniami producenta i rozprowadzany równomiernie na całej powierzchni próbki (grubość warstwy kle-





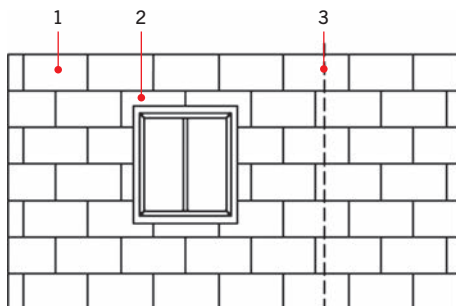
ju około 10 mm). Próbkę należy docisnąć do podłoża. Przyczepność sprawdza się po 3 dniach poprzez ręczne odrywanie przyklejonej próbki. Można przyjąć, że podłoże ma wystarczającą wytrzymałość, jeżeli podczas próby odrywania próbka styropianu ulegnie rozerwaniu. W przypadku oderwania całej próbki z klejem i warstwą fakturą konieczne jest oczyszczenie elewacji ze słabo związanej z podłożem warstwy. Podłoże należy zagruntować środkiem zwiększającym przyczepność. Jeżeli ponowna próba da wynik negatywny, należy zastosować dodatkowe mocowanie mechaniczne lub odpowiednie przygotowanie podłoża.

Przy nierównościach podłoża do 10 mm należy zastosować szpachlówkę systemową lub zaprawę cementową. Przy nierównościach od 10 do 20 mm należy zastosować takie samo rozwiązanie, jak wyżej, ale wykonując je w kilku warstwach. Jeśli nierówności przekraczają 20 mm, wymagane jest skorygowanie powierzchni przez naklejenie materiału termoizolacyjnego odpowiedniej grubości. Zaleca się w tym przypadku dodatkowe mocowanie warstwy zasadniczej układu ociepleniowego za pomocą łączników mechanicznych.

Przed przystąpieniem do termomodernizacji budynku wykonanego w technologii wielkopłytywnej niezależnie od podanego wyżej zakresu prac sprawdzających nośność podłoża, należy wykonać pełną diagnostykę żelbetowych ściennych elementów warstwowych wg instrukcji ITB. Kontrola polega na ustaleniu rodzaju konstrukcji ściany oraz sprawdzeniu w kolejnych etapach stanu technicznego części i elementów oraz ustalenia stopnia ich korozji. Niezbędna jest również dokładna ocena stanu wypełnień kitami plastycznymi połączeń między płytowych. W przypadku złego stanu kitów należy je usunąć i pozostawić spoinę niewypełnioną. Jeśli natomiast stan wypełnienia jest prawidłowy, przed dociepleniem płytami styropianowymi należy zabezpieczyć styk zaprawą klejową, aby uniknąć niebezpieczeństwa rozmiękczającego oddziaływania składników kitu na styropian.

MONTAŻ PŁYT STYROPIANOWYCH

Płyty styropianowe nie powinny być wystawione na działanie czynników atmosferycznych przez czas dłuższy niż 7 dni. Do podłoża należy w pierwszej kolejności przymocować listwę startową, która pozwoli na utrzymanie poziomej linii elewacji. Kleje mineralne należy nanosić na płyty styropianowe tzw. metodą obwodowo-punktową tak, aby jej łączna powierzchnia pokrywała nie mniej niż 40% płyty. Po nałożeniu zaprawy klejącej, płytę należy niezwłocznie przyłożyć do ściany w przewidzianym dla niej miejscu i docisnąć, aż do uzyskania równej płaszczyzny z sąsiednimi płytami. Masę klejącą wyciśniętą poza obrys płyt należy usunąć. W przypadku niewłaściwego przyklejenia płyty, należy ją oderwać, oczyścić z masy klejącej, ponownie nałożyć klej na płytę i powtórzyć czynność mocowania. W przypadku zastosowania klejów poliuretanowych piankę niskorozprężną należy nanosić na płytę styropianową zgodnie z zaleceniami producenta kleju lub systemodawcy.



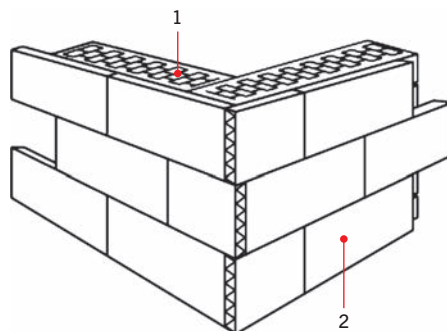
RYS. 2. Układ płyt styropianowych na powierzchni ściany

1 – Austrotherm EPS 042 FASSADA, Austrotherm EPS 040 FASSADA, Austrotherm EPS 038 FASADA SUPER, Austrotherm EPS FASSADA THERMA, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM REFLEX,
2 – rozmieszczenie płyt wokół otworu okiennego,
3 – złącze dwóch fragmentów ścian

Płyty styropianowe należy przyklejać poziomo wzdłuż dłuższych krawędzi, z zachowaniem mijankowego układu spoin pionowych. Na ścianach z prefabrykatów płyty należy tak przyklejać, aby styki między nimi nie pokrywały się ze złączami ścian. Spoiny między płytami nie mogą też przebiegać w narożach otworów (okiennych, drzwiowych itp.).

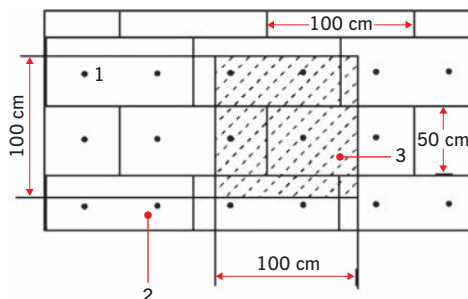
W przypadku dodatkowego mocowania mechanicznego płyt styropianowych liczbę łączników, ich rozmieszczenie z uwzględnieniem wysokości budynku, stref krawędziowych powinna określać dokumentacja projektowa.

Jeśli istnieje potrzeba, zaleca się stosowanie co najmniej 4–5 łączników na 1 m². Przy doborze długości łącznika należy pamiętać, że głębokość zakotwienia w warstwie nośnej



RYS. 3. Układ płyt styropianowych w narożu

1 – ściana zewnętrzna,
2 – Austrotherm EPS 042 FASSADA, Austrotherm EPS 040 FASSADA, Austrotherm EPS 038 FASADA SUPER, Austrotherm EPS FASSADA THERMA, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM REFLEX



RYS. 4. Schemat rozmieszczenia łączników

1 – łącznik mechaniczny,
2 – Austrotherm EPS 042 FASSADA, Austrotherm EPS 040 FASSADA, Austrotherm EPS 038 FASADA SUPER, Austrotherm EPS FASSADA THERMA, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM REFLEX,
3 – rozmieszczenie łączników na 1 m² ocieplanej powierzchni

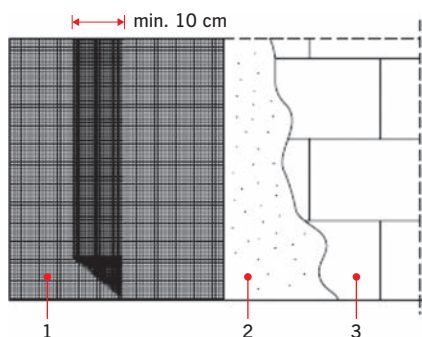
Uwaga!

- » Stosowanie płyt styropianowych o nieodpowiednich parametrach mechanicznych powoduje, że układ ociepleniowy nie ma odpowiedniej wytrzymałości i narażony jest na uszkodzenia mechaniczne.
- » Stosowanie płyt styropianowych, których struktura nie jest zwarta może doprowadzić do rozwarstwienia i odpadania ocieplenia w płaszczyźnie styropian–masa klejąca.
- » Nakładanie niezgodnie z zaleceniami masy klejącej na płytę styropianową lub brak klejenia obwodowego zmniejsza przyczepność docieplenia do ściany, co może powodować jego odpadanie, np. podczas ssania wiatru lub zarysowanie gotowej już elewacji.

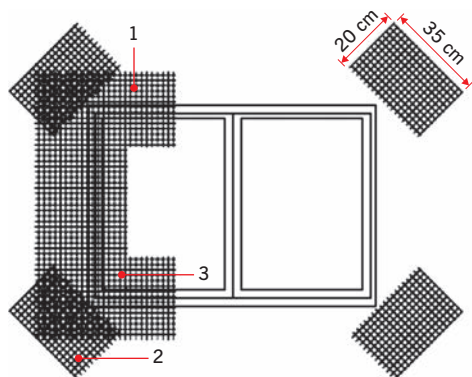
Uwaga!

- » Brak przeszlifowania nierówności na powierzchni płyt i wypełnienie ich masą szpachlowo-klejącą na gotowej wyprawie elewacyjnej tworzy widoczne, zwłaszcza przy bocznym oświetleniu, uskoki i nierówności.
- » Wypełnienie masą klejącą zamiast paskami styropianu lub niskorozprężną pianką uszczelniającą szczelin pomiędzy płytami styropianowymi, powstałych z przyczyn technicznych, powoduje w tych miejscach mostki termiczne widoczne na elewacji w postaci ciemnych linii.
- » Dzięki odpowiednim parametrom wytrzymałościowym styropiany Austrotherm łatwiej dociskać i szlifować, bez uszczerbku dla samego materiału termoizolacyjnego.

27

**RYS. 6. Montaż siatki na powierzchni ściany**

1 – siatka z włókna szklanego, 2 – zaprawa klejąca, 3 – Austrotherm EPS 042 FASSADA, Austrotherm EPS 040 FASSADA, Austrotherm EPS 038 FASADA SUPER, Austrotherm EPS FASSADA THERMA, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM, Austrotherm EPS FASSADA PREMIUM REFLEX

**RYS. 7. Montaż siatki przy otworach okiennych i drzwiowych**

1 – siatka z włókna szklanego, 2 – siatka wzmacniająca naroża otworu, 3 – wywinięcie siatki na ościeża

ściany powinna wynosić co najmniej 6 cm. Nieprawidłowe osadzenie łączników kotwiących przez nadmierne zagłębienie talerzyka w styropianie prowadzi do zerwania jego struktury i osłabienia nośności łącznika.

WYRÓWNYWANIE POWIERZCHNI PŁYT STYROPIANOWYCH

Jeśli na kolejnych arkuszach płyt EPS występują uskoki powodujące nierówności, należy ich powierzchnię w tych miejscach przeszlifować.

WYKONANIE WARSTWY ZBROJĄCEJ

Warstwę zbrojącą z siatki z włókna szklanego należy wykonywać dopiero, gdy klej, którym przyklejono płyty styropianowe, zapewnia ich stabilne przymocowanie. Po tym czasie na płyty nakłada się zaprawę szpachlowo-klejącą i rozprowadza się ją równomiernie pacą ze stali nierdzewnej, np. (zębatą o wielkości zębów 10–12 mm), tworząc warstwę materiału klejącego o powierzchni nieco większej niż przycięty pas siatki zbrojącej. Na tak przygotowanej warstwie szpachlowo-klejoyej rozkłada się siatkę zbrojącą, którą zatapia się przy użyciu pacy ze stali nierdzewnej, szpachlując na gładko. Siatka zbrojąca powinna być całkowicie zatopiona w warstwie klejoyej.

Sąsiednie pasy siatki muszą być układane w ten sam sposób z zakładem nie mniejszym niż 10 cm. Zakłady siatki nie powinny pokry-

**Uwaga!**

Brak nałożenia masy klejącej na styropian przed położeniem siatki sprawia, że siatka oraz wyprawa elewacyjna nie są dostatecznie związane ze styropianem, czego częstym efektem jest rozwarstwianie i odpadanie zewnętrznej warstwy docieplenia.

Zaniżanie grubości zaprawy klejącej służącej do wykonania warstwy zbrojącej prowadzi do znacznego zmniejszenia wytrzymałości tej warstwy i nadmiernego przesuszania zaprawy klejącej w czasie wiązania.

wać się ze spoinami między płytami styropianowymi. Szerokość siatki powinna być tak dobrana, aby możliwe było oklejenie ościeży okiennych i drzwiowych na całej ich głębokości.

Bardzo ważne jest zastosowanie ukośnych prostokątów siatki przy narożach okiennych i drzwiowych, ponieważ ich brak sprzyja pojawianiu się rys na przedłużeniu przekątnych tych otworów.

W przypadku, gdy nie są stosowane kątowniki narożne, to na narożach zewnętrznych siatka powinna zachodzić z obu stron co najmniej 10 cm. Ze względu na niebezpieczeństwo uszkodzenia w części parterowej i cokołowej ocieplanych ścian, zaleca się do wysokości 2 m stosowanie dwóch warstw siatki zbrojącej lub siatki o większej gramaturze, zwanej siatką pancerną. Można także stosować płyty Austrotherm EPS 038 FASADA SUPER, które mają większą wytrzymałość mechaniczną.

WYKONYWANIE WYPRAWY TYNKARSKIEJ

Wyprawę tynkarską należy wykonywać zgodnie z zaleceniami producenta, zazwyczaj nie wcześniej niż po 3 dniach od wykonania warstwy zbrojonej i nie później niż po 3 miesiącach od wykonania tej warstwy. Wyprawę tynkarską należy wykonać zgodnie z projektem oraz instrukcją systemodawcy. Proces nakładania i wiązania tynku powinien przebiegać przy bezdeszczowej pogodzie, w temperaturze podłoża od +5 do +25°C.

Zbyt niska temperatura oraz duża wilgotność względna powietrza znacznie wydłużają proces wiązania tynku. Ponadto, aby nie następowało zbyt szybkie wysychanie tynku uniemożliwiające wykonanie prawidłowej struktury tynku, prace tynkarskie należy wykonywać na powierzchniach nienarażonych na bezpośrednie promieniowanie słoneczne i działanie wiatru.

Po nałożeniu tynku na elewację należy ją chronić przed opadami atmosferycznymi do momentu wstępnego stwardnienia tynku. Miejsca połączeń ocieplenia ze stolarką okienną, drzwiową, obróbkami blacharskimi i dylatacjami należy szczelnie zabezpieczyć materiałami trwale elastycznymi, np. kitami, silikonami, uszczelkami rozprężnymi itp. ■





Styropian Austrotherm - zdrowe serce każdego systemu dociepleń

Dowiedz się więcej na:
www.austrotherm.pl/serce

Styropian dla wymagających

- ▶ rekomendowany przez wiodących producentów systemów ETICS
- ▶ gwarantujący trwałość i bezpieczeństwo elewacji
- ▶ zapewniający maksymalne oszczędności w budżecie domowym

NAJWYŻSZA ZAWARTOŚĆ
czystego styropianu w styropianie

MEDAL EUROPEJSKI



AUSTROTHERM

ODPOWIEDNI MATERIAŁ W ODPOWIEDNIM MIEJSCU

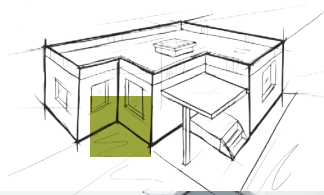
Dobór odpowiedniego materiału do izolacji ścian zewnętrznych może sprawić problem nawet najbardziej doświadczonym wykonawcom. Mnogość materiałów izolacyjnych na rynku, a co za tym idzie – teorii na temat wyższości jednego rozwiązania nad innymi, czasem utrudnia podjęcie decyzji.

Bez wątpienia materiał izolacyjny powinien spełniać swoją podstawową funkcję, czyli izolować. Zazwyczaj głównym kryterium oceny jakości ocieplenia jest wartość współczynnika przewodzenia ciepła λ (W/(m·K)). Jednak różnica w jego wartości rzędu 0,001 – np. pomiędzy $\lambda = 0,036$ a $\lambda = 0,035$ W/(m·K) – oznacza mniej niż 1 cm różnicy grubości izolacji, więc nie stanowi to rozstrzygającego argumentu. W kontekście ocieplenia ścian zewnętrznych jest to wręcz kwestia pomijana.

Skoro większość produktów nie różni się znacząco pod względem izolacyjności, na co warto zatem zwrócić uwagę?

Jako istotne parametry wymienić należy wytrzymałość na rozciąganie do powierzchni czołowych TR, naprężenie ściskające CS(10) czy stabilność wymiarową w określonych warunkach, która zapewnia, że użyty materiał jest trwały i niezmienny w czasie.

W połączeniu z zerową rozszerzalnością termiczną wełny skalnej, materiał pozwala niemal całkowicie wyeliminować liniowe mostki termiczne, powstające na styku połączeń płyt izolacyjnych. Od strony wykonawczej oznacza to, że nie trzeba dodatkowo uszczelniać krawędzi ocieplenia, np. uzupełniać szczelin pianą lub drobnymi elementami ocieplenia.



Poza tym, dzięki możliwości stosowania łączników (termodybli), można wyeliminować mostki punktowe, które często są przyczyną tzw. „efektu biedronki”.

WYKORZYSTAĆ NATURALNE WŁAŚCIWOŚCI SKAŁY

Tak jak wszystkie produkty z wełny skalnej ROCKWOOL, tak i płyty do izolowania ścian zewnętrznych są niepalne i sklasyfikowane w najwyższej klasie reakcji na ogień – A1. Biorąc pod uwagę regulacje prawne, związane ze stosowaniem pośrednich zabezpieczeń pożarowych w postaci pasów kondygnacyjnych czy obróbki otworów okiennych i drzwiowych wykonanych z materiałów niepalnych, właściwości wełny skalnej plasują ją na pierwszym miejscu wśród fasadowych materiałów izolacyjnych.

Dodatkowo wełna skalna, dzięki swej włóknistej budowie, jest w stanie pochłaniać i wygłuszać niepożądane dźwięki z otoczenia, co poprawia komfort życia w budynku. Natomiast paroprzepuszczalność wełny skalnej pozwala parze wodnej swobodnie wydostać się z przegród budynku, minimalizując ryzyko rozwoju pleśni i grzybów. Jest to szczególnie ważne w kontekście wilgoci technologicznej, tj. dużych ilości wody zarobowej, nagromadzonej w tynkach czy gładziach.

KLUCZEM JEST WYKONANIE

Nawet najlepszy materiał nie spełni dobrze swojej funkcji, jeśli nie zostanie zamontowany zgodnie z zasadami sztuki budowlanej i dbałością o detale. Montaż płyt fasadowych z wełny skalnej nie odbiega w żaden sposób od instalacji funkcjonujących na rynku rozwiązań. Niemniej jednak należy pamiętać o zaleceniach producentów oraz instrukcjach wykonawczych, które jasno określają m.in. zakres stosowania produktów, temperatury pracy czy konieczność zachowania przerw technologicznych między kolejnymi etapami.

Podczas ocieplania ścian zewnętrznych metodą lekką mokrą szczególną uwagę trzeba również poświęcić newralicznym miejscom, tj. wszelkim narożnikom i załamaniom, połączeniom ścian zewnętrznych ze skosami połaciowymi dachu, obróbkom stolarki okiennej czy drzwiowej. Pamiętajmy, aby płyty kleić na tzw. mijankę, szczelnie dosuwając je do poprzednio przyklejonych płyt (minimalne przewiązanie to 200 mm). Zwróćmy uwagę na poprawny montaż łączników, aby nie osadzać ich zbyt głęboko i nie doprowadzić do przeciągnięcia izolacji. Dzieje się tak w szczególności wtedy, gdy stosujemy łączniki wbijane.

Przed podjęciem decyzji o wyborze materiału izolacyjnego do ocieplenia ścian zewnętrznych warto zwrócić uwagę na wszystkie jego właściwości, a nie pojedyncze parametry. Rozwiązaniem idealnym są produkty o najlepszych właściwościach izolacyjnych, w relatywnie niskiej cenie, uwzględniające również własności mechaniczne, które gwarantują trwałość i niezmiennosc parametrów ocieplonej elewacji podczas eksploatacji budynku.

KOMPLEKSOWE ROZWIĄZANIA DO RÓŻNYCH ZASTOSOWAŃ

Nowa oferta rozwiązań z wełny skalnej do izolacji ścian zewnętrznych obejmuje produkty do różnego rodzaju zastosowań, począwszy od fasad wykonywanych metodą lekką mokrą (ETICS)

przez fasady wentylowane, po specjalistyczne rozwiązania na potrzeby zabezpieczeń ogniowych czy rozwiązań specjalistycznych do klatek schodowych, ościeży okien i balkonów.

FRONTROCK SUPER

Wełna skalna FRONTROCK SUPER daje gwarancję wykonania trwałej i bezpiecznej fasady. Dzięki dwugęstosiowemu rozwiązaniu (utwardzonej wierzchniej warstwie i zadeklarowanemu parametrowi „point load”) wykonawca ma pewność zabezpieczenia przeciągania kotka w stosunku do innych płyt fasadowych, a jednocześnie możliwość zmniejszenia liczby kotków. Ponadto wierzchnia twarda warstwa o gęstości 150 kg/m^3 zapewnia stabilność i zachowuje sztywność mniejszych kawałków płyty. Natomiast spodnia warstwa płyty kompensuje nierówności powierzchni, tworząc równą płaszczyznę całej fasady.



FRONTROCK PLUS

Dzięki cechom produktu (elastyczności i stabilności wymiarowej) oraz zakresowi grubości (od 50 mm do 250 mm), wykorzystując FRONTROCK PLUS wykonawca może dobrać idealne rozwiązanie do swoich potrzeb, a także dopasować je do trudnych rozwiązań konstrukcyjno-wykończeniowych (np. boniowania). FRONTROCK PLUS ma jeden z najlepszych parametrów izolacyjnych – wartość współczynnika przewodzenia ciepła λ wynosi $0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Ponadto płyta jest lżejsza, co znacznie ułatwia prace montażowe.



FRONTROCK L

Wełna skalna o strukturze lamelowej znajduje zastosowanie w trudnych konstrukcyjnie rozwiązaniach, o specjalnie dobranych grubościach. Dodatkowym ułatwieniem podczas montażu jest brak konieczności kotkowania.



FRONTROCK S

Jest to produkt specjalistyczny, przeznaczony do izolacji klatek schodowych, o bardzo dobrych parametrach akustycznych i termicznych, gwarantujący spełnienie wymagań w zakresie przegród w budynkach wielorodzinnych.



FRONTROCK FS i FRONTROCK FSN

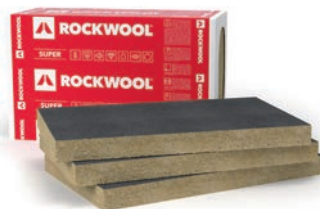
Produkty przeznaczone są do zabezpieczeń pożarowych fasad w systemie ETICS ze styropianu, w formie pasów i izolacji naroży okiennych, pokryte zaprawą gruntującą.



VENTIROCK SUPER i VENTIROCK F SUPER

Jest to produkt o unikatowej, dwugęstościowej strukturze, dzięki której znajduje zastosowanie w pasach nadprożowych budynków wielokondygnacyjnych, spełniając wymagania stawiane materiałom izolacyjnym w zakresie bezpieczeństwa pożarowego. Ma najlepsze właściwości izolacyjne – $\lambda = 0,033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, a dzięki zadeklarowanym parametrom stabilności wymiarowej, klasie reakcji na ogień i nasiąkliwości, rozwiązania oparte na VENTIROCK SUPER (F) są trwałe i bezpieczne.

Produkt zapewnia szczelność izolacji przy jednowarstwowym rozwiązaniu, a dzięki dużej gęstości – również znakomitą izolacyjność akustyczną. Jest dostępny w dwóch wersjach: z welonem szklanym (F) i bez welonu.



33

VENTIROCK PLUS i VENTIROCK F PLUS

Podobnie jak VENTIROCK SUPER, ma dwugęstościową strukturę, dzięki której minimalizuje ryzyko uszkodzeń mechanicznych podczas montażu i zapewnia szczelność izolacji przy jednowarstwowym rozwiązaniu. Produkt o znakomitych parametrach izolacyjności termicznej i akustycznej, dostępny w dwóch wersjach: z welonem szklanym (F) i bez welonu.



VENTIROCK i VENTIROCK F

Lekki materiał o bardzo dobrych parametrach izolacyjnych znajduje zastosowanie tam, gdzie liczy się bezpieczeństwo i trwałość fasady. Produkt dostępny w dwóch wersjach: z welonem szklanym i bez welonu.

**KONTAKT**

ROCKWOOL Polska Sp. z o.o.
www.rockwool.pl

MARCIN FELIKS, MGR INŻ. MARCIN JAROSZYŃSKI

SZARY STYROPIAN W SYSTEMACH ETICS

W Polsce udział szarego styropianu w rynku systemów ociepleń opartych na styropianie stale rośnie i może sięgać nawet 20%. Materiał ten charakteryzuje się obniżoną wartością współczynnika przewodzenia ciepła, co pozwala zmniejszyć grubość płyt przy zachowaniu wysokich parametrów termoizolacyjnych.

Od stycznia 2021 r. obniżono minimalne wartości współczynnika przenikania ciepła, przede wszystkim ścian i stropodachów, co oznacza zwiększenie izolacyjności termicznej. Zgodnie z nowelizacją ustawy Prawo budowlane [1] zmiany te dotyczą zarówno nowo wznoszonych budynków, jak i tych podlegających termomodernizacji. Wspomniany harmonogram, wraz z pierwszym etapem wprowadzonym w 2014 r., podano w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2]. W **TABELI 1** przedstawiono docelowe minimalne grubości izolacji styropianowej przykładowych rozwiązań.

ZALETY SZAREGO STYROPIANU

Grubość termoizolacji wpływa na grubość całej przegrody (w tym przypadku ściany zewnętrznej), która może osiągać znaczne wartości. Wzrost grubości ściany zewnętrznej przekłada się również na grubość ościeży otworów okiennych, co ma duże znaczenie dla efektywnego doświetlenia pomieszczeń wewnątrz budynku. Alternatywą dla standardowego styropianu i innych materiałów do izolacji fasad w systemach ociepleń stają się szare płyty styropianowe – o obniżonej wartości współczynnika przewodzenia ciepła.

Wartości współczynnika λ standardowych, białych płyt styropianowych wynoszą od 0,038 W/(m·K) do nawet 0,045 W/(m·K) (Polskie Stowarzyszenie Producentów Styropianu do ocieplania ścian zewnętrznych zaleca płyty o λ nie wyższej niż 0,040 W/(m·K)). Tymczasem szare płyty styropianowe osiągają wartość współczynnika λ na poziomie 0,031 W/(m·K), co efektywnie pozwala zredukować grubość izolacji (o co najmniej 20% w stosunku do płyt o $\lambda = 0,040$ W/(m·K)).

Lepsze właściwości termiczne szarego styropianu niż standardowych białych płyt osiągane są dzięki ograniczeniu strat ciepła, do jakich dochodzi w wyniku promieniowania. Szare zabarwienie płyt, które jest wynikiem zastosowania polistyrenu spienialnego z dodatkami uszlachetniającymi w postaci grafitu, sadzy lub związków aluminium, powoduje odbijanie

Odmiana styropianu	Materiał konstrukcyjny ściany	Od 1 stycznia 2014 r.		Od 1 stycznia 2021 r.	
		U_{Cmax} ściany [W / (m ² ·K)]	Min. gr. izolacji styropianowej [cm]	U_{Cmax} ściany [W / (m ² ·K)]	Min. gr. izolacji styropianowej [cm]
Styropian biały do fasad o $\lambda = 0,040$ W/(m·K)	Gazobeton gr. 24 cm (odmiana 600) i $\lambda = 0,17$ W/(m·K)	0,25 (poprawka $\Delta U = 0,05$)	14	0,20 (poprawka $\Delta U = 0,05$)	21
	Pustak ceramiczny gr. 25 cm i $\lambda = 0,27$ W/(m·K)		16		23

TABELA 1. Minimalne grubości izolacji styropianowej przykładowych rozwiązań z białym styropianem

Odmiana styropianu	Materiał konstrukcyjny ściany	Od 1 stycznia 2014 r.		Od 1 stycznia 2021 r.	
		U_{Cmax} ściany [W / (m ² ·K)]	Min. gr. izolacji styropianowej [cm]	U_{Cmax} ściany [W / (m ² ·K)]	Min. gr. izolacji styropianowej [cm]
Styropian szary do fasad o $\lambda = 0,031$ W/(m·K)	Gazobeton gr. 24 cm (odmiana 600) i $\lambda = 0,17$ W/(m·K)	0,25 (poprawka $\Delta U = 0,05$)	11	0,20 (poprawka $\Delta U = 0,05$)	16
	Pustak ceramiczny gr. 25 cm i $\lambda = 0,27$ W/(m·K)		13		18

TABELA 2. Minimalne grubości izolacji styropianowej przykładowych rozwiązań z szarym styropianem

lub pochłanianie promieniowania podczerwonego. Skutkiem jest znaczne obniżenie wartości współczynnika przewodzenia ciepła tego materiału. Poza obniżoną wartością współczynnika λ szare płyty charakteryzują się właściwymi dla wymagań ETICS parametrami fizyko-mechanicznymi, co czyni je w pełni kompatybilnymi z systemem ociepleń. Umożliwiają ograniczenie grubości izolacji przy spełnieniu parametrów cieplnych przegrody wymaganych w najbliższych latach (TABELA 2).

APLIKACJA SZAREGO STYROPIANU

Systemy ETICS z płytami styropianowymi to od lat zdecydowanie najczęstszy sposób ocieplenia ścian zewnętrznych. Podstawą tej metody jest kompatybilność odpowiednio dobranych przez systemodawcę wyrobów, tworzących układ warstw, w którym każda pełni konkretne funkcje. Podstawowym zadaniem warstwy izolacji w postaci płyt styropianowych jest uzyskanie odpowiednio wysokiego oporu cieplnego R [(m²·K)/W], a przez to zapewnienie właściwej izolacyj-

ności termicznej ocieplenia. Przydatność płyt styropianowych do ETICS jest jednak określona również innymi cechami fizyko-mechanicznymi, których minimalne wartości określono w stosownym dokumencie odniesienia systemu. Z punktu widzenia założonych właściwości całego ETICS nie ma więc znaczenia, czy w systemie zostaną zastosowane płyty styropianowe białe, szare czy jakiegokolwiek inne. Znaczenie ma bowiem jedynie to, czy poziomy i klasy deklarowanych parametrów tego wyrobu są zgodne z wartościami podanymi we właściwej ocenie technicznej systemu, w którym mają być zastosowane. Na polskim rynku dostępne są już systemy ETICS, w których wymagane kryteria izolacyjności termicznej – ze względu na wartość współczynnika przewodzenia ciepła λ [W/(m · K)] założonej izolacji – spełniają wyłącznie szare płyty styropianowe. Są to systemy przeznaczone przede wszystkim do budownictwa o niskim zapotrzebowaniu na energię.

Gdy niespełna dziesięć lat temu szare płyty styropianowe pojawiły się w ofercie producentów styropianu, po kilku zastosowaniach w środowisku wykonawców utarło się przekonanie, że wymagają one specjalnego podejścia. Jak się szybko okazało, wynikało to z niestosowania się do zaleceń systemodawcy i producenta płyt. Zalecenia realizacji ETICS, poprzednio nazywanego Bezspoinowym Systemem Ocieplania, czy jeszcze wcześniej metodą lekką mokrą, dotyczące tzw. reżimu aplikacyjnego, od samego początku były wyraźnie zdefiniowane – w pierwszych instrukcjach ITB w latach 90. (i w późniejszych wydaniach), w zaleceniach i kartach technicznych systemodawców czy w wydawnictwach Stowarzyszenia na Rzecz Systemów Ociepleń. Odstępstwa od tych zaleceń są niezgodne z przepisami i trudno je usprawiedliwiać faktem, że przy użyciu białego styropianu nieprawidłowe postępowanie czasem nie rodzi konsekwencji. Reżim aplikacyjny przy realizacji ETICS z płytami styropianowymi jest w zasadzie taki sam zarówno przy zastosowaniu płyt szarych, jak i standardowych. Wynika on z cech samych wyrobów wchodzących w skład systemu oraz z potrzeby zapewnienia odpowiednich warunków dojrzewania i stabilizacji procesów wilgotnościowych zachodzących w kolejnych etapach realizacji ETICS.

Wśród podstawowych zaleceń poprawnego wykonania ETICS do płyt styropianowych odnoszą się następujące:

- » płyty styropianowe z powodu wrażliwości na działanie czynników zewnętrznych powinny być składowane w sposób zapewniający ich ochronę przed działaniem warunków atmosferycznych, promieni ultrafioletowych, materiałów zawierających rozpuszczalniki itp., mogących mieć wpływ na pogorszenie parametrów;
- » osłony ochronne na rusztowaniach pozwalają zapewnić właściwe warunki aplikacji oraz zabezpieczenie dopiero co wykonanych warstw systemu w fazie ich wiązania, a także samych materiałów będących jego elementami. Płyty styropianowe również na etapie zabudowy potrzebują tego typu ochrony – szczególnie płyty szare, które ze względu na ciemny kolor absorbują więcej promieni słonecznych (powierzchnie bardziej się nagrzewają). Związane jest to z powszechnym zjawiskiem fizycznym dotyczącym tzw. współczynnika odbicia światła HBW. W przypadku szarych płyt wartość HBW jest na stosunkowo niskim poziomie, co może powodować powstawanie okresowych naprężeń termicznych na powierzchni tych płyt, do czasu zakrycia ich kolejną warstwą systemu;
- » do przyklejenia płyt styropianowych w przypadku typowych podłoży budowlanych używa się fabrycznie przygotowanych zapraw klejących. Zaprawę klejącą należy przygotować według



FOT. Ze względu na rosnące wymagania dotyczące budownictwa można się spodziewać, że udział szarego styropianu w rynku ociepleń będzie rósł; *fot.: Polskie Stowarzyszenia Producentów Styropianu*

zaleceń producenta zapisanych w instrukcjach i kartach technicznych. Nakładanie kleju na płytę styropianową powinno być wykonane metodą obwodowo-punktową. Naniesiona zaprawa powinna stanowić ok. 40% efektywnej powierzchni płyty mocowanej do podłoża. Można również pokryć klejem całą powierzchnię płyty za pomocą pac grzebieniowych. Do przyklejenia płyt styropianowych odpowiednie są także nisko rozprężne kleje poliuretanowe, o ile są one uwzględnione w specyfikacji technicznej danego systemu. Stosowanie tego typu klejów poliuretanowych do styropianu powinno być zgodne z zaleceniami producenta zapisanymi w instrukcjach i kartach technicznych;

» wykonanie warstwy zbrojonej powinno nastąpić w najkrótszym możliwym czasie po przyklejeniu płyt styropianowych (z zachowaniem tzw. okresu karencji), po odpowiednim przygotowaniu powierzchni (przeszlifowaniu tarką do styropianu lub grubym papierem ściernym wszelkich uskoków i nierówności). Jeśli w izolacji są widoczne szczeliny, należy je najpierw wypełnić (np. odpowiednią pianą poliuretanową).

Z analizy najczęściej zgłaszanych problemów dotyczących trudności aplikacyjnych szarych płyt styropianowych czy ich zachowania po przyklejeniu do ściany można stwierdzić, że trudności dotyczyły sytuacji, w których zbagatelizowano zalecenia systemodawcy i producenta płyt styropianowych w zakresie warunków przechowywania i aplikacji. Od kilku lat zauważalny jest jednak wzrost świadomości środowiska wykonawców dotyczącej aplikacji szarych płyt styropianowych, stąd zgłaszane problemy odnoszą się częściej do sytuacji, w których ocieplenie ścian zewnętrznych realizowane jest w systemie gospodarczym.

ROZWIĄZANIA ETICS Z SZARYM STYROPIANEM W POLSCE I NA RYNKU EUROPEJSKIM

Głosy środowiska wykonawców na temat rygorów aplikacyjnych wynikających z kolorystyki tego rodzaju płyt przyczyniają się do dalszego rozwoju technologicznego płyt styropianowych z dodatkami uszlachetniającymi. W ofercie można znaleźć (określane jako przeznaczone do zastosowania w ETICS) szare płyty styropianowe, których powierzchnia zewnętrzna jest dodatkowo zabezpieczona przed bezpośrednim oddziaływaniem czynników zewnętrznych specjalną cienką powłoką ochronną w jasnym kolorze lub której zewnętrzną część stanowi kilkumilimetrowa warstwa białego styropianu. Warto jednak zaznaczyć, że chociaż rozwiązania takie ułatwiają stosowanie tego rodzaju płyt styropianowych, nie zwalniają one wykonawcy z zachowania wymaganego reżimu aplikacyjnego.

Ze względu na rosnące wymagania dotyczące budownictwa – w szczególności w zakresie oszczędności energii, można się spodziewać, że udział szarego styropianu w rynku ociepleń (a co za tym idzie w systemach ETICS) oraz zapotrzebowanie na ten materiał będą rosły. Trend ten widoczny jest na polskim rynku szczególnie wyraźnie w ostatnich latach. Szacuje się, że udział szarych płyt styropianowych przeznaczonych do ETICS to nawet 20% z całości, jaka w 2014 r. została zabudowana na ścianach budynków w Polsce. Warto zwrócić uwagę, że tendencja ta jest obecna również na innych rynkach europejskich: w Austrii, Szwajcarii czy Niemczech, gdzie ETICS na styropianie został wręcz zdominowany przez szare płyty.

LITERATURA

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (DzU 1994 nr 89 poz. 414).
2. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2013 poz. 926).

MARCIN FELIKS – doradca techniczny i praktyk budowlany, od 1993 roku zawodowo związany z budownictwem, od 1997 roku z branżą termoizolacji i systemów izolacyjnych. Wchodzi w skład Komisji Technicznych Polskiego Stowarzyszenia Producentów Styropianu i Stowarzyszenia na Rzecz Systemów Ociepleń oraz kilku Komitetów Technicznych przy Polskim Komitecie Normalizacyjnym. Autor wielu artykułów dotyczących izolacji termicznej z EPS i XPS, budownictwa energooszczędnego i nowych rozwiązań w oparciu o styropian. Prelegent wielu konferencji naukowo-technicznych i szkoleń dotyczących zrównoważonego budownictwa.

MARCIN JAROSZYŃSKI ukończył Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy jako inżynier budownictwa w specjalności: konstrukcje budowlane i inżynierskie. Zawodowo związany z branżą styropianu dla budownictwa. Wchodzi w skład Komisji Technicznej Polskiego Stowarzyszenia Producentów Styropianu. Zawodowo interesuje się zagadnieniami z zakresu właściwego wykonawstwa robót budowlanych, w tym izolacji cieplnych, przeciwwodnych i przeciwwilgociowych. Autor artykułów prasy branżowej i wielu szkoleń teoretyczno-praktycznych skierowanych dla obszaru wykonawczego w budownictwie.

OOCIEPLAM dom i walczę ze SMOGIEM



Akcja społeczna

• www.termomodernizacja.org

PATRONI AKCJI



ORGANIZATOR AKCJI



WSPIERAJĄ NAS



» Skuteczna izolacja. I nie tylko. «

DR INŻ. ANNA LIS

40

ENERGOOSZCZĘDNE ROZWIĄZANIA STOSOWANE PRZY WYMIANIE LUB RENOWACJI OKIEN

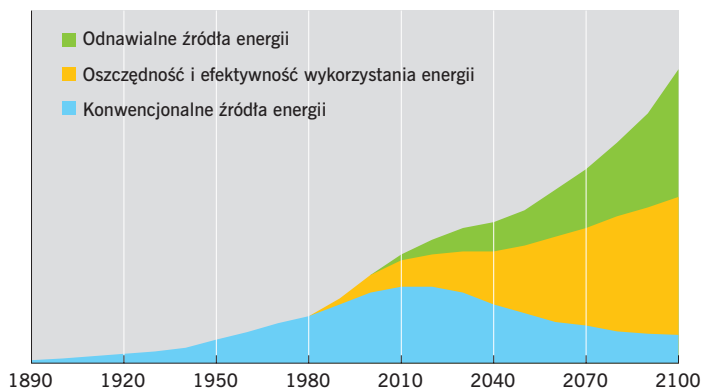
Ze względu na znacznie niższą izolacyjność termiczną w stosunku do przegród nieprzezroczystych przeszklenia stanowią słabe miejsce w okrywie budynków. Pełnią jednak w nim wiele ważnych funkcji.

Okna umożliwiają oświetlenie wnętrza światłem dziennym, zapewniają odpowiednią ilość powietrza w pomieszczeniach oraz stwarzają poczucie łączności z otoczeniem. Z przeszkleniem elewacji wiąże się również wykorzystanie zysków ciepła od promieniowania słonecznego, tak ważne w budynkach niskoenergetycznych. Zwiększony udział zysków w bilansie cieplnym budynków ma jednak miejsce w początkowych i końcowych miesiącach sezonu grzewczego oraz dla pomieszczeń z przeszkleniem w elewacji południowej. W trakcie eksploatacji budynków okna przyczyniają się do powstawania znacznych strat ciepła na przenikanie, co jest szczególnie istotne w budynkach, które charakteryzują się dużym przeszkleniem elewacji. Niższa temperatura na wewnętrznej powierzchni okien oraz w ich pobliżu w okresie zimowym, a także nadmierne zyski w okresie letnim, mogą prowadzić do utraty komfortu cieplnego osób przebywających w pomieszczeniach. Problem stanowią tu zwłaszcza budynki stare, w których jakość stolarki, jej izolacyjność i szczelność jest w złym stanie, co pogłębia straty ciepła i jego zużycie.

OKNA A OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII

Spośród ok. 6 mln budynków eksploatowanych na terenie Polski mniej więcej 85% powstała przed 1991 r. i charakteryzuje się wysoką energochłonnością [1, 2]. Jednym z elementów racjonalizacji zużycia energii w budownictwie są przedsięwzięcia związane z termomodernizacją budynków. W obliczu stałego wzrostu zapotrzebowania na energię uważa się, że oszczędność i efektywne jej wykorzystanie stanie się alternatywnym i istotnym źródłem energii (RYS. 1).

Wprowadzanie innowacyjnych technologii i rozwiązań oraz stopniowe dostosowywanie istniejących zasobów do standardów budownictwa energooszczędnego łączy efekty energetyczne i ekonomiczne z dbałością o komfort użytkowników oraz ograniczaniem negatywnego wpływu budynków na środowisko. Szacuje się, że roczne oszczędności energii osiągnięte dzięki termomodernizacji mogą w 2030 r. osiągnąć ok. 26% zużycia z roku 2013 [4].



RYS. 1. Wzrost światowego zapotrzebowania na energię i źródła jego pokrycia na przestrzeni lat; rys.: na podstawie danych firmy Schüco [3]

- » 10–12% dla regularnych przeglądów i remontów kotłów c.o.,
- » 50–80% dla modernizacji systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej z wykorzystaniem OZE.

Izolacyjność cieplna stolarki w budynkach istniejących w znacznym stopniu odbiega od obecnych wymagań. Wymagania w zakresie izolacyjności stolarki zostały wprowadzone w Polsce dopiero w 1983 r. Maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła przyjmowana dla okna wynosiła wówczas $2,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Stare drewniane okna pojedynczo szklone mogą mieć wartość współczynnika przenikania ciepła nawet na poziomie $5,0\text{--}6,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ i tu potencjał racjonalizacji zużycia ciepła w wyniku ich renowacji czy wymiany może sięgać 40–80% [5].

Od stycznia 2021 r. wymaganą wartością z zakresu izolacyjności cieplnej jest $U_{\max} = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ [6]. Zważywszy, że od 2021 r. budynki powinny być zeroenergetyczne, to wartości podane w warunkach technicznych są wyższe od tych proponowanych nawet dla budynków pasywnych (standard NF 15), natomiast dla budynków energoszczędnych (standard NF 40) odpowiadają obecnym wymaganiom [7] (TABELA 1).

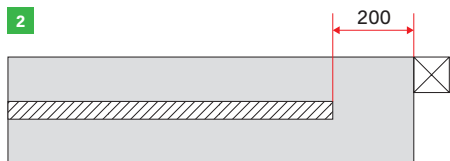
Niska izolacyjność cieplna stolarki jest przyczyną znacznych strat ciepła z budynków. Straty ciepła przez okna mogą stanowić nawet do 45% w zależności od typu budynku, ich izolacyjności termicznej oraz powierzchni. Ale nie tylko poziom izolacyjności cieplnej w przypadku okien ma decydujący wpływ na straty ciepła i wzrost jego zużycia. Duża szczelność w przypadku starych okien wpływa na obniżanie się temperatury powietrza we wnętrzach nie tylko w pobliżu okien, ale i z dala od nich, zwłaszcza w czasie wietrznej pogody. Na podstawie prowadzonych badań

stwierdzono, że w przypadku nieszczelnych okien temperatura powietrza w środku pomieszczeń na wysokości 1,5 m od podłogi była od 2°C do 9°C niższa niż w przypadku szczelnych okien. Gradient temperatury kształtował się na poziomie $1,5\text{--}2,5^\circ\text{C}/\text{m}$ i $4\text{--}6,5^\circ\text{C}/\text{m}$. Stwierdzono równocze-

Wymagania według		$U_{\max} [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$
Warunki techniczne [6]	od 1.01.2017	1,1
	od 1.01.2017	0,9
NF 40 [7]	od 5.12.2015	1,1
NF 15 [7]	od 5.12.2015	0,8

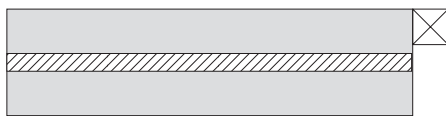
TABELA 1. Wymagania w stosunku do współczynnika U dla okien

2



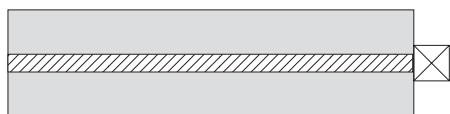
$$\Psi_e = 1,00$$

3



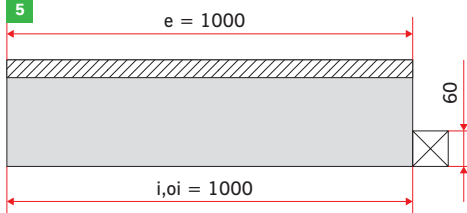
$$\Psi_e = 0,40$$

4



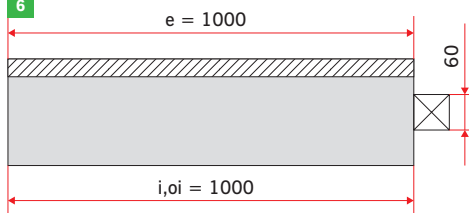
$$\Psi_e = 0,00$$

5



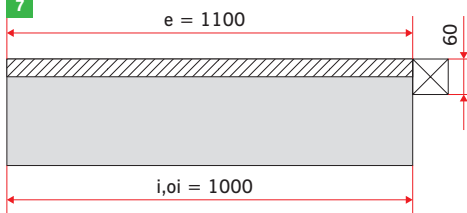
$$\Psi_e = 0,80$$

6



$$\Psi_e = 0,45$$

7



$$\Psi_e = 0,00$$

rys. 2–7. Wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła przy różnych sposobach montażu okna w murze;

rys.: opracowany na podstawie PN-EN ISO 14683:2008 [8]

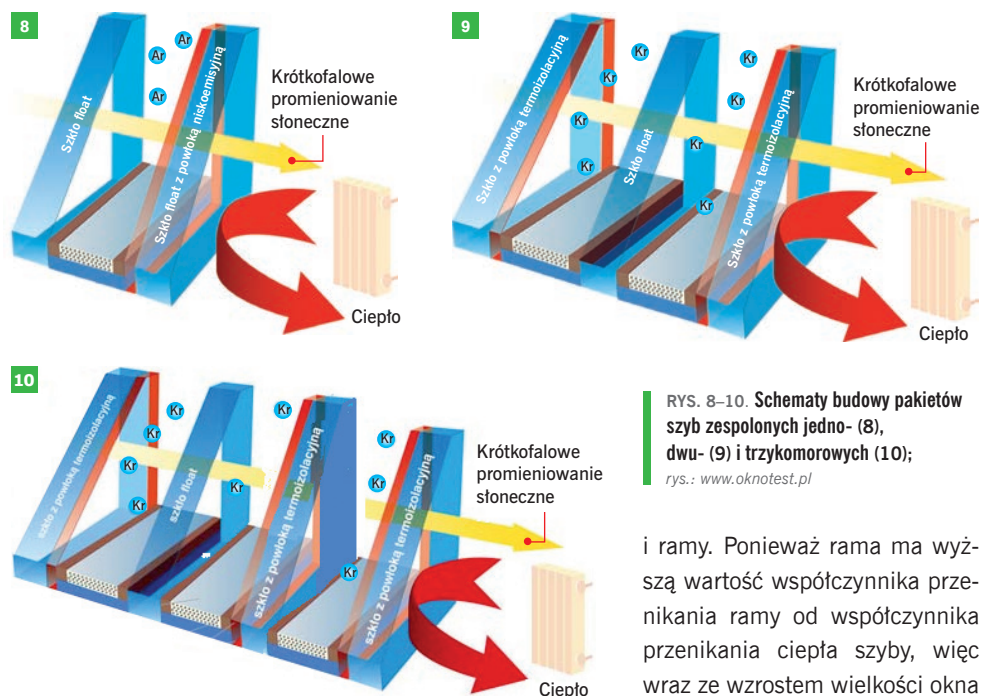
śnie zróżnicowanie temperatur i prędkości przepływu powietrza na głębokości pomieszczeń. W pobliżu nieszczelnych okien notowane temperatury powietrza były od 1°C do 3°C niższe niż w środku pomieszczeń, a prędkość przepływu powietrza wzrastała ok. 4- do 6-krotnie. Obniżenie temperatur z powodu nieszczelnych okien potęgowało wyraźnie zużycie ciepła w badanych obiektach.

Ważnym problemem jest również sposób zamontowania okna w murze, które może tworzyć mostek cieplny o znacznym liniowym współczynnikiem przenikania ciepła i wydatnie zwiększać wartość całkowitego współczynnika przenikania ciepła ścian w stosunku do wartości współczynnika bez liniowych mostków cieplnych. Wartości liniowych współczynników przenikania ciepła przy różnych rodzajach umieszczenia okna w murze dwu- i trójwarstwowym przedstawiono na **rys. 2–7**.

ZASTOSOWANIE NOWYCH OKIEN

Najprostszym sposobem poprawy izolacyjności cieplnej w obszarze stolarki budowlanej jest jej wymiana. Na polskim rynku istnieje wielu producentów nowoczesnych, energooszczędnych okien, którzy dostosowali swoją ofertę do zaostających się przepisów w zakresie izolacyjności termicznej.

Wartość współczynnika przenikania ciepła danego okna U_w wyznacza się na podstawie współczynników przenikania ciepła szyby U_g i ramy U_f , pola ich powierzchni oraz dodatku na liniowy mostek cieplny spowodowany łącznymi efektami cieplnymi oszklenia, ramki dystansowej



RYS. 8–10. Schematy budowy pakietów szyb zespolonych jedno- (8), dwu- (9) i trzykomorowych (10);

rys.: www.oknotest.pl

i rami. Ponieważ rama ma wyższą wartość współczynnika przenikania rami od współczynnika przenikania ciepła szyby, więc wraz ze wzrostem wielkości okna maleje wartość jego współczyn-

nika przenikania ciepła.

Stosowane powszechnie szyby zespolone mają konstrukcję jednokomorową. Wzrost izolacyjności termicznej pakietów szybowych można uzyskać przez zwiększenie ilości komór, zastosowanie powłok niskoemisyjnych oraz wypełnianie przestrzeni międzyszybowej gazami o niższej przewodności cieplnej od powietrza, a także użycie tzw. ciepłych ramek dystansowych. Na RYS. 8–10 przedstawiono schematy budowy pakietów szyb zespolonych jedno- dwu- i trzykomorowych.

Gazy stosowane w przestrzeniach międzyszybowych to zwykle argon, którego wartość współczynnika przewodzenia ciepła jest niższa o 32% od powietrza, rzadziej krypton o wartości współczynnika przewodzenia ciepła niższej o 64% od powietrza. Można wykorzystywać również ksenon, którego przewodność cieplna jest niższa od powietrza o 79%, jednak jego koszt jest znaczny. Zastosowanie gazu innego niż powietrze zmniejsza przepływ ciepła przez system szyby zespolonej. W zależności od rodzaju gazu konwekcja w szybie zespolonej posiada wartość minimum dla określonego odstępów między szybami, np. powietrze – ok. 16 mm, argon – 15–18 mm, a krypton – 10–12 mm.

W nowoczesnych rozwiązaniach przynajmniej jedna szyba pokryta jest powłoką niskoemisyjną LE. Szkło takie charakteryzuje się kilkakrotnie niższą wartością współczynnika emisyjności $< 0,2$ niż szkło zwykłe o $\epsilon = 0,837$, ma zdolność do odbijania promieniowania niskotemperaturowego (długofalowego) oraz radykalnie wyższą izolacyjność termiczną dla zestawów szybowych. Współczynnik przepuszczalności światła jest zbliżony do zwykłego szkła bezbarwnego. Powłoki z emisyjnością do 0,01 (1%) są w stanie odbijać do 99% padającego na nie długofalowego promieniowania cieplnego. Pozwala to na niemal całkowitą eliminację strat ciepła w wyniku promieniowania.

Pakiet szybowy	Gaz	g_n [–]	LR [–]	LT [–]	U_g [W / (m ² ·K)]
4 / 16 / 4LE	argon	0,63	0,12	0,80	1,1
4 / 16 / 4GLE	argon	0,50	0,22	0,71	1,0
4 / 10 / 4LE	krypton	0,63	0,12	0,80	1,0
4LE / 10 / 4 / 10 / 4LE	krypton	0,50	0,15	0,71	0,6
4LE / 16 / 4 / 16 / 4LE	argon	0,50	0,15	0,71	0,6
4GLE / 16 / 4 / 16 / 4GLE	argon	0,37	0,32	0,57	0,5

TABELA 2. Parametry zespolonych zestawów szybowych

Obecnie w większości szyb zespolonych stosuje się ramki dystansowe z aluminium. Alternatywę stanowią cienkie profile ze stali szlachetnej charakteryzujące się znacząco niższą przewodnością cieplną niż aluminium. Wytrzymałość mechaniczna i dyfuzyjność tych profili jest porównywalna do parametrów profili aluminiowych. Inne rozwiązanie stanowią ramki dystansowe z tworzyw sztucznych. Wprowadzono też ramki z tworzywa sztucznego i folii ze stali szlachetnej. Profil metalowy może też być zastąpiony specjalną wytłaczaną substancją plastyczną, która w procesie produkcji umieszczana jest między szybami, a po ostygnięciu gwarantuje wymaganą wytrzymałość mechaniczną i szczelność na dyfuzję gazów.

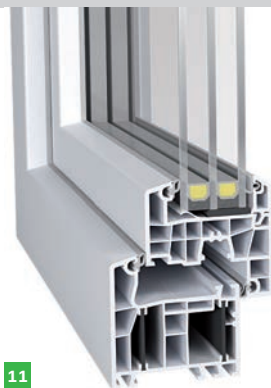
Decydujące dla tej wartości współczynnika przenikania ciepła danego oszklenia U_g są emisyjność powłoki, szerokość przestrzeni międzyszybowej, a także rodzaj oraz stopień wypełnienia gazem szlachetnym. W **TABELI 2** zaprezentowano podstawowe parametry dla kilku przykładowych zestawów szyb zespolonych: g_n – współczynnik całkowitej przepuszczalności energii promieniowania słonecznego dla danego typu oszklenia, LR – współczynnik odbicia promieniowania widzialnego, LT – współczynnik przepuszczania promieniowania widzialnego oraz U_g – współczynnik przenikania ciepła szyby w oparciu o dane zaczerpnięte z wybranych stron internetowych producentów.

Firmy deklarują posiadanie w swojej ofercie trzykomorowych zestawów szyb zespolonych osiągających współczynnik U_g na poziomie 0,4 W/(m²·K) przy wypełnieniu argonem oraz 0,3 W/(m²·K) przy wypełnieniu kryptonem.

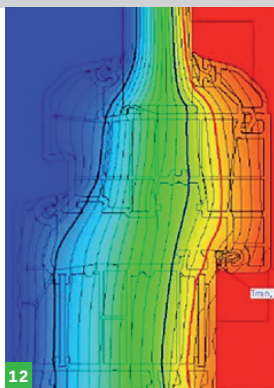
Istotny udział w kształtowaniu się współczynnika przenikania ciepła dla okien mają ich ramy. Wielokomorowe profile i wkładki termoizolacyjne wydatnie redukują przenikanie ciepła. Ważna jest konstrukcja i liczba komór profilu okiennego, a także materiał wkładki. Obecnie standardem jest wykonywanie profili 3-, 4-, 5- oraz 6-komorowych, choć dostępne są również 7- i 8-komorowe. Na **RYS. 11–12** zaprezentowano budowę 5-komorowego profilu z PVC o współczynniku $U_f = 1$ W/(m²·K) wraz z przebiegiem izoterm.

Jako wkładki termoizolacyjne w komorach profili najczęściej stosuje się kształtki styropianowe oraz wypełnienie komór pianą poliuretanową, co pozwala wydatnie obniżyć wartość współczynnika przenikania ciepła okna. W zastosowanym na **RYS. 13–14** rozwiązaniu z ramą aluminiową wartość współczynnika przenikania ciepła okna wynosi 0,52 W/(m²·K) z zestawem trójkomorowym o $U_g = 0,3$ W/(m²·K).

Do niedawna jednym usztywnieniem konstrukcji okiennych były stalowe wzmocnienia. Obecnie stosuje się termoplastyczne wkładki wzmocnione włóknem szklanym z tworzywa Ultradur



11

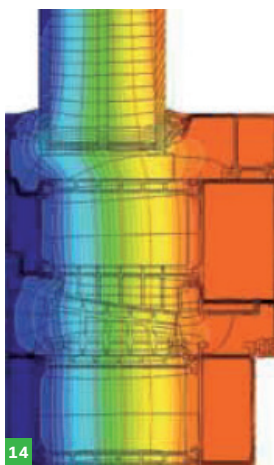


12

RYS. 11–12. Budowa 5-komorowego profilu z PVC oraz przebieg izoterm;
rys.: Aluplast



13



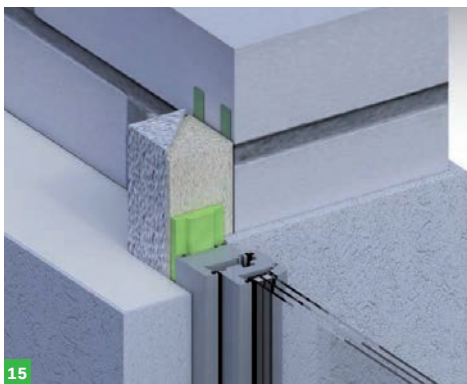
14

RYS. 13–14. Budowa profilu z wkładką termoizolacyjną oraz przebieg izoterm; rys.: Aluprof

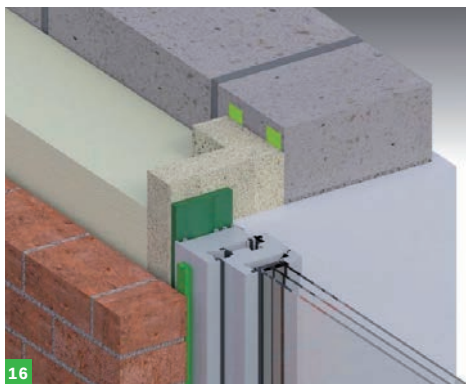
High Speed. Uszczelki gumowe zastąpiono materiałami o wyższej odporności na warunki atmosferyczne czy działanie wody.

Niewłaściwe osadzenie okna w murze może zmniejszyć korzyści wynikające z zastosowania okien o bardzo dobrych właściwościach izolacyjnych, poprzez znaczną wartość dodatku na liniowy mostek cieplny. Utrzymanie odpowiedniej wartości temperatury na wewnętrznej powierzchni ramy i ściany jest istotne również ze względu na możliwość rozwoju pleśni czy wystąpienia kondensacji pary wodnej. Z krzywej punktu rosy wynika, że aby nie dochodziło do niepożądanych zjawisk, temperatura nie może spaść poniżej 12,6°C. Najlepszym rozwiązaniem jest usytuowanie okien w warstwie izolacji, tak aby całkowicie wyeliminować ten mostek cieplny.

Oferowane na rynku rozwiązania systemowe umożliwiają wysunięcie okna poza obrys muru. Zasada usytuowania okien w izolacji odnosi się także do ich montażu w ścianie trójwarstwowej (RYS. 15–16).



15



16

RYS. 15–16. Usytuowanie okna w warstwie izolacji w ścianie dwuwarstwowej (15) i trójwarstwowej (16); rys.: illbruck.com

Usytuowanie okna w warstwie izolacji zabezpiecza także izolację montażową okna oraz zapewnia odpowiednie warunki ciepłno-wilgotnościowe na wewnętrznej powierzchni ściany i ramy. Przebieg izoterm przy usytuowaniu okna w warstwie izolacji w przypadku ściany o konstrukcji dwuwarstwowej i trójwarstwowej przedstawiono na RYS. 17–18.

W przypadku umieszczenia okna w murze ważnym elementem jest wykonanie ocieplenia tak, aby jak najwięcej zakrywało ono ramę okna. Na RYS. 19–20 przedstawiono przebieg izoterm dla połączenia okna ze ścianą w przypadku, gdy okno ma całkowicie odkrytą ramę oraz gdy rama okna jest zastonięta ociepleniem o gr. 5,5 cm.

Przy ocieplonej ramie następuje wzrost temperatury w ścianie w obszarze jej styku z oknem. Dobrym rozwiązaniem byłoby tu także zastosowanie podkładu podparapetowego, np. z twardego styropianu.

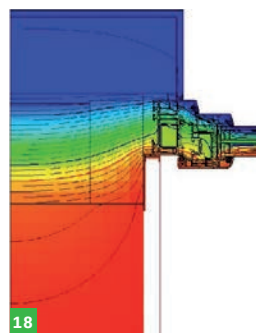
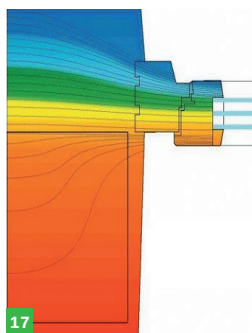
RENOWACJA OKIEN W BUDYNKACH ZABYTKOWYCH

W budynkach zabytkowych, gdzie wymiana okien wiąże się z utratą wartości historycznej budowli, idealnym rozwiązaniem jest ich renowacja. Jednak okna pojedynczo szklone po renowacji, pomimo zwiększenia ich szczelności, nadal będą charakteryzowały się niską izolacyjnością cieplną. Można ją poprawić bez ingerencji w zabytkową strukturę okna przez montaż skrzydeł lub paneli szklonych od strony pomieszczenia – ewentualnie tylko na sezon grzewczy. Stosunkowo tanim rozwiązaniem jest zastosowanie panelu z tworzywa sztucznego mocowanego za pomocą pasków magnetycznych.

Zadanie poprawy izolacyjności cieplnej jest ułatwione w przypadku okien z dwoma skrzydłami – wówczas skrzydło wewnętrzne można wymienić na skrzydło jednoramowe z szybą zespoloną.

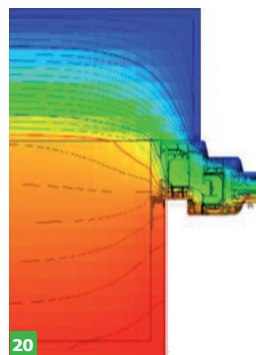
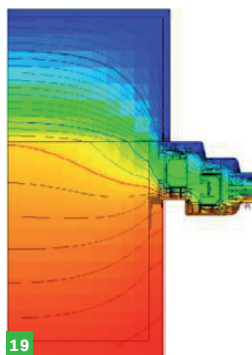
ZABEZPIECZENIA PRZECIWSŁONECZNE

Okna w budynkach to nie tylko problem strat ciepła w sezonie grzewczym. Nadmierne przeszklenia są często przyczyną uciążliwego przegrzewania pomieszczeń w okresie letnim i strat energii



RYS. 17–18. Przebieg izoterm w ścianie dwuwarstwowej (17) i trójwarstwowej (18) przy usytuowaniu okna w warstwie izolacji;

rys.: www.oknagalia.pl



RYS. 19–20. Przebieg izoterm dla połączenia okna ze ścianą przy ramie odsoniętej (19) i ocieplonej (20); rys.: oknagalia.pl

w przypadku ich chłodzenia. Zgodnie z wymaganiami dotyczącymi oszczędności energii należy ograniczać jej dopływ do pomieszczeń w tym czasie. Przepisy regulują tu wartość współczynnika przepuszczalności energii całkowitej okna, przegród szklanych i przezroczystych g, który powinien być nie większy niż 0,35.

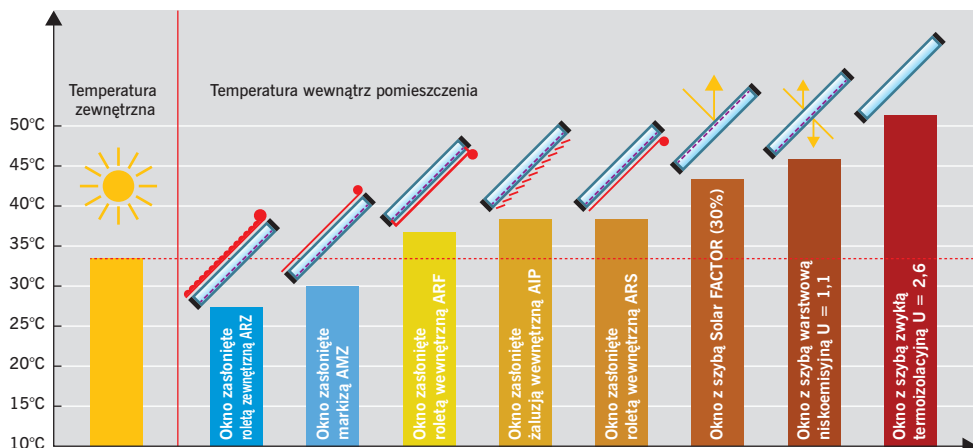
Przegrzewanie pomieszczeń można ograniczyć poprzez zastosowanie szkła refleksyjnego lub absorpcyjnego. Szkło refleksyjne powstaje na bazie szkła float po poddaniu go obróbce polegającej na napyleniu selektywnej powłoki z twardych tlenków metali. Warstwa jest częściowo wtopiona w szło, co zapewnia jej dużą trwałość. Powłoka posiada wysoki współczynnik odbicia promieniowania długofalowego, przez co ogranicza przedostawanie się go do wnętrza. Zastosowanie szyb ze szkłem refleksyjnym chroni pomieszczenia przed zbytnim przegrzewaniem, szczególnie w okresie letnim, a w zimie ogranicza wypromieniowanie ciepła z wnętrza pomieszczenia, zmniejsza jednak zyski ciepła. Szyby ze szkłem refleksyjnym mogą zapewnić odpowiednią ilość dziennego światła, gdyż cechuje je przepuszczalność promieniowania widzialnego w przedziale 40–70%, a refleksyjność szyb utrzymuje się na poziomie 15–45%.

Szyby absorpcyjne produkuje się przez dodanie do stopionego wsadu szklanego tlenków metali, które nadają mu zabarwienie. Szkło to ogranicza i pochłania promieniowanie ciepłe, cechuje je jednak niska refleksyjność i słabe odbicie światła. Działanie składników barwy światła białego powoduje powstanie w pomieszczeniach charakterystycznych barwnych refleksów. Podobnie jak szyby refleksyjne, szyby absorpcyjne służą do ograniczenia przedostawania się do wnętrza budynków promieniowania słonecznego i w efekcie nadmiernego ich nagrzewania. W wyniku absorpcji energii dochodzi do nagrzewania szkła i emisji zredukowanej ilości ciepła do otoczenia i pomieszczenia. Szkło to absorbuje również pewną część promieniowania widzialnego, przez co warunki świetlne w pomieszczeniu ulegają pogorszeniu.

Polecanym rozwiązaniem, szczególnie w budynkach o dużych przeszkleniach, jest zastosowanie osłon przeciwsłonecznych. Osłony nie są, jak powłoki, elementem trwałym, więc można w ich przypadku regulować napływ promieniowania słonecznego do budynku w ciągu roku, nie ograniczając zysków ciepła w sezonie grzewczym i nie powodując nadmiernego przegrzewania pomieszczeń w okresie letnim. Można zastosować osłony zewnętrzne lub wewnętrzne.

Wewnątrz stosuje się zwykłe zasłony, rolety lub żaluzje. Materiałem na rolety mogą być maty, tkaniny, bambus czy papier. Całkowicie zaciemniające rolety pokryte są od strony okna materiałem odbijającym promieniowanie słoneczne. Rolety z prowadnicami nawija się na wałki schowane w kasetach, które mocuje się do listew przyszybowych, ościeżnic, ścian czy sufitów. Rolety wolnowiszące zamiast kasety mają niezabudowaną rolkę, na którą nawija się materiał z zastosowaniem żyłek napinających, biegnących od rolki do dolnej części okna. Rolety plisowane także nie mają kasety, a dzięki dwóm poziomym belkom można przesuwać spłisowaną tkaninę w górę i w dół i zasłaniać dowolny fragment okna. W roletach rzymskich materiał jest poprzedzielany równolegle biegnącymi listewkami, które podczas podciągania unoszą się i układają materiał w harmonijkę. Rolety dzień-noc składają się z dwóch rodzajów tkanin, grubszej zaciemniającej i cieńszej przepuszczającej światło.

Żaluzje, które dokładniej zaciemniają wnętrza w stosunku do rolet, składają się z szeregu równoległych lameli aluminiowych, drewnianych bądź z tworzywa sztucznego, zwisających swobodnie lub w prowadnicach, połączonych ze sobą linkami. Żaluzje z bocznymi prowadnicami zwiększają efekt zaciemnienia po zamknięciu lameli. Vertikale pełnią podobną funkcję jak żalu-



RYS. 21. Temperatura powietrza w pomieszczeniu w zależności od zastosowanych osłon; rys.: fakro.pl

zje, lecz ich lamele są szersze i ustawione pionowo. Od dołu obciążone, poruszają się po szynie zamocowanej do sufitu. Lamelami steruje się za pomocą sznurka lub plastikowego łańcuszka, można obracać je 180° wokół osi.

Rolety zewnętrzne chronią pomieszczenia przed przegrzaniem, a jednocześnie ograniczają straty ciepła przez okna w sezonie grzewczym. Markizy, tak jak rolety zewnętrzne, odbijają promieniowanie słoneczne. Główną ich zaletą jest to, że nie zasłaniają całego okna, a zapewniają lepsze oświetlenie wnętrza światłem dziennym. Markizorolety są rodzajem rolet zewnętrznych ze specjalnie odchylaną poprzeczką, która po uruchomieniu tworzy mały daszek nad częścią okna.

Na RYS. 21 przedstawiono wpływ zastosowania osłon przeciwsłonecznych lub powłok na kształtowanie się wartości temperatury powietrza w pomieszczeniu.

Przedstawione wyniki badań wskazują, że zewnętrzne osłony, tj. rolety czy markizy, najlepiej regulują przenikanie promieniowania słonecznego do pomieszczeń i ograniczają tym samym ich przegrzewanie. W badaniach najlepiej wypadła markiza zewnętrzna, która do ośmiu razy skuteczniej niż roleta wewnętrzna zaciemniająca chroniła wnętrze poddasza przed nagrzaniem.

PODSUMOWANIE

Przez okna traci się więcej ciepła niż przez pozostałą część obudowy ze względu na ich niższe parametry termoizolacyjne. Dobór okien realizowany jest według wymagań kładących nacisk na dostarczenie odpowiedniej ilości światła dziennego oraz wymagań związanych z oszczędnością energii. Izolacyjność cieplna stolarki okiennej w istniejących budynkach w znacznym stopniu odbiega od obecnych wymagań, które w ostatnim czasie uległy znacznemu zaostrzeniu. W dostosowaniu okien do obowiązujących wymagań tkwi znaczny potencjał, jednak działania, które nierzadko należy podjąć, są kosztowne, trudne w realizacji i wykazują długi czas zwrotu poniesionych nakładów.

Istnieje wiele sposobów poprawy izolacyjności termicznej stolarki okiennej, a co za tym idzie obniżenia energochłonności budynków. Oczywistym sposobem wydaje się wymiana okien

na nowe. Nowoczesne zestawy szyb zespolonych z powłokami niskoemisyjnymi, wielokomorowe profile z wkładkami termoizolacyjnymi oraz zastosowane w przestrzeniach międzyszybowych gazy szlachetne zapewniają niski współczynnik przenikania ciepła takich konstrukcji nawet na poziomie $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. W budynkach niskoenergetycznych ważny jest prawidłowy montaż okna i jego właściwe usytuowanie w murze. Dopuszczenie do nieprawidłowości w tym zakresie może zniwelować korzyści wynikające z zastosowania energooszczędnych rozwiązań gwarantujących jego wysoką izolacyjność cieplną.

W przypadku okien w budynkach zabytkowych ich wymiana jest raczej niezalecana z uwagi na utratę wartości historycznej danego budynku. Sama renowacja istniejącej stolarki okiennej nie zapewni jej jednak właściwego poziomu izolacyjności cieplnej. Dlatego też dobrym rozwiązaniem jest tu ewentualny montaż dodatkowego skrzydła czy panelu od strony wewnętrznej.

Zyski ciepła tak pożądane w sezonie grzewczym stanowią poważny problem w okresie letnim, kiedy dochodzi do uciążliwego przegrzewania pomieszczeń i utraty komfortu ciepłego oraz zwiększenia zapotrzebowania na energię w przypadku chłodzenia pomieszczeń. Prosty sposób na wyeliminowanie tego problemu jest zastosowanie osłon przeciwsłonecznych, np. rolet zewnętrznych, które w okresie letnim w największym stopniu chronią pomieszczenia przed przegrzaniem, ale jednocześnie mogą ograniczać straty ciepła w zimie i nie uszczuplać zysków ciepła od promieniowania słonecznego.

LITERATURA

1. Gospodarka mieszkaniowa w 2015 r., Informacje i opracowania statystyczne, GUS, Warszawa 2016.
2. Zamieszkane budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań, GUS, Warszawa 2013.
3. Materiały reklamowe firmy Schüco, www.schueco.com.
4. A. Guła i in., „Strategia modernizacji budynków. Mapa drogowa 2050”, Instytut Ekonomii Środowiska, Kraków 2014.
5. R. Geryło, J. Żurawski, „Techniczne możliwości poprawy efektywności energetycznej budynków historycznych wprowadzenie” [w:] „Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej 11. Dni Oszczędzania Energii, Poprawa efektywności energetycznej budynków objętych ochroną konserwatorską”, Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska, Wrocław 2014 (tekst na CD-ROM).
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 r., nr 75 poz. 690 ze zmianami, tekst jednolity DzU z 2015 r., poz. 1422).
7. Wytyczne do weryfikacji projektów budynków mieszkalnych, zgodnych ze standardem NFOŚiGW, <http://www.nfosigw.gov.pl>.
8. PN-EN ISO 14683:2008, „Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.

ANNA LIS ukończyła konstrukcje budowlane i inżynierskie na kierunku budownictwo Politechniki Częstochowskiej. Pracuje w Katedrze Organizacji i Technologii Budownictwa na Wydziale Budownictwa Politechniki Częstochowskiej. Zajmuje się zagadnieniami związanymi z fizyką budowli, budownictwem energooszczędnym oraz racjonalizacją zużycia energii w budownictwie.

TERMOMODERNIZACJĘ CZAS ZACZAĆ

Potrzeba ograniczenia ilości smogu, a tym samym pyłów zawieszonych PM10 i PM2,5, spowodowała, że termomodernizacja stała się tematem wiodącym w ostatnich latach. Jak podaje Stowarzyszenie Producentów Wełny Mineralnej: Szklanej i Skalnej MIWO, zanieczyszczenie powietrza wspomnianymi pyłami jest związane głównie – bo aż w 80% – z ogrzewaniem budynków mieszkalnych. Takie stwierdzenia nie napawają optymizmem, ale dzięki wprowadzeniu w życie konkretnych inwestycji termomodernizacyjnych sytuacja może, a nawet musi się poprawić.

Celem termomodernizacji jest poprawa efektywności energetycznej budynku, czyli ograniczenie zużycia energii przez pojedyncze gospodarstwo, co niesie za sobą niższe koszty ogrzewania zimą i chłodzenia latem. Kolejną kwestią jest poprawa komfortu użytkowania budynku oraz zminimalizowanie negatywnego wpływu eksploatacji budynku na środowisko.

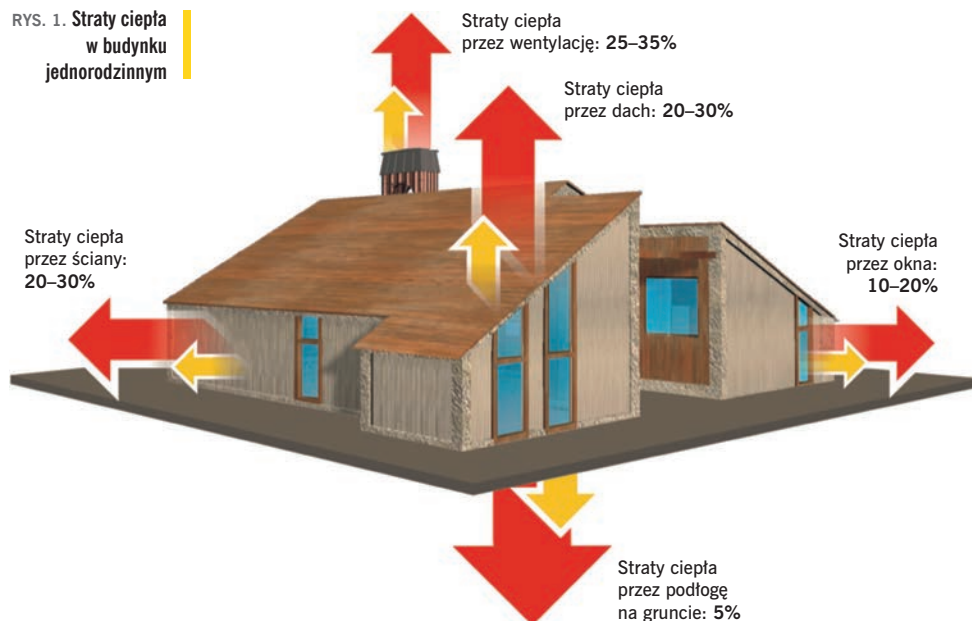
Obniżenie zapotrzebowania naszego budynku na energię wiąże się z ociepleniem wszystkich zewnętrznych przegród budynku, ewentualną wymianą okien/drzwi, usprawnieniem wentylacji, montażem urządzeń i instalacji grzewczych, a czasem nawet zmianą źródła ciepła. Jak widać, kompleksowa termomodernizacja to nie pojedyncze działanie lecz szereg prac. Pierwszą inwestycją termomodernizacyjną powinna być termomodernizacja przegród zewnętrznych, a dopiero w następnej kolejności modernizacja instalacji wewnętrznych c.o. oraz c.w.u. i wymiana źródła ciepła – na dłuższą metę jest to najlepsze pod względem ekonomicznym rozwiązanie.

Bardzo ważna przed podjęciem jakichkolwiek działań jest ocena stanu technicznego budynku podlegającego termomodernizacji. Specjalista, w tym



FOT. 1. Renowacja całej połaci dachowej

RYS. 1. Straty ciepła w budynku jednorodzinnym

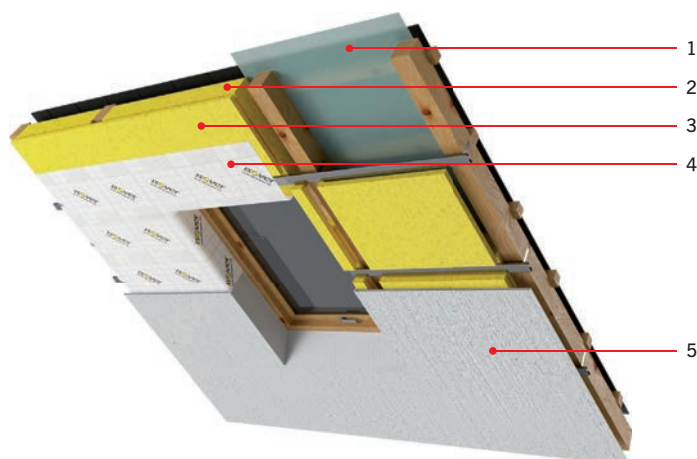


przypadku audytor energetyczny, określi dokładnie co, kiedy i jak wykonać, żeby termomodernizacja była jak najbardziej optymalna pod względem technologicznym i ekonomicznym.

Zaleca się izolowanie i termomodernizację w pełnym zakresie do standardu domu niemal zeroenergetycznego, co daje najbardziej wymierne rezultaty i komfort. Osiągnięcie tego efektu nie zawsze jest możliwe, mimo to warto skupić się chociażby na izolacji przegród, przez które ucieka najwięcej ciepła. Najważniejsze jest więc ocieplenie kolejno: dachu, ścian i podłogi. Docieplenie nawet jednej przegrody podniesie jakość termiczną budynku i pozwoli zmniejszyć ilość zużywanej energii, redukując koszty eksploatacji.

Przez **dach** możemy tracić aż do 30% ciepła z całego budynku, dlatego w pierwszej kolejności pochyłmy się nad tym tematem. Jeżeli przestrzeń będzie zagospodarowywana, izo-

lacje prowadzi się najczęściej od wewnątrz. Jeżeli izolacja taka,



RYS. 2. Schemat konstrukcji ocieplonego dachu skośnego

- 1 – wiatroizolacja ISOVER np. Draftex Profi,
- 2 – izolacja pomiędzy krokwiami np. Super-Mata Plus,
- 3 – druga warstwa izolacji np. Multimax 30,
- 4 – paroizolacja ISOVER np. Vario®XtraSafe,
- 5 – płyta gipsowo-kartonowa

z różnych względów, jest niemożliwa lub trudna do zrealizowania, najlepszym rozwiązaniem będzie zastosowanie systemu izolacji nakrokwiowej ISOVER Renover, czyli izolacja od strony zewnętrznej dachu. Zaletą montażu docieplenia od wewnątrz jest możliwość przeprowadzania prac niezależnie od pogody. W takim wypadku zaleca się dwuwarstwowe izolowanie przegrody – pomiędzy krokwiami i prostopadle do nich. Proponowane rozwiązanie pozwala zminimalizować mostki cieplne wzdłuż krokwi.

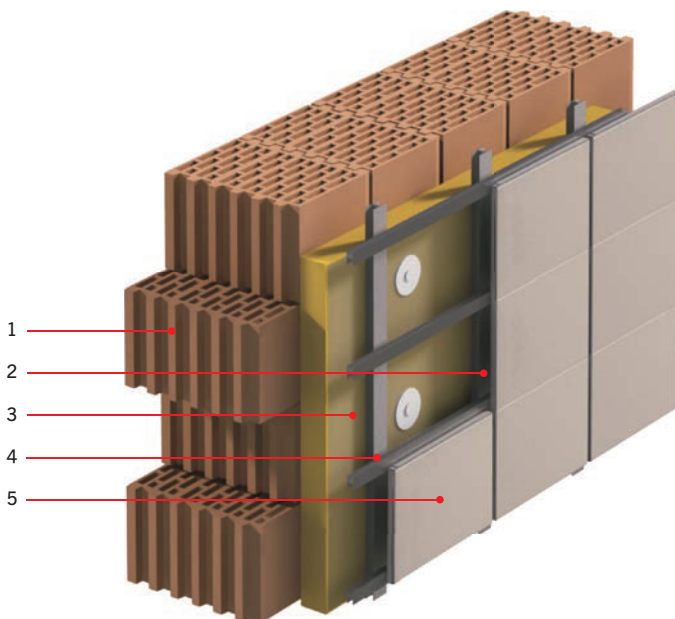
W opisywanej aplikacji najlepiej sprawdzi się bez wątpienia wełna szklana, której elastyczna struktura pozwala na szczelne dopasowanie się materiału do krokwi. Ważna jest grubość zastosowanej izolacji, wpływa bowiem na wartość współczynnika przenikania ciepła U przegrody, a także na kubaturę przestrzeni mieszkalnej. Zalecana grubość termoizolacji w dachu skośnym wynosi 30 cm. Najczęściej jest to 20 cm pomiędzy krokwiami i minimalnie 10 cm dodatkowej warstwy, z doбором wełny mineralnej o możliwie najniższej wartości współczynnika λ (lambda).

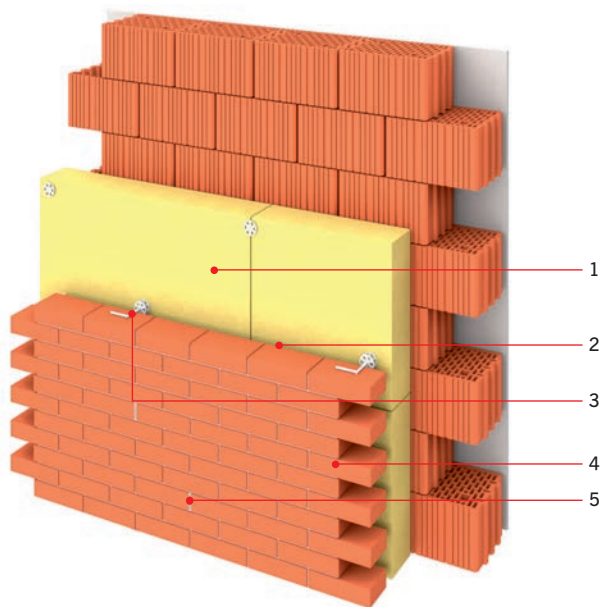
Materiał, jego grubość i lambda, a także mostki liniowe oraz punktowe wpływają na osiągnięcie najlepszej, czyli najniższej wartości całkowitej współczynnika przenikania ciepła przegrody U_C . Jest to jedno z kryteriów, jakie musi spełnić budynek według obowiązującego prawa. Kolejne to wymóg braku kondensacji, który gwarantuje precyzyjna instalacja paroizolacji. Kontrolę wilgoci zapewniają również gotowe rozwiązania zarządzania wilgocią – system ISOVER VARIO. Membrany VARIO®XtraSafe lub VARIO®KM Duplex to inteligentne folie o zmiennym oporze dyfuzyjnym, które zapobiegają wnikaniu wilgoci przez dach, gdy na zewnątrz panuje niższa temperatura, a latem umożliwiają wyschnięcie konstrukcji dachowej.

W przypadku gdy strych nie jest użytkowany, to strop najwyższego piętra jest granicą pomiędzy przestrzeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi – możliwa jest wtedy izolacja samego stropu. Wełnę mineralną wystarczy położyć na całej powierzchni betonowego stropu, bez pozostawiania wolnych przestrzeni. Między stropem a materiałem termoizolacyjnym zaleca się zastosowanie folii paroizolacyjnej. Chcąc zwiększyć U_C przegrody oraz ograniczyć mostki cieplne, można położyć drugą warstwę wełny w sposób mijankowy. Poleca się produkty z wełny mineralnej szklanej w matach o jak najniższym współczynniku

RYS. 3. Przykład fasady wentylowanej

- 1 – konstrukcja nośna,
- 2 – szczelina wentylacyjna,
- 3 – izolacja z wełny szklanej ISOVER np. Multimax 30, Super-Vent Plus,
- 4 – konstrukcja wsporcza okładziny zewnętrznej,
- 5 – okładzina elewacyjna





RYŚ. 4. Schemat ściany warstwowej, tzw. muru trójwarstwowego

1 – izolacja z wełny szklanej ISOVER Multimax 30, 2 – szczelina wentylacyjna, 3 – ocynkowane kotwy z talerzykiem dociskowym, 4 – okładzina elewacyjna, 5 – kratka wentylacyjna,

53

przewodzenia ciepła λ o łącznej grubości około 25–30 cm, np. Super-Matę Plus.

Warto również przyjrzeć się **ścianom zewnętrznym** budynku, których termomodernizacja również w znaczny sposób przyczyni się do obniżenia kosztów energii. W naszej strefie klimatycznej izoluje się je od **strony chłodniejszej, a więc zewnętrznej**.

Ściany budynków mogą być modernizowane w różnych technologiach. Jedną z nich jest **fasada wentylowana**, w której jak sama nazwa wskazuje, pomiędzy warstwą izolacyjną a okładziną elewacyjną znajduje się szczelina wentylacyjna. Powietrze cyrkulując ułatwia odparowanie wilgoci, która może się nagromadzić w izolacji podczas prac wykonawczych lub już w czasie użytkowania budynku. Do takiej technologii poleca się ISOVER Super-Vent Plus czy Multimax 30. W konstrukcji z fasadą wentylowaną wykończenie elewacji mogą stanowić różne rodzaje okładzin, np. drewniane lub kamienne.

Nie należy zapominać, że wełna mineralna jako termoizolacja jest materiałem niepalnym, co jest jej dodatkowym atutem w każdej aplikacji. Płyty wełny mineralnej używanej w fasadach wentylowanych i ścianach trójwarstwowych to zarówno wełny skalne, jak i szklane. Często pokrywane są dodatkowo czarnym welonem szklanym, który przede wszystkim zapobiega wywiewaniu powietrza z zewnętrznych warstw płyty, np. w przypadku fasady wentylowanej. Wełna szklana idealnie dopasowuje się do podkonstrukcji, co ogranicza ewentualne powstawanie mostków cieplnych, a niska lambda pozwala na zastosowanie mniejszej grubości izolacji i redukcję grubości podkonstrukcji izolowanej powierzchni.

Jeżeli chodzi o izolację w fasadach wentylowanych, ISOVER w swojej ofercie posiada rozwiązanie hybrydowe, czyli system aplikacji dwóch warstw izolacji. Warstwa przylegająca do ściany konstrukcyjnej to wełna szklana (Panel-Płyta Plus, Super-Vent Plus lub Multimax 30), która dzięki właściwościom swojego włókna doskonale wypełnia większość nierówności muru, poprawiając ciągłość warstwy izolacji. Warstwę drugą stanowi natomiast wełna skalna z mocnym welonem szklanym (Polterm Max Plus), która zapewnia równą płaszczyznę fasady.

Kolejną technologią jest ściana warstwowa, tzw. **mur trójwarstwowy**, składający się z dwóch warstw murowanych. Pierwszą warstwą jest ściana konstrukcyjna budynku, drugą stanowi wełna mineralna i szczelina wentylacyjna, a trzecią okładzina elewacyjna. Ściana ostonowa jako trzecia warstwa najczęściej jest zbudowana z cegły klinkierowej, co dodatkowo poprawia izolacyjność

akustyczną przegrody. Materiały izolacyjne możliwe do wykorzystania w tej technologii to m.in. wełna szklana Super-Vent Plus pokryta czarnym welonem, idealnie dopasowująca się do nierówności w murze konstrukcyjnym. Montaż w takim systemie odbywa się za pomocą ocynkowanych kotew z talerzykami dociskowymi.

Izolowanie **ścian zewnętrznych od wewnątrz** jest dużo bardziej skomplikowane i mniej efektywne od ocieplania od zewnątrz. Rozwiązanie to nie jest powszechnie stosowane, zwiększa bowiem ryzyko kondensacji pary wodnej, co w konsekwencji prowadzi do zawilgocenia przegrody. Przed przystąpieniem do prac wykonawczych zaleca się więc przeprowadzenie analizy cieplno-wilgotnościowej obiektu. Oczywiście w niektórych przypadkach, takich jak nienaruszalność zabytkowej elewacji czy ograniczona linia zabudowy, metoda izolacji od wewnątrz jest jedynym rozwiązaniem.

Produktem polecanym do takiej izolacji jest np. Multimax 30, wełna szklana o najniższym współczynniku przewodzenia ciepła dostępnym na rynku. Pozwala to uzyskać ciekłą warstwę izolacyjną, tak by zajęła jak najmniej powierzchni użytkowej mieszkania. Również w tym przypadku można zastosować podwójną warstwę izolacji, co na pewno poprawi izolacyjność całej przegrody. Aby ograniczyć mostki termiczne na łączeniach ściany i stropu przy izolacji ściany zewnętrznej od wewnątrz, zaleca się izolować nie tylko ściany, ale i przylegające do nich przegrody, np. stropy, na odcinku 60-100 cm. Nie można też zapomnieć o ułożeniu izolacji we wnękach okiennych i drzwiowych oraz o szczelnej paroizolacji i dobrej wentylacji pomieszczenia. Przed realizacją takiej instalacji podstawą jest sporządzenie odpowiedniego projektu, wraz z wcześniejszym wykonaniem obliczeń cieplno-wilgotnościowych.

Przechodząc do niższych części budynku natrafiamy w końcu na **strop pomiędzy pomieszczeniem mieszkальnym a piwnicą**, a następnie na podłogę na gruncie. Mając na uwadze, że budynek poddawany termomodernizacji to budynek istniejący, zaleca się wykonać izolację stropu piwnicy oraz podłogi na gruncie.

Aby spełnić wymagania aktualnego rozporządzenia w sprawie Warunków Technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, oraz uzyskać odpowiedni współczynnik przenikania ciepła dla stropu nad pomieszczeniem nieogrzewanym, można wykorzystać materiał izolacyjny ISOVER Stropmax 31. Płyty Stropmax o λ 0,031 W/(m·K) wykonane z wełny



FOT. 2. Ocieplenie stropu pomiędzy pomieszczeniem mieszkальnym a piwnicą



POBIERZ NOWĄ APLIKACJĘ ISOVER

- kalkulator cieplny
- kalkulator niezbędnych produktów
- porównywarka materiałów izolacyjnych
- interaktywny demonstrator właściwości akustycznych
- materiały instruktażowe, multimedialne ciekawostki
- kontakt z Biurem Doradztwa Technicznego ISOVER
- moduł dla uczestników programu Mistrzowie Izolacji – dostęp do katalogu i konta



szklanej zapewniają wysoką skuteczność izolacji, a ich wykończenie jasnym welonem nadaje pomieszczeniu estetyczny wygląd. Proponuje się zastosowanie tej izolacji także na ścianach piwnicy, aby uniknąć ewentualnych mostków termicznych i wydłużyć drogę ucieczki ciepła. Jeżeli chodzi o zaizolowanie podłogi na gruncie, idealnie sprawdzi się ISOVER Stropoterm – wełna skalna o niskiej ściśliwości i bardzo wysokiej klasie tolerancji grubości, co jest istotne, jeśli nasza podłoga ma być równa i bez spękań. Powierzchnię wyłożoną w pierwszej kolejności hydroizolacją, a potem płytami, należy

zabezpieczyć warstwą rozdzielającą, np. szczelną folią budowlaną, wywiniętą na ściany, aby potem zaaplikować cienkowarstwową wylewkę.

Prosta izolacja dachu, ściany zewnętrznej czy stropu to najbardziej skuteczny sposób na oszczędzanie energii – co więcej inwestycja ta zwraca się najszybciej w ramach termomodernizacji. Tylko i wyłącznie zmiana paliwa lub źródła ciepła, bez izolacji termicznej budynku, nie przyniesie wiele korzyści. Właściwe ocieplenie już samo w sobie zapewnia obniżenie kosztów eksploatacyjnych.

W przykładowym budynku o powierzchni użytkowej 90 m², gdzie do ogrzewania używa się gazu ziemnego, po termomodernizacji tylko przegród zewnętrznych zużycie gazu w skali roku zmniejszy się średnio z 2773 m³ do 861m³ (źródło: www.miwo.pl), co także przyczyni się do ograniczenia emisji zanieczyszczeń. Liczby mówią same za siebie.

Podejmując decyzję o termomodernizacji warto zwrócić się do fachowca – audytora energetycznego, który określi zakres i kolejność prac oraz możliwość rozłożenia ich w czasie.

Aby uzyskać dokładne informacje na temat izolacji, polecamy kontakt z Biurem Doradztwa Technicznego ISOVER (tel. 800 163 121, konsultanci.isover@saint-gobain.com).

Już na etapie ocieplenia w ramach termomodernizacji domu, możemy cieszyć się efektami – komfortem ciepłym oraz niższymi rachunkami za energię. ■

KONTAKT

ISOVER

SAINT-GOBAIN

Saint-Gobain Construction
Products Polska Sp. z o.o., marka Isover
ul. Okrężna 16, 44-100 Gliwice
Biuro Doradztwa Technicznego:
konsultanci.isover@saint-gobain.com
800 16 31 21 (bezpłatna infolinia)
www.isover.pl, www.najlepszeizolacje.pl

MGR INŻ. PAWEŁ GACIEK

56

KIEDY NALEŻY STOSOWAĆ TECHNOLOGIĘ OCIEPLENIA NA OCIEPLENIU

Ocieplenie na ociepleniu cieszy się dużym zainteresowaniem wśród wspólnot i spółdzielni mieszkaniowych oraz zarządców nieruchomości, którzy przed laty zakończyli proces termomodernizacji, a obecnie szukają sposobów na naprawę i remont elewacji oraz dostosowanie jej parametrów do aktualnych wymagań.

Od początku lat 90. XX w. w Polsce nieprzerwanie trwa proces termorenowacji, czyli docieplania ścian zewnętrznych budynków istniejących oraz ocieplania nowo wybudowanych obiektów w celu zwiększenia izolacyjności termicznej, dostosowania przegród do aktualnych wymagań prawnych oraz ochrony środowiska. Po prawie 30 latach realizacji ociepleń w naszym kraju można jednoznacznie stwierdzić, że najpopularniejszą metodą wykonywania izolacji termicznej ścian była tzw. metoda „lekka mokra” (nazwa i technologia opisana w instrukcji ITB 334/96 [1]), która ewaluowała w Bezspoinowy System Ocieplania, zwany w skrócie BSO (instrukcja ITB 334/2002 [2]), a od 2009 r. w Polsce określany (instrukcja ITB 447/2009 [3]) jako ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*).

Ta metoda ociepleń, choć na pozór nieskomplikowana, w rzeczywistości stwarzała pewne trudności w poprawnym wykonywaniu, szczególnie w latach 90., kiedy ogólna świadomość w obszarze zasad realizacji ociepleń była relatywnie niska i brakowało doświadczeń wykonawczych. Z kolei problemem lat późniejszych były niewystarczające nadzory i mało efektywne kontrole robót ociepleniowych. Konsekwencją destrukcyjnego działania czasu, popełnionych błędów podczas montażu i zróżnicowanej lub niskiej jakości niektórych materiałów są usterki, które wymagają naprawy i zabezpieczenia, a więc renowacji lub remontów.

W obecnym czasie mamy w kraju nawet kilkunastoletnie doświadczenia w stosowaniu ociepleń na ociepleniach gdzie termoizolacją jest styropian zarówno w ociepleniu nowym jak i istniejącym i do takich rozwiązań odnosi się to opracowanie.

W artykule zostały zaprezentowane fotografie przedstawiających efekty wykonanych badań odkrywkowych i elementy elewacji które powinny być poddane ocenie wizualnej.

PROBLEMY ISTNIEJĄCEGO OCIEPLENIA

Jeśli ocieplenie było prawidłowo wykonane, to najmniej dokuczliwym znakiem czasu są zabrudzenia i zmiany kolorystyczne warstw wykończeniowych (tynków cienkowarstwowych, farb). Bywa,



FOT. 1. Istniejące ocieplenie zamocowane prawidłowo;
fot. archiwum autora



FOT. 2. Istniejące ocieplenie zamocowane nieprawidłowo;
fot. archiwum autora



FOT. 3. Istniejące ocieplenie przyklejone prawidłowo, jednak odspojone od podłoża; *fot. archiwum autora*



FOT. 4. Istniejące ocieplenie nieprzyklejone do podłoża;
fot. archiwum autora

że na niektórych ekspozycjach ściany widoczne są zielone i brunatne naloty, czyli kolonie glonów (algi) i pleśni (grzyby), znacząco pogarszające wygląd, szczególnie północnych i zacienionych elewacji.

Poważniejszym problemem istniejącego ocieplenia są osypujące się lub odpadające wyprawy tynkarskie, popękane warstwy wierzchnie (wyprawa tynkarska, warstwa zbrojona). Dodatkowo w takich sytuacjach dochodzą nieszczelności w połączeniu ocieplenia z elementami elewacji (stolarka otworowa, parapety, obróbki blacharskie, bariery, elementy mocowania instalacji itp.).

Bardzo często na elewacjach występują również braki termoizolacji w obszarze ościeży okiennych i drzwiowych, loggii, płyt balkonowych itp. W ten sposób powstają tzw. mostki termiczne, czyli miejsca, obszary w obudowie elewacji o wyższej przewodności cieplnej, gdzie najczęściej brakuje ciągłości izolacji termicznej lub izolacja jest mniejsza.

W obszarze niedokładnego połączenia (styku) płyt termoizolacji oraz w miejscach osadzenia łączników mechanicznych mocujących ocieplenie (kołki, dyble) mogą powstawać tzw. liniowe i punktowe mostki termiczne. Zamiast popularnych termogramów można posłużyć się naturalnymi efektami braku skażenia mikrobiologicznego w miejscach wyższej temperatury elewacji. Problem istotnie się zwiększa, jeśli przyczyną pęknięć ocieplenia jest jego niestabilne zamocowanie do ściany.



FOT. 5. Tzw. podklejki oraz brak styku płyt – mostek termicznych liniowy; fot. archiwum autora



FOT. 6. Odspojenie ocieplenia z częściami podłoża i brak skuteczności mocowania mechanicznego (kołka); fot. archiwum autora



FOT. 7. Pomiar grubości ocieplenia podczas oceny odkrywkowej; fot. archiwum autora



FOT. 8. Punktowy pomiar grubości ocieplenia; fot. archiwum autora

ZAKRES NAPRAW

Podczas oceny usterek ociepleń istniejących można wyróżnić kilka zakresów napraw – od prawie kosmetycznych, polegających na myciu i malowaniu, powierzchniowym wzmacnianiu struktur tynkarskich, przez ponowne wykonanie lub wymianę warstw zewnętrznych ocieplenia, a kończąc na wykonaniu nowego ocieplenia na istniejącym, czyli wykonanie podwójnego ocieplenia. Wystarczy zadać przy planowanej renowacji ocieplenia jedno dodatkowe pytanie: czy izolacyjność termiczna ścian jest wystarczająca lub czy odpowiada aktualnym wymaganiom w tym zakresie? Wówczas ta ostatnia forma renowacji, polegająca na zwiększeniu izolacyjności termicznej ścian, rysuje się jako najbardziej efektywna.

Celem każdej renowacji ocieplenia jest odświeżenie i przywrócenie estetyki elewacji i najczęściej to bywa osiągnięte w procesie tzw. renowacji prostej, czyli po umyciu i pomalowaniu ścian, jeśli stan techniczny warstw wierzchnich na to pozwala. Czy jednak przy takim zakresie napraw – czym usunie się z elewacji mostki termiczne, błędnie osadzone obróbki blacharskie i parapety?



FOT. 9. Pomiar grubości odsunięcia termoizolacji od podłoża;
fot. archiwum autora



FOT. 10. Pomiar średnicy talerzyka łącznika;
fot. archiwum autora



FOT. 11. Pomiar grubości warstwy nienośnych ściany – tynk zewnętrzny; fot. archiwum autora



FOT. 12. Pomiar grubości płyty faktururowej (ściana w technologii WP); fot. archiwum autora

Czy wyeliminuje się przyczyny zacieków i zarysowań? Czy ociepli się miejsca dotąd nieocieplone (np. ościeża wokół stolarki otworowej)? Czy uda się zmienić wizerunek budynku na tyle, aby był nowoczesny i atrakcyjny przez kolejne lata? Czy uda się zyskać mocniejszą i trwalszą elewację? Satysfakcjonującą odpowiedź na te wszystkie pytania daje jedynie perspektywa wykonania nowego ocieplenia na istniejącym, inne sposoby renowacji z uwagi na swój zakres mają pewne ograniczenia.

Warstwy wierzchnie nowego ocieplenia mogą być tak ukształtowane, aby w części narażonej na uszkodzenia mechaniczne (cokoły, partery, ściany od placu zabaw) mogły bez problemu przenosić nawet uderzenie młotkiem. Do tradycyjnych tynków cienkowarstwowych typu baranek można wprowadzić efekty kamienia, połysku miki, drewna, cegły licówki i wielu innych podnoszących atrakcyjność budynku. Niewątpliwą korzyścią wykonywania nowego ocieplenia na istniejącym jest uniknięcie kosztu demontażu i utylizacji starego ocieplenia oraz wykorzystanie go jako części grubości termoizolacji projektowanej. W przypadku budynków wykonanych w technologii wielkopłytywowej przed wykonaniem ocieplenia na ociepleniu mocne uzasadnienie zyskuje wzmocnienie WP (jeśli nie zostało wykonane wcześniej), czyli zastosowanie dodatkowego



FOT. 13. Pomiar warstw podłoża i ocena ich rodzaju na podstawie odwiertu; fot. archiwum autora



FOT. 14. Odkryte rozwarstwienie ściany nośnej – podłoże z gazobetonu; fot. archiwum autora



FOT. 15. Odkryte rozwarstwienie ściany nośnej – podłoże z gazobetonu; fot. archiwum autora



FOT. 16. Brak prawidłowego połączenia płyt styropianu, klej w spoinie; fot. archiwum autora

połączenia płyt osłonowych (fakturowych) z płytami nośnymi za pomocą odpowiednich kotew. Ponowne ocieplenie może skutecznie zamaskować miejsca po montażu kotew wzmacniających, a także ujednolicić termicznie przegrodę.

OCENA TECHNICZNA I EKONOMICZNA

Kluczową kwestią dla zaplanowania jakiegokolwiek renowacji ocieplenia, w szczególności podwójnego, jest wykonanie oceny technicznej stanu ocieplenia istniejącego oraz ścian, do których jest zamocowane. Takiej oceny powinien dokonać uprawniony ekspert budowlany. Celem podstawowym takiego działania powinno być stwierdzenie, czy ocieplenie istniejące i ściana mogą służyć jako stabilne podłoże pod nowe ocieplenie, lub określenie sposobu przygotowania ocieplania istniejącego do ponownego ocieplenia. Opinia powinna również obejmować reprezentatywny dla całej elewacji opis stanu ocieplenia zbudowany w oparciu o ocenę wizualną, tzw. badania odkrywkowe przekroju ocieplenia w kilku miejscach elewacji podparte laboratoryjną oceną niektórych właściwości warstw starego ocieplenia.

Do najważniejszych kwestii dotyczących ocieplenia istniejącego należą:

- » analiza istniejącej dokumentacji: projekt, rodzaj ocieplenia, klasyfikacja ogniowa ocieplenia istniejącego, dziennik budowy,
- » ustalenie rodzaju ścian zewnętrznych (podłoża) i tego, czy wymagają wzmocnienia (dotyczy szczególnie trójwarstwowych ścian prefabrykowanych, tzw. wielka płyta),
- » określenie stanu i grubości warstw nienośnych znajdujących się na powierzchni ścian (tynki, farby, inne okładziny),
- » określenie sposobu zamocowania ocieplenia do podłoża (powierzchni efektywnej sklejenia, rozmieszczenia kleju, liczby i rodzaju łączników mechanicznych oraz skuteczności ich zamocowania),
- » ocena warstw zewnętrznych ocieplenia (przyczepności poszczególnych warstw do siebie i do termoizolacji),
- » stwierdzenie, czy na powierzchni ocieplenia występuje skażenie mikrobiologiczne (algi, grzyby), zabrudzenia,
- » ustalenie grubości oraz rodzaju warstw podłoża i ocieplenia w szczególności termoizolacji na ścianie i w innych miejscach (ościeża okienne, loggie, cokoły itp.),
- » sprawdzenie wytrzymałości na rozrywanie termoizolacji siłą prostopadłą do powierzchni płyty.

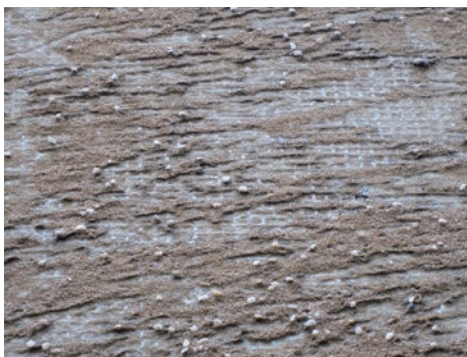
W przypadku, kiedy istniejące ocieplenie zostanie zakwalifikowane jako właściwe podłożę do ponownego ocieplenia przez eksperta budowlanego, powinien być wykonany projekt nowego ocieplenia, opisujący również sposób przygotowania podłoża (ocieplenia istniejącego). Z uwagi na instalowanie kolejnych warstw na ścianie projektant powinien zwrócić szczególną uwagę na obliczenia ciepłno-wilgotnościowe oraz sposób zamocowania mechanicznego nowego ocieplenia i traktować to mocowanie jako podstawowe. Jeśli ocieplenie istniejące wymaga gruntownego przygotowania, to warto również poddać taki zakres robót ocenie kosztowej i porównać z ewentualnym demontażem ocieplenia przed podjęciem decyzji o ponownym ociepleniu, aby mieć pewność, że wykonuje się rzecz uzasadnioną ekonomicznie.

W przypadku bardzo złego stanu ocieplenia, szczególnie w razie samoczynnego odspojenia ocieplenia od ściany, istnieje zagrożenie przemieszczenia ocieplenia względem ściany. Wykonanie ponownego ocieplenia na takim podłożu może być niebezpieczne. Dodatkowe domocowywanie odspojonego ocieplenia łącznikami mechanicznymi, połączone z iniekcyjnym uzupełnieniem brakującej ilości substancji klejącej w celu równomiernego podparcia płyt, staje się kosztowne oraz może powodować podczas mocowania nowego ocieplenia uszkodzenie wcześniej osadzonych łączników lub podłoża w obszarze ich bezpośredniego oddziaływania. W związku z tym zawsze oprócz ocen technicznych konieczne jest również wykonanie analizy ekonomicznej przyjętych rozwiązań w celu uzasadnienia ich wyboru.

MOCOWANIE NOWEGO OCIEPLENIA

Obecnie mamy w kraju nawet kilkunastoletnie doświadczenia w stosowaniu ociepleń na ociepleniach, gdzie termoizolacją jest styropian, zarówno w ociepleniu nowym, jak i istniejącym.

Nowe ocieplenia przeznaczone do stosowania na ociepleniach istniejących co do układu i rodzaju warstw oraz technologii stosowania nie różnią się zasadniczo od tych wykorzystywanych powszechnie (ETICS). Podstawowa różnica polega na sposobie mocowania mechanicznego



FOT. 17. Osypująca się warstwa tynku zewnętrznego;
fot. archiwum autora



FOT. 18. Brak ciągłości zbrojenia (siatki z włókna szklanego) w warstwie kleju; *fot. archiwum autora*



FOT. 19. Niewłaściwe zamocowanie bariery balkonu
 – zaciekanie wody; *fot. archiwum autora*



FOT. 20. Uszkodzone płyty balkonowe;
fot. archiwum autora

do podłoża (ściany). Oprócz warstwy kleju do mocowania nowego ocieplenia konieczne jest zawsze wykonanie mocowania łącznikami mechanicznymi z trzpieniem stalowym, najlepiej wkręcanym. Istnieją również rozwiązania zamocowania, które mają indywidualny i innowacyjny charakter, znacząco różniący je od standardowych pod względem skuteczności, co nabiera bardzo istotnego znaczenia m.in. w przypadku gwałtownych wiatrów. Wspólną cechą wszystkich systemów do ponownego ocieplenia jest więc to, że mocowanie mechaniczne jest kluczowe dla stabilności obu systemów ociepleń. Łączniki powinny przechodzić przez termoizolację nowego ocieplenia i wszystkie warstwy ocieplenia istniejącego aż do podłoża nośnego, w którym powinny być skutecznie zakotwione. Liczba, długość, rodzaj i rozmieszczenie łączników mechanicznych zawsze powinny być określone w projekcie. Przyjęto, iż nie powinno być to mniej niż 6 szt./m². Rekomendowane są łączniki mechaniczne o jak najniższym współczynniku punktowej przenikalności cieplnej, nie więcej niż 0,002 W/K, oraz sztywności talerzyka nie mniejszej niż 0,6 kN/mm i średnicy nie mniejszej niż 60 mm. Łącznik powinien być przeznaczony do klas podłoża A, B, C, D i bezwzględnie posiadać aprobatę techniczną krajową albo europejską lub Europejską Ocenę Techniczną.



FOT. 21. Określenie szerokości ramy okiennej pod kątem możliwości ocieplenia ościeża; fot. archiwum autora



FOT. 22. Ocena stanu zabrudzenia powierzchni tynków – silne zabrudzenie; fot. archiwum autora



FOT. 23. Ocena stanu skażenia mikrobiologicznego na powierzchni tynków – miejscowo intensywne; fot. archiwum autora



FOT. 24. Ocena stanu zabrudzenia powierzchni tynków – silne zabrudzenie z miejscowym skażeniem mikrobiologicznym; fot. archiwum autora

UWAGI KOŃCOWE

Stowarzyszenie na rzecz Systemów Ociepleń (SSO) stworzyło i opublikowało dość szczegółowe wytyczne stanowiące wskazówki do diagnozowania ociepleń istniejących oraz wykonania na ich powierzchni nowych. To materiał pomocniczy, który może posłużyć projektantom w procesie oceny oraz projektowania ociepleń.

System użyty jako ocieplenie na ociepleniu musi posiadać aprobatę techniczną wskazującą na takie jego przeznaczenie, łącznie z klasyfikacją ogniową NRO (nierozprzestrzeniający ognia), w przypadku styropianu (EPS) jako termoizolacji obejmującej łącznie oba systemy jako układ.

Należy również podkreślić dużą wagę roli osób kontrolujących i nadzorujących przebieg prac. Należy prowadzić bieżącą kontrolę stanu ocieplenia istniejącego i o wszelkich odstępstwach od założeń informować projektanta ocieplenia. Warto pamiętać, że stan ocieplenia istniejącego może się zmieniać. Zdarzają się na elewacji obszary gorzej wykonane i inaczej wyglądające niż w miejscach wykonywania badań odkrywkowych prowadzonych na potrzeby opinii technicznej lub ekspertyzy.

Szczególną uwagę należy poświęcić sprawdzeniu skuteczności mocowania łączników mechanicznych przy nowym ociepleniu. Można skorzystać ze wsparcia producentów zamocowań i wykonywać próby wrywania łączników z podłoża. W sytuacji stwierdzenia podczas prac obszaru ocieplenia odspojonego od podłoża konieczny jest jego demontaż i odtworzenie według zasad prawidłowej realizacji.

Wykonanie nowego ocieplenia na istniejącym ma głównie służyć zwiększeniu termoizolacji ścian. To właściwy moment, aby dokonać ocieplenia tych elementów budynku, które w pierwszej fazie termomodernizacji ścian nie były docieplone, wymienić parapety i obróbki blacharskie bez konieczności retuszowania i ujednolicania obszarów napraw z resztą elewacji. Można w tym czasie dokonać również renowacji elementów budynku zespolonych z elewacją, np. balkonów, tarasów, instalacji odprowadzających wodę z dachu. Nowe ocieplenie zamaskuje miejsca po wzmocnieniu ścian (szczególnie tzw. wielkiej płyty).

Ponowne ocieplenie jest optymalną renowacją warstw wierzchnich ocieplenia w sytuacjach, gdy grubość izolacji nie spełnia obecnych wymagań. Likwiduje wszelkie mostki termiczne, czyli nieciągłości pierwotnej izolacji termicznej. Dzięki podwójnemu ociepleniu unika się demontażu i utylizacji materiałów – poczyniona przed laty inwestycja nie zostaje zmarnowana, a koszty rozbiórki można zaliczyć na poczet nowej realizacji. Podczas wykonywania nowego ocieplenia w strefach elewacji narażonych na uszkodzenia mechaniczne można zaprojektować obszary o podwyższonej uderzalności, a także uwzględnić podwyższoną odporność wypraw na porastanie przez glony i grzyby. Dzięki ponownemu ociepleniu można również ukształtować architektonicznie elewacje według najnowszych trendów.

Należy jednak pamiętać, by zawsze decyzję o wykonaniu ponownego ocieplenia na istniejącym opierać na wyniku oceny stanu technicznego ocieplenia istniejącego. Nowe ocieplenie na istniejącym powinno być zaprojektowane tak, by zapewniało bezpieczeństwo i prawidłowe wieloletnie użytkowanie oraz przewidzianą funkcjonalność.

LITERATURA

1. Instrukcja „Ocieplenia na ocieplenia – zalecenia dotyczące renowacji istniejącego systemu ETICS”, opracowana przez Stowarzyszenie na Rzecz Systemów Ociepleń.

PAWEŁ GACIEK ukończył kierunek budownictwo na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej. Pracuje na stanowisku Dyrektora Technicznej Obsługi Klienta BOLIX SA i od kilkunastu lat kieruje pracami działu. Wchodzi w skład komisji technicznej Stowarzyszenia na rzecz Systemów Ociepleń (SSO). Jest autorem wielu publikacji technicznych, artykułów, instrukcji, opinii technicznych z dziedziny ociepleń ścian zewnętrznych i stropów.

DO ŚCIĄGNIĘCIA

bezpłatne e-booki

NOWE WYDANIA PORADNIKÓW



wejdź na

eb
ekspert**budowlany.pl**

DR INŻ. BOŻENA ORLIK-KOZDOŃ, DR INŻ. PAWEŁ KRAUSE, DR INŻ. TOMASZ STEIDL

ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE W DOCIEPLENIACH OD WEWNĄTRZ

Wraz z rozwojem inżynierii materiałowej na rynku budowlanym pojawiają się coraz skuteczniejsze izolacje termiczne. Nowości dotyczą także rozwiązań dociepleń stosowanych od wewnątrz.

Tematyka dociepleń ścian budynków od strony wewnętrznej znana jest od dawna. Wiele lat temu wykonywano ocieplenia ścian od strony wewnętrznej za pomocą mieszaniny gliny i słomy. Materiały te, oprócz istotnych właściwości termoizolacyjnych, pełniły dodatkowo funkcję regulatora wilgotności pomieszczeń. Rozwiązania stosowane wiele lat temu a oparte na wykorzystaniu naturalnych materiałów budowlanych stosowane są coraz powszechniej także dziś.

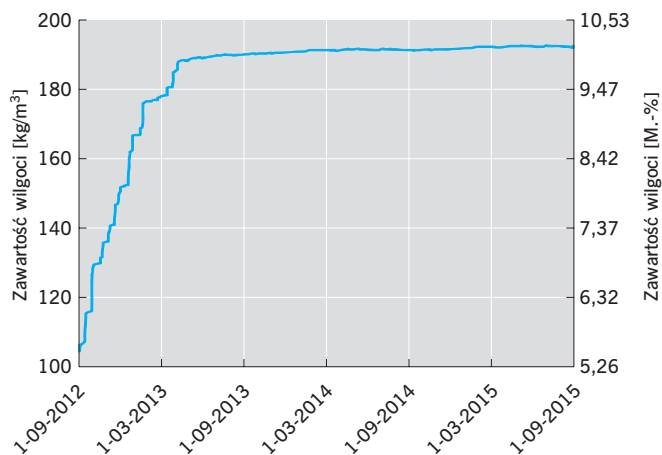
WSPÓŁCZESNE KONCEPCJE ROZWIĄZAŃ

Projektowanie nowych budynków lub modernizacja z poprawą stanu ochrony cieplnej budynków istniejących wiązała się w przeważającej większości z zastosowaniem materiałów termoizolacyjnych od strony zewnętrznej. Od początku lat 50. XX w. zaczęto wykorzystywać w pojedynczych przypadkach w krajach Europy Zachodniej wełnę drzewną od strony wewnętrznej. Były to pierwsze „współczesne” izolacje termiczne od wewnątrz. W latach 70. XX w. pojawiły się nowe wyroby do izolacji cieplnej w postaci płyt gipsowo-kartonowych scalanych z izolacjami termicznymi (styropianem lub wełną mineralną). Szczególny rozwój izolacji cieplnych stosowanych od wewnątrz można zauważyć od lat 90. XX w. Obecnie projektanci dysponują wieloma zróżnicowanymi materiałami termoizolacyjnymi, które mogą wykorzystywać do wykonywania izolacji cieplnej od wewnątrz.

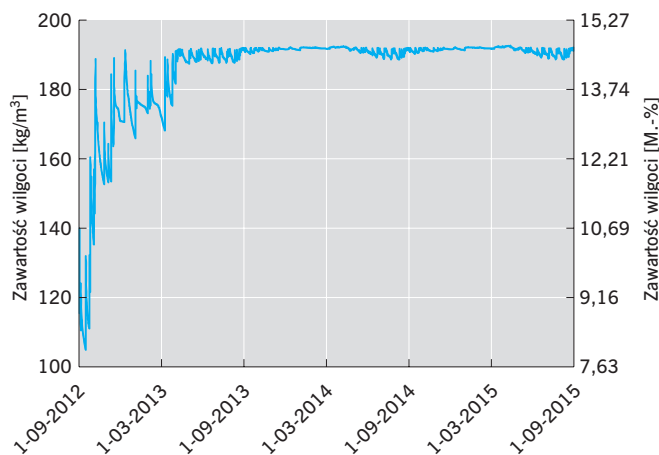
W teorii do wyboru są trzy główne koncepcje rozwiązań dociepleń ścian od strony wewnętrznej:

- » ocieplenie od wewnątrz zapobiegające wystąpieniu kondensacji,
- » ocieplenie od wewnątrz minimalizujące wystąpienie kondensacji,
- » ocieplenie od wewnątrz dopuszczające wystąpienie kondensacji z udowodnieniem, że powstający w niekorzystnym okresie kondensat odparuje w ciągu roku obliczeniowego.

W większości przypadków wybór koncepcji docieplenia od wewnątrz determinowany jest rodzajem zastosowanej izolacji termicznej oraz jej właściwości fizycznych, w tym zdolności do przyjmowania i oddawania kondensatu przez całą przegrodę.



RYS. 1. Przykład przyrostu zawilgocenia w ścianie ceglanej docieplonej od strony wewnętrznej; *rys.: archiwa autorów*



RYS. 2. Przykład przyrostu zawilgocenia w ścianie ceglanej docieplonej od strony wewnętrznej – tynk zewnętrzny; *rys.: archiwa autorów*

Zapobieganie wystąpieniu kondensacji

W przypadku koncepcji ocieplenia od wewnątrz zapobiegającej wystąpieniu kondensacji jakkolwiek zmiana warunków mikroklimatu wewnątrz pomieszczeń nie może mieć wpływu na przegrodę budowlaną. Analizy przyrostu wilgoci w ścianach ocieplonych od wewnątrz należy wykonywać ze szczególną starannością i z uwzględnieniem zmieniających się warunków eksploatacji. Na **RYS. 1** przedstawiono przykład obliczeń przyrostu zawilgocenia ściany ceglanej, otynkowanej obustronnie, ocieplonej od wewnątrz wełną mineralną, bez paroizolacji. Analizowano wszystkie warstwy przegrody pod kątem możliwego przyrostu wilgotności masowej w zmiennych eksploatacji pomieszczenia według normy PN EN 15026:2008 [1] i przy zmiennej temperaturze eksploatacji.

Obliczenia wykonano

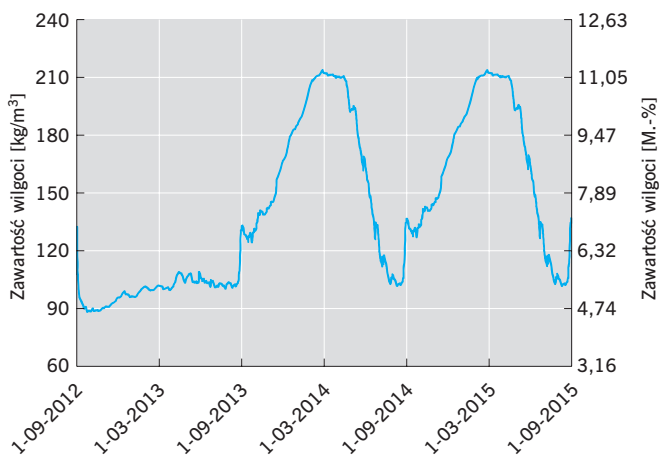
dla okresu 3 lat. Wyniki obliczeń przedstawione na **RYS. 1–4** wskazują jednoznacznie na przyrost wilgotności we wszystkich warstwach ściany poza tynkiem wewnętrznym.

Aby zapewnić prawidłowe warunki eksploatacji, należy zastosować termoizolację o bardzo wysokim współczynniku oporu dyfuzyjnego lub dodatkowo warstwę izolacji paroszczelnej od strony wewnętrznej. W ten sposób teoretycznie zostaje wyeliminowana dyfuzja pary wodnej z pomieszczeń w konstrukcję ściany. Literatura zaleca, by wartość dyfuzyjnie równoważnej grubości warstwy powietrza S_d izolacji termicznej lub zastosowanej paroizolacji przekraczała 1500 m [2]. Tego typu koncepcje rozwiązań zalecane są w przypadku docieplania ścian w pomieszczeniach mokrych, w których panują w sposób ciągły podwyższone wilgotności pomieszczeń, jak kąpieliska kryte, pralnie itp.

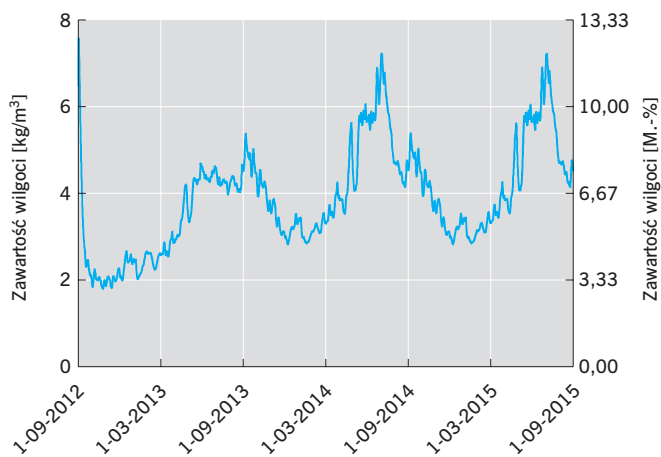
Wykonane obliczenia w pełni potwierdzają założenia literaturowe dla większości przypadków zastosowania izolacji ciepłych wewnętrznych (RYS. 5).

Minimalizowanie wystąpienia kondensacji

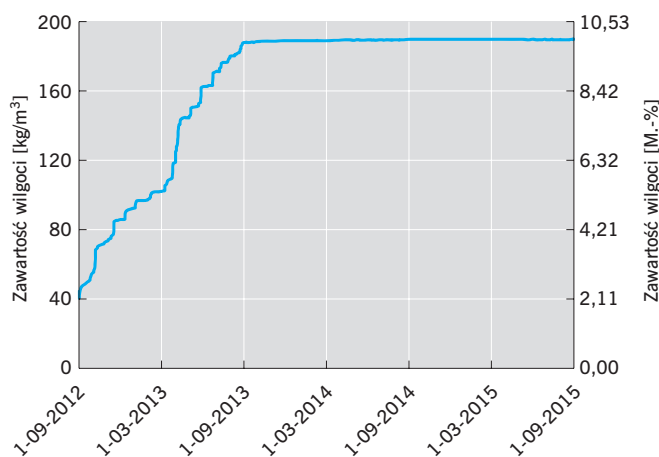
W koncepcji ocieplania od wewnątrz minimalizującego wystąpienie kondensacji rozwiązania materiałowe powodują występowanie oporu dyfuzyjnego pary wodnej i dopuszczają przy tym ograniczoną możliwość wnikania pary wodnej w płaszczyznę za izolację termiczną. Norma DIN 4108-3 [2] dopuszcza stosowanie materiałów stanowiących opór dyfuzyjny, dla których dyfuzyjnie równoważna grubość warstwy powietrza S_d zawiera się między 0,5 m a 1500 m. Tak duże zróżnicowanie wielkości S_d wpływa niejednoznacznie na oceny poprawności realizowanych ociepleń. Materiał stawiający opór dyfuzyjny, dla którego dyfuzyjnie równoważna grubość warstwy powietrza S_d wynosi nieco powyżej 0,5 m jest materiałem „otwartym dyfuzyjnie”. Materiał o dyfuzyjnie równoważnej grubości warstwy powietrza S_d niewiele mniejszej od 1500 jest określany w praktyce jako izolacja paroszczelna. W tym przypadku niezbędne jest przeprowadzenie symulacji wilgotnościowej analizowanej przegrody budowlanej w pełnym roku jej eksploatacji. Ilość zakumulowanej wilgoci, która jest dopuszczalna w odniesieniu do tego typu koncepcji ocieplenia, musi być na takim poziomie, by umożliwić jej odeschnięcie w kierunku użytkowanego pomieszczenia lub nie powodować akumulacji w kolejnych latach. Istotne jest dodatkowo zapewnienie pełnej szczelności na niekontrolowaną infiltrację powietrza.



RYS. 3. Przykład przyrostu zawilgocenia w ścianie ceglanej docieplonej od strony wewnętrznej – tynk wewnętrzny; rys.: archiwa autorów



RYS. 4. Przykład przyrostu zawilgocenia w ścianie ceglanej docieplonej od strony wewnętrznej – wełna mineralna o gr. 8 cm; rys.: archiwa autorów



rys. 5. Przykład przyrostu zawilgocenia w ścianie ceglanej docieplonej od strony wewnętrznej z paroizolacją $S_d = 1500$ m; rys.: archiwa autorów

Dopuszczanie wystąpienia kondensacji

W przypadku tego typu izolacji stosowane są materiały o dyfuzyjnie równoważnej grubości warstwy powietrza S_d mniejszej niż 0,5 m. Wykorzystywane w tego typu rozwiązaniach materiały termoizolacyjne są aktywne kapilarnie i umożliwiają zakumulowanie powstałego kondensatu w strukturze materiałowej, ale nie powodują przy tym pogorszenia właściwości fizycznych. W większości przypadków

izolację termiczną mocuje się do ściany konstrukcyjnej za pomocą systemowej zaprawy klejowej, nakładanej na całej powierzchni stosowanej płyty. Wykończenie powierzchni ocieplenia wykonywane jest za pomocą przepuszczalnej dyfuzyjnie warstwy materiałowej.

W przypadku stosowania tego typu rozwiązań istotne jest zapewnienie właściwej ochrony elewacji przed oddziaływaniem (wnikaniem w strukturę ściany) wody opadowej. Skuteczność stosowanego rozwiązania uzależniona jest istotnie od warunków mikroklimatu wewnątrz, w szczególności od wilgotności powietrza. Długotrwałe utrzymywanie się wilgotności powietrza na zbyt wysokim poziomie (np. wielotygodniowe wilgotności rzędu 60–80%) prowadzi do wzrostu zawilgocenia izolacji termicznej do wartości przekraczającej 90% i powoduje narastające zawilgocenie konstrukcji ściennej [3].

ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE

Rozwiązania materiałowe stosowane w przedstawionych koncepcjach ociepleń od wewnątrz uzależnione są od zastosowanych materiałów wchodzących w skład systemu. Ocieplenie od wewnątrz zapobiegające wystąpieniu kondensacji może być zrealizowane w postaci kilku wariantów ociepleń. W praktyce inżynierskiej spotyka się trzy warianty. Pierwszym jest ocieplenie od wewnątrz z zastosowaniem materiału termoizolacyjnego o bardzo wysokim oporze dyfuzyjnym. Przykładem tego typu materiałów jest szkło piankowe. Wartość współczynnika przewodzenia ciepła płyt wynosi $\lambda = 0,04$ [W/(m·K)]. Stosowane grubości to od 4 cm do 18 cm, a współczynnik oporu dyfuzyjnego $\mu = \infty$ [4] (w praktyce $\mu = 100\,000$).

Kolejnym rozwiązaniem jest przegroda z izolacją termiczną i zastosowaniem paroizolacji, np. w postaci folii aluminiowej od strony wewnętrznej oraz warstwy wykończeniowej w postaci np. płyt gipsowo-kartonowych. Innym wariantem jest stosowanie termoizolacyjnych płyt zespolonych z warstwą zapewniającą wysoki opór dyfuzyjny. Przykładem tego typu rozwiązania jest np. płyta składająca się z termoizolacji EPS z dodatkiem grafitu oraz płyty gipsowo-kartonowej,



FOT. 1–2. Zastosowanie izolacji z aerożelu w miejscu pocienienia ściany zewnętrznej; fot.: EnergieCluster [8]

a także opcjonalnie z paroizolacją jako warstwą pośrednią. Wartość współczynnika przewodzenia ciepła płyt EPS wynosi $\lambda = 0,032 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, płyt gipsowo-kartonowych o $\lambda = 0,25 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Stosowane grubości termoizolacji to od 4 cm do 10 cm. Współczynnik oporu dyfuzyjnego izolacji wynosi $\mu = 30\text{--}70$ [5].

Rozwiązania materiałowe dopuszczające wystąpienie kondensacji produkowane są z silikatu wapiennego. Kryształki silikatu tworzą mikroporowaty szkielet, co umożliwia uzyskanie wysokich właściwości kapilaryzacyjnych materiału. W przypadku wytworzenia się wilgoci pod warstwą ocieplenia nie ma ryzyka wystąpienia zagrzybienia muru i degradacji izolacji. Płyty z silikatu wapiennego dzięki swojej aktywności kapilarnej pochłaniają wilgoć i rozpraszają ją na całej powierzchni, skąd zostaje ona odparowana. Materiał ten nie traci przy tym swoich właściwości termoizolacyjnych. Wartość współczynnika przewodzenia ciepła płyt wynosi $\lambda = 0,06 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Stosowane są najczęściej grubości do 5 cm, a współczynnik oporu dyfuzyjnego wynosi $\mu = 3\text{--}6$ [6].

Innym materiałem termoizolacyjnym dopuszczającym wystąpienie kondensacji są mineralne płyty izolacyjne wykonane z bardzo lekkiej odmiany betonu komórkowego. Materiał ten posiada zdolność do chłonięcia wilgoci z powietrza oraz bardzo szybkiego wysychania. Wobec powyższego zalecany jest jako izolacja cieplna od wewnątrz. Wartość współczynnika przewodzenia ciepła w stanie suchym wynosi $\lambda = 0,042 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Płyty te charakteryzują się bardzo niskim oporem dyfuzyjnym. Współczynnik oporu dyfuzyjnego wynosi $\mu = 2$. Oznacza to, że para wodna ma możliwość swobodnego wnikania w porowatą strukturę płyt. Mocowanie płyty wykonuje się za pomocą zaprawy systemowej. Nanosi się ją na całą powierzchnię płyt. Grubość warstwy zaprawy powinna wynosić 8 mm. Powierzchnię ocieplonej ściany pokrywa się w całości warstwą ok. 5 mm zaprawy systemowej. W zaprawie zatapia się siatkę z włókna szklanego zabezpieczającą przed spękaniem. Powierzchnię należy wykończyć mineralnym tynkiem cienkowarstwowym [7] i odpowiednią farbą.

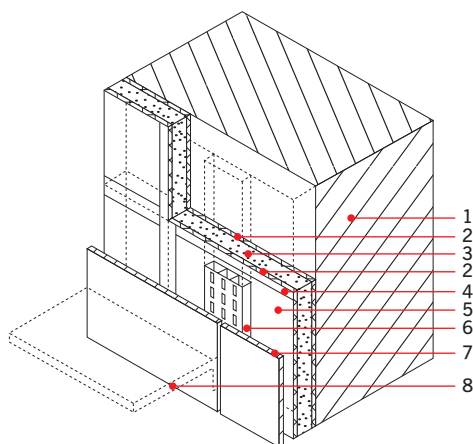
Klasyczne izolacje cieplne to materiały nieprzezroczyste o niskiej wartości współczynnika przewodzenia ciepła. Ich podstawowym zadaniem jest minimalizacja strat ciepła. Jednym z materiałów o niskiej wartości współczynnika przewodzenia ciepła jest aerożel. Jest to materiał



FOT. 3. Aerowełna jako izolacja od wewnątrz; fot.: Deutsche Rockwool Mineralwool [9]



FOT. 4. Zastosowanie wełny drzewnej od wewnątrz; fot.: Gutex



RYS. 6. Zastosowanie izolacji typu VIP jako ocieplenie od wewnątrz; rys.: archiwa autorów

1 – ściana zewnętrzna, 2 – obudowa izolacji próżniowej, 3 – VIP, 4 – paroizolacja, 5 – powierzchnia paroizolacji, 6 – pionowy profil mocowany do podłogi i sufitu, 7 – sucha zabudowa w postaci płyt włóknocementowych, 8 – opcjonalnie element wyposażenia pomieszczeń

ekstremalnie niską wartością współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,007 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Stosowane grubości to najczęściej do 3,5 cm. Współczynnik oporu dyfuzyjnego wynosi $\mu > 500\ 000$ [10]. Na RYS. 6 przedstawiono ścianę zewnętrzną ocieploną płytami izolacji VIP, zabezpieczonymi płytą włóknocementową.

Materiałami ekologicznymi stosowanymi do ociepleń od strony wewnętrznej jest np. wełna drzewna (FOT. 4) oraz termoizolacje z włókien konopnych. Są to materiały cechujące się bardzo dobrymi właściwościami termoizolacyjnymi oraz niewielkim oporem dyfuzyjnym. Dodatkowo ma-

będący rodzajem sztywnej piany o małej gęstości, składający się w ponad 90% z powietrza. Resztę stanowi żel tworzący nanostrukturę. Wartość współczynnika przewodzenia ciepła wynosi przeciętnie $\lambda = 0,018 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Izolacje z aerozelem produkowane są również w postaci technicznych izolacji nieprzezroczystych o wartości współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,013 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ [8]. Na FOT. 1–2 przedstawiono rozwiązanie izolacji termicznej grzejnikowej w postaci płyt aerożelowych.

Materiałem termoizolacyjnym, powstającym z połączenia wełny mineralnej z aerozelem jest aerowełna. Wartość współczynnika przewodzenia ciepła materiału wynosi $\lambda = 0,019 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, a współczynnik oporu dyfuzyjnego $\mu > 3$ [9].

Literatura tematu przedstawia przykłady ocieplenia od wewnątrz za pomocą izolacji próżniowej (tzw. modułowy system ocieplenia od wewnątrz). Izolacja ta charakteryzuje się

Materiał	Grubość [cm]	Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W / (m·K)]	Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ
Silikat wapienny	1,5–30	0,042–0,07	2–6
Płyty mineralne	1,5–10	0,042	5–7
Mineralny tynk ciepłochronny	2–10	0,07–0,09	7–8
Wełna drzewna + tynk gliniany	4–10	0,045	5
Płyty keramzytowo-gliniane	do 17 cm	0,20	5–10
Płyta GK+EPS	3,3;4,3	0,25/0,04	40
Płyta GK+XPS			
Szkło piankowe	4–18	0,04	∞
Wełna mineralna + aerożel	1,6–5	0,019	>3
Folia bąbelkowa	3	0,012	50 000
XPS	0,3–0,9	0,03	650
Wełna drzewna	2–10	0,04	3
Płyty korkowo-gliniane	2–20	0,07	9–11
Płyty korkowe	2–10	0,04	25–30
Płyty z włókien konopnych	3–22	0,04	1
Celuloza	6–8	0,052	2,4
Pianka rezolowa	3–14	0,022	38
Pianka rezolowa + płyta g-k			538

TABELA. Wybrane izolacje od wewnątrz (materiały i komponenty) [3]

teriaty te mają zbliżone cechy do płyt mineralnych lub płyt klimatycznych, dotyczące aktywności kapilarnej. W TABELI przedstawiono zestawienie wybranych parametrów cieplno-wilgotnościowych materiałów termoizolacyjnych stosowanych do ociepleń od wewnątrz.

PODSUMOWANIE

Docieplenie od strony wewnętrznej stwarza dla projektanta duże wyzwanie z zakresu wiedzy technicznej co do cech technicznych nowych materiałów termoizolacyjnych i technologii ich montażu oraz właściwości przegród budowlanych wznoszonych w latach minionych, w tym przede wszystkim przegród w budynkach o znaczeniu historycznym. Każdorazowe projektowanie docieplenia od strony wewnętrznej wymaga szczegółowej analizy cieplno-wilgotnościowej zachowania się nowo projektowanego uwarstwienia przegrody w czasie w warunkach jej rzeczywistej przyszłej eksploatacji. Analizę taką należy wykonywać na ścianie płaskiej północnej oraz w miejscach szczególnie narażonych na oddziaływanie wilgoci, np. w miejscu oparcia drewnianych belek stropowych. Zleca się, aby analizy były wykonywane przy użyciu programów numerycznych w okresie nie krótszym niż rok.

LITERATURA

1. PN-EN 15026:2008, „Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe komponentów budowlanych i elementów budynku. Szacowanie przenoszenia wilgoci za pomocą symulacji komputerowej”.
2. DIN 4108-3, „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz. Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung”.
3. K. Arbeiter, „Innendaemmung”, Wyd. Rudolf Mueller. Koeln 2014.
4. Materiały firmy Foamglas.
5. Materiały firmy Knauf.
6. Materiały firmy Renovario.
7. Materiały firmy Xella.
8. EnergieCluster. Kurs HLWD 2011 Innendämmung.
9. Materiały firmy Deutsche Rockwool Mineralwool.
10. Materiały firmy Variothec.
11. G. Steinke, A. Binz, „Bausysteme mit VIP”, Seminar Energie und Umweltforschung im Bauwesen.
12. Materiały firmy Gutex.

BOŻENA ORLIK-KOZDOŃ ukończyła Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Tytuł doktora nauk technicznych uzyskała w 2009 r. Pracuje w Katedrze Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli jako adiunkt. Naukowo zajmuje się fizyką budowli z zakresu przepływu ciepła i masy przez przegrody budowlane, badaniami strukturalnymi materiałów izolacyjnych oraz audytem i certyfikacją energetyczną budynków.

PAWEŁ KRAUSE ukończył Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej. Obecnie jest adiunktem w Katedrze Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej. W swojej pracy naukowej zajmuje się ochroną cieplną i diagnostyką obiektów. Jest autorem wielu publikacji o charakterze naukowo-technicznym, w szczególności z zakresu fizyki budowli i ochrony cieplnej.

TOMASZ STEIDL ukończył Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej. Obecnie jest adiunktem w Katedrze Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej. W swojej pracy naukowej zajmuje się ochroną cieplną i diagnostyką obiektów. Jest autorem wielu publikacji o charakterze naukowo-technicznym związanych z fizyką budowli i ochroną cieplną. Posiada uprawnienia audytora energetycznego.

DR ARTUR MIROS

74

IZOLACJE TECHNICZNE W OBIEKTACH TERMOMODERNIZOWANYCH

Priorytetem we wszystkich działaniach remontowych dotyczących obiektów rewitalizowanych jest zachowanie ich historycznych walorów. Wybór izolacji instalacji technicznych decyduje o ochronie obiektu rewitalizowanego przed uszkodzeniami związanymi z wprowadzeniem nowych elementów, jego ochronie przeciwpożarowej, a także optymalizacji kosztów eksploatacyjnych.

Zadaniem projektów renowacji czy też restauracji obiektów zabytkowych jest przede wszystkim przywrócenie zmienionej budowli dawnej formy architektonicznej, estetycznej czy użytkowej. Oprócz tego najistotniejszego celu, projekty renowacyjne w większości przypadków dążą do poprawy jakości codziennego funkcjonowania w takich obiektach. Jednym z jej elementów jest zmniejszenie kosztów eksploatacji poprzez działania termomodernizacyjne.

Kwestie wykonywania ociepleń zarówno przegród zewnętrznych, jak i stropów dachowych są szeroko omawiane w literaturze, z wnikliwym uwzględnieniem ociepleń od strony zewnętrznej oraz wewnętrznej – co oczywiście nie znaczy, że ocieplenie od wewnątrz jest zagadnieniem doskonale rozpoznany i łatwym do wykonania, w szczególności gdy docieplanie od strony wewnętrznej obiektu wpisanego do rejestru zabytków jest niedopuszczalne ze względu np. na bogaty wystrój architektoniczny. Przy ocieplaniu każda dodatkowa warstwa izolacji zmienia ciepłno-wilgotnościowe własności przegrody, co może się przyczynić do jej zawilgacania, a w konsekwencji uszkodzenia a także degradacji części bądź całego obiektu. Co więcej, zmiany w przegrodach powodują zmiany środowiska wewnętrznego budynku, niekoniecznie pozytywne [1].

W przypadku obiektów objętych ochroną konserwatorską, ale niewpisanych do rejestru zabytków wewnętrzne prace budowlane można podejmować na zasadach ogólnych (w przeciwieństwie do robót, które będą miały wpływ na jego zewnętrzne cechy, np. elewacja, okna, dach, drzwi do budynku, i dla których wymagana jest zgoda właściwego konserwatora zabytków). W odniesieniu do obiektu wpisanego do rejestru zabytków prowadzenie robót budowlanych wymaga, przed wydaniem decyzji o pozwoleniu na budowę, uzyskania pozwolenia wydanego przez właściwego wojewódzkiego konserwatora zabytków – dotyczy to zarówno prac na zewnątrz, jak i wewnątrz budynku [2].

W przypadku budynków rewitalizowanych istotą działań termomodernizacyjnych jest zachowanie pierwotnego wyglądu przy jednoczesnym wykonaniu termoizolacji, która nie wpłynie

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego	
	ściany i stropy z wyjątkiem stropów w ZL	stropy w ZL
A	REI 240	REI 120
B i C	REI 120	REI 60
D i E	REI 60	REI 30

TABELA 1. Wymagania dot. klasy odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego w zależności od klasy odporności pożarowej budynku [5]

w przyszłości na stan budynku, a poprawi komfort codziennego użytkowania i pozwoli obniżyć koszty eksploatacji. Poprawa komfortu środowiska wewnętrznego często realizowana jest poprzez wprowadzanie nowoczesnych rozwiązań HVAC wraz z montażem nowych instalacji, np. zintegrowanych z systemem zarządzania budynkiem. Właściwe wprowadzenie czy też modernizacja istniejących w obiektach rewitalizowanych instalacji technicznych (HVAC) jest jednym z większych wyzwań stojących przed inwestorami i wykonawcami w trakcie realizacji projektów związanych z renowacją historycznie cennych obiektów, w szczególności zawierających eksponaty muzealne, gdzie może zaistnieć rozbieżność pomiędzy warunkami niezbędnymi dla rewitalizowanego obiektu a koniecznymi dla wystawianych przedmiotów [3, 4].

WYMAGANIA

Nie ma innych ujednoliconych wymagań, które muszą spełniać materiały bądź wyroby do termoizolacji instalacji technicznych w obiektach rewitalizowanych, niż te, które obowiązują w budownictwie ogólnym [5], tym bardziej że każdy przypadek renowacji budynku należy rozpatrywać indywidualnie, w tym dobór odpowiednich materiałów izolacyjnych do instalacji technicznych. Z punktu widzenia ochrony budynków, w tym rewitalizowanych, tego typu materiałom stawia się kilka istotnych wymogów.

Odporność ogniowa – przewody instalacyjne łącznie z izolacją techniczną, przechodząc pomiędzy wydzielonymi strefami pożarowymi (przepusty instalacyjne), np. przez ściany czy stropy, osłabiają przegrodę, zwiększając ryzyko rozprzestrzenienia się pożaru pomiędzy strefami. Dlatego same izolacje techniczne (zastosowane w instalacjach wodociągowych, kanalizacyjnych i ogrzewczych) powinny być wykonane w sposób zapewniający nierozprzestrzenianie ognia [5, 6], a przepusty przechodzące przez granice stref pożarowych muszą spełniać określone wymagania odporności ogniowej. Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych [5] przepusty powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) wymaganą dla elementów oddzielenia pożarowego, czyli powinny być wykonane z materiałów niepalnych i odpowiadać wymaganiom dotyczącym klasy odporności ogniowej przedstawionym w tabeli w § 232.4 ww. rozporządzenia, a w przypadku przepustów o średnicy powyżej 4 cm w ścianach i stropach, dla których jest wymagana klasa odporności ogniowej co najmniej EI 60 lub REI 60, powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) tych elementów.

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m·K)) ¹⁾
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg poz. 1–4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	1/2 wymagań z poz. 1–4
6	Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1–4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	1/2 wymagań z poz. 1–4
7	Przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ²⁾	1/2 wymagań z poz. 1–4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ²⁾	100% wymagań z poz. 1–4

TABELA 2. Wymagania dot. izolacji cieplnej przewodów i komponentów (zgodnie z Załącznikiem 2 i zmianami obowiązującymi od 2009 r.) [5]

¹⁾ Przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła niż podano w tabeli, należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej.

²⁾ Izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

Analizując bezpieczeństwo pożarowe obiektu rewitalizowanego, należy podkreślić konieczność odpowiedniego doboru i wykonania izolacji przewodów technicznych wraz z przejściami instalacyjnymi, w szczególności dlatego, że z punktu widzenia rozprzestrzeniania się ognia elementy te są niewralgiczne w ochronie przeciwpożarowej obiektu. W przypadku niemożności spełnienia ww. wymagań niezbędna decyzja w sprawie odstępstwa od wymagań pożarowych podejmowana jest przez odpowiedniego konserwatora zabytków.

Wysoka izolacyjność cieplna – wszystkie budynki, w tym wpisane do rejestru zabytków czy podlegające ochronie konserwatorskiej, podlegają wymaganiom zawartym w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych [5], w tym dotyczącym izolacji instalacji technicznych (TABELA 2).

Spełnienie wymagań cieplnych jest o tyle istotne, że w wielu przypadkach instalacje techniczne to jeden z niewielu obszarów, w których termomodernizacja jest możliwa ze względu na ochronę historyczną. Z drugiej strony, podobnie jak dla przypadku odporności ogniowej, gdy inwestor/projektant wykaże, że z uwagi na zachowanie walorów obiektu rewitalizowanego spełnienie wymagań izolacyjności cieplnej izolacji instalacji technicznych nie jest możliwe, mogą

zostać uwzględnione odstępstwa od wymagań zawartych w warunkach technicznych, po uprzednim uzgodnieniu z odpowiednim konserwatorem zabytków.

Zapobieganie kondensacji pary wodnej – wykraplająca się woda na powierzchni rury instalacji, np. z zimną wodą, klimatyzacji czy wentylacji, może powodować szereg niekorzystnych efektów. Przede wszystkim nagromadzona woda może ściekać i, szczególnie w budynkach rewitalizowanych, powodować znaczące szkody. Tym bardziej gdy instalacja przebiega w zabudowanym kanale – dłuższe oddziaływanie wilgoci może powodować poważne zniszczenia. Dodatkowo wraz z wilgocią pojawiają się warunki sprzyjające rozwojowi pleśni i grzybów, które nie są pożądane w żadnym budynku, a tym bardziej w obiekcie o znaczeniu zabytkowym. Izolacje stosowane w instalacjach, w których kondensować może para wodna (rury zimnej wody, przewody klimatyzacyjne, wentylacyjne), to przeważnie materiały niepochłaniające wilgoci, o strukturze zamkniętokomórkowej i wysokim współczynniku oporu dyfuzji pary wodnej. Materiały o wysokim oporze dyfuzji utrudniają przedostanie się pary wodnej zawartej w powietrzu pomieszczenia na powierzchnię np. rury transportującej odpowiednio zimne medium, a tym samym jej kondensację.

Izolacyjność akustyczna – jedną z ważnych własności izolacji technicznych jest zdolność do redukcji dźwięków powstających w instalacjach, jak i przez nie przenoszonych. Cecha ta jest szczególnie istotna w przypadku obiektów mieszczących sale konferencyjne, koncertowe itp. Dobór odpowiedniej izolacji dla instalacji technicznej powinien obejmować również pozostałe własności, takie jak np. elastyczność, wysoka odporność na uszkodzenia mechaniczne, trwałość itp.

MATERIAŁY DO IZOLACJI INSTALACJI

Spośród wielu materiałów wykorzystywanych do izolacji instalacji technicznych [7] ze względu na ich właściwości w obiektach rewitalizowanych szczególnie stosowane powinny być wymienione poniżej materiały.

Pianka polietylenowa

Stosuje się ją przede wszystkim do izolowania instalacji ciepłej i zimnej wody, centralnego ogrzewania, instalacji klimatyzacyjnych (zakres temperatury medium od -45 do 90°C). Współczynnik przewodzenia ciepła λ_{40} dla pianki polietylenowej wynosi w zależności od jej gęstości od ok. $0,037$ do $0,045 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Charakteryzuje się ona bardzo wysoką elastycznością, brakiem toksyczności oraz bardzo dobrą ochroną przed kondensacją pary wodnej, czyli bardzo wysokim współczynnikiem oporu dyfuzyjnego pary. Wyroby izolowane pianką polietylenową powleczone są często płaszczem – ze względu na bezpieczeństwo pożarowe zaleca się, by były to płaszcze bezhalogenowe.

Elastyczna pianka elastomerowa

Stosowana do izolowania instalacji ciepłej i zimnej wody, centralnego ogrzewania, instalacji klimatyzacyjnych (do temperatury 105°C). Pianka o zamkniętych porach ma wysoki współczynnik oporu dyfuzyjnego pary wodnej, stanowiący o skutecznym zapobieganiu jej kondensacji. Materiał ten ma bardzo dobre własności elastyczne i akustyczne. Współczynnik przewodzenia ciepła λ_{40} wyrobów z FEF wynosi od ok. $0,036$ do $0,045 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Pianka poliuretanowa (PUR)

Materiał o bardzo dobrych własnościach termicznych, jego współczynnik przewodzenia ciepła λ_{40} to ok. 0,026–0,030 W/(m·K). Odporny chemicznie i biologicznie. Zakres pracy wyrobów z PUR wynosi od –200° do 135°C. Powierzchnia pianki chroniona jest przeważnie za pomocą płaszcza (płaszcz metalowy, folia aluminiowa lub bezhalogenowy płaszcz tworzywowy). Materiał lekki i sztywny. W porównaniu z innymi materiałami wykorzystywanymi jako izolacja instalacji technicznych ma niskie własności akustyczne.

Pianka polizocyjanuranowa (PIR)

Pianka PIR ma lepsze własności termiczne i odporności ogniowej oraz lepszym opór dyfuzyjny niż pianka PUR. Również zakres pracy wyrobów z PIR jest szerszy: od –200° do 200°C. Współczynnik przewodzenia ciepła λ_{40} dla pianki PIR wynosi ok. 0,021–0,028 W/(m·K). Wyroby z pianki poliizocyjanurowej są odporne biologicznie i na działanie wielu związków chemicznych, a także na duże obciążenia mechaniczne. Pianka ta ma podobnie jak PUR niskie własności akustyczne.

Wełna mineralna

W przeciwieństwie do przedstawionych powyżej materiałów izolacyjnych wełna mineralna jest otwarta dyfuzyjnie, co powoduje, że w zależności od warunków nagromadzona woda może dyfundować przez warstwę wełny na zewnątrz bądź powodować zawilgocenie materiału, obniżając jego własności cieplne, oraz stanowić potencjalne zagrożenie korozją biologiczną (grzyby, pleśń). Z drugiej strony wełna jest bardzo dobrym zabezpieczeniem przeciwpożarowym, ma najwyższą klasę reakcji na ogień (przeważnie klasa A) ze wszystkich wcześniej prezentowanych materiałów. Współczynnik przewodzenia ciepła λ_{40} wynosi w tym przypadku od ok. 0,036 do 0,045 W/(m·K). Może być stosowana w bardzo szerokim zakresie temperatur. Jest to wyrób sprężysty, który stanowi bardzo dobrą ochronę przed hałasem i dźwiękami pochodzącymi z wibracji.

Aerożel

Materiał o najniższym współczynniku przewodzenia ciepła ze wszystkich komercyjnie sprzedawanych materiałów izolacyjnych, jego λ_{40} to ok. 0,014–0,020 W/(m·K). Podobnie jak wełna mineralna ma wysoką klasę reakcji na ogień (A). Może być stosowany w bardzo szerokim zakresie temperatur. Materiał otwarty dyfuzyjnie o dobrych parametrach tłumiących drgania. Z uwagi na wysoką cenę przeważnie stosowany w kompozytach razem z innymi materiałami izolacyjnymi.

PODSUMOWANIE

Odpowiedni wybór izolacji instalacji technicznych wpływa na poziom ochrony przeciwpożarowej, zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych oraz zabezpieczenie obiektu rewitalizowanego przed uszkodzeniami związanymi z wprowadzeniem nowych elementów. Z jednej strony najważniejszym elementem jest bezpieczeństwo, w tym pożarowe, z drugiej termomodernizacja wiąże się z ograniczaniem strat ciepła i obniżeniem kosztów eksploatacyjnych obiektu. Jednak

najistotniejszym elementem jest zachowanie historycznych walorów poddawanego modernizacji budynku, powinno to stanowić priorytet przy wszystkich działaniach remontowych.

LITERATURA

1. A. Troi, Z. Bastian, „Energy Efficiency Solution for Historic Buildings. A Handbook”, Birkhauser Verlag GmbH, Basel 2015.
2. Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (DzU nr 162, poz. 1568).
3. S.C. Park, „HVAC for Historical Buildings”, „ASHRAE Journal”, April 1999, p. 82–89.
4. S.C. Park, „Heating, Ventilating and Cooling Historic Buildings: Problems and Recommended Approaches”, „Old House Journal”, Washington D.C., October 1991.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU nr 75, poz. 690, z późn. zm.).
6. W. Joniec, „Piony i przepusty instalacyjne”, „IZOLACJE” nr 9/2013, s. 77–79.
7. A. Miros, „Izolacje techniczne – określanie minimalnej grubości izolacji oraz charakterystyka współczesnych materiałów izolacyjnych”, „IZOLACJE” nr 3/2013, s. 72–76.

ARTUR MIROS jest absolwentem Uniwersytetu Śląskiego, tytuł doktora nauk chemicznych uzyskał w 2000 r. Staż podoktorancki odbywał w Instytucie Struktur Elektronowych i Laserów w Grecji oraz w Instytucie Maxa Plancka w Niemczech. Obecnie pracuje na stanowisku Kierownika Pracowni Materiałów Termo- i Hydroizolacyjnych w Instytucie Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Oddział w Katowicach, w którym zajmuje się zagadnieniami związanymi z materiałami i wyrobami termoizolacyjnymi i hydroizolacyjnymi. Jest autorem i współautorem około 20 prac polskich i zagranicznych.

DR INŻ. PIOTR JADWISZCZAK

80

INSTALACJE CENTRALNEGO OGRZEWANIA W PROCESIE TERMOMODERNIZACJI BUDYNKÓW

Termomodernizacja powinna obejmować wszystkie aspekty związane z energochłonnością budynku. W praktyce termomodernizację często ogranicza się jedynie do zwiększenia izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych i wymiany stolarki okiennej, bez ingerencji w instalację centralnego ogrzewania i źródło ciepła. Jest to działanie niewłaściwe, niepełne, a nawet szkodliwe z energetycznego punktu widzenia. Jakość pracy instalacji c.o. nie poprawia się, a w określonych przypadkach nawet pogarsza. Zużycie ciepła w budynku nie obniża się, a niekiedy wręcz wzrasta, niwecząc trud i nakłady poniesione podczas termomodernizacji.

STANDARD ISTNIEJĄCYCH INSTALACJI C.O.

Znaczną część zasobów mieszkaniowych Polski stanowią budynki wielorodzinne wznoszone w latach 70. i 80. XX wieku w technologii tzw. wielkiej płyty. Standardem są w nich instalacje centralnego ogrzewania wodne, dwururowe, pompowe, o parametrach 95 lub 90/70°C, z rozdziałem dolnym i pionami wznoszącymi. Przewody c.o. są izolowane cieplnie jedynie w obrębie rozprowadzeń w piwnicach, a nieizolowane piony prowadzone są po wierzchu ścian. Żeliwne grzejniki członowe bez armatury regulacyjnej zasilane są nieizolowanymi gałkami i mają zazwyczaj unieruchomiony zawór odcinający. Odpowietrzenie realizowane jest poprzez instalację centralną, a system zabezpieczeń jest otwarty. Źródłem ciepła jest węzeł ciepłowniczy lub kotłownia lokalna czy miejscowa, jedno- lub dwufunkcyjna.

Tak skonfigurowany system grzewczy spełnia swoje podstawowe zadanie, jakim jest dostarczanie ciepła do pomieszczeń ogrzewanych. Wadą jest brak regulacji miejscowej w pomieszczeniach (tylko regulacja centralna), co w połączeniu z regulacją hydrauliczną opartą jedynie na gradacji średnic i kryzach skutkuje stałym bądź okresowym niedogrzewaniem lub przegrzewaniem konkretnych pomieszczeń. Przy braku armatury regulacyjnej podstawową reakcją na zbyt dużą dostawę ciepła jest otwieranie okien przez użytkowników. Dokładając do tego straty ciepła na przesył, wtórne przepływy czynnika przez instalację odpowietrzającą oraz niską jakość wody

obiegowej, otrzymujemy pełny obraz instalacji grzewczej o niskiej sprawności i regulacyjności. W zdecydowanej większości instalacje te pracują poprawnie w warunkach zbliżonych do projektowych, a gorzej w okresie przejściowym, szczególnie na początku i końcu sezonu grzewczego.

TERMOMODERNIZACJA BUDYNKÓW Z WIELKIEJ PŁYTY

Termomodernizacja jest teoretycznie najprostszym sposobem poprawienia charakterystyki energetycznej budynków wielorodzinnych. Jednocześnie pozwala usunąć wady projektowe i wykonawcze w istniejących budynkach z wielkiej płyty. Pełna termomodernizacja powinna obejmować swoim zakresem ulepszenia w zakresie [1]:

- » konstrukcji i charakterystyki energetycznej budynku,
- » systemu grzewczego,
- » instalacji c.w.u. i cyrkulacji,
- » źródła ciepła,
- » systemu wentylacji,
- » instalacji gazowej i kominowej,
- » instalacji elektrycznej,
- » wysokości taryf i opłat za energię.

W praktyce termomodernizacja często ograniczana jest jedynie do ulepszeń w obrębie pierwszej grupy, czyli obudowy cieplnej budynku. Dodatkowa izolacja cieplna przegród zewnętrznych oraz wymiana stolarki okiennej daje wymierny i szybki efekt jakościowy oraz wizualny. Jednak zaniedbanie lub pominięcie ulepszeń w pozostałych sektorach gospodarki energetycznej budynku jest błędem. Pozostają w nim energochłonne instalacje pracujące z niską sprawnością i jakością. Szczególnie dotyczy to instalacji centralnego ogrzewania, której praca bezpośrednio wpływa na komfort cieplny, a koszty ogrzewania stanowią znaczną część kosztów utrzymania budynku.

MODERNIZACJA INSTALACJI CENTRALNEGO OGRZEWANIA

W budynku poddawany termomodernizacji wymagane jest dostosowanie instalacji centralnego ogrzewania do pracy w zmienionych warunkach wynikających z redukcji obciążenia cieplnego budynku i poszczególnych pomieszczeń. Teoretycznie najprostszym rozwiązaniem jest wymiana całej instalacji c.o. na nową. Jest to jednak rozwiązanie drogie i trudne w realizacji w zamieszkałym budynku, choć nie niemożliwe. Zdarza się również, że instalacja c.o. była już wcześniej remontowana i jest w dobrym stanie technicznym.

W razie konieczności kompleksowej wymiany instalacji c.o. należy rozpatrzyć zmianę jej technologii i układu. Niewłaściwym rozwiązaniem jest odtwórcze budowanie nowej instalacji, identycznej jak poprzednia. Zaleca się projektowanie instalacji c.o. w sposób umożliwiający pomiar całkowitej energii cieplnej dostarczonej do danego lokalu i z wykorzystaniem nowoczesnych rozwiązań technicznych. Wymaga to całkowitej zmiany układu instalacji c.o., np. przejścia z pionopięt na rozdzielacze mieszkaniowe. W budynkach z wielkiej płyty stwarza to poważne problemy projektowe i wykonawcze, głównie z rozprowadzeniem takiej instalacji w obrębie mieszkań.

Jeśli wymiana istniejącej instalacji c.o. nie jest konieczna, zakres jej modernizacji powinien obejmować następujące czynności [2, 3]:

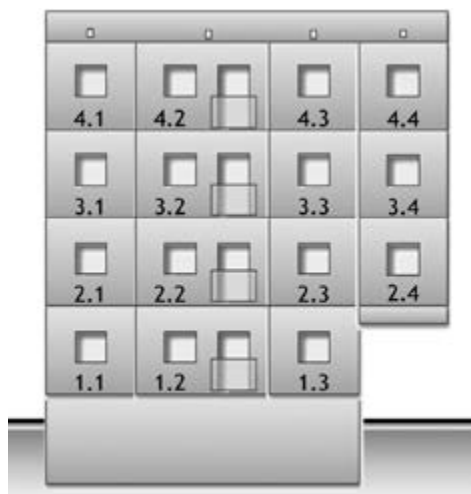
1. Szczegółową inwentaryzację i ocenę stanu technicznego instalacji.
2. Poprawę stanu technicznego instalacji poprzez:
 - » przywrócenie drożności rurociągów przez ewentualną wymianę ciągów przewodów lub płukanie chemiczne (czynność kontrowersyjna, nieprawidłowo przeprowadzona jest niebezpieczna dla instalacji),
 - » ograniczenie ubytków wody przez ogólne uszczelnienie instalacji c.o., np. wymianę armatury,
 - » hermetyzację układu przez zastosowanie zamkniętego systemu zabezpieczeń i zastąpienie centralnej instalacji odpowietrzającej odpowietrznikami miejscowymi,
 - » izolowanie cieplne przewodów c.o.
3. Dostosowanie instalacji do obniżonego obciążenia cieplnego pomieszczeń:
 - » zmianę mocy grzewczej instalacji c.o. i grzejników,
 - » zainstalowanie grzejnikowych zaworów termostatycznych i zrównoważenie hydrauliczne obiegów,
 - » wymianę pomp obiegowych na wysokosprawne urządzenia bezdławicowe sterowane elektronicznie,
 - » poprawę i utrzymanie jakości czynnika obiegowego,
 - » ewentualne wprowadzenie systemu indywidualnego rozliczenia kosztów ogrzewania.

Sens ma jedynie kompleksowa modernizacja instalacji c.o. Wycinkowe usprawnienia, polegające np. tylko na montażu w niesprawnej instalacji grzejnikowych zaworów termostatycznych bez określenia nastaw wstępnych i wymiany pomp, są błędem i skutkować będą pogłębieniem wadliwego działania instalacji.

Szczególnie istotne są działania mające na celu właściwe dostosowanie instalacji c.o. do pracy w warunkach zredukowanego obciążenia cieplnego. Termomodernizacja obudowy cieplnej budynku daje nierównomierne zredukowanie obciążenia cieplnego w poszczególnych pomieszczeniach, co musi być uwzględnione w projekcie modernizacji instalacji c.o.

OBNIŻENIE POTRZEB CIEPLNYCH POMIESZCZEŃ W BUDYNKU PO TERMOMODERNIZACJI

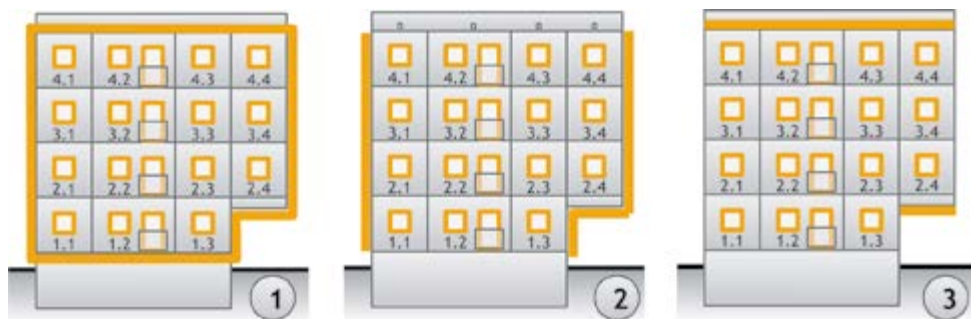
W skali całego budynku ulepszenie termomodernizacyjne polegające na zwiększeniu izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych realizowane jest przez zamontowanie warstwy izolacji o jednolitej grubości na całej powierzchni danej przegrody. Wpływ tego rozwiązania na poszczególne pomieszczenia ogrzewane w budynku jest jednak różny. Stopień zmniejszenia potrzeb cieplnych zależy od położenia w budynku, charakterystyki energetycznej oraz architektury pomieszczenia. Skrajnymi przykładami są: pomieszczenia wewnętrzne na kondygnacjach pośrednich z jedną ścianą zewnętrzną o małej powierzchni oraz pomieszczenia szczytowe na najwyższej kondygnacji z trzema lub więcej przegrodami zewnętrznymi. Różnica w stopniu zredukowania potrzeb cieplnych tych pomieszczeń w ramach jednolitego rozwiązania termomodernizacji obudowy budynku może sięgać kilkudziesięciu, a nawet kilkuset procent. Oznacza to, że chcąc poprawnie dostosować istniejącą instalację c.o. do zmienionych warunków pracy, nie można stosować jednego, proporcjonalnego rozwiązania dla wszystkich pomieszczeń ogrzewanych. Należy kolejno analizować każde pomieszczenie, wybierając dla niego najlepsze rozwiązanie.



RYS. 1. Grupa analizowanych pomieszczeń w budynku wielorodzinnym; rys. autora

Aby zilustrować nierównomierność wpływu docieplania przegród zewnętrznych na zmianę obciążenia cieplnego poszczególnych pomieszczeń w budynku wielorodzinnym poddawany termomodernizacji, przeprowadzono krótką analizę obliczeniową. Wyznaczono obniżenie obciążenia cieplnego pomieszczeń mieszkalnych w przykładowym budynku wielorodzinnym wzniesionym w technologii tzw. wielkiej płyty (RYS. 1). Dla utrzymania przejrzystości do analizy wybrano 15 pomieszczeń tworzących elewację budynku, nadając im numery określające ich położenie. Są to pomieszczenia ogrzewane do temperatury 20°C z wentylacją naturalną 1,0 l/h, o powierzchni 12 (4×3 m) oraz 20 m² (4×5 m, z balkonami). Budynek znajduje się w Katowicach, w III strefie klimatycznej, został wzniesiony w latach 70.

XX wieku i spełnia wymagania obowiązujących wówczas przepisów (TABELA 1).



RYS. 2. Zakres ulepszeń termomodernizacyjnych obudowy cieplnej budynku w wariantach 1, 2 i 3; rys. autora

Przegroda zewnętrzna	Przed termomodernizacją	Wariant 1 wg wymagań WT	Wariant 2 ściany zewnętrzne i okna 1,8	Wariant 3 stropodach i okna 0,8
Ściana zewnętrzna	1,16	0,30	0,26	1,16
Stropodach	0,70	0,25	0,70	0,25
Strop nad piwnicą	1,16	0,60	1,16	1,16
Okna	2,60	1,10	1,80	0,80
Strop zewnętrzny	1,16	0,25	0,25	0,25

TABELA 1. Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych [W/m²·K] w analizowanych wariantach termomodernizacji obudowy budynku wielorodzinnego

Przed termomodernizacją				Wariant 1 wg wymagań WT				Wariant 2 ściany zewnętrzne i okna 1,8				Wariant 3 stropodach i okna 0,8			
1989	2309	1386	1989	1173	1556	908	1173	1470	2072	1215	1470	1572	1599	981	1572
1553	1643	972	1553	831	1194	682	831	854	1287	726	854	1412	1358	831	1412
1553	1643	972	2319	831	1194	682	999	854	1287	726	1020	1412	1358	831	1619
2080	2489	2080	–	1104	1631	1104	–	1381	2133	1381	–	1938	2204	1938	–

TABELA 2. Projektowe obciążenie cieplne [W] analizowanych pomieszczeń (układ tabeli odzwierciedla elewację budynku)

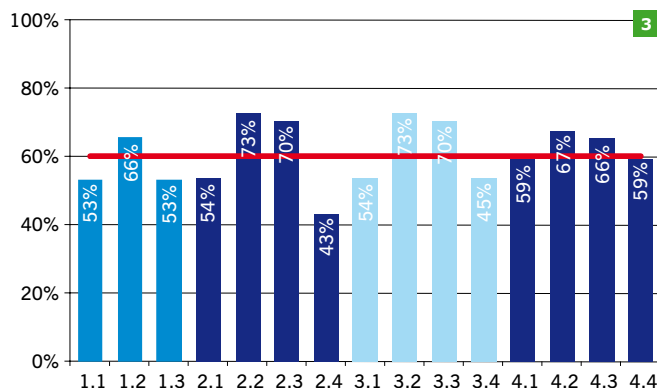
Wariant 1 wg wymagań WT				Wariant 2 ściany zewnętrzne i okna 1,8				Wariant 3 stropodach i okna 0,8			
59%	67%	66%	59%	74%	90%	88%	74%	79%	69%	71%	79%
54%	73%	70%	54%	55%	78%	75%	55%	91%	83%	85%	91%
54%	73%	70%	43%	55%	78%	75%	44%	91%	83%	85%	70%
53%	66%	53%	–	66%	86%	66%	–	93%	89%	93%	–
Średnio 60% Odchylenie stand. 9%				Średnio 71% Odchylenie stand. 13%				Średnio 83% Odchylenie stand. 8%			

TABELA 3. Projektowe obciążenie cieplne analizowanych pomieszczeń po wariantowych termomodernizacjach budynku jako procent obciążenia początkowego (układ tabeli odzwierciedla elewację budynku)

Analiza obejmuje wyznaczenie obciążenia cieplnego każdego z pomieszczeń po przeprowadzeniu termomodernizacji obudowy cieplnej budynku w trzech wariantach (TABELA 1). W rzeczywistych warunkach racjonalna grubość dodatkowej izolacji cieplnej przegród budowlanych określana jest w audycie energetycznym. Dla uproszczenia w wariantcie 1 założono doprowadzenie budynku do standardu obecnie wymaganego przez warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [4]. Wariant 2 to często spotykane rozwiązanie polegające na zamontowaniu 12-centymetrowej warstwy styropianu na ścianach zewnętrznych i wymianie okien na nowoczesne o $U_{obl} = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. W wariantcie 3 zamontowano jedynie dodatkową warstwę izolacji w stropodachu i wymieniono okna na ciepłe o współczynniku $U_{obl} = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

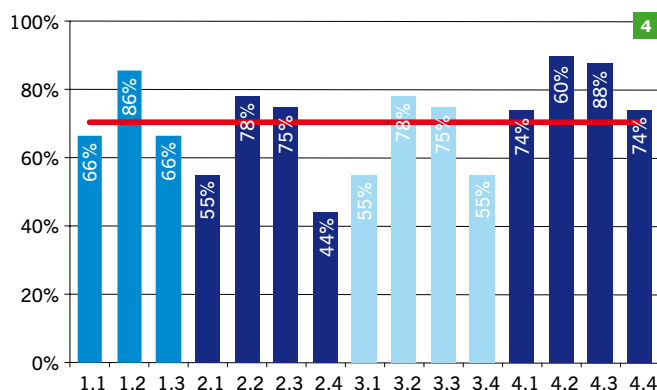
Dla tak przyjętych założeń wyznaczono według [5] projektowe obciążenie cieplne każdego z analizowanych pomieszczeń w każdym z opisanych powyżej wariantów. Zestawienie wyników zawarto w TABELI 2, a w TABELI 3 podano wielkość procentową obciążenia cieplnego w odniesieniu do wariantu przed termomodernizacją wraz z podaniem wartości średniej. Dodatkową ilustracją wyników zamieszczonych w TABELI 3 są wykresy na RYS. 3–5.

Wyraźnie widać, że wpływ takiego samego dla danej przegrody zewnętrznej rozwiązania termomodernizacyjnego przekłada się na niejednolite zmniejszenie obciążenia ciepl-



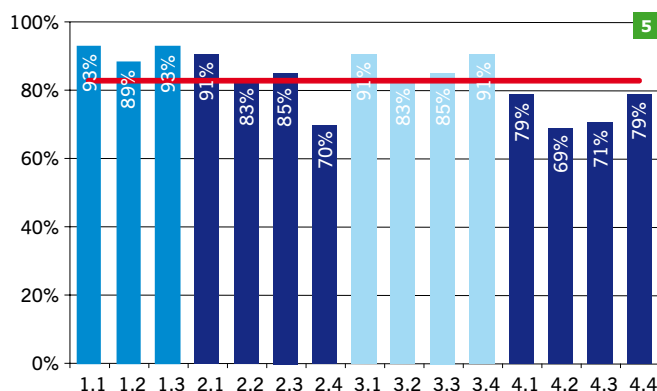
RYS. 3. Projektowe obciążenie cieplne pomieszczeń po termomodernizacji w wariancie 1 jako procent obciążenia początkowego z zaznaczeniem wartości średniej dla budynku wynoszącej 60%;

rys. autora



RYS. 4. Projektowe obciążenie cieplne pomieszczeń po termomodernizacji w wariancie 2 jako procent obciążenia początkowego z zaznaczeniem wartości średniej dla budynku wynoszącej 71%;

rys. autora



RYS. 5. Projektowe obciążenie cieplne pomieszczeń po termomodernizacji w wariancie 3 jako procent obciążenia początkowego z zaznaczeniem wartości średniej dla budynku wynoszącej 83%;

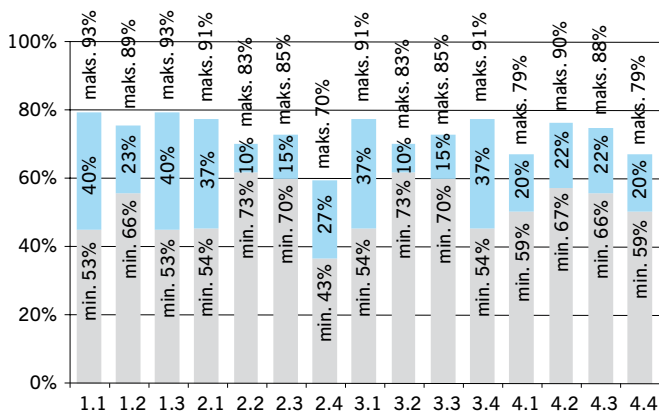
rys. autora

nego poszczególnych pomieszczeń. Niejednorodność ta zmienia się również w zależności od wariantu rozwiązania termomodernizacyjnego obudowy budynku (RYS. 3–5). W wariancie 1 uzyskano zredukowane obciążenia cieplne pomieszczeń wynoszące od 43 do 73% obciążenia pierwotnego, zależnie od typu i położenia pomieszczenia. W wariancie 2 – od 44% do 90%, a w wariancie 3 – od 70 do 93%. Oznacza to, że w zależności od poło-

żenia pomieszczenia i wariantu termomodernizacji zmiana obciążenia cieplnego może wynosić ponad połowę lub jedynie parę procent. Już na przykładzie trzech wybranych przypadków wyraźnie widać, że przyjęcie jednolitej redukcji obciążeń cieplnych dla wszystkich pomieszczeń w budynku jest błędem inżynierskim. A całkowicie niedopuszczalne jest przyjmowanie w bilansie cieplnym jednostkowego współczynnika obciążenia cieplnego w W/m^2 takiego samego dla wszystkich pomieszczeń.

RYS. 6. Rozstęp statystyczny zmian obciążeń cieplnych analizowanych pomieszczeń;

rys. autora



Powyższe wyniki nie powinny być dla inżynierów zaskoczeniem. Wyraźnie widać, że „najmniej wrażliwe” na zmiany w izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych są pomieszczenia wewnętrzne o rela-

tywnie małych powierzchniach. Największe zmiany występują w pomieszczeniach na kondygnacjach skrajnych, w tzw. lokalizacjach szczytowych. Należy zwrócić uwagę na proporcje i wielkość tych zmian w poszczególnych wariantach.

Wykres na **RYS. 6** przedstawia rozstęp statystyczny jako miarę rozrzutu projektowych obciążeń cieplnych analizowanych pomieszczeń. Przedstawiono zarówno rozpiętość zmian, jak i wielkości maksymalne i minimalne.

Mały rozstęp statystyczny wskazuje na pomieszczenia o małej zmienności obciążenia cieplnego. Są to wewnętrzne pomieszczenia o oznaczeniach 2.2 i 3.2 (rozstęp 10%), o dużej powierzchni użytkowej (20 m²) i małej powierzchni przegród zewnętrznych. Drugie w kolejności są analogicznie położone pomieszczenia 2.3 i 3.3 (rozstęp 15%), jednak o mniejszej powierzchni niż poprzednie (12 m²). Największa zmienność dotyczy pomieszczeń o lokalizacji szczytowej: 1.1, 1.3, 2.1, 3.1 i 3.4 (rozstęp ok. 40%).

DOSTOSOWANIE INSTALACJI C.O. DO OBNIŻONEGO OBCIĄŻENIA CIEPLNEGO

Jak wykazano powyżej, obciążenie cieplne pomieszczeń zmienia się nierównomiernie w obrębie budynku w zależności od charakterystyki danego pomieszczenia i przyjętego wariantu termomodernizacji obudowy cieplnej budynku. Oznacza to, że dostosowanie instalacji c.o. do pracy w zmienionych warunkach po dociepleniu budynku wymaga w pierwszej kolejności wyznaczenia projektowego obciążenia cieplnego każdego z ogrzewanych pomieszczeń i to ze szczegółowym uwzględnieniem wszystkich czynników wpływających na zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania:

- » statycznych strat ciepła z uwzględnieniem mostków cieplnych,
- » wentylacyjnych strat ciepła,
- » zysków ciepła od przewodów c.o. w danym pomieszczeniu.

Dopiero tak skonstruowany bilans cieplny może być podstawą do dalszych inżynierskich prac projektowych nad modernizacją istniejącej instalacji c.o. w budynku poddanym termomodernizacji. Czynności te będą tematem kolejnych artykułów, obejmujących zagadnienia cieplne oraz hydrauliczne dostosowania istniejącej instalacji c.o. do poprawnej pracy w budynku z wielkiej płyty poddanym termomodernizacji.

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (DzU nr 43/2009, poz. 346).
2. Robakiewicz M., Panek A., „Termomodernizacja budynku”, Program Edukacyjno-Informacyjny www.domprzyjazny.pl.
3. Śmiechowski D. i in., „Nadbudowa i modernizacja budynków wielorodzinnych”, Program Edukacyjno-Informacyjny www.domprzyjazny.pl.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU nr 75/2002, poz. 690, ze zm.).
5. PN-EN 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

PIOTR JADWISZCZAK ukończył Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej. Pracuje w Instytucie Klimatyzacji i Ogrzewnictwa Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej. Specjalizuje się w tematyce układów automatycznej regulacji, niekonwencjonalnych i odnawialnych źródeł energii, nowoczesnych systemów grzewczych oraz zintegrowanych systemów energetycznych.