

MODERNIZACJA STAREGO BUDOWNICTWA

– prawo, projektowanie, wykonawstwo

e-book

IZOLACJE.com.pl

budownictwo | przemysł | ekologia

Partnerzy publikacji

HurtowniaStyropianu.pl

2



PU Polska

Związek Producentów Płyt Warstwowych i Izolacji



Opracowanie
Monika Mucha
Anna Białorucka

Wydawca
GRUPA MEDIUM
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością S.K.
ul. Karczevska 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 2023

Publikacja wydana pod patronatem miesięcznika IZOLACJE

IZOLACJE
budownictwo | przemysł | ekologia

Dla Ciebie, Natury, Naszej Przyszłości

Białe ciepło



$\lambda = 0,034 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$



Produkt niepalny, klasa A1



Doskonała redukcja hałasu



Bezkonkurencyjna kontrola kondensacji

CECHY

WYRÓŻNIAJĄCE BIAŁE CIEPŁO®:

- Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,034 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- Ultralekki materiał (gęstość 40–50 kg/m³)
- Barwa – śnieżnobiała w masie
- System mineralny
- Ekologiczny
- Niepalny (klasa A1)
- Doskonale wyciszający
- W pełni paroprzepuszczalny
- Brak mostków termicznych
- Możliwość wykonania warstwy do 250 mm grubości przy jednorazowym natrysku
- Szybki w aplikacji (50–100 m² w ciągu 8 godzin, w zależności od grubości)
- Niska cena w stosunku do wysokich parametrów.

ZASTOSOWANIE IZOLACJI W:

- Garaże wielkopowierzchniowe
- Stropy piwnic budynków wielorodzinnych
- Kościoły
- Hale widowiskowo-sportowe
- Hale produkcyjno-magazynowe, biura, restauracje, banki, korytarze szkół
- Statki, platformy wiertnicze

DOKUMENTY DOPUSZCZAJĄCE:

- Krajowa Ocena Techniczna **KOT 2020/0022 wydanie 1**
- Krajowa Deklaracja Właściwości Użytkowych **SFX30042020**
- Znak budowlany „B”
- Atest higieniczny **B-BK-60211-0447/20**
- Raport badań akustycznych **U-631/RB-3/2015**



SPIS TREŚCI

Wstęp	6
Fala Renowacji – korzyści wynikające z kompleksowej modernizacji energetycznej budynków	8
Ocieplenia ścian zewnętrznych »PREZENTACJA«	22
Krajowy Plan Odbudowy o efektywności energetycznej	32
Kiedy budownictwo nie jest nowe, na kłopoty – spienione szkło komórkowe! »PREZENTACJA«	46
Szymon Firląg, Agnieszka Kaliszuk-Wietecha, Arkadiusz Węglarz	
Głęboka termomodernizacja budynków	50
Ołeksij Kopyłow	
Wybrane aspekty techniczne termomodernizacji elewacji budynków jednorodzinnych . . .	62
Montaż płyt warstwowych do ścian murowanych »PREZENTACJA«	70
Dariusz Bajno	
Renowacja dachów płaskich i pochylonych	74
Piotr Wolański, Katarzyna Wolańska	
Dachy zielone a poprawa efektywności energetycznej budynków	90
Bożena Orlik-Koźdoń, Tomasz Steidl	
Docieplanie budynków od wewnątrz – wymagania prawne i zalecenia do projektowania . .	94
Bartłomiej Monczyński	
Nie ma termomodernizacji bez hydroizolacji	104
Artur Miszczuk	
Ocieplanie podłóg na gruncie i stropów nad nieogrzewanymi piwnicami	110
Waldemar Joniec	
Przepusty i piony instalacyjne	118
Katalog firm	126



WDROŻENIA

Pragniemy wdrażać działania wspierające uczciwą konkurencję na rynku producentów materiałów izolacyjnych, będące w interesie przedsiębiorców i klientów.



OCHRONA

Reprezentując i chroniąc interesy producentów płyt izolacyjnych z rdzeniem polizocyjanurowym PIR, prowadzimy działania przeciwdziałające rozpowszechnianiu nieprawdziwych lub wprowadzających w błąd informacji o producentach i produktach polizocyjanurowych.



ŚRODOWISKO

Pragniemy również działać na rzecz ochrony środowiska poprzez promowanie i rozpowszechnianie nowoczesnych i energooszczędnych rozwiązań w budownictwie.



PU POLSKA
Związek Producentów Płyt Warstwowych i Izolacji
ul. Wałbrzyska 11/85, 02-739 Warszawa

www.pu-polska.pl

WSTĘP

Obecnie około 75% budynków w Polsce jest nieefektywnych energetycznie. Wynikające z tego straty energii można ograniczyć poprzez renowację istniejących budynków oraz korzystanie z inteligentnych rozwiązań i energooszczędnych materiałów przy budowie nowych obiektów.

Aby poprawić charakterystykę energetyczną budynków, liczba renowacji przeprowadzanych w najbliższych latach powinna systematycznie rosnąć. Modernizacje mają się bowiem przyczynić się do podniesienia standardu domów jedno- i wielorodzinnych, jak również obiektów zabytkowych i przemysłowych.

W cyklu artykułów opisujemy rozwiązania przeznaczone do modernizacji starego budownictwa i prezentujemy materiały stosowane w renowacji tego typu obiektów. Dowiedz się, na czym polega głęboka termomodernizacja budynków, jak modernizować dachy, wymieniać okna dachowe, a także ocieplać stropy i podłogi. Zapraszamy do lektury.

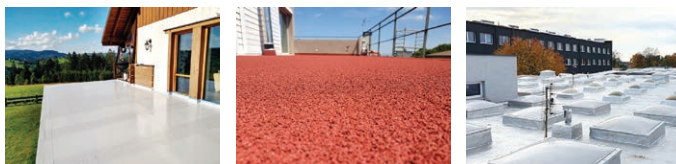
REKLAMA



Canada Rubber Polska - innowacyjne rozwiązania w zakresie hydroizolacji oraz izolacji natryskowej budynków, tarasów i balkonów.

Firma **Canada Rubber** od 10 lat z powodzeniem wprowadza na polski rynek produkty służące do hydroizolacji, głównie powierzchni dachowych. Od kilku lat przedsiębiorstwo dostarcza także produkty do izolacji tarasów oraz balkonów.

Najwyższa jakość i najlepszy standard wykonania to synonim produktów oferowanych przez Canada Rubber Polska. Od 2010 roku nasze technologie są najlepszą odpowiedzią na pytania o to, **jak naprawić przeciekający dach**, jak odpowiednio **zabezpieczyć taras przed przeciekaniem**, jak **uszczelnić dach z papy**, blachy czy innych membran dachowych. To sprawia, że nasze produkty cieszą się ogromnym powodzeniem wśród klientów posiadających budynki mieszkalne, hale produkcyjne czy duże obiekty komercyjne. Dzięki łatwej i szybkiej aplikacji istnieje możliwość wykonania membrany na powierzchni ok. 1000 m² dziennie!



Do ściągnięcia bezpłatne e-booki



wejdź na:

IZOLACJE.com.pl

budownictwo | przemysł | ekologia

FALA RENOWACJI – KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z KOMPLEKSOWEJ MODERNIZACJI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW

Pandemia COVID-19 staje się wyzwaniem dla wielu pokoleń, wpływającym na kondycję społeczeństwa i sytuację gospodarczą. Konieczne są środki i decyzje, które w perspektywie zarówno krótko-, jak i długoterminowej pomogą gospodarce oraz zapewnią społeczeństwu zrównoważony rozwój. Takimi działaniami są inwestycje w efektywność energetyczną budynków. Są one podstawą dobrobytu, zdrowia obywateli oraz stanowią punkt wyjścia dla rozwoju innowacyjnych gałęzi gospodarki związanych m.in. z szeroko rozumianą energetyką, w tym rozproszoną, oraz technologiami IoT (ang. *Internet of Things*).

Należy docenić wiele działań zainicjowanych w ostatnich latach (np. program „Czyste Powietrze”, wprowadzenie ulgi termomodernizacyjnej czy program „Mój Prąd”), związanych z termomodernizacją, poprawą jakości powietrza zewnętrznego i zmniejszeniem ubóstwa energetycznego. Przedsięwzięcia te są jednak niewystarczające.

Niezbędne jest poszerzenie i zintensyfikowanie inwestycji w obszarze głębokiej renowacji energetycznej budynków, realizowanej w sposób kompleksowy, z zachowaniem odpowiedniej kolejności działań oraz z uwzględnieniem funduszy unijnych i dopasowaniem instrumentów wsparcia finansowego do ekonomicznych możliwości beneficjentów.

Kompleksowa modernizacja obejmuje: eliminację strat energii przez przegrody zewnętrzne, poprawę efektywności energetycznej systemów technicznych budynków (ogrzewania, chłodzenia, wentylacji, ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia) i wymianę źródeł ciepła na wydajne i nieemisyjne.

Jedynie takie spójne i wszechstronne podejście może doprowadzić do oczekiwanej redukcji zużycia energii i kosztów eksploatacji budynków, przyczynić się do poprawy jakości powietrza zewnętrznego i klimatu we wnętrzach.

Skontaktuj się z naszymi specjalistami i sprawdź atrakcyjne oferty na

HurtowniaStyropianu.pl

Zrównoważone budownictwo to nie tylko oszczędność energii, lecz również wzrost jakości życia uzyskany dzięki poprawie komfortu i zdrowia, samopoczucia, a także produktywności mieszkańców. Badania wykazują, że 90% naszego czasu [1] spędzamy we wnętrzach, dlatego renowacja istniejących budynków jest kluczowa. Pandemia dotkliwie uświadomiła nam, jak wielki wpływ na naszą kondycję fizyczną i psychiczną ma mieszkanie lub dom, w którym przebywamy. Jeśli ze względu na stan techniczny, miejsce to nie zapewnia nam komfortu (termicznego czy akustycznego) i bezpieczeństwa, a jakość powietrza we wnętrzach jest na bardzo niskim poziomie, to nie ma mowy o dobrym samopoczuciu i zdrowiu. Na dobrostan ludzi wpływa też właściwie zaprojektowane i wykonane oświetlenie, które bezpośrednio przekłada się na produktywność, kreatywność i zdolność przyswajania nowych informacji.

Niniejsze opracowanie przedstawia wielowymiarowe korzyści dla społeczeństwa i gospodarki Polski, jakie mogą zostać osiągnięte, jeśli rząd wdroży ogólnopolski program kompleksowej renowacji wszystkich typów budynków. Opiswane korzyści podzielono na następujące obszary: potencjał tworzenia miejsc pracy, potencjał rozwoju innowacyjnych rozwiązań, aspekty społeczne i zdrowotne, redukcja kosztów eksploatacji budynków oraz cele wspólnotowe.

WPLYW KOMPLEKSOWEJ TERMOMODERNIZACJI BUDYNKÓW NA TWORZENIE MIEJSC PRACY

Renowacja budynków w zakresie poprawy ich efektywności energetycznej to ogromna szansa dla polskiej gospodarki na stworzenie 100 tysięcy pełnoetatowych miejsc pracy w samym budownictwie i jeszcze więcej w innych sektorach. Szacuje się, że kompleksowa termomodernizacja budynków mieszkalnych i niemieszkalnych przez okres następnych 30 lat da w Polsce prawie 300 tysięcy etatów. Ponad 100 tysięcy bezpośrednich miejsc pracy zostanie utworzonych w sektorze budownictwa. Prawie 200 tysięcy pośrednich i wtórnych miejsc pracy powstanie we wszystkich sektorach, które dostarczają materiały i usługi dla sektora budownictwa (są to pośrednie miejsca pracy), oraz dzięki dodatkowej konsumpcji generowanej oszczędnościami wynikającymi ze zmniejszenia zużycia energii, co bezpośrednio przekłada się na zwiększenie dochodu rozporządzalnego gospodarstw domowych (będą to wtórne miejsca pracy).

Będą to miejsca pracy zarówno nisko-, średnio-, jak i wysokokwalifikowane. Dane Instytutu Badań Strukturalnych z 2018 r. pokazują, że ponad 50% zapotrzebowania na pracę przy kompleksowej termomodernizacji wszystkich budynków mieszkalnych dotyczy osób o niskich kwalifikacjach. W zależności od typu budynku udział pracy osób o średnich kwalifikacjach wynosi 30–40%, natomiast udział pracy osób o wysokich kwalifikacjach to 2–10%.

Najwięcej miejsc pracy generuje termomodernizacja budynków jednorodzinnych. Ocieplenia mają 3–4-krotnie większy wpływ na popyt na pracę niż inne działania modernizacyjne. Dlaczego? Ponieważ praco- i czasochłonność ociepleń jest znacznie większa. Udział nakładów pracy potrzebnych do modernizacji przegród w stosunku do całkowitych niezbędnych nakładów pracy waha się od 75% w kamienicy przedwojennej do prawie 90% w budynkach jednorodzinnych powstałych po 1970 r. Najbardziej czasochłonne jest wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych, w mniejszym stopniu wymiana stolarki okiennej.

Jeśli chodzi o prace instalacyjne, to szczególnie w budynkach wielorodzinnych znacznych nakładów wymaga modernizacja centralnego ogrzewania, polegająca na wymianie rur oraz grzej-

ników. Zgodnie z raportem Ecofys z 2017 roku optymalizacja systemów technicznych budynków, a więc ogrzewania, chłodzenia, wentylacji i ciepłej wody użytkowej, to w skali europejskiej potencjał do stworzenia 300 tys. nowych bezpośrednich i pośrednich miejsc pracy. Tymczasem obecnie, według tych danych, potencjał do stworzenia nowych miejsc pracy w Polsce jest na poziomie 19 tys. [2]. Wciąż nie wykorzystujemy wszystkich możliwości stymulacji tak ważnego ekonomicznego i społecznie elementu, jakim jest dostęp do pracy.

Niemal 80% dodatkowych miejsc pracy związanych jest z termomodernizacją domów jednorodzinnych. Wynika to ze znacznie większej liczby domów jednorodzinnych niż wielorodzinnych. W Polsce ponad 93% zasobów mieszkaniowych to budynki jednorodzinne. Domy te są też częściej nieocieplone lub słabo ocieplone.

Przy podwojonym tempie termomodernizacji w całej Polsce w jednym roku powstanie 56 tys. nowych miejsc pracy dla pracowników o niskich kwalifikacjach, 34 tys. dla pracowników o średnich kwalifikacjach i 9 tys. dla pracowników wysoko wykwalifikowanych, czyli zarządców, inżynierów, audytorów energetycznych itd. [3].

W celu oszacowania efektów w postaci pośrednich i wtórnych miejsc pracy zastosowano metodę Input–Output (I/O) [4]. W obliczeniach tych wykorzystano publikowane przez GUS tablice Input–Output, bazujące na bilansach przepływów międzygałęziowych dla polskiej gospodarki. Ujęto w nich strukturę polskiej gospodarki na podstawie wzajemnych oddziaływań 77 sektorów.

Oprócz samego budownictwa, powszechna i kompleksowa termomodernizacja budynków wygeneruje dodatkowo prawie 200 tys. pośrednich i wtórnych miejsc pracy m.in. w sektorach dostarczających odpowiednie materiały i inne rodzaje produktów dla budownictwa, usług komunalnych i socjalnych, usług transportowych i komunikacyjnych, usług finansowych i ubezpieczeniowych, handlu detalicznego i hurtowego [4].

W styczniu 2020 r. bezrobocie rejestrowane w Polsce wynosiło 5,5%, czyli było około 920 tys. bezrobotnych. Według Minister Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej, prognozowane bezrobocie rejestrowane ma wynieść na koniec 2020 r. 9–10%, co oznacza około 1,4 mln zarejestrowanych bezrobotnych [5]. Tak więc w 2020 r. wzrost liczby rejestrowanych bezrobotnych, w wyniku spowolnienia gospodarczego, wyniesie około 500 tys. osób. Zatem 300 tys. miejsc pracy w polskiej gospodarce wygenerowanych dzięki powszechnej renowacji energetycznej budynków mieszkalnych i niemieszkalnych, zniweluje 60% wzrostu prognozowanego bezrobocia rejestrowanego powstałego w 2020 r.

WPŁYW KOMPLEKSOWEJ MODERNIZACJI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW NA POTENCJAŁ TWORZENIA INNOWACJI W ZAKRESIE ENERGETYKI

Poprawa efektywności energetycznej budynków to również ogromny impuls do rozwoju wielu nowoczesnych rozwiązań z dziedziny energetyki. Bierze się tu pod uwagę rozwiązania dotyczące nie tylko pojedynczych budynków, ale również odnawialnych źródeł energii, większych zurbanizowanych obszarów (osiedli, miast, regionów) – koncepcje klastrów energii oraz rozwiązania dotyczące całego kraju, np. mechanizmy wykorzystujące DSM, DSR (ang. *Demand Side Management, Demand Side Response*). Te innowacyjne systemy mają jednak zastosowanie jedynie wtedy, gdy budynki nimi objęte reprezentują wysoki standard energetyczny.

Innowacje w energetyce mają być skutkiem współpracy wielu sektorów. Jest to także kierunek, w którym podąża Unia Europejska. W opublikowanej w lipcu tego roku Strategii Integracji Systemów

mów Energetycznych Komisja Europejska wyraźnie zaznaczyła dążenie do stworzenia prawdziwie zintegrowanego systemu energetycznego obejmującego różne źródła energii, rodzaje infrastruktury i sektory zużycia. Główną zasadą strategii jest *energy efficiency first*, czyli przede wszystkim efektywność energetyczna. Pozostałe istotne filary strategii to elektryfikacja sektorów końcowych oraz wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i paliw niskoemisyjnych, w tym wodoru.

Najnowszy raport Navigant pokazuje, że integracja sektorów jest kluczowym działaniem umożliwiającym osiągnięcie celu porozumienia paryskiego [6]. Integracja sektorów zapewnia skuteczne zarządzanie popytem i podażą energii oraz buforowanie sieci elektroenergetycznych, co z kolei umożliwia zwiększenie udziału niestabilnych źródeł odnawialnych w miksie energetycznym, a także magazynowanie energii.

Na świecie, w tym także w Europie, rozwijane są koncepcje integrujące wiele nowoczesnych rozwiązań związanych z efektywnością energetyczną, tak aby uzyskać m.in.: maksymalną samodzielność energetyczną budynku lub zespołu budynków, współpracę budynku z sieciami energetycznymi, a przy tym zachować wygodę i komfort jego użytkowania. Według tej koncepcji od 2011 r. w Niemczech jest np. realizowany projekt o nazwie „Energy Efficiency House plus E-mobility”. Projekt ten skupia wokół siebie około 150 interesariuszy różnych branż, rozpoczynając od producentów i dostawców materiałów budowlanych poprzez te zajmujące się zastosowaniem systemów wykorzystujących różne rodzaje odnawialnych źródeł energii (m.in. instalacje PV, pompy ciepła), magazynowaniem energii, obsługą systemów ładowania pojazdów elektrycznych i systemów zarządzania energią w budynkach (HEMS, ang. *Home Energy Management System*). Szeroki udział wielu branż w tym przedsięwzięciu, gwarantuje całościową realizację innowacji nakierowanych na efektywność energetyczną.

Przykładem połączenia sektorów są inteligentne supermarkety, których pilotaże funkcjonują w Danii i Niemczech. Ciepło odpadowe pochodzące z chłodziarek, wykorzystywane do ogrzewania pomieszczeń biurowych i płyty parkingu, może równie dobrze być dystrybuowane przez lokalne niskotemperaturowe sieci i ogrzewać pobliskie domy. Taki supermarket zintegrowany z systemem elektroenergetycznym może w dynamiczny sposób odpowiadać na fluktuacje systemu, pobierając lub uwalniając energię do sieci.

Dzięki zastosowaniu odpowiedniego oprogramowania umożliwiającego zarządzanie popytem i podażą ciepła, efektywne sieci ciepłownicze dają istotne możliwości redukcji zużycia energii. Mogą one też wspomóc magazynowanie energii.

W Polsce, gdzie mamy jedną z najbardziej rozbudowanych sieci ciepłowniczych w Europie, istnieje olbrzymi, wciąż niewykorzystany potencjał integracji sektorów. Kluczowa jest jednak modernizacja systemów ciepłowniczych. Obecnie ponad 80% z nich jest nieefektywna i nie spełnia wymogów dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej, co uniemożliwia korzystanie ze wsparcia w ramach środków unijnych. W całkowitym strumieniu ciepła to wytwarzane i dostarczane systemowo stanowi niespełna ¼. Dalsza rozbudowa i modernizacja systemów ciepłowniczych przyczyni się do poprawy jakości powietrza i umożliwi wprowadzanie inteligentnego zarządzania popytem i podażą energii poprzez integrację systemów. Warunkiem koniecznym jest jednak wysoki standard energetyczny budynków.

Aby poprawa efektywności energetycznej istniejących budynków przyniosła oczekiwane efekty w ramach m.in. integracji sektorów i w obszarze innowacji, prace modernizacyjne muszą być wykonywane systematycznie i w odpowiedniej kolejności (rys.). Tylko taka kolejność inwe-

Wielkości	Przed modernizacją	Po modernizacji WT 2021
Obliczeniowa moc pompy ciepła na cele c.o. [kW]	17,6	6,4
Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania – Ekco [kWh/m ² /rok]	96,4	20
Energia elektryczna końcowa do ogrzewania (zużywana przez pompę ciepła) [kWh/rok]	10 990	2280
Energia elektryczna zużywana na potrzeby AGD [kWh/rok]	2500	2500
Moc znamionowa instalacji PV [kWp]	14,6	5,4
Powierzchnia modułów PV [m ²]	78,6	29,1

TABELA 1. Porównanie wskaźników w modernizowanym budynku jednorodzinny

stycji jest gwarancją skutecznego wdrażania w/w rozwiązań.

Na potwierdzenie wskazanego kierunku działań modernizacyjnych w TABELI 1 przedstawiamy wyniki doboru mocy powietrznej pompy ciepła i instalacji PV na potrzeby energetyczne niewielkiego budynku jednorodzinny o powierzchni ogrzewanej wynoszącej 90 m², przed i po jego termomodernizacji. Moc obliczeniowa pompy ciepła wynika z zapotrzebowania budynku na cele c.o., a do obliczeń wielkości instalacji PV przyjęto dodatkowo roczne zapotrzebowanie na urządzenia AGD wynoszące 2500 kWh/rok. Moc i powierzchnię paneli PV założono w taki sposób, aby wytworzona z nich energia elektryczna zbilansowała roczne zapotrzebowanie pompy ciepła na cele c.o. i roczną ilość energii (2500 kWh) na potrzeby AGD.

Poprawa efektywności energetycznej budynku dzięki ograniczeniu strat ciepła przyczyniła się do lepszego wykorzystania zastosowanych w nim odnawialnych źródeł energii.

W analizowanym budynku różnica w konsumowanej rocznie energii elektrycznej wynosi około 8700 kWh. Jeżeli przeznaczylibyśmy tę nadwyżkę np. na doładowywanie samochodu elektrycznego, to w ciągu roku taki pojazd mógłby przejechać około 48 000 km.



RYS. Kolejność ulepszeń związanych z poprawą efektywności energetycznej budynków

WPŁYW KOMPLEKSOWEJ MODERNIZACJI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW NA WZROST BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO KRAJU

Zgodnie z raportem Banku Światowego z 2018 roku kompleksowa termomodernizacja budynków jednorodzinnych w Polsce daje rocznie oszczędność rzędu 234 PJ [7]. Taką ilość oszczędzanej energii można przeliczyć m.in. na 6,8 mld m³ gazu ziemnego. Z kolei 6,8 mld m³ gazu ziemnego to np.:

- » około 50% gazu ziemnego importowanego rocznie do Polski (14 mld m³/rok),
 - » prawie 70% planowanego przesyłu gazu ziemnego gazociągiem Baltic Pipe (10 mld m³/rok).
- Zużycie końcowe energii w Polsce w 2017 r. wyniosło 2973 PJ (71 Mtoe) (GUS), a więc oszczędności energii w wyniku kompleksowej termomodernizacji budynków jednorodzinnych, wynoszące 234 PJ, poprawią bezpieczeństwo energetyczne kraju o prawie 8%. Potencjał oszczędności energii w wyniku kompleksowej termomodernizacji budynków (mieszkalnych, użyteczności publicznej) wynosi od 50% do 80%.

Odpowiednia izolacja przegród zewnętrznych i energooszczędne ogrzewanie, chłodzenie oraz wentylacja to również zdrowe budynki o dobrym klimacie we wnętrzach, a co za tym idzie poprawa jakości życia i zdrowia, zmniejszenie ubóstwa energetycznego, a także lepsza jakość powietrza. Optymalizacja systemów technicznych budynków to średnio nawet 30% potencjalnej oszczędności energii przy niespełna dwuletnim okresie zwrotu z inwestycji.

W skali Europy oznacza to 156 Mt zaoszczędzonej emisji CO₂, co jest równoważne emisji generowanej przez 82 miliony samochodów. W Polsce optymalizacja systemów technicznych budynków może przyczynić się do redukcji zużycia energii rzędu 3,8 Mt, a to oznacza ok. 9,27 mld euro oszczędności netto [8].

WPŁYW KOMPLEKSOWEJ MODERNIZACJI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW NA SPEŁNIENIE WYBRANYCH CELÓW UNIJNYCH

Powszechna termomodernizacja budynków oprócz bardzo ważnych celów społecznych, jakimi są redukcja smogu i ubóstwa energetycznego, przyczyni się także do wypełnienia przez Polskę zobowiązań wspólnotowych wynikających z odrębnych wymagań unijnych. Należą do nich przede wszystkim wymagania wynikające z Dyrektywy o Charakterystyce Energetycznej Budynków [9] oraz tzw. Rozporządzenia ESR [10].

19 czerwca 2018 r. w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej opublikowano dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniającą dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej [11]. Dyrektywa 2018/844 weszła w życie 9 lipca 2018 roku. Od tego dnia państwa członkowskie Unii Europejskiej miały 20 miesięcy, a więc do 10 marca 2020, na jej transpozycję do swoich systemów prawnych.

Dyrektywa EPBD 2018/844 wprowadza zmiany w kilku głównych obszarach, związanych z efektywnością energetyczną budynków. Jednym z nich jest opracowanie i wdrożenie tzw. „Długofalowej strategii renowacji”. Zgodnie z art. 2a dyrektywy państwa członkowskie mają obowiązek ustanowienia „Długoterminowej strategii renowacji” na rzecz wspierania renowacji istniejących zasobów budynków mieszkalnych i niemieszkalnych, publicznych i prywatnych, aby do 2050 r. osiągnąć ich wysoką efektywność energetyczną, odpowiadającą standardom budynków o niemal zerowym zużyciu energii tzw. standard nZEB wg EPBD 2010/31/UE (nZEB – ang. *nearly zero energy building*). „Długoterminowe strategie renowacji” podlegać będą obowiązkowi sprawozdawczości do Komisji Europejskiej. Muszą one uwzględniać m.in. ocenę aktualnego stanu zasobów budynków, przegląd oraz ocenę mechanizmów promujących i wspierających działania renowacyjne dla inwestorów prywatnych i publicznych. Bardzo istotne z punktu widzenia Polski jest to, że sprawozdania te będą musiały zawierać ocenę wpływu renowacji budynków na po-

prawę jakości powietrza i stan ubóstwa energetycznego. Plany dotyczące renowacji budynków mają również zawierać orientacyjne cele pośrednie na lata 2030 i 2040. Tzw. standard nZEB budynków, obejmujący m.in. odpowiednią izolacyjność przegród zewnętrznych, a także zapotrzebowanie budynków na energię pierwotną to wymagania dotyczące efektywności energetycznej. Wymagania te dla budynków nowobudowanych zaczną obowiązywać od 2021 r.

Ponadto dyrektywa EPBD (art. 2a, pkt. 3) nakazuje państwom członkowskim m.in. wprowadzenie mechanizmów umożliwiających agregację projektów modernizacyjnych przez prywatnych inwestorów, zmniejszających ryzyko dotyczące działań w zakresie efektywności energetycznej budynków oraz ułatwiających dostęp do usług i narzędzi doradczych dla inwestorów zainteresowanych przeprowadzeniem działań renowacyjnych. To, co jest również bardzo istotne z punktu widzenia realiów naszego kraju i tego, co może przynieść renowacja budynków mieszkalnych, to łagodzenie ubóstwa energetycznego. Zgodnie z dyrektywą, to do państw członkowskich będzie należało ustanowienie kryteriów wpływu poprawy efektywności energetycznej budynków na ubóstwo energetyczne. Oznacza to, że poszczególne państwa UE będą musiały przyjąć swoją, oficjalną metodykę i definicję ubóstwa energetycznego. Szerokie badania na temat wpływu efektywności energetycznej budynków na ubóstwo energetyczne w Polsce prowadzi m.in. Instytut Badań Strukturalnych [12].

Dyrektywa podkreśla też istotną rolę systemów technicznych w kontekście efektywności energetycznej budynków. Szczególnie adekwatny do warunków polskich jest artykuł 8.1 nakazujący, aby w istniejących budynkach podczas każdorazowej wymianie źródła ciepła instalować w poszczególnych pomieszczeniach urządzenia do automatycznej regulacji temperatury. To ważne, zwłaszcza w kontekście realizowanego programu „Czyste Powietrze”.

Proponowana w Dyrektywie EPBD optymalizacja systemów technicznych budynków oraz efektywne, czyste ogrzewanie miejskie mogą być wdrażane szybko i w sposób efektywny kosztowo, przy około 1,5–2-letnim okresie zwrotu z inwestycji. Jest to szczególnie ważne w miastach.

Aby było możliwe osiągnięcie celu porozumienia paryskiego, wskaźnik renowacji budynków w miastach, wynoszący obecnie poniżej 1%, musi wzrosnąć do około 2–3%. Oznacza to, że wiele miast będzie musiało potroić obecne działania modernizacyjne. Nawet w takim tempie transformacja istniejących zasobów budynkowych może zająć 30 lat lub dłużej [6].

Kolejnym unijnym wymaganiem, do którego spełnienia w bardzo dużym stopniu może przyczynić się kompleksowa termomodernizacja budynków są ograniczenia emisji gazów cieplarnianych z tzw. sektorów non-ETS, do których obok m.in. transportu i rolnictwa, należy również budownictwo. W 2018 r. zostało opublikowane Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2018/842 [10] (tzw. rozporządzenie ESR), w ramach którego Polska zobowiązała się do 7% redukcji emisji gazów cieplarnianych w latach 2021–2030 w porównaniu do roku 2005 z sektorów non-ETS. Zgodnie z obliczeniami ekspertów Banku Światowego roczna redukcja emisji CO₂ w Polsce dzięki kompleksowej termomodernizacji budynków wyniesie 12,5 mln t CO₂. Taka wartość redukcji emisji CO₂ odpowiada za 6,9% emisji gazów cieplarnianych z sektorów non-ETS z 2005 r. Według danych KOBiZE emisja gazów cieplarnianych z sektorów non-ETS wyniosła w Polsce 183 mln ton CO_{2eq}. Oznacza to, że kompleksowa termomodernizacja samych budynków jednorodzinnych może przyczynić się do spełnienia przez Polskę prawie całego celu związanego z redukcją gazów cieplarnianych z sektorów non-ETS wynikającego z rozporządzenia ESR.

Warto również wspomnieć o zaleceniach Komisji Europejskiej zawartych w sprawozdaniu krajowym z dnia 26 lutego 2020 r. dotyczącym Polski, które towarzyszyło komunikatowi „Euro-

pejski Semestr 2020”. Poprawa efektywności energetycznej budynków została tam zidentyfikowana jako jeden z priorytetowych kierunków dla rozwoju gospodarczego i inwestycji dla bardziej zrównoważonego rozwoju, obniżania emisji oraz poprawy jakości powietrza.

REKOMENDOWANE KIERUNKI DZIAŁAŃ

W tej części przedstawiamy rekomendacje i kierunki, w których programy wsparcia modernizacji energetycznej budynków mogłyby się rozwijać w polskich warunkach oraz przedstawiamy wybrane przykłady programów z innych rynków, które odpowiadają na podobne wyzwania.

W obszarze budynków mieszkalnych stoją przed nami dwa kluczowe wyzwania:

- » uruchomienie poprzez dotacje środków prywatnych,
- » zwiększanie udziału kompleksowej modernizacji wykonywanej w odpowiedniej kolejności.

MODERNIZACJA ENERGETYCZNA BUDYNKÓW: PROPONOWANE MECHANIZMY I INICJATYWY

Modernizacja energetyczna budynków mieszkalnych wymaga wprowadzenia nowego mechanizmu dotacyjnego związanego z finansowaniem modernizacji energetycznej budynków jedno- i wielorodzinnych lub istotnej modyfikacji istniejących programów. Poniżej prezentujemy najistotniejsze założenia, które powinien spełniać efektywny mechanizm wsparcia:

- » termomodernizacja budynku warunkiem koniecznym dotacji, jako sposób zapobiegania ubóstwu energetycznemu (obecnie program „Czyste Powietrze” daje taką możliwość, nie jest to jednak obligatoryjne i w wielu przypadkach może implikować znaczny wzrost kosztów ogrzewania),
- » promowanie kompleksowych rozwiązań uwzględniających modernizację przegród zewnętrznych i systemów technicznych budynku – instalacji ogrzewania, chłodzenia, ciepłej wody użytkowej, oświetlenia, a także wymianę źródła ciepła na efektywne i niskoemisyjne lub podłączenie do systemu ciepłowniczego,
- » promowanie zachowania właściwej kolejności prac: modernizacja przegród zewnętrznych > instalacji > IoT, wyznaczenie w programie koniecznego zakresu prac i promowanie głębokiej modernizacji energetycznej poprzez wyższą dotację,
- » urealnienie kwoty dotacji wobec rynkowych kosztów modernizacji energetycznej budynków (w tym znaczące podwyższenie kwot dla termomodernizacji),
- » wprowadzenie systemu kontroli efektów, np. uproszczonego audytu energetycznego lub świadectwa przed i po pracach renowacyjnych jako warunek konieczny audyt/świadectwo objęte dotacją 100% według ustalonego licznika (lub bon),
- » usprawnienie systemu obsługi dotacji w celu skrócenia czasu oczekiwania na weryfikację wniosku i wypłatę środków,
- » możliwość łączenia jednego programu dotacyjnego z innymi, istniejącymi programami z zachowaniem zasady, że najpierw należy zredukować zużycie energii, a następnie wymieniać jej źródła (pozwala to dobrać odpowiednie urządzenie, unikając jego przewymiarowania i dodatkowych kosztów oraz zapewniając efektywną eksploatację),
- » włączanie firm wykonawczych w mechanizm dotacji, jako sposób premiowania wychodzenia z szarej strefy,

- » wprowadzenie uproszczonego mechanizmu dotacji na wzór programu „Mój Prąd”,
- » wprowadzenie bonów modernizacyjnych, wydawanych za pośrednictwem banków,
- » wypłacanie środków w oparciu o umowę na realizację, a nie po zakończeniu inwestycji, aby zlikwidować barierę wejścia w program,
- » stworzenie systemu ciągłego raportowania efektywności programu (na wzór istniejących już programów jak „Czyste Powietrze” czy „Mój Prąd”),
- » projektowanie systemu dotacji komplementarnych i współdziałających w ramach parasolowego programu „Czyste Powietrze”.

OŚWIETLENIE: PROPONOWANE MECHANIZMY I INICJATYWY

W ostatnich latach następuje szybka transformacja rynku oświetleniowego. Rozwiązania oparte na konwencjonalnych, analogowych technologiach są zastępowane przez cyfrowe oświetlenie LED. Rezultatem tej transformacji jest spadek udziału oświetlenia w światowym zużyciu energii elektrycznej z 19% w 2006 r. do 13% w 2018 r. [13]. Szacuje się, że dalsza transformacja rynku i wykorzystanie technologii IoT pozwoli na spadek udziału oświetlenia do 8% do 2030 r. Równocześnie w tym samym czasie liczba punktów świetlnych wzrośnie o około 35%. Przyspieszenie i wykorzystanie dostępnych technologii oświetleniowych pozwoli na znaczące obniżenie zużycia energii elektrycznej również w Polsce. Działania te pozwoliłyby na znaczące zredukowanie zainstalowanej mocy, jaka jest przeznaczana na cele oświetleniowe, co przyczyniłoby się do optymalizacji procesu transformacji gospodarki Polski w kierunku gospodarki niskoemisyjnej. Dodatkowo wykorzystanie specjalnego oświetlenia może przyczynić się do wzrostu efektywności produkcji żywności w miejscach jego stosowania. Zaś stosowanie dostępnej technologii dezynfekcji UV-C pozwoliłoby na uzupełnienie infrastruktury modernizowanych budynków o systemy do dezynfekcji powietrza i powierzchni w celu ograniczenia ryzyka związanego z zagrożeniem epidemiologicznym [14]. Dlatego proponujemy wdrożenie odpowiednich działań również w zakresie oświetlenia:

- » stworzenie kompleksowego projektu powszechnej LEDyfikacji na terenie miast i powiatów z wykorzystaniem energooszczędnej technologii LED z funkcjonalnościami IoT (*Internet of Things*) w budynkach,
- » kontynuacja istniejącego programu NFOŚiGW: „SOWA – LED w oświetleniu zewnętrznym” rozbudowanego o dodatkowy element dotyczący funkcjonalności IoT [15], [16],
- » stworzenie nowego programu (na wzór „SOWA – LED w oświetleniu zewnętrznym”) przeznaczonego dla mniejszych JST, które do tej pory nie mogły skorzystać z istniejących mechanizmów,
- » przygotowanie programu przeznaczonego dla prywatnych przedsiębiorców i gospodarstw domowych, pozwalającego na wymianę konwencjonalnego oświetlenia na cyfrowe LED,
- » stworzenie programu przeznaczonego dla gospodarstw rolnych, które wykorzystują oświetlenie przy produkcji żywności (np. szklarnie, hodowla trzody chlewnej) [17], pozwalającego na wymianę oświetlenia konwencjonalnego na cyfrowe LED,
- » przygotowanie programu umożliwiającego stworzenie, w ramach renowacji infrastruktury, systemów prewencyjnych UV-C pozwalających na ograniczanie ryzyka związanego z zagrożeniem epidemiologicznym i/lub zagrożenia atakiem bioterrorystycznym w trybie pracy 24 h na dobę [15],
- » uwzględnienie renowacji infrastruktury oświetleniowej/elektrycznej w ramach programów modernizacji energetycznej budynków.

Tytuł	Zawartość	Rok publikacji	Język
More effective use of the 2021–2027 Cohesion Funds for energy security of the Visegrad. 15 recommendations for Member States and the EU institutions	Rekomendacje dotyczące programów wsparcia renowacji budynków w oparciu o doświadczenia krajów Grupy Wyszehradzkiej	2019	ang.
Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU (+annex)	Szczegółowa analiza poziomu renowacji energetycznej budynków mieszkalnych i niemieszkalnych, uwzględniająca sytuację Polski	2019	ang.
Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU (+annex)	Szczegółowa analiza poziomu renowacji energetycznej budynków mieszkalnych i niemieszkalnych, uwzględniająca sytuację Polski	2019	ang.
Learning from the Czech Republic on using EU ETS revenues for residential renovations	Analiza działania i efektów wykorzystywania przychodów z Systemu Handlu Upewnieniami do Emisji (EU ETS) na poczet termomodernizacji budynków w Czechach	2019	ang.

TABELA 2. Dostępne raporty i opracowania

PRZYKŁADY ISTNIEJĄCYCH PROGRAMÓW I PLANÓW ENERGETYCZNEJ MODERNIZACJI BUDYNKÓW W INNYCH KRAJACH POWSTAŁYCH DLA WYJŚCIA Z KRYZYSU COVID-19

Inspiracją do stworzenia instrumentów przeznaczonych dla kompleksowej i głębokiej modernizacji energetycznej budynków w Polsce mogą być istniejące programy funkcjonujące w innych krajach, jak również zapowiadane środki łączące transformację ekologiczną i wychodzenie z kryzysu spowodowanego COVID-19.

CZECHY: „NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM” 2009

Programy termomodernizacji w Czechach dotyczą wszystkich typów budynków we wszystkich regionach kraju. Charakteryzują się dodatkową premią dla głębokich modernizacji energetycznych i zawierają w sobie uzupełniające cele tj. adaptację do zmian klimatu, zarządzanie gospodarką wodną i poprawę jakości powietrza.

Program „Nová zelená úsporám” powstał w latach 2009–2010 i od tamtej pory przeszedł szereg ulepszeń. Obecnie program wspiera termomodernizację budynków jednorodzinnych oraz wielorodzinnych (na terenie miasta Praga), a także budowę nowych budynków energooszczędnych.

Poziomy wsparcia zależą od efektu energetycznego i pokrywają od 30 do 50% kosztów kwalifikowanych. Dla poszczególnych elementów wsparcie wynosi odpowiednio:

- » ocieplenie przegród zewnętrznych budynku 18–30 EUR/m²,
- » wymiana okien 78–140 EUR/m²,
- » ocieplenie podłogi/stropu nad piwnicą 26–45 EUR/m²,
- » ocieplenie sufitów 12–21 EUR/m²,

- » wentylacja z odzyskiem ciepła 2800–3770 EUR,
 - » kotły, pompy ciepła, instalacja fotowoltaiczna do 3700 EUR,
 - » wykorzystanie ciepła odpadowego ze ścieków i wody szarej do 1300 EUR.
- Program jest wspierany z przychodów w ramach Europejskiego Systemu Handlu Emisjami.
- Efekty i charakterystyka programu:
- » od 2014 r. wsparcie uzyskało 33 000 projektów, z czego 46% spełniało kryteria głębokiej renowacji,
 - » od 2015 r. program jest bez przerwy otwarty na zgłoszenia, co pomaga w osiągnięciu efektu stałości i zaufania w społeczeństwie – dopłaty są na bieżąco wypłacane, pomaga to również w obsłudze programu (brak skokowych liczb aplikacji, zgłoszenia wpływają na bieżąco),
 - » decyzja o przyznaniu dotacji jest podejmowana przed podjęciem inwestycji, natomiast transfer finansowy następuje po zakończeniu inwestycji,
 - » za głęboką renowację przyznawany jest bonus,
 - » dostępna jest dotacja na przygotowanie projektu,
 - » trwa permanentna komunikacja nt. programu skierowana do właścicieli domów i mieszkań oraz raportowanie efektów programu w trybie ciągłym – mapa zrealizowanych modernizacji jest dostępna na stronie programu: <https://nzu.sfzp.cz/mapa-pokryti>.

SŁOWACJA: „INSULATE.SK” OD 2016

Słowacki program termomodernizacji domów jednorodzinnych powstał w 2016 r. Udzielane w nim dotacje są finansowane z budżetu państwa. Średnia wartość programu w poprzednich latach wyniosła 4,4 mln EUR/rok. Od 2019 r. dotacje można uzyskać również na budowę nowych budynków o niemal zerowym zużyciu energii.

Dotacje obejmują:

- » izolację cieplną ścian,
- » izolację cieplną dachów,
- » izolację cieplną ścian wewnętrznych lub sufitów między ogrzewaną a nieogrzewaną powierzchnią,
- » wymianę okien i drzwi,
- » powiązane koszty kwalifikowane dla wymiany źródeł ciepła klasy energetycznej A lub powyżej.

Dotacje przyznaje się dla budynków oddanych do użytkowania co najmniej 10 lat wstecz, o maksymalnej powierzchni 150 m² w przypadku budynków jednopiętrowych oraz 300 m² – budynków wielopiętrowych. Maksymalna powierzchnia nowych budynków wynosi 200 m². Obowiązuje wymóg spełnienia aktualnych wymagań w zakresie wartości współczynnika U . Inwestycja musiała się rozpocząć po 31 grudnia 2014 r.

Wysokość dotacji składa się z 2 elementów (całość to maksimum 8800 EUR na dom):

- » element 1: skalkulowany jako niższa wartość spośród dwóch: wartość 1 – wynikająca z izolacji cieplnej poszczególnych powierzchni (maksimum 7000 EUR) plus wartość wynikająca z zapotrzebowania na energię (maksimum 1000 EUR), wartość 2 – 40% wszystkich kosztów kwalifikowanych,
- » element 2: 800 EUR na dokumentację (w tym na Świadectwo charakterystyki energetycznej budynku).

Wysokość dotacji jest ponadto uzależniona od osiągniętej finalnie klasy energetycznej budynku (dopuszczalne klasy A i B) i wyższa dla klasy A.

WŁOCHY: „SUPER ECOBONUS” 2020–2021

We Włoszech rząd zapewnia 110% zachęty podatkowej na pokrycie wydatków na remont domu lub mieszkania, który obejmie instalację izolacji (do 60 000 EUR) oraz systemów ogrzewania i chłodzenia klasy A (do 30 000 EUR). Można również kupić i zainstalować nowe okna, ale tylko wtedy, gdy jako pierwsze zamontuje się nowe systemy grzewcze/chłodzące i izolację.

Aby zakwalifikować się do dofinansowania, należy poprawić efektywność energetyczną budynku o dwie klasy energetyczne i uzyskać Świadectwo charakterystyki energetycznej wydane przez niezależną stronę trzecią. Użyte podczas remontu produkty muszą być niezależnie certyfikowane, jako mające niski wpływ na środowisko – na przykład część materiałów może pochodzić z recyklingu.

Istnieją trzy kluczowe sposoby na uzyskanie zachęty w wysokości 110%:

- » bezpośrednia ulga podatkowa – np. przez pięć lat od przeprowadzenia remontu za 100 000 EUR, można ubiegać się o roczną ulgę w wysokości 22 000 EUR,
- » ulga podatkowa przekazywana bankowi, który pokrywa koszty inwestycji z góry,
- » ulga podatkowa dla firmy budowlanej realizującej inwestycję.

Program będzie wdrażany od 1 lipca tego roku przez 18 miesięcy i jest mechanizmem stymulującym wychodzenie z kryzysu pandemii oraz chroniącym lokalne miejsca pracy. Super Eco Bonus stanowi rozszerzenie programu Eco Bonus, który funkcjonował przed kryzysem pandemii. Eco Bonus był zaplanowany na lata 2007–2021 i oferował dofinansowanie do 75% kosztów inwestycji w głęboką modernizację budynków.

WIELKA BRYTANIA: ZAPOWIEDŹ BONÓW NA TERMOMODERNIZACJĘ

8 lipca br. brytyjski Kanclerz Skarbu Rishi Sunak zapowiedział wprowadzenie bonów na termomodernizację budynków. Setki tysięcy właścicieli domów mają otrzymać bony o wartości do 5000 funtów na energooszczędne ulepszenia swoich budynków, a osoby najuboższe dostaną do 10 000 funtów. Program dotacji o wartości 2 miliardów funtów na projekty poprawy efektywności energetycznej budynków ma być częścią szerszego planu redukcji emisji CO₂ o wartości 3 miliardów funtów.

Brytyjskie Ministerstwo Skarbu podało, że w ramach dotacji na zielone domy rząd pokryje co najmniej dwie trzecie kosztów inwestycji, które skutkują oszczędnością energii, np. za modernizację kosztującą 4000 funtów właściciel zapłaci 1320 funtów, a rząd dopłaci 2680 funtów.

Program miał zostać uruchomiony we wrześniu 2020 [18], [19].

PODSUMOWANIE

Wprowadzona na szeroką skalę kompleksowa termomodernizacja budynków jednorodzinnych w Polsce rozwiązuje ważne i aktualne problemy, takie jak smog i ubóstwo energetyczne.

Sektor komunalno-bytowy odpowiada za ok. 90% emisji benzo(a)piranu oraz za ok. 45% emisji pyłu zawieszonego PM10 (KOBiZE 2018). Kompleksowa renowacja energetyczna budyn-

ków jest najskuteczniejszą metodą ograniczenia szkodliwej dla zdrowia emisji. Wpływa również na redukcję zużycia energii, a tym samym na niższe koszty eksploatacji budynków, podniesienie jakości klimatu wewnętrznego i pozytywny wpływ na zdrowie mieszkańców. Poprawa standardu energetycznego budynków to także zatrzymanie wzrostu bezrobocia spowodowanego spowolnieniem gospodarczym po pandemii COVID-19 oraz podstawa rozwoju wielu nowoczesnych rozwiązań w zakresie energetyki. Powszechna renowacja energetyczna budynków przyczynia się do wypełnienia istotnych unijnych zobowiązań. Podnoszenie efektywności energetycznej budynków, jako jedno z wyzwań dla Polski stwierdzonych w kontekście „Europejskiego Semestru 2020”, skutecznie przyczynia się do zielonej i sprawiedliwej transformacji energetycznej, zwiększenia potencjału wzrostu gospodarczego, tworzenia miejsc pracy oraz do odporności gospodarczej i społecznej Polski. W świetle danych zaprezentowanych w niniejszym raporcie oraz kryteriów dla krajowych planów odbudowy i zwiększania odporności ogłoszonych przez Komisję Europejską, postulujemy, aby inwestycje w kompleksową modernizację energetyczną budynków stały się obszarem priorytetowym w polskim planie odbudowy, który zostanie przedłożony do Komisji Europejskiej w ramach europejskiego Funduszu Odbudowy.

W obszarze budynków mieszkalnych stoją przed nami dwa kluczowe wyzwania: uruchomienie środków prywatnych poprzez odpowiednio skonstruowane dotacje oraz zwiększanie udziału kompleksowej modernizacji wykonywanej przy zachowaniu odpowiedniej kolejności podejmowanych inwestycji.

Doceniamy istniejące mechanizmy wsparcia, jednak widzimy, że nie spełniają one do końca tych założeń i są niewystarczające do osiągnięcia pełnych korzyści, jakie dałaby ogólnopolska kompleksowa modernizacja energetyczna budynków. Niezbędna jest modyfikacja mechanizmów wsparcia lub uruchomienie dodatkowych programów.

Niniejsze opracowanie pochodzi z raportu inicjatywy „Fala Renowacji”, www.falarenowacji.com

LITERATURA

1. Report to Congress on indoor air quality: Volume 2. EPA/400/1-89/001 C. Washington, D.C, U.S. Environmental Protection Agency, 1989.
2. Optimising the energy use of technical building systems – unleashing the power of the EPBD’s art.8, Ecofys, 2017.
3. ibs.org.pl/app/uploads/2018/04/IBS_Working_Paper_02_2018_pl.pdf
4. fewe.pl/wp-content/uploads/2018/08/raport_pl.pdf
5. businessinsider.com.pl/finanse/bezrobocie-w-2020-r-przez-koronawirusa-analiza-ministerstwa-pracy
6. How to reach the 1.5°C target in urban areas, Navigant, 2020.
7. documents.worldbank.org/curated/en/481471529502900622/pdf/127331-REVISED-POLISH-PolandCuREnergyEfficiencypl.pdf
8. Optimising the energy use of technical building systems – unleashing the power of the EPBD’s art.8, Ecofys, 2017.
9. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej.
10. Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2018/842 z 30 maja 2018 r. w sprawie wiążących rocznych redukcji emisji gazów cieplarnianych przez państwa członkowskie od 2021 r.

do 2030 r. przyczyniających się do działań na rzecz klimatu w celu wywiązania się z zobowiązań wynikających z Porozumienia paryskiego oraz zmieniające rozporządzenie (UE) nr 525/2013 (DzU L 156 z 19.6.2018).

11. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej.
12. Instytut Badań Strukturalnych, „Zjawisko ubóstwa energetycznego w Polsce, w tym ze szczególnym uwzględnieniem zamieszkujących w domach jednorodzinnych”.
13. euase.net/eu-green-deal-tipping-point-good
14. akademialed.pl/badania-potwierdzily-skutecnosc-promiennikow-uv-c-firmy-signify
15. www.interact-lighting.com/global/customer-stories/city-of-bialowieza
16. Raport Internet Rzeczy – Polska Przyszłości <https://www.gov.pl/web/cyfrizacja/polska-przyszlosci-to-polska-z-internetem-rzeczy>
17. www.agropolska.pl/o-firmach/pierwsze-w-polsce-oswietlenie-led-w-szkolarni-pomidora-malinowego,1799.html
18. www.independent.co.uk/news/uk/politics/green-homes-grant-funding-rishi-sunak-vouchers-a9608906.html
19. www.bbc.com/news/business-53313640

PROMOCJA

IZOLACJE

budownictwo | przemysł | ekologia



ARCHIWALNE NUMERY IZOLACJII MOŻNA ZAMÓWIĆ:

- ☎ telefonicznie: 22 512 60 78 48 | 531 474 969
- ✉ e-mailem: pzaremba@medium.media.pl

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.

EKONOMIA I BEZPIECZEŃSTWO

Przy obecnym poziomie cen nośników energii i prognozowanym ich wzroście coraz większe 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 kg/m³, i $\lambda_D \leq 0,031$ W/(m·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 BEZSPÓJNY SYSTEM OCIEPLEŃ ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH

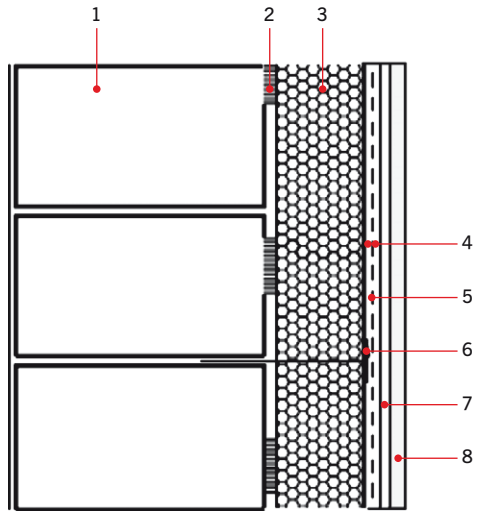
ETICS jest obecnie najbardziej popularną metodą izolowania termicznego i wykańczania ścian zewnętrznych. Wymagania techniczno-technologiczne projektowania oraz warunki techniczne wykonania i odbioru robót ociepleniowych w systemie ETICS ścian zewnętrznych budynków zawiera stosowna instrukcja ITB i instrukcje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

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 im wymaganą stateczność i optymalne warunki pracy konstrukcji układu ocieplającego.
3. Warstwa zbrojona zapewnia odporność na działanie sił uderowych 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. $0,08\text{ MPa}$. 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 $100\times 100\text{ mm}$ 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.

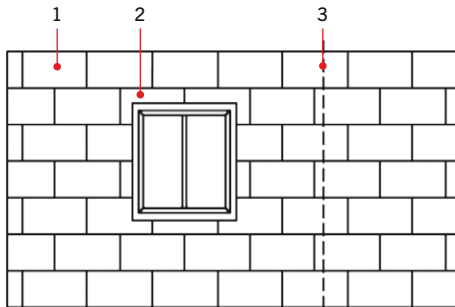
Przy nierównościach podłoża do 10 mm należy zastosować szpachlówkę systemową lub zaprawę cementową. Przy nierównościach od 10 do 20 mm należy

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 wielkopłytkowej 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.



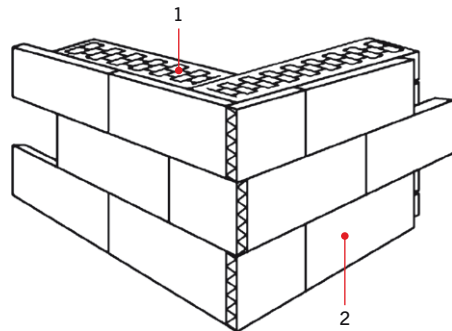
RYS. 2. Układ płyt styropianowych na powierzchni ściany

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.).

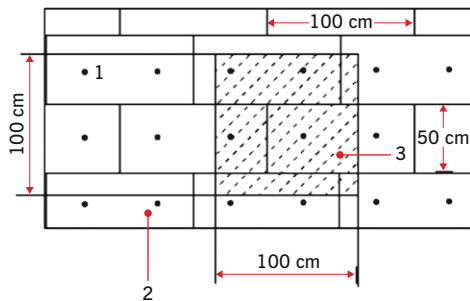
W przypadku dodatkowego mocowania mechanicznego płyt styropianowych liczbę łączników, ich rozmieszczenie z uwzględnieniem wysokości budynku, stref krawędziowych powinna określać dokumentacja projektowa.

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

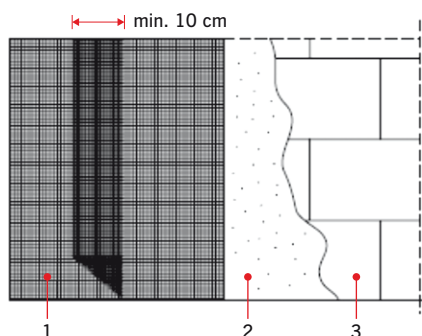
Uwaga!

- » 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!

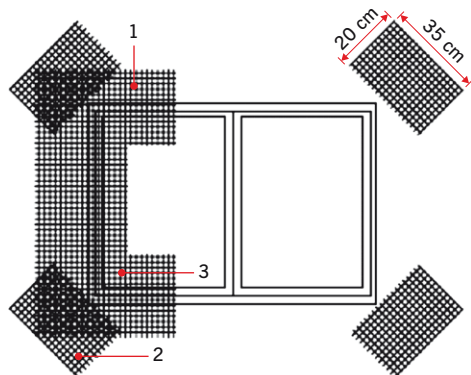
- » Brak przeszlifowania nierówności na powierzchni płyt i wypełnienie ich masą szpachlowo-klejową na gotowej wyprawie elewacyjnej tworzy widoczne, zwłaszcza przy bocznym oświetleniu, uskoki i nierówności.
- » Wypełnienie masą klejącą zamiast pasek styropianu lub niskorozprężną pianką uszczelniającą 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.

29



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-klejową i rozprowadza się ją równomiernie pacą ze stali nierdzewnej, np. (zębata o wielkości zębów 10–12 mm), tworząc warstwę materiału klejącego o powierzchni nieco większej niż przycięty pas siatki zbrojącej. Na tak przygotowanej warstwie szpachlowo-klejowej rozkłada się siatkę zbrojącą, którą zatapia się przy użyciu pacy ze stali nierdzewnej, szpachlując na gładko. Siatka zbrojąca powinna być całkowicie zatopiona w warstwie klejowej.

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.

Zaniżenie grubości zaprawy klejącej służącej do wykonania warstwy zbrojącej prowadzi do znacznego zmniejszenia wytrzymałości tej warstwy i nadmiernego przesuszenia 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 ociepleń



Styropian na pokolenia

- ▶ rekomendowany przez wiodących producentów systemów ETICS
- ▶ gwarantuje trwałość i bezpieczeństwo izolacji
- ▶ zapewnia maksymalne oszczędności w budżecie domowym

*Styropian Austrotherm
to Twój najmądrzejszy wybór!*



zobacz więcej

www.austrotherm.pl/serce

KRAJOWY PLAN ODBUDOWY O EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Prezentujemy Państwu wybrane fragmenty dokumentu pn. „Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności” (KPO). Zamieszczone fragmenty dotyczą zagadnień związanych z szeroko pojętą efektywnością energetyczną i działań, jakie mają być podejmowane w tym zakresie. Zagadnienia zawarte w tym opracowaniu w dużej mierze w perspektywie najbliższych lat będą miały wpływ rynek izolacji.

Prezentowany projekt Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO) jest dokumentem programowym określającym cele związane z odbudową i tworzeniem odporności społeczno-gospodarczej Polski po kryzysie wywołanym pandemią COVID-19 oraz służące ich realizacji reformy strukturalne i inwestycje. Dokument stanowi podstawę ubiegania się o wsparcie z europejskiego Instrumentu na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (*Recovery and Resilience Facility* – RRF). Horyzont czasowy realizacji dokumentu zamyka się z końcem sierpnia 2026 r.

Zawartość dokumentu oparta jest na Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/241 z dnia 12 lutego 2021 r. ustanawiającym Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (DzU UE L 57 z 18.2.2021) oraz odpowiednich wytycznych KE, a jego wstępne zapisy były przedmiotem uzgodnień z Komisją Europejską w ramach dialogu technicznego prowadzonego od listopada 2020 r.

Zgodnie z artykułem 4 przywołanego Rozporządzenia realizacja KPO służy promowaniu spójności gospodarczej, społecznej i terytorialnej poprzez zwiększenie odporności, gotowości na wypadek sytuacji kryzysowych, zdolności dostosowawczych i potencjału wzrostu gospodarczego, łagodzeniu społecznych i gospodarczych skutków kryzysu, w szczególności dla kobiet (realizując w ten sposób cele Europejskiego Filara Praw Socjalnych), wspieraniu zielonej transformacji, przyczynianiu się do realizacji unijnych celów w zakresie klimatu oraz transformacji cyfrowej. W ten sposób interwencje realizowane w KPO wspierają cele UE w zakresie wzrostu konwergencji społeczno-gospodarczej, odbudowy i promowania zrównoważonego

Skontaktuj się z naszymi specjalistami i sprawdź atrakcyjne oferty na

HurtowniaStyropianu.pl

wzrostu gospodarczego i integracji gospodarek UE, a także tworzenia wysokiej jakości miejsc pracy oraz strategicznej autonomii Unii i otwartej gospodarki, generującej europejską wartość dodaną.

Zgodnie z artykułem 3 Rozporządzenia KPO koncentruje swoje działania na sześciu europejskich filarach odpowiedzi na kryzys i budowy odporności, jak:

1. zielona transformacja,
2. transformacja cyfrowa,
3. inteligentny i trwały wzrost sprzyjający włączeniu społecznemu,
4. spójność społeczna i terytorialna,
5. opieka zdrowotna oraz odporność gospodarcza, społeczna i instytucjonalna,
6. polityki na rzecz następnego pokolenia, takie jak edukacja i umiejętności.

W ramach Instrumentu na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności Polska może skorzystać w sumie z 58,1 mld euro. W wymiarze finansowym w pierwszym rządzie zaplanowano wykorzystanie w całości części środków finansowych przekazywanych jako środki bezzwrotne (czyli 23,9 mld euro).

Niemniej jednak zakres wskazanych w ramach KPO reform pokazuje, że ich realizacja wymaga dodatkowego wsparcia (z wykorzystaniem środków zwrotnych Instrumentu) dla zwiększenia szybkości odbudowy oraz wzmocnienia konkurencyjności polskiej gospodarki. Polska przedkładając KPO do KE, będzie wnioskowała o ponad 12,1 mld euro z części pożyczkowej RRF. Środki te zostaną przeznaczone przede wszystkim na dodatkowe finansowanie przedsięwzięć związanych z transformacją klimatyczną i cyfryzacją. Należą do nich takie przedsięwzięcia, wraz z towarzyszącymi im reformami, jak:

- » rozwój wykorzystania danych satelitarnych na potrzeby państwa i gospodarki (rozbudowa krajowego systemu serwisów monitoringowych, produktów, narzędzi analitycznych i usług oraz towarzyszącej infrastruktury wykorzystujących dane satelitarne),
- » inwestycje w przemysł kreatywny,
- » inwestycje w zielone przedsiębiorstwa,
- » rozwój energetyki wiatrowej na morzu,
- » budowa magazynów energii elektrycznej,
- » inwestycje w zrównoważoną gospodarkę wodną na obszarach wiejskich,
- » inwestycje w neutralizację zagrożeń oraz odnowę wielkoobszarowych terenów zdegradowanych i Morza Bałtyckiego,
- » wsparcie inwestycji w zielone i odporne miasta oraz ich obszary funkcjonalne, z uwzględnieniem zielonej rewitalizacji,
- » wsparcie inwestycji w zielone budownictwo wielorodzinne,
- » wsparcie inwestycji w sieć 5G,
- » wsparcie w zakresie rozwoju cyfrowego otoczenia procesu wychowania przedszkolnego i kształcenia ogólnego,
- » inwestycje związane z rozwojem aktywnych składników farmaceutycznych (API) w Polsce (ang. *Active Pharmaceutical Ingredient*),
- » wsparcie podmiotów leczniczych na poziomie powiatowym,
- » inwestycje w transport szynowy w miastach,
- » inwestycje w regionalny pasażerski tabor kolejowy.

W perspektywie średnioterminowej proponowane działania w ramach KPO wspierają dalszą transformację gospodarki polskiej, której celem zgodnie z zapisami uchwalonej przez rząd w 2017 r. Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) – dalej SOR – jest *Tworzenie warunków dla wzrostu dochodów mieszkańców Polski przy jednoczesnym zwiększeniu spójności w wymiarze społecznym, ekonomicznym, środowiskowym i terytorialnym*. Cele te realizowane są poprzez szereg działań o charakterze inwestycyjnym i reform systemu prawno-instytucjonalnego, które wspierają stopniowe zwiększanie produktywności i modernizację gospodarki Polski zgodnie z założeniami polityk UE, w tym energooszczędnością, klimatyczną neutralnością, digitalizacją i aktywizacją potencjału społecznego.

Adresatem proponowanych działań w ramach KPO są:

- » obywatele w ramach programów wsparcia wymiany źródeł ciepła i zwiększenia efektywności energetycznej budynków (czyste powietrze) oraz powszechnego dostępu do internetu,
- » przedsiębiorcy i przedsiębiorstwa, które otrzymają środki na dywersyfikację profilu działalności i odbudowę inwestycji, zarówno w sektorach najbardziej dotkniętych skutkami pandemii (np. sektor turystyki, kultury, gastronomii i handlu) oraz nowe inwestycje na rozbudowę potencjału innowacji, elektromobilności, wdrożenia zielonych technologii i produktów oraz rozwoju aplikacji i usług w zakresie cyfryzacji,
- » samorządy terytorialne, otrzymujące wsparcie, m.in. w zakresie inwestycji w rozbudowę infrastruktury i środki transportu, zapewniające czyste środowisko i nowe możliwości inwestycyjne (m.in. wdrożenie reformy planowania i zagospodarowania przestrzennego, przygotowanie terenów inwestycyjnych, termomodernizacja szkół, systemy oczyszczania ścieków oraz zaopatrzenie w wodę poza aglomeracjami, zielona transformacja miast (w tym małych i średnich) i ich obszarów funkcjonalnych, cyfrowa infrastruktura szkół, zeroemisyjny tabor autobusowy),
- » instytucje publiczne dostarczające podstawowe usługi społeczne (zdrowie, edukacja, rynek pracy), decydujące o poziomie jakości życia i perspektywach rozwojowych Polski,
- » podmioty spoza systemu administracji publicznej (np. podmioty społeczne, stowarzyszenia, organizacje pozarządowe – NGOs), korzystające ze wsparcia w zakresie realizowanych przez nie działań objętych interwencją KPO.

ZIELONA ENERGIA I ZMNIEJSZENIE ENERGOCHŁONNOŚCI W KPO

Polska poczyniła w ostatnich kilkunastu latach bardzo duże postępy w zmniejszeniu negatywnego wpływu sektora energii na środowisko, w szczególności poprzez modernizację mocy wytwórczych oraz dywersyfikację struktury wytwarzania energii. Zależność od paliw węglowych jest jednak nadal znacznie wyższa od innych państw członkowskich UE. Ponieważ polski bilans energetyczny opiera się na paliwach kopalnych, transformacja gospodarki do modelu niskoemisyjnego będzie wymagała dużych wysiłków ze strony obywateli, sektorów gospodarki i regionów, których funkcjonowanie w dużym stopniu wiąże się z wykorzystaniem wysokoemisyjnych paliw. Koszt osiągnięcia celów klimatycznych UE będzie w przypadku Polski wyższy od średniej unijnej ze względu na inną pozycję startową i duże potrzeby inwestycyjne. Dlatego też istotne jest zapewnienie, aby transformacja energetyczna miała charakter ewolucyjny, a nie rewolucyjny, co pozwoli na rozłożenie jej kosztów (zarówno finansowych, jak i społecznych) w czasie. Zwiększenie efektywności środowiskowej sektora energii powinno nastąpić przy jednoczesnym zapewnieniu konkurencyjności go-

spodarki i bezpieczeństwa energetycznego. Zakładany spadek udziału węgla w strukturze zużycia energii do poziomu nie większego niż 56% w 2030 r. (przy wysokich wzrostach cen uprawnień do emisji CO₂ może spaść nawet do poziomu 37,5% – zgodnie z PEP2040) stanowić będzie duże wyzwanie dla gospodarki. Niełatwym zadaniem w najbliższych latach będzie także umożliwienie dynamicznego, a zarazem bezpiecznego (zapewnienie stabilności przepływów) dla systemu energetycznego, wzrostu mocy OZE (poziom w strukturze krajowego zużycia energii elektrycznej netto wyniesie nie mniej niż 32% w 2030 r. – zgodnie z PEP2040). Należy zauważyć, że energetyka jądrowa, która wzmocni podstawę systemu i wpłynie na redukcję emisji zanieczyszczeń z sektora, zostanie wdrożona dopiero w 2033 r. W okresie przejściowym transformacji energetycznej wymagany będzie wzrost wykorzystania gazu w energetyce, a to z kolei wiąże się z koniecznością zapewnienia jego bezpiecznych i stabilnych dostaw oraz powstania nowych mocy wytwórczych.

Wyzwaniem będzie uproszczenie i uelastycznienie zasad udzielania pomocy, a także zapewnienie większej stabilności legislacyjnej w obszarze regulacji dotyczących OZE. Skomplikowane procedury oraz częste zmiany regulacji zwiększają ryzyko inwestycyjne przedsiębiorców inwestujących w OZE, ograniczając tym samym możliwości kredytowania inwestycji, jak i generowania dochodów z działalności. Regulacje muszą także uwzględniać rozwój technologii, nowe formy współpracy (spoteczności energetyczne) i konieczność włączania do systemu nowych mocy OZE zależnych od warunków atmosferycznych (przykładowe inwestycje powiązane: morskie farmy wiatrowe, rozwój inteligentnej infrastruktury energetycznej, magazynowania energii, technologii wodorowych).

ZWIĘKSZENIE WYKORZYSTANIA ALTERNATYWNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Kluczowe będzie również to, na ile uda się wykorzystać technologie wodorowe (od produkcji poprzez przesyłanie do zastosowań) na potrzeby mobilności, przemysłu, energii elektrycznej i ogrzewania. Będzie to długi i wymagający dużych nakładów proces. Konieczne będzie także wspieranie rozwoju umiejętności i dostosowanie kadr do zmieniającego się rynku pracy i wyzwań transformacji energetycznej. Technologie te bowiem wymagać będą szeroko zakrojonych inwestycji w obszarach wytwarzania, magazynowania, dystrybucji i wykorzystania wodoru.

Wyzwaniem jest także wykorzystanie ogromnego potencjału, jaki posiada Polska w zakresie biogazu, który może być wytwarzany z odpadów oraz pozostałości pochodzących w szczególności z sektora rolno-spożywczego oraz sektora komunalnego – szacowany na blisko 7,8 mld m³ biogazu. Szacuje się, że zapotrzebowanie na biometan w perspektywie 2030 r. wynosić będzie 1 mld m³/rok, co przełoży się na budowę ok. 500 instalacji o referencyjnej wielkości produkcji biometanu na poziomie 2 mln m³. Dodatkowy popyt będzie pochodził także z innych sektorów, m.in. przemysłu i ciepłownictwa w następstwie zapoczątkowania procesu „zazieleniania” sieci gazowych. Projekt nowelizacji ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii zawiera szczegółowe regulacje prawne mające na celu określenie zasad prowadzenia działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania biometanu oraz określenia mechanizmów wsparcia dla tego rodzaju produkcji. Planowane w ramach projektu wsparcie dla wytwórców biometanu będzie uzależnione od konieczności wprowadzenia przez wytwórcę biometanu do sieci gazowych oraz spełnienia wymogów w zakresie kryteriów zrównoważonego rozwoju, o których mowa w przepisach Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

ZMNIEJSZENIE ZUŻYCIA ENERGII

Polska wykazuje dynamiczny wzrost gospodarczy, który idzie w parze z ograniczeniem zasobów i energochłonności (*decoupling*). W 2018 r. krajowa konsumpcja materialna w przeliczeniu na 1 mieszkańca wyniosła ok. 19,3 ton, przy średniej w UE ok. 13,5 ton. W ostatnich latach nasz kraj poczynił znaczące postępy w zakresie oszczędności zużycia energii. W ciągu ostatnich trzech dekad energochłonność krajowej gospodarki uległa redukcji o ok. 30%. Wyzwaniem jednak pozostaje kontrybucja w uniijnym celu poprawy efektywności energetycznej o 32,5% w 2030 r. w stosunku do prognoz z 2007 r. Do wysokiego zużycia energii przyczynia się niska efektywność energetyczna budynków publicznych i prywatnych. Wysokie zużycie energii oraz jej wzrastający koszt prowadzi do zjawiska ubóstwa energetycznego. Około 70% budynków jednorodzinnych nie spełnia standardów efektywności energetycznej. Problem ten dotyczy także budynków wielorodzinnych i użyteczności publicznej. Wciąż duże wykorzystanie węgla, nierzadko bardzo niskiej jakości, w indywidualnym ogrzewaniu budynków mieszkalnych sprawia, że to właśnie w Polsce znajduje się wiele miast, w których stwierdzone są przekroczenia poziomów dopuszczalnych dla pyłu zawieszzonego PM10, PM2,5 oraz poziomu docelowego dla benzo(a)pirenu. Poprawa efektywności energetycznej gospodarki, ze względu na wysoki całościowy koszt oraz skalę problematyki, jest bardzo dużym wyzwaniem. Ma ona charakter horyzontalny i dotyczy szerokiego wachlarza inwestycji (a także działań miękkich, tj. edukacja i doradztwo) we wszystkich gałęziach gospodarki (termomodernizacja, ograniczenie niskiej emisji, obniżenie energochłonności zarówno przemysłu i usług, jak i gospodarstw domowych).

ZMNIEJSZENIE ODDZIAŁYWANIA CZŁOWIEKA NA ŚRODOWISKO

Skutki zmian klimatu (będące wynikiem emisji gazów cieplarnianych), w szczególności zwiększona intensywność występowania zjawisk ekstremalnych (deszcze nawalne, długotrwałe upały, susze i okresy bezwietrzne, trąby powietrzne i huragany) oraz trwały wzrost średniej temperatury, pogłębiają się. Negatywne skutki tych zjawisk zagrażają infrastrukturze (przede wszystkim transportowej, komunikacyjnej, energetycznej, wodnej i mieszkaniowej). Wiąże się to z poważnymi stratami, które obejmują również zasoby środowiska naturalnego. Adaptacja do zmian klimatu oraz zwiększenie odporności gospodarki na ekstremalne zjawiska pogodowe pozostaje dużym wyzwaniem dla Polski.

W Polsce istnieje wiele obszarów funkcjonalnych, których środek centralny stanowi miasto średniej lub małej wielkości. Obszary te często odczuwają dotkliwie skutki zmian klimatu, występują tam wyzwania związane z niską jakością powietrza, niedostateczną ilością przestrzeni biologicznie czynnej, niedostatecznym udziałem zieleni i niebiesko-zielonej infrastruktury oraz deficyty związane z organizacją przestrzeni. Pandemia i związane z nią obostrzenia doprowadziły do zaburzenia funkcjonowania lokalnych współzależności gospodarczych, a mieszkańców wielu mniejszych miejscowości odcięły od usług zarówno publicznych, jak i komercyjnych.

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA – CELE ZAWARTE W KPO

Z przyczyn historycznych i gospodarczych pozycja wyjściowa Polski w zakresie dążenia do neutralności klimatycznej jest nieporównywalna do innych państw członkowskich UE. Z tego powodu

zakres zmian, jaki musi zostać przeprowadzony, aby skutecznie transformację klimatyczną, stanowi ogromne wyzwanie techniczne, społeczne, gospodarcze i przede wszystkim finansowe. Już w ostatnich latach Polska przeprowadziła szereg inwestycji pozwalających m.in. na sukcesywny i konsekwentny spadek emisyjności wytwarzania energii, stając się jednym z najbardziej perspektywicznych rynków dla źródeł odnawialnych, w szczególności PV i energetyki wiatrowej na morzu. Plany zakładają wdrażanie dalszych działań intensyfikujących proces transformacji, tak aby wprowadzenie krajowej gospodarki na ścieżkę dekarbonizacyjną przyniosło pozytywne skutki środowiskowe, gospodarcze oraz społeczne. Głębokość zmian oraz skala kosztów wymaga rozłożenia procesu w czasie, tak aby nie pogłębić ubóstwa energetycznego i zapewnić czas na dostosowanie się regionom zależnym od węgla, ale również dla zapewnienia warunków bezpieczeństwa energetycznego.

Krajowe cele, wynikające zarówno z Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030 (KPEiK), jak i Polityki energetycznej Polski do 2040 r. (PEP2040), stanowią wkład w zbiorczą realizację unijnych celów klimatyczno-energetycznych na 2030 r. oraz zobowiązań w ramach Porozumienia Paryskiego oraz w kierunku dążenia do neutralności klimatycznej. Cele w przyjętej 2 lutego 2021 r. PEP2040 wyznaczono przy założeniu możliwości wykorzystania środków unijnych, w tym Instrumentu na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności, co pozwoliło na określenie ambitniejszych celów i działań, niż wynikałoby to z naturalnych procesów rozwoju i wyłącznie krajowych możliwości finansowych Polski.

Rdzeniem zielonej transformacji gospodarki jest transformacja energetyczna opisana w KPEiK oraz PEP2040. Będzie ona oparta na trzech filarach: tzw. sprawiedliwej transformacji, budowie zeroemisyjnego systemu energetycznego oraz działaniach na rzecz dobrej jakości powietrza. Jednocześnie wpisuje się we wdrażanie pięciu wymiarów unii energetycznej: bezpieczeństwo energetyczne, wewnętrzny rynek energii, efektywność energetyczna, obniżenie emisyjności, badania naukowe, innowacje i konkurencyjność. Z punktu widzenia celów KPO istotnymi działaniami są: poprawa jakości powietrza, wzrost wykorzystania OZE wpisujący się w cel budowy zeroemisyjnego systemu energetycznego, wdrożenie inteligentnej infrastruktury energetycznej oraz rozwój technologii wodorowych i paliw alternatywnych. Z realizacją zaplanowanych działań wiąże się obniżanie zużycia węgla w energetyce – a tym samym przyspieszenie procesu dekarbonizacji, tj. znaczącego ograniczenia emisji CO₂. Prognozowany udział węgla w miksie paliwowym dla elektroenergetyki powinien się znacznie obniżyć z ok. 70% obecnie do ok. 56–37% w roku 2030. Rozwój OZE obok wpływu na obniżenie emisji zanieczyszczeń pochodzących z sektora energetycznego będzie oddziaływał także na zwiększenie wykorzystania lokalnego potencjału – zarówno potencjału energetycznego, jak również społecznego i gospodarczego. Wsparcie tej branży pozwoli na stworzenie nowych, „zielonych” miejsc pracy oraz na wzrost świadomości ekologicznej.

W 2030 r. co trzecia wytworzona jednostka energii elektrycznej będzie pochodziła ze źródeł odnawialnych. W sposób szczególnie przyczyni się do tego rozwój morskiej energetyki wiatrowej, której uruchomienie przewiduje się w perspektywie 2024/25 r., a także ekspansja fotowoltaiki, która w ostatnich latach – dzięki skutecznym programom wsparcia – budzi zainteresowanie coraz większej części społeczeństwa. Bardzo ważnym elementem zmian jest rozbudowa elektroenergetycznej infrastruktury przesyłowej, a także rozwój nowych technologii, tj. magazyny energii. Powinno to zapewnić lepsze warunki zarządzania systemem energetycznym, który ze względu na zmienność produkcji energii z OZE będzie wymagał większej niż dziś elastyczności.

Nie mniej istotne w procesie transformacji będą działania na rzecz poprawy efektywności energetycznej. Przyczynią się one przede wszystkim do wytworzenia mniejszej ilości energii, niż wynikałoby to z prognoz *business as usual*, przez co możliwe będzie również uniknięcie emisji zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych. Zastosowanie działań proefektywnościowych przez przedsiębiorstwa pozwoli na spadek ich energochłonności, a przez to również wpłynie na poprawę konkurencyjności. Natomiast działania w zakresie termomodernizacji sektora komunalno-bytowego, w tym poprzez wymianę źródeł ciepła, pozwolą na racjonalizację potrzeb cieplnych i poprawę jakości powietrza.

Dla realizacji powyższego celu określono cele szczegółowe.

POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ GOSPODARKI

Poprawa efektywności energetycznej przyniesie korzyści w perspektywie szerszej niż tylko energetyczna. Inwestycje niezbędne do realizacji w tym obszarze przyczynią się do rozwoju gospodarki, tworzenia nowych miejsc pracy, zwiększenia innowacyjności i konkurencyjności. Jednocześnie zwiększenie efektywności energetycznej będzie miało wpływ na poprawę zdrowia i komfortu życia poprzez ograniczenie zjawiska tzw. niskiej emisji (pochodzącej przede wszystkim z sektora mieszkalnictwa). Potencjał poprawy efektywności energetycznej jest obecny w całej gospodarce. Skoordynowane działania przyniosą realne korzyści dla: gospodarstw domowych, placówek oświatowych i obiektów lokalnej aktywności społecznej (termomodernizacja budynków – także w ramach realizacji projektu flagowego Renovate, modernizacja systemów c.o./c.w.u., rekuperacja, inteligentne zarządzanie energią oraz zastosowanie energooszczędnych urządzeń), sektora usług (nowe zlecenia), przemysłu (udoskonalenie procesów energochłonnych przy produkcji), transportu (zwiększenie dostępu do paliw alternatywnych). Wskazanim powyżej działaniom towarzyszyć będą różnorodne inicjatywy edukacyjne (oraz doradztwo) służące poprawie wiedzy o racjonalnym zużyciu energii i możliwościach wsparcia.

Działania proefektywnościowe pozwolą na oszczędność energii poprzez ograniczenie tempa wzrostu zapotrzebowania na energię, co wpłynie na wyeliminowanie części emisji, która towarzyszyła produkcji dodatkowych jednostek energii. Jednocześnie działania służące zmniejszeniu energochłonności poszczególnych procesów wpłyną na mniejsze zużycie energii finalnej. Niezwykle ważne dla dekarbonizacji, ale również dla poprawy jakości powietrza, będą wszelkie działania związane z wymianą źródeł ciepła, które towarzyszyć będą termomodernizacji budynków mieszkalnych i publicznych.

Zielona transformacja stanowić będzie główny priorytet dla rozwoju gospodarki. Inwestycje w czyste oraz cyfrowe technologie razem z GOZ pomogą stworzyć nowe miejsca pracy oraz przyczynią się do zwiększenia odporności gospodarki. Mechanizmy wsparcia dla sektorów energochłonnych, których transformacja i funkcjonowanie jest krytyczne dla działania łańcucha dostaw w nowoczesnej gospodarce, mogą wywierać również korzystny wpływ na stymulację rozwoju wielu innych branż gospodarki.

Włączenie i zaangażowanie przemysłu jest kluczowe dla osiągnięcia długoterminowych celów klimatycznych UE związanych z zieloną gospodarką. Proces zielonej transformacji wymaga uwzględnienia specyfiki polskiej gospodarki. Wdrożenie technologii niskoemisyjnych w sektorach energochłonnych wymaga czasu i nakładów, a skutki podejmowanych obecnie decyzji inwestycyjnych widoczne będą w długim okresie czasu.

ZWIĘKSZENIE WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Szczególnie istotne dla procesu transformacji energetycznej będą działania zapewniające rozwój niskoemisyjnych źródeł wytwórczych i wzmocnienie elastyczności systemu energetycznego. W najbliższych latach dużą rolę w realizacji unijnych celów klimatycznych znacznie pełnić morska energetyka wiatrowa, toteż konieczne jest zapewnienie warunków do jej rozwoju. Ogromny potencjał jest również w dalszym, dynamicznym rozwoju fotowoltaiki.

Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w przewidywanej skali, tj. 5,9 GW mocy zainstalowanej do 2030 r. oraz ok. 11 GW do 2040 r. będzie wpływał na zmianę struktury produkcji energii elektrycznej w Polsce. Prognozowany udział produkcji energii elektrycznej pochodzącej z morskich elektrowni wiatrowych w 2030 r. będzie wynosił do 13,3%, natomiast w 2040 r. nawet do 19,3% całkowitej produkcji. Dla rozwoju tej branży w Polsce wymagana jest budowa głównego terminalu instalacyjnego w morskim Porcie Gdynia przeznaczonego do obsługi łańcucha dostaw komponentów niezbędnych do tej technologii w Polsce oraz stanowiącego zaplecze logistyczne dla morskiej energetyki wiatrowej na Bałtyku, a także rozwój terminali serwisowych na Wybrzeżu Środkowym. Powstanie odpowiedniej infrastruktury w portach morskich na potrzeby morskiej energetyki pozwoli także na zaangażowanie, a tym samym rozwój krajowych dostawców i poddostawców (*local content*).

Oprócz wsparcia rozwoju energetyki wiatrowej na morzu, planuje się także przyjęcie reform wspierających rozwój energetyki rozproszonej z OZE w postaci nowelizacji przepisów ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, co zapewni rozwój inwestycji typu *onshore*. Celem dokonywanej zmiany przepisów jest ułatwienie możliwości realizacji inwestycji w zakresie lądowych elektrowni wiatrowych w gminach, które wyrażają wolę lokowania takiej infrastruktury, dając władzom gmin większą elastyczność w zakresie określania lokalizacji poszczególnych inwestycji w postaci farm wiatrowych. Reforma ta pozwalałaby na lokowanie elektrowni w odległości bliższej od zabudowań mieszkalnych, niż wynika to z obecnie stosowanej odległości minimalnej regulowanej zasadą 10H (odległość minimalna na poziomie dziesięciokrotności wysokości planowanej elektrowni wiatrowej).

Ponadto warunkiem niezbędnym dla rozwoju OZE, jak i energetyki rozproszonej, w tym prosumenckiej, jest rozwój inteligentnych sieci dystrybucyjnych (których finansowanie planuje się z polityki spójności) i przesyłowych, a także magazynów energii. W zakresie rozwiązań innowacyjnych duży nacisk zostanie położony na zwiększenie możliwości wykorzystywania niskoemisyjnego i odnawialnego wodoru (także w ramach realizacji projektu flagowego Power up), m.in. w zakresie rozwoju OZE oraz poprawy stabilności systemu elektroenergetycznego, jak również jego zastosowania w transporcie.

ADAPTACJA DO ZMIAN KLIMATU ORAZ OGRANICZENIE DEGRADACJI ŚRODOWISKA

Adaptacja do zmian klimatu jest jednym z kluczowych komponentów polityki klimatycznej. Wzmocnienie odporności państwa na zmiany klimatu przełoży się zarówno na bezpieczeństwo, jak i jakość życia. W ten sposób ograniczone zostaną koszty funkcjonowania społeczeństwa i gospodarki, w tym infrastruktury, m.in. dzięki uniknięciu potencjalnych strat.

Działania adaptacyjne będą skierowane do miast oraz obszarów funkcjonalnych, które z uwagi na słabą kondycję finansową, nie mogą sobie pozwolić na kompleksowe działania związane

z adaptacją do zmian klimatu. Wsparcie uzyskują kompleksowe rozwiązania (zbiór powiązanych ze sobą inwestycji) przyczyniające się do przejścia transformacji klimatycznej, adaptacji do zmian klimatu, podniesienia energochłonności, poprawy jakości powietrza i zwiększenia komfortu życia mieszkańców miast i ich obszarów funkcjonalnych. Miasta zyskują szansę na przekształcenie się w neutralne dla klimatu i odporne na jego zmiany oraz przyjazne do życia miejsca.

Nastąpi intensyfikacja działań służących szczegółowej identyfikacji i ograniczeniu negatywnego oddziaływania na środowisko oraz przywracaniu do ponownego użytkowania wielkoobszarowych terenów zdegradowanych, w tym np. szczegółowa inwentaryzacja zanieczyszczonych terenów i opracowanie planów działań naprawczych, usuwanie i unieszkodliwianie odpadów i zanieczyszczeń, rekultywacja gruntów, działania na rzecz ochrony wód, remediacja, odtwarzanie elementów przyrodniczych, przygotowanie do zagospodarowania terenu. Istotnym zadaniem jest również neutralizacja materiałów niebezpiecznych zalegających na dnie Morza Bałtyckiego.

PLANOWANE REFORMY W ZAKRESIE POPRAWY EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ GOSPODARKI

CZYSTE POWIETRZE I EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA

Polska, pomimo podejmowania działań na wielu płaszczyznach, podobnie jak wiele państw członkowskich Unii Europejskiej wciąż ma problem z dotrzymaniem norm jakości powietrza wynikających z dyrektyw unijnych dotyczących jakości powietrza.

W raportach Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ) odnotowywana jest poprawa jakości powietrza, ale w dalszym ciągu stwierdzane są przekroczenia dopuszczalnych poziomów zanieczyszczenia, przede wszystkim ze względu na pył zawieszony PM10 i PM2,5, dwutlenek azotu oraz poziomu docelowego benzo(a)pirenu. Dodatkowo, według raportu WHO z roku 2018, aż 36 z 50 najbardziej zanieczyszczonych miast w UE stanowiły polskie miasta.

Należy zauważyć, że dominującym źródłem przekroczeń norm jakości powietrza w Polsce pozostaje sektor bytowo-komunalny, w którym jako podstawowe paliwo wykorzystywane są paliwa stałe, a budynki mieszkalne odznaczają się niską efektywnością energetyczną. Z tego względu na poziomie krajowym priorytetem jest przygotowanie i wyskalowanie odpowiednich narzędzi finansowych (które de facto stanowią podstawowe źródło finansowania realizacji działań w tym obszarze) określonych we wspomnianych programach ochrony powietrza oraz uchwałach anty-smogowych.

Biorąc pod uwagę emisyjność i zapotrzebowanie na energię sektora komunalno-bytowego oraz działania podejmowane w ramach realizacji Europejskiego Zielonego Ładu w obszarze zapewnienia większej efektywności energetycznej budynków (inicjatywa „Fala renowacji” w sektorze budowlanym) oraz Komunikacie KE – Programie „Czyste powietrze dla Europy”, konieczne jest zwiększenie wysiłków w tym zakresie. Wdrożenie nowych rozwiązań i realizacja inwestycji wymaga jednak przeprowadzenia reform w formie zmian legislacyjnych systemu finansowania mieszkalnictwa (w zakresie Funduszu Doptat oraz Funduszu Termomodernizacji i Remontów) w obszarze zwiększenia efektywności energetycznej budynków mieszkalnych, a także dostosowania procedur w zakresie wymogów wynikających z warunków udostępnienia środków europejskich w ramach RRF przez BGK (realizatora programu).

W obszarze efektywności energetycznej w Polsce wyzwaniem jest brak niezbędnych środków służących wspieraniu efektywności energetycznej, zapewniających osiągnięcie celów w zakresie efektywności energetycznej na 2030 r. oraz dalszą poprawę efektywności energetycznej po roku 2030.

Redukcja emisji gazów cieplarnianych, bardziej racjonalne wykorzystanie energii oraz poprawa jakości powietrza dzięki poprawie efektywności energetycznej wybranych sektorów gospodarki i zastosowaniu niskoemisyjnych źródeł energii. Przyspieszenie procesu mającego na celu eliminację głównych źródeł zanieczyszczeń przyczyniających się do występowania zjawiska smogu.

W ramach reformy będą wdrażane następujące działania:

- » Nowelizacja ustawy o efektywności energetycznej. Projektowana ustawa doprecyzuje, w jakich sytuacjach umowy o poprawę efektywności energetycznej (umowy EPC), nie mają wpływu na zwiększenie poziomu długu publicznego. Dodatkowo przewiduje się modyfikację systemu zobowiązań do oszczędności energii poprzez wprowadzenie możliwości rozliczania się z obowiązku oszczędności energii przez podmioty zobowiązane w ramach tzw. programów dofinansowań. W programach tych będą mogły również uczestniczyć podmioty upoważnione (np. firmy typu ESCO) dostarczające usługi energetyczne na rzecz podmiotów zobowiązanych. Zakres przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej w ramach programów dofinansowań będzie obejmował m.in. modernizację lub wymianę u odbiorcy końcowego urządzeń lub instalacji służących do celów ogrzewania lub przygotowania ciepłej wody użytkowej na urządzenia lub instalacje służące do celów ogrzewania lub przygotowania ciepłej wody użytkowej charakteryzujące się wyższą klasą efektywności energetycznej. Programy dofinansowań nie będą wymagały przekroczenia minimalnego progu uzyskanej oszczędności energii na poziomie 10 toe, co pozwoli na odblokowanie inwestycji efektywnościowych u małych odbiorców końcowych, tj. gospodarstwa domowe.
- » Wprowadzenie narzędzia uzupełniającego system świadectw efektywności energetycznej w postaci środków alternatywnych. Oszczędności energii realizowane przez środki alternatywne będą agregowane dzięki stworzeniu Centralnego Rejestru Oszczędności Energii Finalnej. Efektem funkcjonowania ww. rejestru będzie uniknięcie ryzyka podwójnego zliczania oszczędności energii, w szczególności w przypadku możliwości korzystania z kilku systemów wsparcia. Będzie to stanowić realizację wytycznych nakreślonych dyrektywą 2018/2002/UE, w której wymaga się stosowania niezależnych systemów monitorowania, kontroli i weryfikacji osiągania wymaganego poziomu oszczędności energii.
- » Reforma systemu finansowania mieszkalnictwa (w zakresie Funduszu Doptat oraz Funduszu Termomodernizacji i Remontów) w obszarze zwiększenia efektywności energetycznej budynków mieszkalnych. Reforma systemu umożliwi wdrożenie nowych rozwiązań i realizację inwestycji w ramach programu dotyczącego zwiększenia efektywności energetycznej w budownictwie wielorodzinnym. W jej zakres wejdą:
 - nowelizacja ustawy z dnia 26 października 1995 r. o niektórych formach popierania budownictwa mieszkaniowego, nowelizacja ustawy z dnia 8 grudnia 2006 r. o finansowym wsparciu tworzenia lokali mieszkalnych na wynajem, mieszkań chronionych, noclegowni, schronisk dla bezdomnych, ogrzewalni i tymczasowych pomieszczeń,
 - nowelizacja ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków,
 - nowelizacja ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii,

- dostosowanie procedur w zakresie wymogów wynikających z warunków udostępnienia środków europejskich w ramach RRF przez BGK.
Wprowadzane rozwiązania obejmą m.in.:
 - modyfikację zasad finansowania przedsięwzięć termomodernizacyjnych poprzez wprowadzenie preferencji dla inwestycji kompleksowych, tj. takich, w wyniku których wskaźnik Ep z Warunków Technicznych (WT) osiągnie wartość jak dla nowych budynków (spełniających warunek niemal zeroemisyjności),
 - wprowadzenie nowej premii OZE na zakup i montaż odnawialnych źródeł energii na budynkach mieszkalnych, która nie będzie powiązana z inwestycją termomodernizacyjną, a więc będą mogły z niej skorzystać również budynki po przeprowadzonej termomodernizacji. W związku z tym premia byłaby udzielana bezpośrednio przez BGK na podstawie wniosków składanych przez właścicieli/zarządców budynków,
 - wyższe wsparcie dla remontów/termomodernizacji budynków komunalnych w ramach walki ze zjawiskiem ubóstwa energetycznego,
 - wyższe wsparcie dla inwestycji realizowanych ze wsparciem z Funduszu Dopłat (remonty mieszkań komunalnych zamieszkałych przez osoby zagrożone ubóstwem energetycznym), pod warunkiem zmiany źródła ciepła na niskoemisyjne,
 - dodatkowe wsparcie dla nowego budownictwa społecznego (realizowanego przez Towarzystwa Budownictwa Społecznego/Społeczne Inicjatywy Mieszkaniowe i spółdzielnie mieszkaniowe) w przypadku zakupu i montażu instalacji OZE związanych z budynkiem już na etapie budowy,
 - wprowadzenie zasad umożliwiających rozliczanie korzyści wynikających z zakupu i montażu odnawialnych źródeł energii dla osób zamieszkujących w budynkach wielorodzinnych (tzw. prosumentów zbiorowych),
 - stworzenie Centralnego Rejestru Oszczędności Energii Finalnej (CROEF). Rejestr będzie prowadzony z wykorzystaniem systemu teleinformatycznego, ułatwi to zbieranie potrzebnych informacji do bieżącego szacowania osiąganych oszczędności w zakresie zużycia energii finalnej.
- » Aktualizacja Krajowego Programu Ochrony Powietrza. W aktualizacji Programu określone zostaną kierunki interwencji – działań naprawczych, mające na celu ograniczenie wielkości emisji zanieczyszczeń do powietrza pochodzących z:
- sektora bytowo-komunalnego,
 - sektora transportu drogowego.
- Celem Aktualizacji Krajowego Programu Ochrony Powietrza jest kontynuacja prowadzonych dotychczas działań w zakresie poprawy jakości powietrza w Polsce polegających przede wszystkim na stworzeniu mechanizmu wymiany kotłów na paliwa stałe oraz zaproponowanie nowych rozwiązań wzmacniających efektywność podejmowanych działań, w tym przede wszystkim w zakresie podnoszenia efektywności energetycznej paliw, urządzeń i budynków, co gwarantuje zmniejszenie zużycia paliw oraz zwiększenie wykorzystania OZE. Reforma przyczyni się do:
- wsparcia termomodernizacji budynków jednorodzinnych oraz wielorodzinnych, zwiększenia udziału budynków zeroemisyjnych/budynków o niemal zerowym zużyciu energii w ogólnej liczbie budynków,

- wsparcia samorządów wojewódzkich (w zakresie nadzoru nad realizacją programów ochrony powietrza oraz uchwał antysmogowych) i gminnych (w zakresie realizacji działań określonych w tych programach i uchwałach) realizujących przedsięwzięcia niskoemisyjne w sektorze budownictwa,
 - synergii z innymi dokumentami strategicznymi, w szczególności Długoterminową Strategią Renowacji, przedstawiającą kompleksową diagnozę wyzwania, jakim jest poprawa efektywności energetycznej sektora budowlanego, oraz prezentującą ścieżkę osiągnięcia wielkoskalowej i głębokiej renowacji zasobów budowlanych w Polsce w podziale na lata 2030, 2040 i 2050.
- » Rozwój Programu Priorytetowego NFOŚiGW „Czyste Powietrze”. Planowane jest podniesienie efektywności realizacji Programu „Czyste Powietrze” w skali kraju, począwszy od zwiększenia liczby składanych wniosków o dofinansowanie, co bezpośrednio przełoży się na liczbę podpisanych umów z beneficjentami, a także na faktyczną wymianę przestarzałych źródeł ciepła oraz realizację przedsięwzięć termomodernizacyjnych w jednorodzinnych budynkach mieszkalnych. W 2021 r. przewidziane do realizacji są kolejne działania w celu zwiększenia tempa wdrażania Programu:
- włączanie gmin (w tym kolejnych gmin) w mocniejszą współpracę poprzez wprowadzenie nowych zachęt wskazanych powyżej,
 - włączenie banków komercyjnych do współpracy. Zakończył się pierwszy nabór banków. Pierwsze umowy z bankami zostały zawarte w kwietniu 2021 r. Produkt bankowy (kredyty wraz z dotacją na częściową spłatę kapitału kredytu) ma zostać uruchomiony w połowie 2021 r.,
 - uruchomienie naboru dla Programu „Stop Smog” (program skierowany do najuboższych grup społecznych za pośrednictwem gmin, które przystąpiły do programu) po zmianach wprowadzonych ustawą z dnia 28 października 2020 r. o zmianie ustawy o termomodernizacji i remontów oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. poz. 2127),
 - prace (w tym ustalenie harmonogramu wdrożenia) nad kolejną częścią Programu adresowaną do osób o najniższych dochodach (poniżej 1000 zł/osobę) najuboższych, wymagających dodatkowego wsparcia, w tym także organizacyjnego w związku z realizacją inwestycji proekologicznych,
 - realizacja w 2021 r. ogólnokrajowej, szeroko zakrojonej kampanii promocyjnej Programu Priorytetowego „Czyste Powietrze”.

W ramach systemu wsparcia finansowego, wymiana źródeł ogrzewania jest przeprowadzana w możliwie największym stopniu równocześnie z głęboką termomodernizacją budynku, tak aby zwiększyć oszczędności energii, zgodnie z zasadą *energy efficiency first*, aby nie prowadzić do wzrostu rachunków za energię i nadmiaru mocy w zakresie wytwarzania ciepła (a przez to wyższych kosztów).

» Mechanizm wsparcia najuboższych grup społecznych. Planowane jest przygotowanie mechanizmu wsparcia najuboższych grup społecznych w celu umożliwienia im aplikowania do Programu „Czyste Powietrze”. Podkreślić należy, że grupy najuboższych przyczyniają się w największym stopniu do powstawania przekroczeń norm jakości powietrza ze względu na brak możliwości finansowych i organizacyjnych realizacji przedsięwzięć proekologicznych, mających na celu wyeliminowanie wykorzystania wysokoemisyjnych źródeł ciepła, w których spalane są nie tylko paliwa słabej jakości, ale również odpady. W II. kw. 2021 r. planowane jest powołanie zespołu

roboczego ds. przygotowania mechanizmu wsparcia najuboższych grup społecznych, który będzie działał do końca 2022 r. a w jego skład wejdą oprócz administracji rządowej przedstawiciele samorządów i NGOs. Efektem prac będzie przygotowanie koncepcji systemu zmian mających na celu wyeliminowanie barier w aplikowaniu, wzmocnienie roli samorządu terytorialnego, zmiany przepisów legislacyjnych, uproszczenie i dostosowanie systemu teleinformatycznego umożliwiające składanie wniosków do naboru w ramach nowej części Programu „Czyste Powietrze”.

» Zakaz sprzedaży/dystrybucji pozaklasowych kotłów na paliwa stałe, a tym samym możliwości ich zakupu i instalowania obowiązuje od dnia 1 lipca 2017 r., tj. terminu wejścia w życie przepisów krajowych w tym zakresie – rozporządzenia Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. w sprawie wymagań dla kotłów na paliwa stałe, znowelizowanego rozporządzeniem Ministra Przedsiębiorczości i Technologii z dnia 21 lutego 2019 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U. poz. 363). W wyniku tego działania obecnie na polskim rynku dostępne są w sprzedaży wyłącznie kotły spełniające najwyższe standardy emisyjne UE.

» Przegląd paliw stałych dla sektora bytowo-komunalnego. Podjęte zostały prace Zespołu ds. przeglądu paliw stałych dla sektora bytowo-komunalnego, których efektem będzie przygotowanie odpowiednich rekomendacji dla ministra właściwego ds. energii do podjęcia prac mających na celu ew. zmianę obowiązującego prawodawstwa krajowego w zakresie wymagań jakościowych dla paliw stałych stosowanych w tym newralgicznym sektorze. Dotyczy to zwłaszcza wymogów jakościowych dla paliw stałych spalanych w gospodarstwach domowych w urządzeniach o mocy do 1 MW, określonych w rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych. Przegląd zostanie wykonany po raz pierwszy nie później niż do dnia 1 lipca 2021 r.

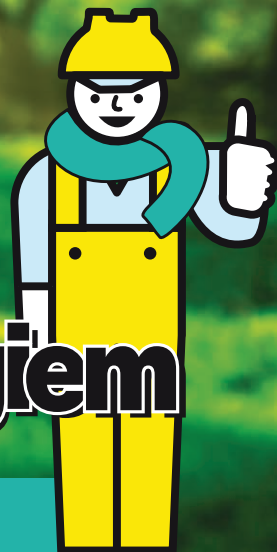
Prace Zespołu mogą skutkować zmianą ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw w zakresie kontroli paliw i ewentualnego zakazu wprowadzenia innych rodzajów paliw do obrotu. Kolejnym etapem prac będzie zmiana innych ustaw (takich jak: ustawa o Krajowej Administracji Skarbowej, Prawo energetyczne, czy ustawa o pomocy społecznej) mająca na celu określenie harmonogramu wycofywania paliw ze stosowania w gospodarstwach domowych, w szczególności wprowadzenie zakazu stosowania paliw stałych niskiej jakości, w tym węgla i pelletu w nowo instalowanych indywidualnych urządzeniach grzewczych.

» Nowelizacja ustawy o promowaniu energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji, która wprowadza obowiązek przeprowadzania czterech aukcji oraz dwóch naborów w ciągu roku, a także usunięcie warunku złożenia ważnego pozwolenia na budowę, dotychczas wymaganego już na etapie dopuszczenia do udziału w systemie wsparcia. Zmiany te przyczynią się do zwiększenia dostępności mechanizmu wsparcia dla projektów inwestycyjnych transformujących ciepłownictwo w kierunku niskoemisyjnym oraz pozwolą na optymalne wykorzystanie dostępnych programów finansowania inwestycji.

» Implementacja do polskiego systemu prawnego obowiązku zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie w tempie 1.1 p. proc. rok do roku w okresie 2021–2030.

» Stworzenie warunków do efektywnego wykorzystania lokalnych zasobów energetycznych, w tym ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych. ■

OCIEPLAM DOM i walczę ze smogiem



Akcja społeczna

Termomodernizacja jest dziś nieodzownym elementem walki o lepszą jakość powietrza.

Główną przyczyną zanieczyszczenia powietrza w Polsce są nieocieplone budynki, dlatego termomodernizacja wraz z wymianą wysokoemisyjnych źródeł ciepła powinny być podstawowymi narzędziami poprawiającymi jakość powietrza.

WWW.TERMOMODERNIZACJA.ORG

WSPIERAJĄ NAS



BLOK THERM®

FAKRO®

quick-mix
marka firmy **slevert**

PATRONI AKCJI



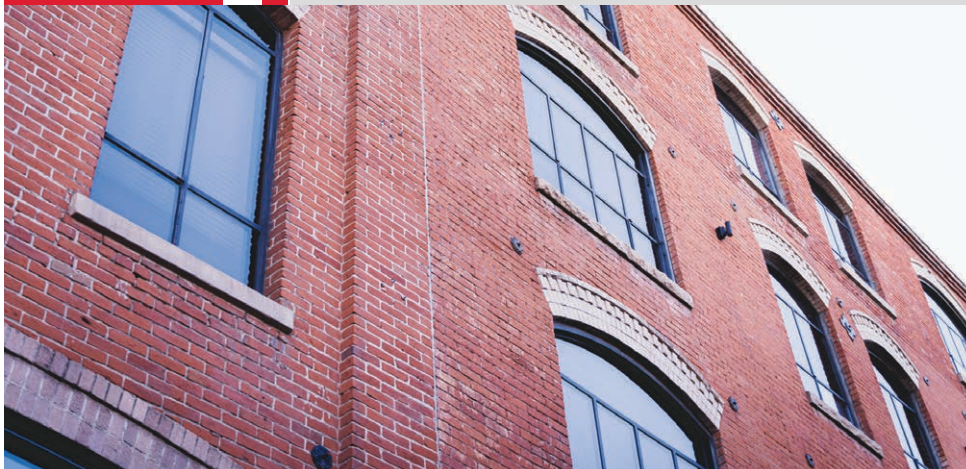
ORGANIZATOR AKCJI

IZOLACJE
określenie i projekt izolacji



SIPUR





KIEDY BUDOWNICTWO NIE JEST NOWE, NA KŁOPOTY – SPIENIONE SZKŁO KOMÓRKOWE!

Starsze obiekty, z uwagi na swój wiek i często burzliwe przejścia, mają prawo przysparzać problemów. Warto zatem wsłuchać się w ich potrzeby i dobrać takie rozwiązanie termoizolacyjne, które zapewni im dobry stan przez kolejne dziesięciolecia...

„Rewitalizacja” to słowo, które od lat odmieniane jest przez wszystkie przypadki. Oczywiście, przywracanie blasku ponadstuletnim fabrykom czy zabytkowym kamienicom to doskonały sposób na wyróżnienie projektu na mapie lokalnych inwestycji. Jednak to, co rozpala emocje deweloperów i fanów architektury, niekoniecznie budzi entuzjazm inżynierów ds. bezpieczeństwa pożarowego. W przypadku obiektów historycznych, często opartych na drewnianych elementach konstrukcyjnych, ogromnym wyzwaniem bywa bowiem zapewnienie odpowiedniej odporności ogniowej.

Tu z pomocą przychodzi spienione szkło komórkowe. Materiał ma najwyższą możliwą klasę reakcji na ogień A1. Oznacza to, że nie przyczynia się do rozprzestrzenienia ognia, ani nie wytwarza równie groźnego dymu czy toksycznych oparów i płonących kropli. **Płyty FOAMGLAS® wyróżnia jeszcze jedna, niezwykle użyteczna cecha.** Kiedy spienione szkło komórkowe jest wystawione na działanie płomieni, jego wierzchnia warstwa zaczyna się topić, tworząc w tym samym momencie zwartą powierzchnię, przypominającą szkliwo. Powierzchnia ta działa jak tarcza ochronna, która zwiększa odporność ogniową ścian wewnętrznych, stropów czy elementów konstrukcji, słupów i podciągów.

Badania wykazały, że płyty FOAMGLAS® o grubości 50 mm przedłużają odporność ogniową ściany murowanej o 30 minut, zapewniając tym samym dodatkowe REI 30. Oznacza to, że każde



detali, które w przypadku bardziej tradycyjnych technologii mogłyby „zginąć” pod nową warstwą tynku i izolacji.

PRAWO NIESPODZIANKI

W przypadku obiektów starszych, zarówno tych zabytkowych, jak i tych 20-, 30-letnich, obowiązuje prosta zasada: spodziewaj się niespodziewanego. Nawet, jeśli na pierwszy rzut oka budynek wygląda dobrze, jego dach, stropy,

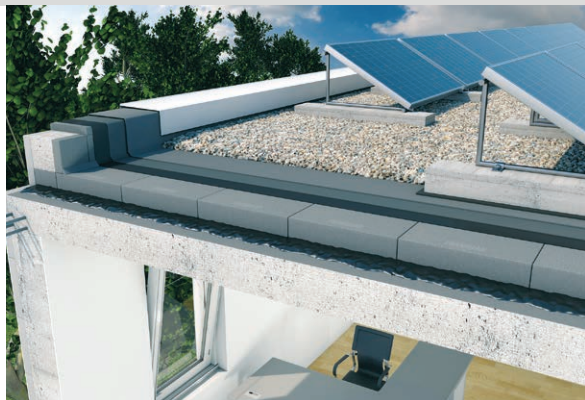
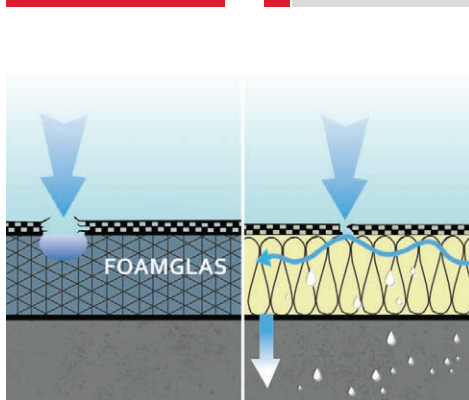
ściany wewnętrzne czy elewacje mogą mieć poważne usterki.



Powszechnym problemem są mostki termiczne w strefach, które są trudne lub wręcz niemożliwe do usunięcia za pomocą klasycznych materiałów termoizolacyjnych. Mowa tu o takich miejscach, jak osadzenia stolarki okiennej, strefy pod parapetami czy pod progami drzwi balkonowych i tarasowych, gzymsy. Nie dość, że owe „słabe punkty” mogą generować nawet 20% całkowitych strat energii z budynku, to potrafią też tworzyć niepożądane warunki pod kątem rozwoju pleśni i grzybów.

Spienione szkło komórkowe rozwiązuje wszystkie te problemy. Ze względu na 100% oporność na kondensowanie pary wodnej oraz przenikanie wilgoci, materiał jest obojętny chemicznie i biologicznie. Wynika to z jego ze struktury komórkowej – baniek powietrza

szczelnie zamkniętych w szklanych komórkach. **Płyty FOAMGLAS® zawsze i w każdych warunkach pozostają w 100% suche**, eliminując tym samym ryzyko przenikania kondensatu, zarówno do izolacji, jak i do zabezpieczanych konstrukcji.



PEWNY DACH NAD GŁOWĄ

Osobny przypadek to „wiecznie” zawilgocone lub przeciekające dachy, które mogą sprawić kłopoty nawet po wymianie starej izolacji. Jak do tego dochodzi? Ponieważ dach płaski (a z takim mamy najczęściej do czynienia w starym budownictwie) jest konstrukcją prawie poziomą, gromadzi dużo dodatkowej wody stojącej. Duża ilość wody może się rozproszyć w wyniku nawet niewielkiej nieszczelności, zanim w ogóle zostanie wykryta.

Kiedy konwencjonalne systemy termoizolacyjne z upływem lat tracą swoje właściwości lub ulegają deformacji i zmieniają swoje parametry fizyczne, np. tracąc swoją grubość, nie są już ani wodoodporne, ani paroszczelne. Wówczas woda łatwo przenika w głąb i pod termoizolację, a para wodna potrafi kondensować w strukturze materiału termoizolacyjnego, pozbawiając go właściwości fizycznych i termicznych.

Remedium? Zastosowanie spienionego szkła komórkowego. Ponieważ mamy do czynienia z kompletnie szczelnym układem, nie ma tu miejsca na wnikanie wody i wilgoci, nie ma też możliwości

FOAMGLAS® – GWARANCJA SPOKOJU

Nie ulega wątpliwości, że spienione szkło komórkowe to materiał o wyjątkowych właściwościach wilgotnościowych, ogniowych, akustycznych i termoizolacyjnych, które odpowiadają na typowe problemy właścicieli, zarządców i użytkowników obiektów starszych i zabytkowych. Co najważniejsze – wszystkich tych właściwości można być w 100% pewnym.

Marzysz o zawsze suchym dachu? Pragniesz mieć spokój ze strefami intensywnie podciągającymi wilgoć? Interesuje Cię bezawaryjna eksploatacja obiektu przez lata? Chciałbyś wykonać izolację raz i już nigdy nie wracać do tematu? Postaw na izolację termiczną ze spienionego szkła komórkowego: bez kondensacji, bez przecieków, bez deformacji pod obciążeniem, bez mostków termicznych, z niezmienną lambda 0,036 W/(m·K) – na kolejne dekady.

A jeśli jeszcze wahasz się z decyzją, wiedz, że na rozwiązanie FOAMGLAS® otrzymasz gwarancję na 25 lat. Rozwiąż problemy raz na zawsze, zyskaj spokój na dziesięciolecia!

? Jak rozwiązać problem kondensacji pary wodnej, przecieków i podciągania wilgoci w strefach dachów, cokołów, fundamentów, podłóg na gruncie, wiecznie mokrych progów czy podjazdów stref garażowych?

? Jak izolować budynek termicznie od wewnątrz, materiałem bezpiecznym ogniowo (A1) i eliminującym kondensację?

? Jak unikać przemarzania i mostków termicznych w miejscach pod dużym obciążeniem, np. na dachach?

? Jak łatwo zmodernizować starszy obiekt w sposób bezpieczny i trwały na dziesięciolecia?

Jeśli szukacie Państwo odpowiedzi na te pytania... umówmy się na spotkanie!

Przyjedziemy, zapoznamy się z aktualnym stanem obiektu, bezpłatnie przygotujemy analizę i zalecenia do przeprowadzenia modernizacji, podpowiemy odpowiedni system izolacji, który rozwiąże Państwa problemy **raz na zawsze**.

+48 609 99 28 29

Lukasz.Barcz@owenscorning.com

+48 887 77 23 55

Zdzisław.Woznicki@owenscorning.com

kondensowania pary wodnej. Układ pozostaje praktycznie bezawaryjny i suchy przez cały okres użytkowania dachu. Nawet jeśli już dojdzie do rozszczelnienia warstw hydroizolacji, płyty FOAMGLAS® będą chronić dach przed przeciekami. Wówczas naprawiamy wyłącznie wierzchnie warstwy dachowe, bez konieczności przeprowadzania kosztownych i powracających remontów całego pokrycia.

Zawsze sucha warstwa ocieplenia oznacza zawsze stałe i niezmiennie na wieki parametry termoizolacyjne. Poprawny montaż oznacza definitywny koniec zmartwień z zawilgoconym dachem, rozwojem pleśni i grzybów wewnątrz konstrukcji czy korozją elementów pod izolacją.

Ale to nie wszystko! Ponieważ spienione szkło komórkowe to jedyny materiał izolacyjny na rynku, który wytrzymuje tak wysokie obciążenia ściskające bez osiadania lub pęcznienia i przy 0% deformacji, jest to doskonały wybór w kontekście popularnych w ostatnim czasie instalacji fotowoltaicznych i innych ciężkich urządzeń montowanych na dachach, takich jak centrale wentylacyjne czy zbiorniki.

KONTAKT



FOAMGLAS®

FOAMGLAS® Building Poland
Bojkowska 37 bud.4/PO Box 2
44-100 Gliwice
tel. 609 992 829
info.foamglas.poland@owenscorning.com
www.foamglas.pl

ROZWIĄZANIE NA DZIESIĘCIOLECIA

Kiedy ktoś obchodzi urodziny, życzymy mu 100 lat. Dlaczego więc nie życzyć tego samego naszym budynkom? Nie tylko od święta – spienione szkło komórkowe FOAMGLAS® to gwarancja zdrowego obiektu, a zdrowe obiekty zapewniają bezpieczeństwo i komfort ich użytkownikom przez cały okres eksploatacji budynku. ■

DR INŻ. SZYMON FIRŁĄG, DR INŻ. AGNIESZKA KALISZUK-WIETECKA, DR INŻ. ARKADIUSZ WĘGLARZ

50

GŁĘBOKA TERMOMODERNIZACJA BUDYNKÓW

Unia Europejska wymusza na poszczególnych krajach członkowskich wprowadzenie przepisów, które wymagają osiągnięcia standardów blisko zeroenergetycznych przez wszystkie budynki, oprócz obiektów zabytkowych. W działania te świetnie wpisuje się głęboka termomodernizacja, wpływająca na znaczną poprawę efektywności energetycznej budynków.

Procesy termomodernizacyjne w Polsce nabrały tempa na przełomie XX i XXI wieku. Miało na to wpływ kilka czynników, między innymi coraz większa dostępność materiałów do termomodernizacji i ich niższa cena, lepsze możliwości technologiczne, większe oczekiwania dotyczące komfortu użytkowania budynków oraz zaostrzające się przepisy, określające najpierw parametry cieplne obudowy zewnętrznej, a później również zapotrzebowania na energię. Jednak ówczesne procesy termomodernizacyjne daleko odbiegają od dzisiejszych standardów oraz zaleceń wspólnoty europejskiej, według których budynki już wkrótce mają stać się blisko zeroenergetyczne. Te wymagania spełnia tak zwana głęboka termomodernizacja.

CEL: OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII

Głęboka termomodernizacja prowadzi do szeroko pojętej oszczędności energii, zarówno przez poprawę parametrów energetycznych poszczególnych elementów zewnętrznej obudowy obiektu, jak i ze względu na zysk ciepła dzięki kompleksowemu podejściu do zapotrzebowania na energię dla całości bryły.

Możliwe ulepszenia termomodernizacyjne to takie, w wyniku których następuje:

- » zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową dostarczoną do budynku na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej,
- » zmniejszenie strat energii pierwotnej w lokalnych sieciach ciepłowniczych,
- » wykonanie przyłącza do scentralizowanego źródła ciepła (które z założenia jest bardziej efektywne niż lokalne źródła ciepła),
- » całkowita lub częściowa zmiana źródeł energii na źródła odnawialne.

EUROPEJSKIE STANDARDY ENERGETYCZNE DLA NOWYCH I MODERNIZOWANYCH BUDYNKÓW

Wymagania prawne dotyczące budynków poddawanych termomodernizacji są opisane w zmiennej dyrektywie w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (EPBD) oraz w dyrektywie

Skontaktuj się z naszymi specjalistami i sprawdź atrakcyjne oferty na

HurtowniaStyropianu.pl

w sprawie efektywności energetycznej (EED). Zgodnie z dyrektywą EPBD (art. 9) państwa członkowskie powinny tworzyć polityki, mające na celu wspieranie modernizacji budynków do osiągnięcia poziomu niemal zerowego zużycia energii (NZEB). Dyrektywa EPBD podaje następującą definicję budynku o niemal zerowym zużyciu energii: „NZEB oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej. Niemal zerowa lub bardzo niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w wysokim stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, w tym energii ze źródeł odnawialnych wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu”.

Jak dotąd wymagania ustanowione przez Komisję Europejską dotyczą tylko wszystkich nowych budynków, które od 2021 r. muszą być budowane w standardzie NZEB (od 2019 r. dotyczy to budynków będących własnością i zajmowanych przez instytucje publiczne).

Dla budynków modernizowanych nie wprowadzono w tym zakresie żadnych obowiązkowych przepisów. Zgodnie z art. 2a EPBD państwa członkowskie powinny jednak ustanowić długoterminowe strategie remontowe w celu zmobilizowania inwestycji w renowację krajowych zasobów budowlanych. Komisja oceniła, że niezbędny średni poziom termomodernizacji, pozwalający na optymalne zrealizowanie unijnych celów w zakresie efektywności energetycznej, wynosi 3%.

OGÓLNE DEFINICJE TERMOMODERNIZACJI DO STANDARDU NZEB

Zgodnie z dyrektywą EPBD za istotną modernizację uznaje się taką, w której:

- a) całkowity koszt prac modernizacyjnych związanych z przegrodami zewnętrznymi lub systemami technicznymi budynku przekracza 25% jego wartości, nie wliczając wartości gruntu, na którym budynek jest usytuowany
lub
- b) modernizacji podlega ponad 25% powierzchni przegród zewnętrznych budynku.

W rekomendacji 2016/1318 Komisji Europejskiej stwierdza się, że modernizacja zgodnie z wymogami NZEB powinna iść w parze z określonymi dla niej wymogami, dotyczącymi charakterystyki energetycznej. Zgodnie z raportem projektu COHERENO ogólna definicja termomodernizacji do standardu NZEB może obejmować jedno lub kilka z poniższych wymagań:

- a) charakterystyka energetyczna budynku po modernizacji spełnia wymagania standardu NZEB dla nowych budynków, ponieważ są one zdefiniowane na poziomie państw członkowskich lub regionów UE
i/lub
- b) zużycie energii pierwotnej w budynku po modernizacji zmniejsza się o 75% w porównaniu ze stanem przed modernizacją
i/lub
- c) maksymalne zapotrzebowanie na energię pierwotną wynosi nie więcej niż 50–60 kWh/(m²·rok) i obejmuje ogrzewanie/chłodzenie, przygotowanie ciepłej wody użytkowej, wentylację, zużycie energii przez systemy pomocnicze budynku

i

d) minimalny udział energii pochodzącej z źródeł odnawialnych, proponowany na poziomie co najmniej 50% łącznego zapotrzebowania na energię w budynku

i

e) wymóg w zakresie emisji CO₂, wynoszący nie więcej niż 3 kg CO₂/(m²·rok), co sugeruje się na podstawie wymagań w zakresie realizacji długoterminowych celów dekarbonizacji sektorów mieszkalnictwa i usług wynikających z Planu działania UE na rzecz niskoemisyjnej gospodarki do 2050 r.

Istniejące zagraniczne definicje głębokiej termomodernizacji do standardu NZEB wykorzystują jedno lub więcej z wymienionych powyżej wymagań.

SZCZEGÓLWE DEFINICJE TERMOMODERNIZACJI DO STANDARDU NZEB

Kryteria termomodernizacji budynków do standardu NZEB zostały zidentyfikowane w 13 krajach i regionach, ale definicje zostały określone tylko w 8 (Austria, Cypr, Republika Czeska, Dania, Francja, Łotwa, Litwa, Region Stołeczny Brukseli). Polska nie posiada oficjalnej definicji termomodernizacji do standardu NZEB. Dania i Litwa mają taką samą definicję NZEB dla nowych i istniejących budynków. Podobnie jest w Bułgarii, na Cyprze, we Włoszech i na Łotwie, gdzie definicja NZEB dla nowych budynków jest również stosowana w przypadku kompleksowych termomodernizacji. Poniżej zamieszczono więcej informacji na temat wymagań dla standardu NZEB dla istniejących budynków w wybranych krajach UE.

AUSTRIA

Wymagania dla osiągnięcia standardu NZEB zostały określone jednocześnie dla nowych i modernizowanych budynków. Obejmowały one cele pośrednie, dotyczące zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji, zapotrzebowanie na energię końcową, całkowity współczynnik efektywności energetycznej, zapotrzebowanie na energię pierwotną i emisje CO₂ dla lat 2014, 2016, 2018 i 2020. Najostrzejsze wymagania weszły w życie w 2020 roku i można je uznać za definicję modernizacji do standardu NZEB dla budynków mieszkalnych. Standard ten jest określony za pomocą następujących wskaźników:

- » zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_H \leq 17 \cdot (1 + 2,5 \cdot (A/V))$ kWh/(m²·rok), gdzie A/V – współczynnik kształtu,
 - » zapotrzebowanie na energię końcową zużywaną przez systemy techniczne budynku na potrzeby ogrzewania (zmienne),
 - » zapotrzebowanie na energię pierwotną $EP \leq 200$ kWh/(m²·rok),
 - » emisja CO₂ ≤ 32 kg/(m²·rok)
- lub
- » zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_H \leq 25 \cdot (1 + 2,5 \cdot (A/V))$ kWh/(m²·rok),
 - » całkowity współczynnik efektywności energetycznej $\geq 0,95$,
 - » zapotrzebowanie na energię pierwotną $EP \leq 200$ kWh/(m²·rok),
 - » emisja CO₂ ≤ 32 kg/(m²·rok).

Wymagania standardu NZEB dla nowych budynków mieszkalnych są następujące:

- » zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_H \leq 10 \cdot (1 + 3,0 \cdot (A/V))$ kWh/(m²·rok),
- » zapotrzebowanie na energię końcową zużywaną przez systemy techniczne budynku na potrzeby ogrzewania (zmienne),
- » zapotrzebowanie na energię pierwotną $EP \leq 160$ kWh/(m²·rok),
- » emisja CO₂ ≤ 24 kg/(m²·rok)
lub
- » zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_H \leq 16 \cdot (1 + 3,0 \cdot (A/V))$ kWh/(m²·rok),
- » całkowity współczynnik efektywności energetycznej $\geq 0,75$,
- » zapotrzebowanie na energię pierwotną $EP \leq 160$ kWh/(m²·rok),
- » emisja CO₂ ≤ 24 kg/(m²·rok).

Przykład Austrii pokazuje, że wymagania dotyczące budynków poddawanych termomodernizacji są niższe niż dla nowobudowanych, co wydaje się uzasadnione.

IRLANDIA

Irlandzka definicja termomodernizacji budynków mieszkalnych do standardu NZEB znajduje się w dokumencie „Towards nearly zero energy buildings in Ireland”. W 2020 r. docelowe zużycie energii pierwotnej na potrzeby ogrzewania pomieszczeń, podgrzewania wody, wbudowanego oświetlenia i wentylacji w istniejących budynkach mieszkalnych powinno wynosić od 125 do 150 kWh/(m²·rok). Do jego pokrycia należy wykorzystać energię pochodzącą ze źródeł odnawialnych, w tym energię z OZE wytwarzaną na miejscu lub w pobliżu. Część L (*Conservation of Fuel and Energy*) Irlandzkich Przepisów Budowlanych (*Irish Building Regulations*) określa ustawowe, minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej dla istniejących budynków mieszkalnych poddawanych rozbudowie, istotnej modernizacji lub przebudowie. Dotyczą one w szczególności maksymalnych wartości współczynników przenikania ciepła przez przegrody oraz szczelności powietrznej i przedstawiono je w **TABELI 1**.

Przegroda	Maksymalny współczynnik przenikania ciepła W/(m ² ·K)
dach stromy	0,16
dach płaski	0,20
ściana zewnętrzna	0,21
podłoga na gruncie, stropy na przestrzeniach nieogrzewanych	0,21
zewnętrzne okna, drzwi i okna dachowe	1,6
maksymalny współczynnik przepuszczalności powietrznej dla przegród 7 m³/h/m²	

TABELA 1. Wymagania dotyczące współczynników przenikania ciepła i szczelności powietrznej przegród w budynkach poddawanych termomodernizacji w Irlandii

Przeграда	Maksymalny współczynnik przenikania ciepła W/(m ² ·K)
dach płaski i stromy	0,10
ściana zewnętrzna	0,22
przegrody wentylowane	0,90

TABELA 2. Przepisy dotyczące współczynnika przenikania ciepła dla różnych przegród w budynkach niskoenergetycznych na Słowacji

Wymagania dotyczące nowych budynków, powstających w standardzie NZEB są ostrzejsze niż dla modernizowanych. Wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną nie powinien przekraczać 45 kWh/(m²·rok). Udział energii ze źródeł odnawialnych wynosi minimum 20%. Maksymalny współczynnik przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych nie może przekroczyć 0,18 W/(m²·K), a dla okien zewnętrznych 1,4 W/(m²·K). Maksymalny współczynnik przepuszczalności powietrznej dla przegród określony został na poziomie 5 m³/h/m².

SŁOWACJA

Zgodnie ze słowackimi przepisami głęboka termomodernizacja to modernizacja budynku do poziomu niskoenergetycznego. Budynek poddawany głębokiej termomodernizacji musi spełniać wymogi niemal zerowego zużycia energii (takie same, jak w przypadku nowych budynków), jeżeli jest to technicznie, funkcjonalnie i ekonomicznie wykonalne. Standard jest zdefiniowany przez następujące wskaźniki:

- » zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_H \leq 50$ kWh/(m²·rok) w zależności o współczynnika kształtu budynków – budynki jednorodzinne $EU_H \leq 40,7$ kWh/(m²·rok), budynki wielorodzinne $EU_H \leq 25,0$ kWh/(m²·rok), budynki biurowe $EU_H \leq 26,8$ kWh/(m²·rok),
- » zapotrzebowanie na energię pierwotną – budynki jednorodzinne $EP \leq 54$ kWh/(m²·rok), budynki wielorodzinne $EP \leq 32$ kWh/(m²·rok), budynki biurowe $EP \leq 60$ kWh/(m²·rok). Dotyczy to sumy energii zużywanej na potrzeby ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody, chłodzenia i wbudowanego oświetlenia.

Dodatkowe wymagania związane są ze współczynnikiem przenikania ciepła U dla różnych elementów budynku, co pokazano w TABELI 2.

FRANCJA

Wymagania dotyczące budynków poddawanych termomodernizacji są określone w planie na rzecz zwiększenia liczby budynków o niemal zerowym zużyciu energii. Modernizacja do NZEB nie jest zdefiniowana bezpośrednio, ale dokument opisuje modernizację do standardu energooszczędnego. Jest ona określona następującymi wskaźnikami:

- » zapotrzebowanie na energię pierwotną – budynki mieszkalne $EP \leq 80$ kWh/(m²·rok) – dotyczy sumy energii zużywanej na potrzeby ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody, chłodzenia, wbudowanego oświetlenia i urządzeń pomocniczych,

» zapotrzebowanie na energię pierwotną – budynki biurowe $EP \leq 60\%$ zapotrzebowania na energię pierwotną budynku referencyjnego, wyposażonego w elementy i systemy spełniające wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej i efektywności energetycznej.

Wymagania te zmieniają się w zależności od regionów geograficznych i wysokości ponad poziomem morza.

Dla budynków nowych wymagania dotyczące zapotrzebowania na energię pierwotną są inne:

- » wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną – budynki mieszkalne $EP \leq 60 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ – dotyczy sumy energii zużywanej na potrzeby ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody, chłodzenia, oświetlenia wbudowanego i urządzeń pomocniczych,
- » wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną – budynki biurowe $EP \leq 110 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$.

SZWECJA

W Szwecji wymagania dotyczące budynków poddawanych termomodernizacji do standardu NZEB są takie same, jak w przypadku nowych budynków. Określają je następujące wskaźniki:

- » zapotrzebowanie na energię pierwotną – budynki mieszkalne $EP \leq 30\text{--}75 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$, w zależności od budynku referencyjnego i lokalizacji,
- » zapotrzebowanie na energię pierwotną – budynki niemieszkalne $EP \leq 30\text{--}105 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$, w zależności od budynku referencyjnego i lokalizacji.

Szwedzkie prawodawstwo promuje poprawę efektywności energetycznej w istniejących budynkach do poziomu NZEB, tam gdzie jest to opłacalne i technicznie wykonalne. Jeżeli głęboka termomodernizacja nie jest możliwa, przeprowadzone prace powinny pozwolić na uzyskanie racjonalnie dużej poprawy efektywności energetycznej. Istniejące przepisy zapewniają elastyczność w tym zakresie.

PODSTAWOWE ELEMENTY PROCESU GŁĘBOKIEJ TERMOMODERNIZACJI

Podając budynek głębokiej termomodernizacji, należy skoncentrować się przede wszystkim na wysokim poziomie oszczędności energii (jest to zazwyczaj około 50%), jaki należy osiągnąć dla obiektu oraz na poprawieniu jego charakterystyki energetycznej. Przedsięwzięcie musi być opłacalne, ale powinno się również wiązać z odpowiednim dofinansowaniem, którego źródła należy szukać w polityce spójności.

Chcąc polepszyć charakterystykę energetyczną budynków stosuje się następujące środki:

- » poprawia się izolacyjność termiczną przegród zewnętrznych,
- » zwiększa się efektywność systemów ogrzewania, wentylacji, chłodzenia i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia,
- » instaluje się systemy automatyki i sterowania budynków.

Niezwykle istotne są również działania edukacyjne, wpływające na zachowania „proefektywnościowe” użytkowników obiektów.

Warto zatem przeanalizować poszczególne rodzaje środków pod kątem wiążących się z nimi aspektów pozytywnych i negatywnych.

POPRAWA IZOLACYJNOŚCI PRZEGRÓD

Jednym z najczęściej napotykanych problemów związanych z głęboką termomodernizacją jest konieczność docieplenia przegród już ocieplonych materiałem izolacyjnym o niewystarczającej grubości. Istnieją wtedy dwie metody postępowania:

- 1) zdjęcie starej warstwy ocieplenia i ocieplenie odpowiednio grubą warstwą nowego materiału lub
- 2) ułożenie dodatkowej izolacji na istniejącej wcześniej warstwie.

Wybór odpowiedniej metody zależy od konkretnego przypadku, każda ma swoje wady i zalety.

Zdjęcie w całości istniejących warstw materiału jest rozwiązaniem droższym, zarówno z ekonomicznego, jak i ekologicznego punktu widzenia. Wiąże się z koniecznością wywiezienia i utylizacji usuniętych materiałów. Daje jednak dużo większe możliwości rewitalizacji obiektu. Można zastosować różne sposoby docieplenia, umożliwiające wykonanie docelowej elewacji obiektu w różnych technologiach i materiałach. Można też dobrać materiał izolacji, zarówno pod kątem jego ceny, parametrów cieplnych i wilgotnościowych oraz zastosowanego wykończenia. Najczęściej stosuje się tu metody docieplenia w technologii mokrej tzw. ETICS (z wykończeniem tynkiem o różnego rodzaju fakturze i kolorze) lub suchej ze stelażem pod elewację z różnych materiałów (tworzyw sztucznych, szkła, kamienia, płyt ceramicznych, cementowych lub drewna).

Metoda ETICS swoją popularność zawdzięcza przede wszystkim stosunkowo niskiej cenie. Bardzo istotne jest, aby poszczególne elementy systemu były kompatybilne, a także, aby warunki wykonywania prac były w miarę stabilne. W tym systemie można zastosować różne materiały do izolacji termicznej (mające inną paroprzepuszczalność i palność oraz izolacyjność akustyczną i nasiąkliwość), takie jak: płyty EPS (ekspandowany polistyren, potocznie zwany styropianem), płyty XPS (ekstrudowany polistyren, potocznie zwany styrodurem), płyty z wełny mineralnej, płyty PIR i PUR. Jednak aby otrzymać trwałą, ciągłą i skuteczną warstwę izolacji, to projektując i wykonując docieplenie, trzeba wziąć pod uwagę różne parametry zastosowanego materiału. Determinują one rodzaj/właściwości tynku oraz ewentualnie farby. Błędy tu popełnione będą skutkowały zniszczeniami elewacji, takimi jak odpadanie tynku, łuszczenie się farb, spękania itp. Dla uzyskania trwałego efektu niezwykle istotne jest, zwłaszcza po usunięciu wcześniejszych warstw izolacji, odpowiednie przygotowanie podłoża: oczyszczenie, wyrównanie, sprawdzenie wilgotności tak, aby można było przykleić materiał izolacyjny zgodnie z wytycznymi instrukcji metodą obwodowo-punktową. W większości przypadków konieczne jest również użycie odpowiednich łączników mechanicznych o „grzybkach” i trzpieniach dopasowanych do rodzaju materiału izolacyjnego. Zastosowanie warstwy zbrojącej – siatki z włókna szklanego i tworzyw sztucznych z odpowiednimi zakładami, dodatkowo wzmocnionej w miejscach szczególnie narażonych na uszkodzenia, pozwala uzyskać elewację odporną na uszkodzenia mechaniczne. Siatka powinna być równomiernie zatopiona w materiale izolacyjnym, żeby chroniła elewację przed spękaniem, szczególnie w miejscach takich, jak obrzeża okienne (gdzie powinny znaleźć się fragmenty dodatkowej siatki ułożone pod kątem 45°). Bardzo ważne jest również sprawdzenie, czy po zdjęciu starej warstwy izolacji na elewacji nie ma spękań. Jeśli występują, trzeba je koniecznie usunąć i przed położeniem nowego docieplenia wzmocnić mur. Podczas ocieplania metodą ETICS istotne jest też stosowanie wszystkich elementów dodatkowych, takich jak: listwy startowe, narożne, okapniki itp. wszędzie tam, gdzie jest to konieczne, aby wkrótce po oddaniu prac nie było konieczności naprawy elewacji.

Zdecydowaną wadą systemu ETICS są po pierwsze dość wymagające warunki układania – temperatura powyżej 5°C, niezbyt intensywna operacja słoneczna, brak opadów atmosferycznych itd., a po drugie trudności w dokonaniu miejscowej naprawy. Istnieje też obiegowa opinia, że elewacje wykonane w tym systemie są nieatrakcyjne i monotonne. Jest to niestety związane z działaniem bez współpracy z dobrym architektem lub nadmiernym uleganiem „zachciankom” i wytycznym właścicieli. Nie musi tak jednak być, a ocieplenie może nadać nowy charakter starym obiektom.

Drugim sposobem docieplenia jest zastosowanie systemu suchego, gdzie materiał izolacyjny jest umieszczony między elementami stelażu. Możliwy jest tu podobny wybór materiałów do izolacji termicznej chociaż najczęściej stosuje się płyty z wełny mineralnej ze względu na łatwość ich układania. Docieplenie w takim systemie daje za to większą możliwość wykorzystania różnorodnych materiałów elewacyjnych – od płyt z tworzyw sztucznych i cementowo-włóknowych, przez płyty betonowe i kamienne, na szkłe i drewnie skończywszy – oraz ich łączenie. Dzięki temu stare elewacje zyskują całkowicie nowy charakter. Konieczne jest jednak takie zaprojektowanie stelażu, aby nie stanowił on dodatkowych mostków termicznych lub należy na etapie projektowania uwzględnić ich wpływ na ostateczną wartość współczynnika przenikania ciepła U_c . Rodzaj stelażu powinno się dobierać do materiału użytego do wykończenia elewacji, uwzględniając między innymi jego ciężar i sposób mocowania. Niezwykle istotne jest zastosowanie materiałów do izolacji wiatrochronnej, aby nie następowało niekontrolowane wywiewanie ciepła przez silne ruchy powietrza pod elewacją. Zaletą systemów suchych są ich zdecydowanie mniejsze ograniczenia montażowe związane z warunkami zewnętrznymi. Oczywiście nie można prowadzić prac w ulewnym deszczu czy porywistym wietrze, ale np. ujemna temperatura czy nadmierne nasłonecznienie nie stanowią już ograniczenia.

Docieplenie już ocieplonej elewacji wydaje się rozwiązaniem zdecydowanie tańszym i bardziej ekologicznym. Nie ma tu kosztów związanych z pracami rozbiórkowymi, ani gromadzeniem, wywozem i utylizacją materiałów. Ale ten sposób nie zawsze jest możliwy. Ocieplenia wykonywane wiele lat temu, bez odpowiedniego nadzoru, z materiałów o wątpliwej lub ograniczonej jakości, bez stosowania się do wytycznych systemowych czasem okazują się bardzo trudnym frontem robót. W przypadku docieplania już wcześniej ocieplonej elewacji konieczne jest dokładne sprawdzenie i przygotowanie podłoża. Należy ocenić jakość mocowania istniejącej warstwy izolacji przez wykonanie odkrywek kontrolnych, sprawdzających zastosowaną metodę klejenia oraz zrobić testy typu „pull off”, określające wytrzymałość zaprawy klejowej i warstwy wierzchniej. Trzeba również wykonać badanie sprawdzające wytrzymałość materiału konstrukcyjnego przez testy na wrywanie kołków, które w tej metodzie muszą być dłuższe ze względu na mocowanie izolacji na wcześniej ułożonym materiale. Stosowanie dodatkowej warstwy izolacji wiąże się też z ograniczeniem możliwości docieplenia do systemu ETICS, gdyż zazwyczaj zamontowanie stelażu pod inne materiały elewacyjne jest w tej metodzie niemożliwe.

Przegrodami zewnętrznymi, których izolowanie wydaje się łatwiejsze są stropodachy i skośne dachy. Tu również sposoby docieplenia zależą od konkretnego przypadku/konstrukcji. Stosunkowo niewiele problemów technicznych występuje podczas docieplania płaskich, pełnych stropodachów. Konieczne jest oczywiście sprawdzenie możliwości konstrukcyjnych stropu, a następnie postępowanie według zasad dociepleń stropodachów o klasycznym bądź odwróconym układzie warstw. Najistotniejsze jest tu sprawdzenie parametrów cieplno-wilgotnościowych, aby po termomodernizacji nie dochodziło do międzywarstwowej kondensacji pary wodnej. Dostępnych jest wiele materiałów do dociepleń stropodachów, począwszy od standardowo używanych płyt

z wełen mineralnych, polistyrenów ekstrudowanych i ekspandowanych, przez płyty PIR i PUR, aż do pian aplikowanych metodą natryskową i twardniejących na powierzchni dachu. W wypadku docieplenia stropodachu o konstrukcji dwudzielnej gama materiałów możliwych do zastosowania jest jeszcze szersza – dochodzą granulaty, zarówno z materiałów standardowych, jak i inne np. granulaty celulozowe. Należy pamiętać, że w stropodachach wentylowanych warstwa ocieplenia musi zostać położona poniżej przestrzeni wentylacyjnej. Izolacja ułożona powyżej warstwy wentylacyjnej nie spełni swoich funkcji i będzie tylko niepotrzebnym wydatkiem. Gdy zachodzi konieczność zlikwidowania przestrzeni wentylowanej, istotne jest przeanalizowanie i rozwiązanie problemów wilgotnościowych, które mogą wystąpić w stropodachu po jego dociepleniu.

W użytkowanych budynkach częstym problemem staje się docieplenie skośnych dachów nad zamieszkałym poddaszem. Jeśli nie ma możliwości docieplenia połaci dachowej od strony wewnętrznej, należy ułożyć izolację tzw. metodą nakrokwiovą od strony zewnętrznej. Takie możliwości dają sztywne materiały izolacyjne, które mają formę ułatwiającą wykończenie docieplonego dachu materiałem pokryciowym.

Konstrukcja dachów i stropodachów poddawanych termomodernizacji powinna być oceniona pod kątem możliwości ich dodatkowego dociążenia elementami instalacji solarnych (ogniw fotowoltaicznych czy kolektorów słonecznych).

Przegrodą, której nie powinno się pomijać podczas głębokiej termomodernizacji, są podłogi na gruncie i stropy nad nieogrzewanymi piwnicami. Problemy z dociepleniem podłóg wynikają najczęściej z konieczności rozbiórki wszystkich warstw powłokowych dla zapewnienia odpowiednich parametrów cieplnych. Jedynym uzasadnieniem niewykonywania modernizacji podłogi jest niewystarczająca wysokość pomieszczenia po ociepleniu lub jego zabytkowy charakter. W nieogrzewanej piwnicy ocieplenie powinno być położone w miarę możliwości od strony piwnicy.

Jeśli docieplenie tradycyjnymi materiałami, dla uzyskania oczekiwanego współczynnika przenikania ciepła, miałyby zbyt dużą grubość, należy zastosować takie o konkurencyjnych parametrach. Dostępne są już materiały, które ze względu na swoją cenę są jeszcze rzadko stosowane, jak np. maty aerożelowe. Ich parametry są nawet ponad dwukrotnie lepsze niż materiałów tradycyjnych, co pozwala na stosowanie zdecydowanie mniejszych grubości izolacji w celu osiągnięcia takich samych wartości współczynnika przewodzenia ciepła.

Wśród elementów zewnętrznej obudowy budynku, które należy wymienić podczas głębokiej termomodernizacji jest stolarka okienna i drzwiowa. Jeszcze 12 lat temu wymagania dotyczące stolarki były blisko trzykrotnie gorsze od tych, które będą obowiązywały już od stycznia 2021 r., dlatego wymiana tych elementów, mimo że zdecydowanie najkosztowniejsza w całym procesie modernizacji, staje się coraz bardziej opłacalna.

Dla osiągnięcia celu głębokiej termomodernizacji ważny jest taki sposób prowadzenia prac, który likwiduje lub zmniejsza wpływ mostków termicznych. Przykładem może być połączenie izolacji ściany zewnętrznej z izolacją wentylowanego stropodachu, gdzie brak odpowiedniego docieplenia ścianki kolankowej może spowodować występowanie w tym miejscu kondensacji powierzchniowej we wnętrzu i rozwój grzybów pleśniowych. Innym tego typu miejscem jest mostek na styku ściany zewnętrznej i podłogi na gruncie lub stropu nad nieogrzewaną piwnicą. Należy zrobić tu nie tylko odpowiednią izolację krawędziową, ale również wykonać zakład na ścianie fundamentowej lub ścianie piwnicy, minimalizujący straty ciepła od strony wewnętrznej. Największe wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła przybiera zwykle mostek przy płytach bal-

konowych oraz loggii. Należy go więc zmniejszyć lub zlikwidować przez odpowiednie izolowanie płyt tak, aby nie przerwać ciągłości izolacji na ścianach. Groźnym mostkiem, często całkowicie pomijanym w dawnych procesach termomodernizacyjnych, są obrzeża okienne. Ich docieplenie wiąże się nie tylko ze zmniejszeniem strat ciepła, ale również z poprawieniem szczelności obiektu, co przekłada się na możliwość zmniejszenia strat energii w wyniku wentylacji i zastosowania systemów rekuperacji, czyli odzysku ciepła z wentylacji.

ZWIĘKSZANIE EFEKTYWNOŚCI INSTALACJI

Głęboka termomodernizacja to również prowadzenie działań na rzecz poprawy sprawności systemów instalacji ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Dlatego nie można ograniczać się tylko do docieplenia przegród odpowiednią grubością materiału izolacyjnego. Planując cały proces, należy również pamiętać o dociepleniu przewodów instalacji, zwłaszcza wszędzie tam, gdzie przechodzą one przez nieogrzewane pomieszczenia. W starych budynkach sprawność instalacji wewnętrznych oraz jakość źródeł ciepła powoduje, że zapotrzebowanie na energię końcową w stosunku do energii użytkowej jest dwu- lub w skrajnych przypadkach trzykrotnie większe.

Proces głębokiej termomodernizacji wiąże się z bardzo ścisłą współpracą międzybranżową, zarówno na etapie przygotowania projektu termomodernizacji, jak i na etapie wykonawstwa,

aby ewentualne problemy rozwiązywać w sposób, który będzie przyczyniał się do zmniejszenia zapotrzebowania na energię.



FOT. 1. Budynek szkoły w Końskich przed termomodernizacją;

fot.: ZSP nr. 1 w Końskich

PRZYKŁADY GŁĘBOKIEJ TERMOMODERNIZACJI

Ciekawym przykładem głębokiej termomodernizacji w warunkach polskich jest remont szkoły w Końskich. Na **FOT. 1** pokazano widok budynku przed termomodernizacją, a na **FOT. 2** – po termomodernizacji.

Obliczeniowa wartość wskaźnika zapotrzebowania energii końcowej przed termomodernizacją wyniosło 520 kWh/m²/rok. Po termomodernizacji wynosi ono 40 kWh/m²/rok. Koszt prac to 840 zł/m². Przy oszczędnościach energii końcowej równych 480 kWh/m²/rok i koszcie energii na poziomie 25 groszy za 1 kWh roczne oszczędność kosztów energii cieplnej wynosi 120 zł/m²/rok.



FOT. 2. Budynek szkoły w Końskich po przeprowadzonej termomodernizacji; *fot.: ZSP nr. 1 w Końskich*

Można dzięki temu wyliczyć, że prosty okres zwrotu nakładów wynosi 7 lat. Uzyskano korzystny efekt energetyczny przy bardzo dobrych, jak na warunki prac remontowych, parametrach ekonomicznych.

Niestety w przypadku budynków mieszkalnych, szczególnie jednorodzinnych, akceptowalne dla inwestorów parametry ekonomiczne rzadko idą w parze ze znakomitymi efektami energetycznymi. Przykładem głębokiej termomodernizacji jest remont domu jednorodzinnego w miejscowości Dąbrówka Wyłazy pod Siedlcami. Zbudowano go na przełomie lat 60. i 70. ubiegłego wieku (FOT. 3). W 2014 r. właściciel wymienił w nim dach. Nieocieplony budynek był ogrzewany piecem kaflowym. Dom nie ma przyłącza gazu ziemnego.

W wyniku audytu energetycznego i wytycznych właściciela zdecydowano się na następujące przedsięwzięcia termomodernizacyjne: ocieplenie ścian zewnętrznych, wymianę okien, ocieplenie podłogi na gruncie, dachu i stropu, montaż wentylacji z rekuperacją, wymianę źródła ciepła, zmianę sposobu ogrzewania na instalację CO z grzejnikami. Dodatkowo wykonano nowe instalacje, generalny remont z powiększeniem południowego okna oraz zmianę funkcji poddasza na mieszkalne. Efekty tych działań pokazano na FOT. 4.

Przed termomodernizacją, budynek zużywał na cele grzewcze obliczeniowo 81,05 GJ energii rocznie. Dzięki kompleksowej termomodernizacji zdołano zmniejszyć obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na energię, zarówno na c.o., jak również c.w.u. o 88,77%. Po remoncie budynek zużywa na cele grzewcze około 8,36 GJ energii rocznie. Zmniejszenie zużycia energii jest znaczne, co niestety, nie przekłada się na dobry wynik ekonomiczny inwestycji. Prostym okresem zwrotu nakładów (SPBT) wyniósł około 70 lat.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Obecne możliwości techniczne pozwalają radykalnie ograniczyć zużycie energii w istniejących budynkach, niezależnie od okresu, w którym były one wznoszone. Koszty poprawy efektywności energetycznej obiektów mogą być różne, w zależności od przypadku. Należy podkreślić, że najkorzystniej jest realizować taką inwestycję w sposób kompleksowy. Niestety często podczas



FOT. 3. Budynek jednorodzinny pod Siedlcami przed termomodernizacją; fot.: KAPE S.A.



FOT. 4. Budynek jednorodzinny pod Siedlcami po termomodernizacji; fot.: KAPE S.A.

termomodernizacji w Polsce koszty uzyskania oszczędności 1 kWh energii, biorąc pod uwagę trwałość inwestycji, są wyższe od kosztów zakupu energii, co czyni cały proces nieefektywnym ekonomicznie.

Konieczne wydaje się więc zastosowanie finansowych mechanizmów wsparcia, co podyktowane jest również względami społecznymi i zdrowotnymi. Kluczowym jest tu kryterium redukcji emisji zanieczyszczeń powietrza, takich jak: pyły, tlenki siarki, tlenek i dwutlenek węgla itp. Efektywność kosztową głębokich termomodernizacji w Polsce można poprawić, uwzględniając koszty zewnętrzne zużycia energii.

Konstrukcja budynku, a także jej stan techniczny, mają znaczący wpływ na efektywność kosztową termomodernizacji. Nie wszystkie technologie termomodernizacyjne można zastosować ze względu na rodzaj i materiał konstrukcji obiektu oraz jego stan techniczny, dlatego w wielu przypadkach konieczna jest, oprócz audytu energetycznego, szczegółowa ocena techniczna.

Współczesne technologie termomodernizacyjne szczególnie w zakresie ocieplania przegród zewnętrznych budynku osiągnęły praktycznie kres swoich możliwości. Dlatego konieczne jest wspieranie innowacji, jak: izolacje transparentne, izolacje próżniowe, materiały zmiennofazowe itp.

Według KAPE potencjał techniczny termomodernizacji zasobów budowlanych w Polsce jest znaczny i wynosi ponad 45% możliwej do zaoszczędzenia energii końcowej budynków. Aby jednak jego wykorzystanie stało się możliwe, potrzebne jest podjęcie wielu działań natury regulacyjnej, edukacyjno-informacyjnej i finansowej.

SZYMON FIRLAĞ jest adiunktem na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej w zespole zrównoważonego rozwoju. Prowadził badania na Passivhaus Institut, Darmstadt, gdzie miał okazję przebywać, jako stypendysta Fundacji Nowickiego oraz Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Dzięki stypendium Centrum Studiów Zaawansowanych PW pracował nad algorytmami kontroli dla inteligentnych okien w Lawrence Berkeley National Laboratory w USA. Obecnie reprezentuje BPIE (Buildings Performance Institute Europe) w Polsce. Współpracował z Narodową Agencją Poszanowania Energii, Krajową Agencją Poszanowania Energii i Fundacją Poszanowania Energii, gdzie zajmował się projektami związanymi z efektywnością energetyczną budynków. Był zaangażowany w proces projektowania, budowy i certyfikacji z pierwszych budynków pasywnych i energooszczędnych w Polsce. Jest autorem artykułów i książek, brał udział w kampaniach promujących budownictwo energooszczędne w Polsce.

AGNIESZKA KALISZUK-WIETECKA ukończyła Wydział Inżynierii Lądowej w 1999 roku, a tytuł doktora nauk technicznych otrzymała w 2005 roku. Jest adiunktem na Politechnice Warszawskiej. Prowadzi zajęcia między innymi z fizyki budowli i certyfikacji energetycznej budynków na Wydziałach Inżynierii Lądowej oraz Architektury PW. Autorka i współautorka licznych artykułów, publikacji naukowych, projektów (krajowych i międzynarodowych) i opracowań technicznych przede wszystkim z zakresu zagadnień cieplnych i wilgotnościowych. Członek Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budowlanych oraz Związku Auditorów Energetycznych. Autorka licznych ekspertyz i opinii technicznych, artykułów i książek. Dzięki doświadczeniu projektowemu i zawodowemu przygotowuje i prowadzi szkolenia i wykłady dla firm wykonawczych i projektowych oraz dla przedstawicieli inwestorów i urzędników państwowych.

ARKADIUSZ WĘGLARZ ukończył Wydział Inżynierii Lądowej na Politechnice Warszawskiej, tytuł doktora nauk technicznych uzyskał w 1998 r. Jest adiunktem na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, doradcą zarządu ds. gospodarki niskoemisyjnej w Krajowej Agencji Poszanowania Energii, wiceprezesem zarządu Zrzeszenia Auditorów Energetycznych. Jest współautorem kilkudziesięciu publikacji naukowych, opracowań technicznych i artykułów prasowych o tematyce budowlanej i efektywności energetycznej w gospodarce, a także autorem licznych ekspertyz dla: Ministerstwa Gospodarki, Ministerstwa Finansów, Ministerstwa Środowiska, Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Polskich Sieci Energetycznych, Ministerstwa Infrastruktury, NFOŚiGW.

DR INŻ. OŁĘKSIJ KOPYŁOW

62

WYBRANE ASPEKTY TECHNICZNE TERMOMODERNIZACJI ELEWACJI BUDYNKÓW JEDNORODZINNYCH

Wzrastające koszty energii, zmiana świadomości ekologicznej Polaków, a także wsparcie rządowych oraz pozarządowych instytucji doprowadziły do szeroko zakrojonych działań związanych z termomodernizacją istniejących budynków. W ostatnim dziesięcioleciu w dużej skali poddawano termomodernizacji budynki wielorodzinne, co w połączeniu z pracami rewitalizacyjnymi zmieniło nie do poznania oblicza polskich miast: szare zaniedbane blokowiska zmieniały się na przytulne i barwne osiedla. Gorzej wyglądała sytuacja z termomodernizacją budynków jednorodzinnych.

Sytuacja finansowa właścicieli budynków jednorodzinnych nie zawsze pozwalała na zdobycie środków pozwalających na przeprowadzenie termomodernizacji tego typu budynków. Jednak wprowadzone rządowe projekty dają podstawy spodziewać się, że w ciągu najbliższych lat w dużej skali wzrośnie zainteresowanie termomodernizacją budynków jednorodzinnych. I tak na przykład program „Stop smog” w ramach przedsięwzięcia niskoemisyjnego pozwala na uzyskanie 100% dotacji na termomodernizację budynków jednorodzinnych. Na realizację programu do końca 2024 r. przewidziano ponad 1,2 mld zł, z czego ponad 880 mln zł to środki budżetu państwa. W ramach ogólnopolskiego programu poprawy jakości powietrza (uruchomiony przez NFOŚiGW oraz WFOŚiGW we wrześniu 2018 r.) można uzyskać dotacje i preferencyjne pożyczki na termomodernizację budynków jednorodzinnych.

Jednym z kluczowych elementów termomodernizacji każdego budynku jest wybór właściwego rozwiązania elewacyjnego. System elewacyjny ma spełniać wysokie wymagania termoizolacyjne, estetyczne, być trwały, bezpieczny i ekonomiczny. Typowe technologie ocieplania ścian zewnętrznych budynków jednorodzinnych, ich wady i zalety zostały szczegółowo omówione w [1].

Niestety w przestrzeni medialnej główny nacisk stawiany jest na właściwości termoizolacyjne systemów elewacyjnych, pomijane są inne istotne właściwości systemów mające wpływ na trwałość i bezpieczeństwo użytkowania systemów elewacyjnych. Niewiele jest publikacji

Skontaktuj się z naszymi specjalistami i sprawdź atrakcyjne oferty na

HurtowniaStyropianu.pl

omawiających związek pomiędzy tymi właściwościami techniczno-użytkowymi a doborem systemów elewacyjnych z uwzględnieniem przydatności użytkowej oraz bezpieczeństwa użytkowania.

WŁAŚCIWOŚCI TECHNICZNO-UŻYTKOWE SYSTEMÓW ELEWACYJNYCH STOSOWANYCH W PRACACH TERMOMODERNIZACYJNYCH MAJĄCE WPŁYW NA BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA

Do najczęściej stosowanych systemów elewacyjnych podczas termomodernizacji budynków jednorodzinnych należą:

- » bezspoinowe systemy ociepleń (inaczej nazywane ETICS),
- » elewacje wentylowane.

Mniej rozpowszechnionymi systemami elewacyjnymi, jednak bardzo perspektywnymi, są systemy Vetre.

Omawiane rozwiązania elewacyjne traktowane są jako systemy, czyli zespoły wzajemnie związanych elementów. Systemy te powinny posiadać aktualne Krajowe lub Europejskie Oceny Techniczne. Dokumenty te stanowią pozytywną ocenę właściwości użytkowych zasadniczych charakterystyk systemów elewacyjnych, które zgodnie z zamierzonym zastosowaniem mają wpływ na spełnienie podstawowych wymagań przez budynki, w których przedmiotowe elewacje będą zastosowane. Dokumenty oceny technicznej stanowią źródło wiedzy niezbędnej do zaprojektowania bezpiecznej i trwałej elewacji.

W celu uzyskania Krajowej lub Europejskiej Oceny Technicznej ww. systemy poddawane są rygorystycznym badaniom pozwalającym potwierdzić ich przydatność użytkową. Oferowane na rynku systemy elewacyjne objęte Ocenami Technicznymi są efektami pracy zespołów inżynierów projektujących je z uwzględnieniem:

- » bezpieczeństwa pożarowego (Wymaganie Podstawowe 2),
- » higieny, zdrowia i środowiska (Wymaganie Podstawowe 3),
- » bezpieczeństwa użytkowania (Wymaganie Podstawowe 4), w tym trwałości,
- » oszczędności energii i izolacyjności cieplnej (Wymaganie Podstawowe 6).

Dobierając system elewacyjny do termomodernizacji budynku, należy korzystać z systemów posiadających Ocenę Techniczną, ponieważ systemy nieprzebadane, powstające z różnych elementów składowych (często na budowie) mogą być niekompatybilne, nietrwałe i stanowić zagrożenie dla życia i zdrowia użytkowników.

Na dobór systemu elewacyjnego podczas termomodernizacji budynku może mieć stan techniczny ścian zewnętrznych. W wielu przypadkach nośność ścian może być niewystarczająca i ograniczać wybór do systemów o najmniejszej masie 1 m². Dlatego przed rozpoczęciem opracowania projektu termomodernizacji należy przeprowadzić szczegółową ekspertyzę ścian, do których będzie mocowany system elewacyjny.

SYSTEMY ETICS

Złożone zestawy izolacji cieplnej z wyprawami tynkarskimi od lat są stosowane do termomodernizacji budynków. Są to z reguły trwałe i bezpieczne systemy elewacyjne pozwalające na osiągnięcie

bardzo dobrych parametrów termoizolacyjnych przegród. Systemy ETICS składają się z kilku wzajemnie współpracujących z sobą elementów składowych:

- » elementów termoizolacyjnych (najczęściej ze styropianu lub wełny mineralnej) o ściśle określonych parametrach,
- » zaprawy klejącej do przyklejania okładzin termoizolacyjnych do ściany,
- » łączników mechanicznych do mocowania okładzin termoizolacyjnych do ściany,
- » siatek zbrojących z włókna szklanego do wzmocnienia warstwy wierzchniej,
- » zapraw lub mas klejących do wykonywania warstwy zbrojonej,
- » środków gruntujących,
- » zapraw lub mas tynkarskich (niekiedy zaprawy te nie są barwione w masie i wymagają dodatkowego zabezpieczenia farbą).

Znane są systemy elewacyjne ETICS objęte Krajowymi Ocenami Technicznymi, w których na warstwę zbrojoną naklejana jest warstwa wykończeniowa w postaci warstwy kleju i płytek ceramicznych.

Wieloletnia praktyka badawczo-eksperycka pracowników ITB daje podstawy stwierdzić, że nierzadko do termomodernizacji budynków, z powodów ekonomicznych, stosowane są niesystemowe rozwiązania, w których poszczególne elementy systemu pochodzą od różnych producentów. Nietestowane wcześniej zestawy ETICS formowane bezpośrednio na budowie, często na podstawie jedyne kryterium – najniższej ceny składowych elementów, mogą być nietrwałe i awaryjne ze względu na brak kompatybilności elementów składowych, a także charakteryzować się niską mrozoodpornością i odpornością na rozwój glonów oraz stanowić zagrożenie ogniowe.

Systemy ETICS objęte Krajowymi Ocenami Technicznymi powinny spełniać następujące wymagania [2, 3]:

- » jeżeli reakcja na ogień (klasa według EN 13501-1 [5]) jest deklarowana przez producenta system powinien być oceniony na podstawie ETAG 004 [4],
- » mieć określony stopień rozpowszechniania ognia według PN-B-02867 [6] z uwzględnieniem przepisów dotyczących zamierzonego zastosowania, wynikających z warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- » wodochłonność (podciąganie kapilarne) po 1 h warstwy wierzchniej oraz warstwy zbrojonej: poniżej 1 kg/m² przebadana według metod przedstawionych w ETAG 004,
- » wodochłonność (podciąganie kapilarne) po 24 h warstwy zbrojonej przebadana według metod przedstawionych w ETAG 004:
 - < 0,5 kg/m² – w sytuacji, kiedy badanie mrozoodporności warstwy zbrojonej nie jest wykonywane,
 - ≥ 0,5 kg/m² – w przypadku, kiedy wykonywane jest badanie mrozoodporności warstwy zbrojonej,
- » opór dyfuzyjny względny przebadana według metod przedstawionych w ETAG 004:
 - nie więcej niż 2 m (w przypadku systemów elewacyjnych z zastosowaniem styropianów),
 - nie więcej niż 1 m (w przypadku systemów elewacyjnych z zastosowaniem wełny mineralnej),
- » podatność na wzrost glonów przebadana według PN-EN 1545: 0 (niepodatny na rozwój glonów) lub 1 (ogranicza rozwój glonów),

Typ ciała oraz energia uderzenia	Dopuszczalne zmiany systemu elewacyjnego po uderzeniach ciałem twardym dla poszczególnych kategorii elewacji		
	Kategoria III	Kategoria II	Kategoria I
Ciało twarde 1 kg, energia uderzenia 10 J	–	Wyprawa nie została przebita	Brak pęknięć
	oraz	oraz	oraz
Ciało twarde 0,5 kg, energia uderzenia 3J	Wyprawa nie została przebita	Brak pęknięć	Brak pęknięć

TABELA 1. Związek pomiędzy wynikiem badania odporności na uderzenie a kategorią użytkowania bezspoinowych systemów elewacyjnych według [4]

Kategoria użytkowania	Opis możliwych stref stosowania elewacji
I	Strefa łatwo dostępna na poziomie gruntu dla przechodniów, istnieje ryzyko uderzenia ciałem twardym, lecz nie poddawana celowej dewastacji.
II	Strefa, w której może występować ryzyko uderzenia. Strefa w miejscu publicznym, w którym użytkownicy dbają o mienie.
III	Strefa, nie narażona na uszkodzenia poprzez rzucanie przedmiotów lub kopnięcia

TABELA 2. Dopuszczalne miejsca stosowania poszczególnych kategorii bezspoinowych systemów ociepleń według [4] w zakresie odporności na uderzenie

- » mrozoodporność określoną według ETAG 004 – po cyklach badań nie mogą występować zniszczenia typu: rysy, wykruszenia, odspojenia, spęcherzenia,
- » mieć określone przyczepności warstw składowych po oddziaływaniu różnych środowisk i cykli badawczych. Minimalna przyczepność międzywarstwowa systemów na bazie styropianów powinna być nie mniejsza niż 0,03 MPa i 0,08 MPa w przypadku systemów na bazie wełny mineralnej,
- » mieć określoną odporność na działanie wiatru według ETAG 004 (przypadku systemów mocowanych mechanicznie).

W przypadku systemów ETICS bardzo istotne jest określenie odporności na uderzenie [7]. Uzyskany wynik badania odporności na uderzenie ciałem twardym odpowiada za określenia kategorii i możliwych miejsc stosowania systemów ETICS. Związek pomiędzy wynikiem badania odporności na uderzenie a kategorią użytkowania przedstawia **TABELA 1**. W **TABELI 2** natomiast przedstawiono dopuszczalne miejsca stosowania poszczególnych kategorii omawianego systemu elewacyjnego.

Systemy elewacyjne ETICS sprawdzane są w zakresie odporności uderzenia ciałem twardym (stalowe kule o masie 1 kg i 3 kg).

Uderzenia ciałem twardym o masie 1 kg wykonywane są z energią 10 J (ciało jest zrzucone z wysokości 1,02 m) co najmniej w 3 miejscach.

Uderzenie ciałem twardym o masie 0,5 kg wykonywano z energią 3 J przeprowadza się na 3 próbkach ze stalową kulą o wadze 0,5 kg (ciało jest zrzucone z wysokości 0,61 m).

W trakcie badań dokonuje się pomiarów średnic wgnieceń, opisywane są wszystkie pęknięcia.

W celu poprawienia parametrów antyuderzeniowych systemów ETICS producenci często zwiększają ilość warstw siatek zbrojących we fragmentach elewacji, gdzie występuje ryzyko uderzenia ciałem twardym.

SYSTEMY ELEWACJI WENTYLOWANYCH

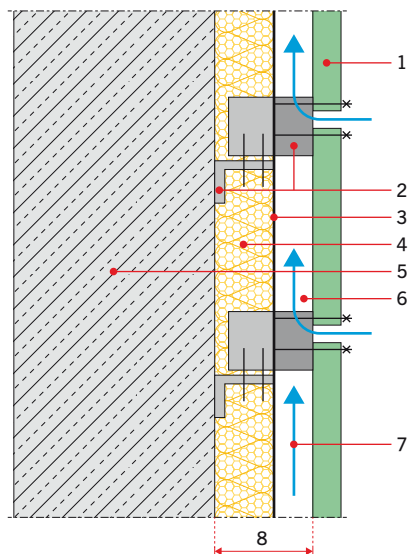
Elewacjami wentylowanymi nazywane są zestawy odpowiednio dobranych elementów tworzących kompletny system ocieplenia i wykończenia ścian budynku, składające się z:

- » podkonstrukcji,
- » materiałów termoizolacyjnych (najczęściej stosowana jest wełna mineralna, w częściach budynku narażonych na zawilgocenie – styropian ekstrudowany),
- » okładzin elewacyjnych,
- » łączników mechanicznych – w jednym systemie zazwyczaj występuje kilka rodzajów łączników mechanicznych, np. służących do mocowania okładzin do podkonstrukcji, połączenia poszczególnych elementów podkonstrukcji, mocowania systemu elewacyjnego do ścian oraz mocowania termoizolacji do ścian.

Cechą charakterystyczną systemów elewacji wentylowanych jest występowanie szczeliny wentylacyjnej pomiędzy warstwą termoizolacyjną a okładziną elewacyjną, w której przepływa powietrze. Przepływające powietrze skutecznie odprowadza z systemu elewacyjnego wilgoć nagromadzoną w termoizolacji i ścianie [8]. Schemat ideowy elewacji wentylowanej pokazano na RYS.

Systemy elewacji wentylowanych powinny mieć potwierdzone właściwości techniczno-użytkowe według EAD 090062-00-0404 [9]. Systemy elewacji wentylowanych wprowadzane są do obrotu w budownictwie na podstawie Krajowych lub Europejskich Ocen Technicznych. Ogólne zasady doboru systemów elewacji wentylowanych do budynków objętych termomodernizacją zostały opisane w [10]. Do podstawowych właściwości techniczno-użytkowych systemów elewacyjnych określanych w procedurze oceny technicznej należą:

- » odporność na cykle klimatyczne „grzanie – deszczowanie”, „grzanie – oziębianie”. Jest to bardzo istotna cecha mająca bezpośredni wpływ na trwałość systemu elewacyjnego. Szczególnie jest ważna w przypadku systemów elewacyjnych z zastosowaniem okładzin z włóknocementu, betonu, ceramiki. W trakcie użytkowania dobowe różnice temperatur na elewacjach mogą wynosić ponad 60°C – niesprawdzone systemy narażone są na uszkodzenia okładzin ze względu na szok termiczny. W przypadku występowania zmian temperatur składowe systemy elewacji wentylowanych zmieniają swoje wymiary, co często skutkuje uszkodzeniami niekompatybilnie dobranych elementów elewacji,



RYS. Schemat ideowy elewacji wentylowanej;

rys.: autor

- 1 – okładzina elewacyjna, 2 – ruszt,
- 3 – folia paroprzepuszczalna (opcjonalnie),
- 4 – termoizolacja, 5 – ściana zewnętrzna budynku, 6 – szczelina wentylacyjna,
- 7 – przepływające powietrze, 8 – wysięg rusztu

Typ ciała oraz energia uderzenia	Dopuszczalne zmiany okładzin elewacji po uderzeniach ciałem twardym i miękkim dla poszczególnych kategorii elewacji			
	Kategoria IV	Kategoria III	Kategoria II	Kategoria I
Ciało twarde 0,5 kg. Energia uderzenia 1 J	Okładzina nie pękła	–	–	–
Ciało twarde 0,5 kg. Energia uderzenia 3 J	–	Okładzina nie pękła	Stan elewacji się nie pogarsza	Stan elewacji się nie pogarsza
Ciało twarde 1 kg. Energia uderzenia 10 J	–	–	Okładzina nie pękła	Stan elewacji się nie pogarsza
Ciało miękkie 3 kg. Energia uderzenia 10 J	Stan elewacji się nie pogarsza	Stan elewacji się nie pogarsza	–	–
Ciało miękkie 3 kg. Energia uderzenia 60 J	–	–	Stan elewacji się nie pogarsza	Stan elewacji się nie pogarsza
Ciało miękkie 50 kg. Energia uderzenia 300 J	–	–	Stan elewacji się nie pogarsza	–
Ciało miękkie 50 kg. Energia uderzenia 400 J	–	–	–	Stan elewacji się nie pogarsza

TABELA 3. Związek pomiędzy wynikiem badania odporności na uderzenie a kategorią użytkowania elewacji wentylowanej według [9]

» odporność na działanie parcia i ssania wiatru. W dokumentach Oceny Technicznej wartość ta jest określana w [Pa]. Projektując system elewacyjny, należy wziąć pod uwagę obciążenia wiatrowe występujące w miejscu występowania budynku i porównać je z wartościami określonymi w Ocenach Technicznych. Z doświadczenia badawczo-eksperymentalnego ITB wynika, że obliczenia numeryczne w zakresie odporności na obciążenie wiatrem systemów elewacji wentylowanych są bardzo nie precyzyjne i często różnią się od wyników badawczych,

» odporność na obciążenie punktowe siłą poziomą o wartości 500 N. Jest to istotna cecha użytkowa, potwierdzająca możliwość oparcia o system elewacyjny drabiny lub innych przedmiotów,

» odporność na uderzenie ciałem twardym i ciałem miękkim. W ramach sprawdzenia zestaw elewacyjny jest uderzany stalową kulą o masie 500 g oraz 1000 g. Uderzenie ciałem twardym z energią 10 J wykonuje się stalową kulą o masie 1 kg z wysokości 1,02 m. Uderzenie ciałem twardym o masie 500 g jest wykonywane z energią od 1 J do 3 J poprzez zrzućenie jej z wysokości od 0,20 m do 0,61 m. Sprawdzenie odporności na uderzenie ciałem miękkim wykonywane jest małym ciałem miękkim o masie 3 kg oraz dużym ciałem o masie 50 kg. Uderzenia małym ciałem miękkim jest wykonywane z energią od 10 J do 60 J (odpowiada to wysokości spadku od 0,34 m do 2,04 m). Uderzenie dużym ciałem miękkim jest wykonywane z energią od 300 J do 400 J (odpowiada to wysokości spadku od 0,61 m do 0,82 m).

Uzyskany wynik badania odporności na uderzenie ma decydujące znaczenie podczas określenia kategorii i możliwych miejsc stosowania elewacji wentylowanej. W Wytycznych [9] przewidziano cztery kategorie użytkowania elewacji wentylowanych pod względem odporności

Kategoria użytkowania	Opis możliwych stref stosowania elewacji
I	Strefa łatwo dostępna na poziomie gruntu dla przechodniów i narażona na uderzenia, lecz nie poddawana celowej dewastacji
II	Strefa, w której występuje ryzyko kopnięcia lub rzucenia się przedmiotem. Strefa w miejscu publicznym, w którym użytkownicy dbają o mienie.
III	Strefa, w której nie występuje prawdopodobieństwo uszkodzenia elewacji poprzez oddziaływanie ludzi lub rzucanie czy też kopanie przedmiotów.
IV	Strefa nieosiągalna z poziomu ziemi

TABELA 4. Dopuszczalne miejsca stosowania poszczególnych kategorii elewacji wentylowanych według [9]

na uderzenie. Wyższym kategoriom odpowiadają miejsca, w których prawdopodobieństwo uderzenia lub kopnięcia jest mniejsze. Związek pomiędzy wynikiem badania odporności na uderzenie a kategorią użytkowania przedstawia TABELA 3, a w TABELI 4 przedstawiono dopuszczalne miejsca stosowania poszczególnych kategorii elewacji wentylowanych.

LITERATURA

1. „Kompleksowa termomodernizacja budynków jednorodzinnych”, praca zbiorowa pod redakcją dr. inż. Szymona Firląga, Fundacja „Ziemia i Ludzie”, 2019.
2. „Warunki Oceny Właściwości Użytkowych Wyrobu Budowlanego WO-KOT/04/01 wydanie 1. Złożone zestawy izolacji cieplnej z wyprawami tynkarskimi (ETICS) z zastosowaniem wyrobów ze styropianu (EPS)”, ITB, ICI MB, IMBiGR, Warszawa 2018.
3. „Warunki Oceny Właściwości Użytkowych Wyrobu Budowlanego WO-KOT/04/01 wydanie 1. Złożone zestawy izolacji cieplnej z wyprawami tynkarskimi (ETICS) z zastosowaniem wyrobów z wełny mineralnej (MW)”, ITB, ICI MB, IMBiGR, Warszawa 2018.
4. ETAG 004, „Złożone systemy izolacji cieplnej z wyprawami tynkarskimi (ETICS)”.
5. PN-EN13501-1, „Klasyfikacja ognia wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień”.
6. PN-B-02867, „Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany zewnętrzne od strony zewnętrznej oraz zasady klasyfikacja”.
7. O. Kopyłow, „Odporność na uderzenie systemów elewacyjnych”, „Materiały Budowlane” 9/2017, s. 110–112.
8. L. Runkiewicz, O. Kopyłow, J. Sieczkowski, „Okresowe oceny stanu technicznego elewacji budynków. Cz. 6. Elewacje wentylowane”, „Builder” 12/2020.
9. EAD 090062-00-0404, „Cladding Kits Part 1: Ventilated cladding kits comprising cladding components and associated fixings. Part 2: Cladding kits comprising cladding components, associated fixings, subframe and possible insulation layer”.
10. O. Kopyłow, „Stosowanie elewacji wentylowanych na modernizowanych budynkach”, „IZOLACJE” 2/2018.

OŁEKSJ KOPYŁÓW ukończył Politechnikę Lwowską. Zawodowo interesuje się problematyką odbiorów robót elewacyjnych. Jest autorem licznych opinii technicznych oraz artykułów dotyczących problemów wykonania, kryteriów oceny jakości robót elewacyjnych.

**BEZPŁATNA
PRENUMERATA
PRÓBNA!**

ZAMÓW PRENUMERATĘ MIESIĘCZNIKA „IZOLACJE”

Różne warianty prenumeraty
– wybierz odpowiedni dla siebie



 **ZAMÓW TELEFONICZNIE:
22 512 60 51**

MONTAŻ PŁYT WARSTWOWYCH DO ŚCIAN MUROWANYCH

Płyty warstwowe posiadają liczne zalety, dzięki którym stały się materiałem powszechnie używanym w budownictwie przemysłowym i coraz częściej również w sektorze budownictwa mieszkaniowego. Są jednak takie aplikacje, gdzie zastosowanie tego typu produktów nie wydaje się trafnym pomysłem, jak choćby montaż do ściany pełnej, np. murowanej. Jak zamontować płyty poprawnie? Wystarczy trzymać się pewnych reguł, o których piszemy poniżej.

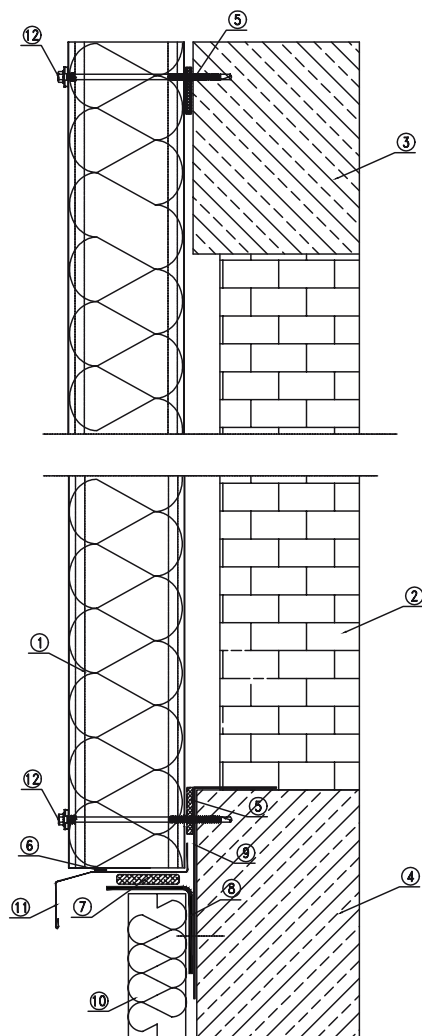
Będąc najzupełniej szczerym, płyty warstwowe jak każdy inny materiał budowlany, posiadają zalety i wady. Do tych pierwszych należą przede wszystkim:

- » szybkość montażu – dzięki możliwości zastosowania płyt o znacznych długościach (nierzadko przekraczających 10–12 m), sprawna brygada monterska potrafi pokryć kilkaset metrów kwadratowych powierzchni elewacji lub dachu jednego dnia,
- » suchy montaż – brak konieczności prowadzenia prac „brudnych” na etapie montażu obudowy budynku oraz korzystny bilans wpływu na środowisko w odniesieniu do tradycyjnych metod,
- » materiał budowlany zintegrowany – połączenie warstwy samonośnej, termoizolacyjnej, hydroizolacyjnej i wykończeniowej ułatwia proces budowy – jedna brygada monterska pozwala na łatwiejszą kontrolę nad procesem wznoszenia budynku.

Żeby uwidocznic wadę, należy pochylic się nad kwestią montażu płyt warstwowych do ściany pełnej. W standardowych płytach warstwowych obie okładziny obejmujące rdzeń termoizolacyjny są stalowe – wynika to z definicji tego materiału, zgodnej z normą produktu EN 14509. Niemniej to, co zwykle jest siłą płyt warstwowych – okładziny odpowiedzialne są za przenoszenie obciążeń poziomych od wiatru – może okazać się ich słabością. Problem pojawia się w przypadku konieczności przymocowania płyty do ściany pełnej (nie szkieletu konstrukcji). Montaż płyt warstwowych w obustronnych okładzinach stalowych bezpośrednio do muru jest błędem w sztuce budowlanej. Płyta wskutek normalnej dla siebie pracy, czyli ugięć związanych z naprzemiennie występującym parciem i ssaniem wiatru, będzie uderzać o mur. To spowoduje uszkodzenie najpierw powłoki malarskiej, a następnie metalicznej (ocynk lub inna powłoka stopowa), czyli odstąpienie rdzenia stalowego okładziny wewnętrznej płyty warstwowej. Fakt ten wraz z obecnością wilgoci w ścianie murowanej lub z lanego betonu to gotowa recepta na postępującą korozję. Jest to zjawisko tym bardziej niebezpieczne, gdyż przeważnie niewidoczne podczas normalnej eksploatacji budynku. Ktoś mógłby machnąć na to ręką, lecz trzeba liczyć się z tym, że z biegiem czasu przy podwalinie

spod płyt zaczną wypływać rdzawe zacieki. Ten etap następuje często po etapie jakiegokolwiek gwarancji wykonawcy i inwestor zostaje z problemem, którego najlepszym rozwiązaniem, choć kosztownym, jest wymiana uszkodzonych płyt.

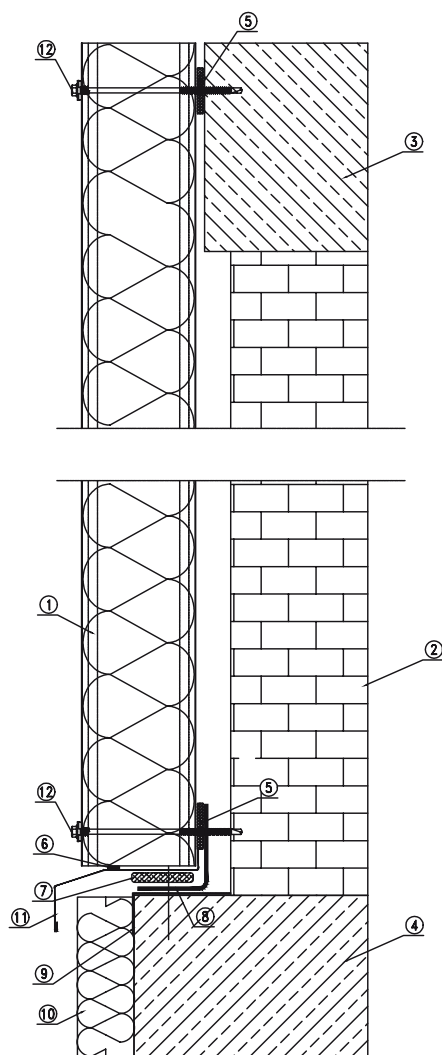
Rozwiązaniem w sytuacji, gdzie mamy do czynienia ze ścianą pełną pod montaż płyt warstwowych, jest montaż pośredni przy zastosowaniu podkonstrukcji. Do tego celu najczęściej używane są profile zimnogięte w kształcie omegi lub zetowniki. Rozstawy tych profili dobiera się



DETAL 1. Detal montażu płyty do ściany murowanej – mocowanie do lica podwaliny

1 – płyta ścienna, 2 – ściana murowana, 3 – wieniec żelbetowy wg proj. konstrukcji, 4 – podwalina żelbetowa wg proj. konstrukcji, 5 – taśma uszczelniająca samoprzylepna, 6 – taśma uszczelniająca butylowa (zalecana), 7 – impregnowana uszczelka poliuretanowa gr. 20 mm, 8 – impregnowana uszczelka poliuretanowa gr. 20 mm, 9 – izolacja p/wilgociowa wg proj. architektury, 10 – izolacja termiczna podwaliny + tynk wg proj. architektury, 11 – obróbka, 12 – łącznik do mocowania płyt warstwowych

wówczas adekwatnie do nośności montowanych płyt, dzięki czemu ilość koniecznej do użycia stali ulega zoptymalizowaniu. Ważnym czynnikiem wpływającym na dobór podkonstrukcji jest jej głębokość. Należy pamiętać, że płyty warstwowe zgodnie z normą EN 14509 ugiąć się mogą do $L/150$, gdzie „L” oznacza rozpiętość między podparciami. Przekładając to na typowe, 6-metrowe przęsło, powinniśmy umożliwić swobodne odkształcenie się płyty o 40 mm. Dla tego przykładu podkonstrukcja powinna mieć 45-50 mm głębokości. Zaletą montażu do ściany peł-



DETAL 2. Detal montażu płyty do ściany murowanej – oparcie na podwalinie

1 – płyta ścienna, **2** – ściana murowana, **3** – wieniec żelbetowy wg proj. konstrukcji, **4** – podwalina żelbetowa wg proj. konstrukcji, **5** – taśma uszczelniająca samoprzylepna, **6** – taśma uszczelniająca butylowa (zalecana), **7** – impregnowana uszczelka poliuretanowa gr. 20 mm, **8** – kątownik wg projektu konstrukcji, **9** – izolacja p/wilgociowa wg proj. architektury, **10** – izolacja termiczna podwaliny + tynk wg proj. architektury, **11** – obróbka, **12** – łącznik do mocowania płyt warstwowych

nej jest możliwość dowolnego ukształtowania podkonstrukcji pod preferowaną orientację płyt warstwowych. W przypadku orientacji poziomej niezbędne będą profile pionowe, a w przypadku orientacji pionowej profile poziome. Warto zaznaczyć, że w przypadku orientacji pionowej płyt dodatkowy walor estetyczny uzyskuje się poprzez zastosowanie płyt z ukrytym mocowaniem, czyli płyt ze specjalnie ukształtowaną okładziną zewnętrzną, która ukrywa fby łączników mocujących płyty do podkonstrukcji. Montaż pionowy pozwala również wykorzystać podwalinę oraz wieniec żelbetowy jako skrajne rygle (detal 1 i detal 2). Oczywiście suche obliczenia to jedno, a uwarunkowanie elewacji to drugie. Wkomponowanie podkonstrukcji w elewację, która posiada liczne otwory (okienne, drzwiowe, bramowe) zawsze będzie pewnego rodzaju kompromisem.

Przejdźmy teraz z teoretyzowania do praktyki – kiedy najczęściej spotyka się taką aplikację? Sytuacje można podzielić na 2 typy. Pierwszy to budynek z częścią „halową” i częścią „biurową”. Część halowa w znakomitej ilości przypadków jest w konstrukcji szkieletowej stalowej lub żelbetowej i lekka obudowa z płyt warstwowych jest rozwiązaniem pierwszym przychodzącym na myśl, gdyż jest rozwiązaniem najekonomiczniejszym. Część biurowa z uwagi na uwarunkowania przeciwpożarowe lub związane z akustyką budynku często projektowana jest jako murowana. Chcąc utrzymać cały budynek w jednej stylistyce, projektanci poszukują sposobu na montaż płyt warstwowych również do części murowanej. Jak już wiemy, jest to możliwe, choć w tym przypadku należy pamiętać o współczynniku przewodzenia ciepła (λ) dla płyt warstwowych o różnych materiałach rdzenia. Często na części halowej stosowane są płyty PIR (jako najkorzystniejsze cenowo), podczas gdy na części biurowej, będącej odrębną strefą pożarową, pojawić się mogą płyty z rdzeniem z wełny mineralnej (jako materiał charakteryzujący się lepszymi parametrami odporności ogniowej). PIR jako materiał o niemalże dwukrotnie lepszej termoizolacyjności pozwala na zastosowanie płyty dużo cieńszej przy zachowaniu parametru współczynnika przenikania ciepła (U) na tym samym poziomie. Warto na etapie projektowania uwzględnić ten fakt i dostosować konstrukcję wraz z podkonstrukcją do różnych grubości płyt warstwowych. Drugim typem, gdzie rozpatrywany jest montaż płyt warstwowych do ściany pełnej, jest termomodernizacja starego budynku. Często są to obiekty bez jakiegokolwiek izolacji termicznej lub ze śladową jej ilością, zawilgocone, nierówne. Warunki te niemalże uniemożliwiają czerpanie wymiernych korzyści płynących z zastosowania lekkiej obudowy z płyt warstwowych. Niemalże, gdyż stosując odpowiednią podkonstrukcję i w razie

potrzeby specjalne uszczelki kompensujące owe nierówności, można z powodzeniem tego typu aplikację zastosować.

Podsumowując, montaż płyt warstwowych do ściany pełnej, murowanej jest jak najbardziej możliwy i ekonomicznie uzasadniony. Szybkość montażu, nawet przy konieczności zastosowania podkonstrukcji, i tak jest po stronie lekkiej obudowy, jeśli zestawić ją z tradycyjną ścianą warstwową. Podobnie, jeśli brać pod uwagę aspekty środowiskowy oraz łatwości prowadzenia budowy (kontrola brygad monterskich i materiału). ■

KONTAKT



PU Polska

Związek Producentów Płyt Warstwowych i Izolacji

PU Polska Związek Producentów
Płyt Warstwowych i Izolacji
ul. Wałbrzyska 11/85
02-739 Warszawa
tel. 734 494 306
www.pu-polska.pl

DR HAB. INŻ., PROF. NADZW. UTP DARIUSZ BAJNO

74

RENOWACJA DACHÓW PŁASKICH I POCHYLONYCH

Przez renowację należy rozumieć odświeżanie (odnawianie), a także pewną formę termomodernizacji przegród zewnętrznych eksploatowanych obiektów budowlanych. Może ona również oznaczać dążenie do uzyskania parametrów cieplnych przegród budowlanych w odniesieniu do wymagań aktualnych przepisów [1]. Przez termomodernizację należy rozumieć działanie zmierzające do polepszenia parametrów cieplnych przegród poprzez ułożenie nowej izolacji, która nie występowała wcześniej, wymianę istniejącej lub też uzupełnienie istniejącej o dodatkową warstwę.

W artykule nie zaproponowano konkretnych rozwiązań z zakresu renowacji dachów, lecz jedynie wytyczne dotyczące wymiany, uzupełniania i napraw ich warstw termoizolacyjnych. Wymiana zużytych technicznie pokryć dachowych, ich podkładów czy też konstrukcji je utrzymujących wymaga ścisłego stosowania się do wymagań producentów. W artykule tematyka ta została opisana w podsumowaniu.

Dachy płaskie i pochylone oraz stropodachy są wyjątkowymi przegrodami budowlanymi, w całości wyeksponowanymi na oddziaływanie klimatyczne oraz na wpływ otaczającego środowiska, w tym nawet na obciążenie wodą wywierającą pionowe i boczne parcie hydrostatyczne (stropodachy płaskie z obwodowymi ściankami attyk) o kącie nachylenia zależnym od potrzeb użytkowników, a także od szczelności pokryć oraz nośności konstrukcji. Obecnie przeważnie mają one budowę warstwową, na którą składa się z część nośna (konstrukcja), zazwyczaj termoizolacja, oraz pokrycie [2–3].

WYMAGANIA W ZAKRESIE IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ DACHÓW I STROPODACHÓW

Wartości współczynnika przenikania ciepła U_C ścian, dachów, stropów i stropodachów dla wszystkich rodzajów budynków, uwzględniające poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną oraz opady na dach o odwróconym układzie warstw, obliczone zgodnie z polskimi normami dotyczącymi obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła oraz przenoszenia ciepła przez grunt, nie mogą być większe niż wartości $U_{C(max)}$ określone w TABELI 1 [1].

Skontaktuj się z naszymi specjalistami i sprawdź atrakcyjne oferty na

HurtowniaStyropianu.pl

Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(max)}$ [W/(m ² ·K)]	
	WT 2017	WT 2021
Przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,18	0,15
Przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,3	0,3
Przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,7	0,7

TABELA 1. Maksymalne wartości współczynnika przenikania ciepła U_C dachów i stropodachów [1]

Zewnętrzne przegrody budynków (w tym dachy) powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób eliminujący zagrożenie zdrowia i higieny użytkownika m.in. wskutek penetracji opadów atmosferycznych oraz pary wodnej zawartej w powietrzu. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe dachów i ich uszczelnienia powinny uniemożliwiać przenikanie wody opadowej do wnętrza budynków. Dachy i tarasy powinny mieć spadki umożliwiające odpływ wód opadowych oraz wód pochodzących z topniejącego śniegu do rynien i wewnętrznych lub zewnętrznych rur spustowych.

Na wewnętrznej powierzchni nieprzezroczystej przegrody zewnętrznej nie może występować kondensacja pary wodnej umożliwiająca rozwój grzybów pleśniowych, natomiast we wnętrzu przegrody nie może występować narastające w kolejnych latach zawilgocenie spowodowane kondensacją pary wodnej. Niespełnienie ww. wymagań, nawet przy uzyskaniu zakładanego współczynnika $U \leq U_{C(max)}$, z pewnością teoretycznie poprawi ich parametry cieplne, lecz będą one małe w funkcji czasu podobnie jak trwałość przegród.

Rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne wewnętrznych przegród budynku (w tym dachów), warunki cieplno-wilgotnościowe, a także intensywność wymiany powietrza w pomieszczeniach powinny uniemożliwiać powstanie zagrzybienia. Do budowy przegród zewnętrznych należy stosować materiały, wyroby oraz elementy budowlane odporne lub uodpornione na zagrzybienie i inne formy biodegradacji odpowiednio do stopnia zagrożenia korozją biologiczną. Przed przystąpieniem do przebudowy, rozbudowy lub zmiany przeznaczenia budynku (w tym także renowacji) wymaga się sprawdzenia poziomu zawilgocenia obiektu oraz jego elementów składowych i w przypadku stwierdzenia oznak korozji biologicznej zaleca się sporządzenie ekspertyzy poszerzonej o badania mykologiczne, która powinna wskazać na rodzaj i zakres prac ratunkowych oraz zabezpieczających.

Wilgoć gromadząca się w przegrodach budowlanych lub we wnętrzu pomieszczeń będzie zawsze powodować szybsze zużywanie się wbudowanych w nie materiałów budowlanych, natomiast zawilgocone lub mokre materiały termoizolacyjne będą traciły swoje właściwości cieptochronne. Szczelne zamykanie wszystkich warstw składowych w obrysie nie zawsze będzie rozwiązaniem korzystnym. Każdą ingerencję w remontowanych, naprawianych i wzmacnianych obiektach budowlanych lub ich elementach należy tak projektować i przeprowadzać, żeby zakładany zamiar poprawy warunków eksploatacyjnych nie przerodził się w ich pogorszenie. O tych zasadach należy pamiętać przy wszelkiego rodzaju próbach poprawy cieplnych parametrów przegród, które powinny charakteryzować się szczelnością, wymaganą izolacyjnością z ograniczeniem występowania mostków cieplnych i nie powinny trwale gromadzić w sobie wilgoci.

PRZEPŁYW CIEPŁA W PRZEGRODACH

Ciepło jest niczym innym jak energią przemieszczającą się w kierunku niższych temperatur. Obiekty budowlane ograniczone są przegrodami oddzielającymi środowiska różniące się m.in.

temperaturą oraz wilgotnością, dlatego też gradient temperatury będzie powodował przenikanie ciepła przez przegrody, jakimi są ściany, dachy, stropodachy itp., z ośrodka cieplejszego w kierunku zimniejszego. Z uwagi na niejednorodność materiałów budujących przegrody rozkład temperatury także nie będzie w nich jednorodny. Znaczącą, lecz negatywną rolę będzie tu odgrywała nieciągłość poszczególnych warstw przegród (w tym głównie termoizolacji), w tym głównie miejsca lokalizacji mostków termicznych.

Renowacja dachów powinna zostać poprzedzona wykonaniem szczegółowej dokumentacji technicznej opartej na wynikach obliczeń ciepłno-wilgotnościowych, która powinna uwzględniać:

- » warunki klimatyczne środowiska zewnętrznego oraz wewnętrznego w powiązaniu z wentylacją pomieszczeń,
- » właściwości ciepłno-wilgotnościowe i odporność korozyjną wbudowywanych materiałów,
- » kolejność ułożenia poszczególnych warstw składowych przegrody,
- » możliwość zacienienia, np. drzewostanem, innymi obiektami lub elementami obiektów,
- » rodzaj oraz kolor pokrycia opisany współczynnikiem absorpcji lub emisyjności ϵ .

WILGOĆ W PRZEGRODACH

Żadna przegroda budowlana nie będzie pozbawiona wilgoci, nawet w obiektach eksploatowanych zgodnie z ich przeznaczeniem. Materiały wbudowywane w przegrody posiadają już pewien początkowy poziom wilgoci, który jest uzupełniany w okresie późniejszym przez czynności i procesy życiowe człowieka, procesy fizykalne, a także nieszczelności przegród.

Kondensacja pary wodnej zarówno na powierzchni wewnętrznej przegród, jak i w ich wnętrzu, jest zjawiskiem dalece niepożądanym. Kondensację wewnętrzną wywołuje zjawisko ruchu kapilarnego wilgoci, połączone z dyfuzją pary wodnej wywołaną różnicą jej ciśnień cząstkowych po obu stronach przegrody. O wielkości tej kondensacji będzie decydowała budowa przegród. O ile przegroda jednorodna o niskim oporze dyfuzyjnym nie będzie stanowiła bariery dla ruchu wilgoci i jej wysychania, to już jej budowa warstwowa może nie mieć takich właściwości. Dlatego też renowacja pokryć i warstw termoizolacyjnych powinna zawsze uwzględniać ten aspekt.

SZKODY MROZOWE

Każda zewnętrzna przegroda kumulująca w sobie wilgoć będzie okresowo narażana na szkodliwe oddziaływanie ujemnych temperatur. Zakres tego oddziaływania będzie zależny m.in. od rodzaju i kolejności ułożenia warstw izolacji „ciepłochronnej”. W sytuacjach, gdy termoizolacja będzie znajdowała wewnątrz przegrody lub też zostanie ułożona po jej wewnętrznej stronie, pola temperatur ujemnych mogą docierać do nowo ułożonej termoizolacji lub nawet do jej wnętrza. Wówczas nagromadzona w porach i kapilarach materiałów woda, zamarzając, może doprowadzić do trwałych uszkodzeń materiałów i konstrukcji znajdujących się powyżej.

POKRYWA ŚNIEŻNA – WARSTWA POZYTYWNA CZY TEŻ NIEPOŻĄDANA?

Ostatnie okresy zimowe są bardzo oszczędne w opady śniegu, jednak opady te się pojawiają, chociaż ze zmienną częstotliwością i obfitością. Powstająca wówczas pokrywa śnieżna, poza

Stan śniegu zależny od czasu jego zalegania	Ciężar objętościowy [kN/m ³]	Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/(m·K)]
Świeży	1	0,05
od 2 do 7 dni	2	0,12
od 8 dni do 1 miesiąca	3,5	0,25
Mokry/złodowaciały	5–6	0,6
Lód	9	2,3

TABELA 2. Ciężar śniegu i współczynnik przewodzenia ciepła w zależności od okresu zalegania na dachach pokrywy śnieżnej (według wycofanej polskiej normy „śniegowej” [2])



FOT. 1–2. Dach częściowo pokryty śniegiem nad poddaszem użytkowym budynku; fot.: autor

jej walorami ozdobnymi, nie jest pozytywnie postrzegana, ponieważ w odczuciu zarządców stanowi zbędne obciążenie dachu, wręcz zagrażające jego pokryciu i konstrukcji, a także otoczeniu. W rzeczywistości można byłoby doszukać się pozytywnej strony tego zja-

wiska i potraktować śnieg jako materiał okresowo polepszający parametry termoizolacyjne dachu. Tak więc niekoniecznie należy się go pozbywać, ponieważ jego zaleganie na dachach może przynieść wymierne korzyści, związane z oszczędnościami w zużyciu energii potrzebnej do ogrzewania ostatnich kondygnacji budynków. Tym samym nie należy obawiać się uszkodzenia pokryć dachowych warstwą śniegu, chyba że są dosyć mocno zużyte technicznie.

Na FOT. 1–2 pokazano fragment dachu, który częściowo chroniony jest pokrywą śnieżną o niewielkiej grubości około 5 cm. Nawet przy tak niewielkiej warstwie śniegu na zdjęciu termowizyjnym wyraźnie zauważalna jest różnica pomiędzy powierzchniami, na których on jeszcze zalega, a powierzchniami, z których już się zsunął. Śnieg stanowi tu dodatkową warstwę izolacyjną, która okresowo będzie ograniczać straty ciepła, w tym przypadku na powierzchni dachu równej ok. 1000 m². Powszechnie przyjmuje się, że straty ciepła przez dachy mogą dochodzić do 10–30% wszystkich strat ciepła przez przegrody budynków, dlatego też choćby już z tego powodu jest on znaczącym elementem każdego obiektu budowlanego.

Współczynnik przewodzenia ciepła λ nie jest wielkością stałą dla śniegu. Zależy on od okresu zalegania pokrywy śnieżnej na dachach (gruncie) i w przybliżeniu wynosi (TABELA 2).

Wyniki przeprowadzonych obliczeń wykazały, że już nawet niewielka warstwa zleżałego śniegu (czas zalegania do 1 miesiąca) grubości około 10 cm może okresowo znacząco poprawić parametry cieplne dachów, stropodachów, a nawet tarasów, w tym przypadku nawet o około 10%. Dlatego też każdorazowo należy rozważyć zasadność usuwania śniegu z tych powierzchni, o ile jego rosnący w czasie ciężar nie pogorszy warunków bezpiecznego użytkowania dachów oraz całych obiektów. Można więc stwierdzić, że śnieg jest jedną z form termomodernizacji dachów w okresach zimowych, chociaż okresową i pojawiającą się niesystematycznie.

WYBRANE PRZYKŁADY ZWIĄZANE Z OCHRONĄ CIEPLNĄ DACHÓW I STROPODACHÓW

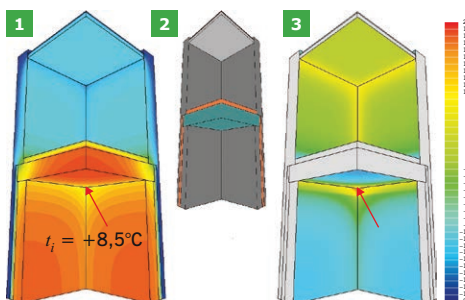
Poniżej zamieszczono wyniki badań i obliczeń przeprowadzonych dla kilku stropodachów wentylowanych i pełnych, z wariantowaniem lokalizacji i grubości warstwy termoizolacji, z uwagi na to, że nie jest to bez znaczenia, w którym miejscu przegrody będzie się ona znajdowała. Zasadniczo powinno się ją lokować po zewnętrznej stronie przegród budowlanych; w wyjątkowych sytuacjach można je umieszczać po stronie wewnętrznej. Dobór materiału do przeprowadzenia termomodernizacji lub renowacji warstw izolacyjnych powinien mieć na uwadze m.in. jego niepalność, możliwie niski współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, niski współczynnik oporu dyfuzyjnego $\mu \leq 3$ oraz sorpcję $\leq 6\%$. Nie wyklucza się również stosowania materiałów o wyższym oporze dyfuzyjnym. O tych zasadach należy pamiętać podczas prowadzenia prac termomodernizacyjnych i renowacyjnych.

Pierwszy etap obliczeń symulacyjnych przeprowadzono na przestrzennym modelu stropodachu dwudzielnego (wentylowanego, **FOT. 3**) dla wilgotności względnej powietrza wewnętrznego $\varphi \leq 50\%$ (tj. takiej jaka przeciętnie występuje w prawidłowo wentylowanych mieszkaniach) i temperatury wewnętrznej $t_w = +20^\circ\text{C}$ oraz zewnętrznej równej $t_z = -20^\circ\text{C}$.

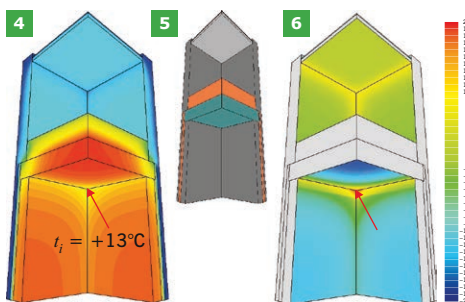
Poniżej zamieszczono kilka przykładów renowacji stropodachów wentylowanych uwzględniających dwa warianty docieplenia stropu nad ostatnią kondygnacją. Istniejąca warstwa pozioma ocieplenia stropodachu była pojedynczą płytą styropianową lub z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,045 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ i grubości 5 cm (**RYS. 1–3**) – była to jedna z wad technologicznych systemów wielokopytowych. W obliczeniach przyjęto jej pogrubienie do 20 cm (**RYS. 4–6**) materiałem nasypowym, a w dalszym etapie uwzględniono



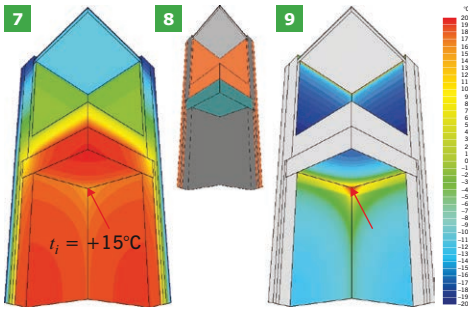
FOT. 3. Przykład dwudzielnego stropodachu z wewnętrzną poziomą termoizolacją; fot.: autor



RYS. 1–3. Typowe ocieplenie stropodachów w pierwszych rozwiązaniach systemu W-70 (warstwa izolacji grubości 5 cm): pola rozkładu temperatury (1), model przegrody (2), pola rozkładu strumieni ciepła (3); rys.: autor



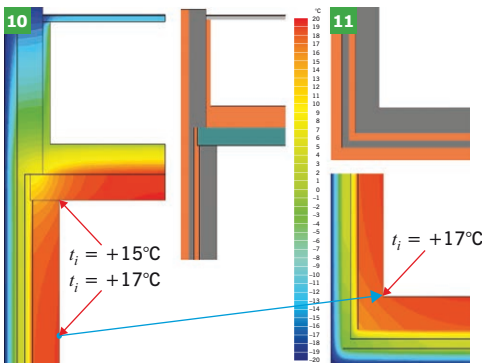
RYS. 4–6. Ocieplenie stropu j.w., lecz grubości 20 cm (docieplenie nową warstwą grubości 15 cm): pola rozkładu temperatury (4), model przegrody (5), pola rozkładu strumieni ciepła (6); rys.: autor



RYS. 7–9. Ocieplenie stropu warstwą izolacji grubości 20 cm, ścian zewnętrznych grubości 10 cm – po stronie zewnętrznej i na wewnętrznej powierzchni grubości np. 6 cm: pola rozkładu temperatury (7), model przegrody (8), pola rozkładu strumieni ciepła (9); rys.: autor

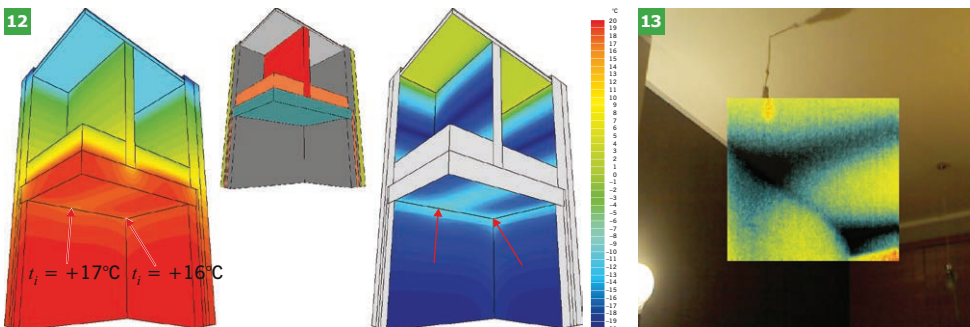
również ewentualne docieplenie ścian zamkniętych przestrzeni wentylowaną stropodach (RYS. 7–9 i 10–11) materiałem natryskowym (trzeci wariant).

RYS. 1–12 zawierają trzy części: po lewej stronie znajdują się pola rozkładu temperatur w środku: model przegrody, po prawej stronie pola rozkładu strumieni ciepła. Strzałką w kolorze czerwonym oznaczono miejsca o najniższej wartości temperatury powierzchni wewnętrznej t_i . Temperatura punktu rosy dla przyjętych wyżej warunków otoczenia wynosi $t_s = +7,7^\circ\text{C}$. Wskazane strzałką naroża są miejscami o najwyższych stratach ciepła, co można ocenić po lokalizacji punktów najwyższego zagęszczenia strumieni ciepła (kolor czerwony).



RYS. 10–11. Przekrój dla modelu z RYS. 7–9: pionowy przez stropodach (10), poziomy przez narożnik wypukły ścian (11); rys.: autor

Na RYS. 13 przedstawiono obraz termowizyjny stropu ostatniej kondygnacji w użytkowym lokalu wielorodzinnego budynku mieszkalnego. Ściany budynku ocieplone zostały od zewnątrz na całej swojej wysokości (łącznie z attykami) styropianem grubości 10 cm. Na spodzie stropu (RYS. 12–13) wyraźnie widoczna jest lokalizacja ścianek utrzymujących konstrukcję dachu. Miejsca te są nieizolowane, natomiast ułożenie grubszej warstwy izolacji termicznej wydłuża tu drogę ucieczki ciepła, poprawiając w ten sposób warunki przegrody,



RYS. 12–13. Model dwudzielnego (wentylowanego) stropodachu z ustawioną na stropie ścianką z cegły dziurawki, podpierającą konstrukcję dachu – strop ocieplony termoizolacją grubości 20 cm (najniższa temperatura występuje w miejscu ustawienia ścianki) po prawej stronie (13), na obrazie termowizyjnym widoczne są mostki ciepłe; rys.: autor

RYS. 14. Przekrój przez stropodach – ocieplenie dachu grubości 20 cm, ściana z PGS grubości 24 cm; rys.: autor

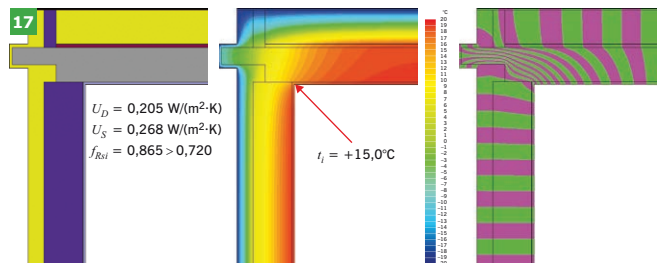
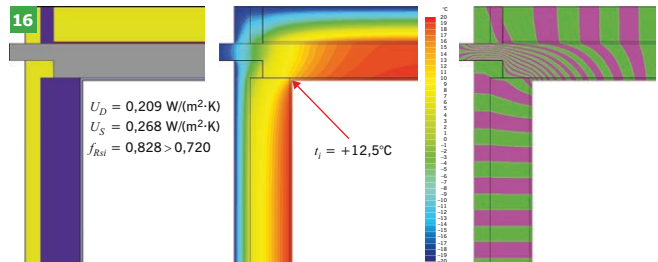
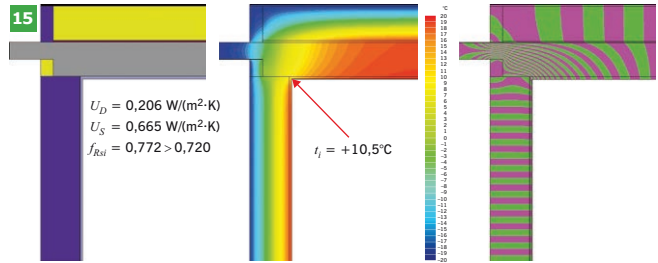
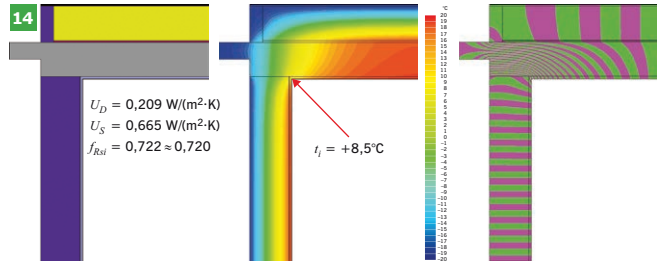
RYS. 15. Przekrój przez stropodach – ocieplenie dachu grubości 20 cm, ściana wykonana z PGS grubości 24 cm, ocieplenie wieńca warstwą termoizolacji grubości 8 cm; rys.: autor

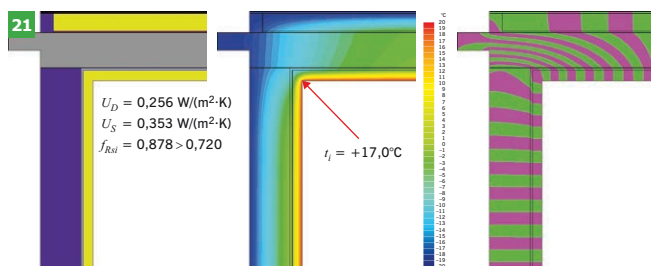
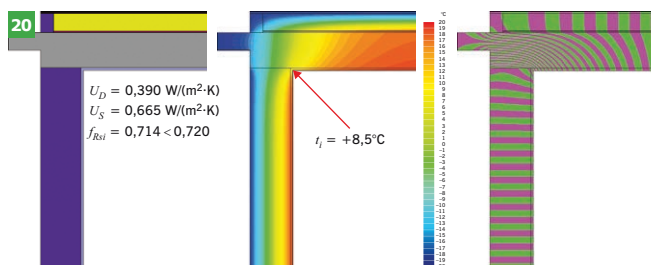
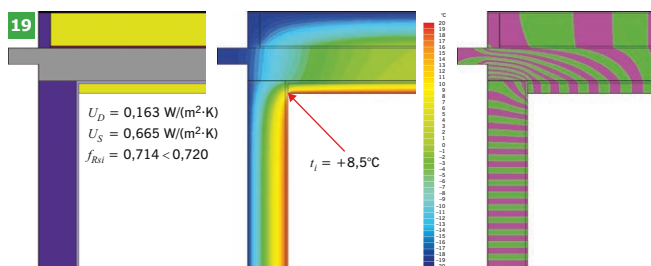
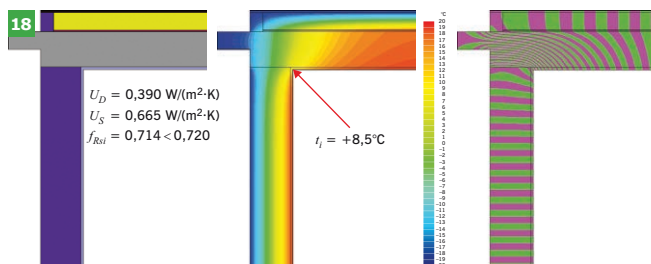
RYS. 16. Przekrój przez stropodach – ocieplenie dachu grubości 20 cm, ściana wykonana z PGS grubości 24 cm, ocieplenie wieńca i ściany termoizolacją grubości 8 cm; rys.: autor

RYS. 17. Przekrój przez stropodach – ocieplenie dachu grubości 20 cm, ściana wykonana z PGS grubości 24 cm, ocieplenie wieńca i ściany termoizolacją grubości 8 cm oraz wspornika betonowego termoizolacją grubości 2 cm; rys.: autor

lecz nie eliminuje problemu. Należałoby się jednak zastanowić nad rozwiązaniem problemów nadmiernych strat ciepła w takich słabych miejscach budynku, zarówno na etapie projektowania budynku, jak również na etapie projektu jego docieplenia. Autor artykułu uważa, że problem ten można byłoby częściowo ograniczyć wdmuchaniem granulatu i wyższym obsypaniem nim obustronnie ścianek (np. ażurowych).

Na płaskich modelach (RYS. 14–21) przedstawiono problem związany z nadmiernymi stratami ciepła przez wystające poza ściany/stropodachy konstrukcje balkonów wspornikowych, gzymsów oraz daszków (U_D i U_S oznacza współczynnik przenikania ciepła dla dachu i ściany, f_{Rsi} jest współczynnikiem temperaturowym). Za pomocą diagramów pokazano wpływ grubości warstwy izolacji i jej lokalizacji na straty ciepła w przegrodach oraz kierunek strumieni. Wszystkie rysunki przedstawiają ten sam układ płaskich przekrojów: model przegrody, linie izoterm i linie stru-





RYS. 18. Węzeł ściana–dach ze wspornikiem bez docieplenia, ocieplenie dachu grubości 10 cm; rys.: autor

RYS. 19. Węzeł ściana–dach ze wspornikiem bez docieplenia, ocieplenie dachu grubości 20 cm, ocieplenie stropu od spodu grubości 6 cm; rys.: autor

RYS. 20. Węzeł ściana–dach ze wspornikiem bez docieplenia, ocieplenie dachu grubości 10 cm; rys.: autor

RYS. 21. Węzeł ściana–dach ze wspornikiem, z wewnętrznym ociepleniem; rys.: autor

mieni ciepła (RYS. 14–21). W założeniach do obliczeń przyjęto takie same warunki otoczenia jak dla modeli 3D opisanych wyżej, tj.: $t_z = -20^\circ\text{C}$, $t_w = +20^\circ\text{C}$, termoizolację o $\lambda \leq 0,045 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Wyniki przeprowadzonych obliczeń jednoznacznie wskazują, jak znaczącą rolę w ograniczaniu strat ciepła odgrywa choćby niewielkie ocieplenie liniowych mostków termicznych, jakimi są elementy konstrukcyjne wystające poza obrys ocieplonych przegród zewnętrznych.

Na diagramach zamieszczonych na RYS. 17 i 18 można zauważyć, że nawet grubsza, wynosząca 20 cm warstwa ocieplenia zewnętrznego wraz z dodatkowym, spodnim dociepleniem stropu płytami termoizolacyjnymi grubości 6 cm nie poprawia parametrów ciepłochronnych górnego naroża na styku ściany ze stropodachem. Niejednokrotnie może nie udać się próba poprawy warunków klimatycznych pomieszczeń poprzez wykonanie dodatkowego docieplenia zewnętrznego (RYS. 15–17). Wówczas można skorzystać z rozwiązania alternatywnego, wprowadzając ocieplenie od środka pomieszczeń (RYS. 21). Taki układ ocieplania przegród zewnętrznych każdorazowo wymaga uzasadnienia obliczeniowego, szczególnie w zakresie kondensacji wilgoci w przegrodzie.

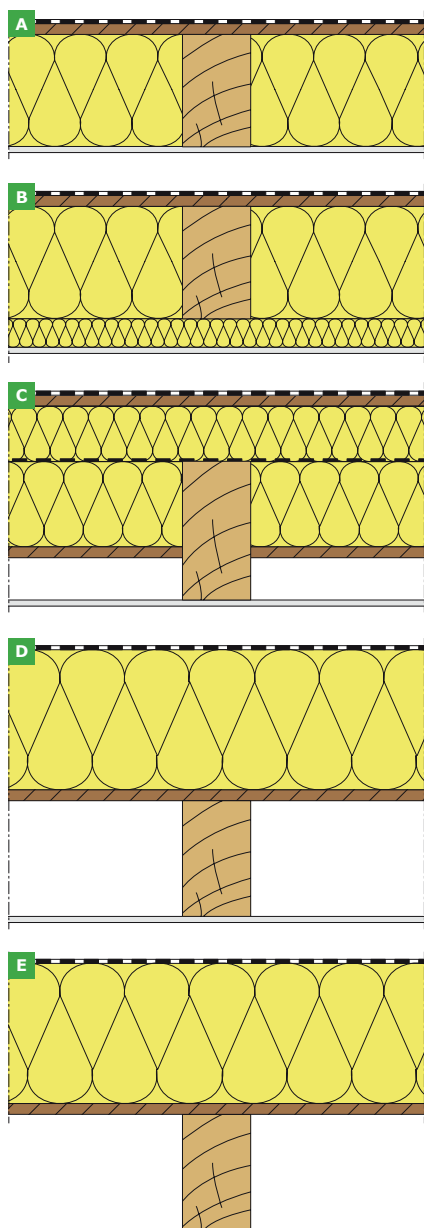
W ostatnim wariancie symulacji pozostawiono stropodach z pierwotnym układem ocieplenia od zewnątrz grubości 10 cm (RYS. 14, 15, 19, 20), natomiast dodatkowo docieplono od środka ścianę oraz strop płytami izolacyjnymi minimalnej grubości 6 cm (RYS. 21).

Parametry przegrody w miejscu najbardziej wrażliwym na straty ciepła uległy dwukrotnej poprawie, i to przy dodatkowej warstwie izolacji wewnętrznej niewielkiej grubości 6 cm. Poprawa parametrów cieplnych przegrody spowodowała jednocześnie przesunięcie się strefy niskich temperatur (bliskich 0°C i ujemnych przy $t_z = -20^\circ\text{C}$) w stronę pomieszczenia, tj. w kierunku zabudowanej warstwy ocieplenia (głównie dotyczy to w tym przypadku ścian). Jest to dosyć niekorzystna sytuacja dla kondensacji pary wodnej, dlatego też w stosunku do technologii ociepleń przegród od środka wymaga się, aby umożliwiały możliwie swobodną migrację wilgoci do wnętrza pomieszczeń, w których powinna być zachowana sprawna, normowa krotność wymian powietrza. Wówczas tak docieplona przegroda będzie mogła spełnić oczekiwania użytkowników. Należy również pamiętać o tym, że po takim dociepleniu przegród znacząco zmaleje ich bezwładność cieplna, co ma zarówno swoje plusy, jak i minusy.

WYBRANE PRZYKŁADY ZWIĄZANE Z OCHRONĄ CIEPLNĄ DACHÓW I STROPODACHÓW I JEJ WPŁYW NA KOROZJĘ WBUDOWANYCH W NIE MATERIAŁÓW

Konstrukcje budowlane, a także elementy wykończenia obiektów, regularnie poddawane obciążeniom, zużywają się technicznie, a nawet ulegają uszkodzeniom, na co składa się jedna lub kilka przyczyn. Defekty występujące w obiektach mogą być konsekwencją wadliwie wykonanej dokumentacji projektowej lub też braku rozwiązań szczegółowych. Bezpośrednią przyczyną uszkodzeń lub szybszego zużywania się dachów nie musi być typowy błąd projektowy, lecz pominięcie istotnych dla późniejszej eksploatacji zagadnień, takich jak szczegółowe rozwiązania zabezpieczeń pokryć dachowych w lokalizacjach podatnych na nieszczelności oraz analiza procesów fizykalnych zachodzących we wnętrzu przegród. Inny wymiar w stosunku do opracowanej dokumentacji przyjmuje na siebie wykonawstwo, które jest trudnym i złożonym procesem budowlanym, mającym już miejsce w rzeczywistości. Jakość wykonawstwa będzie zależała od specjalistycznego przygotowania kierownictwa robót, zespołów roboczych, warunków i czasu realizacji, stosowania reżimów technologicznych i stosowania sprawdzonych materiałów lub całych technologii. Nie bez znaczenia jest również jakość dokumentacji, jaką będzie dysponował wykonawca.

Największa grupa przyczyn defektów dachów związana jest jednak z ich niewłaściwą eksploatacją, spowodowaną zaniedbywaniem przez właścicieli i zarządców ustawowych obowiązków, nałożonych przez Ustawę Prawo budowlane [4], niską świadomością oraz ograniczoną wiedzą techniczną, co w konsekwencji często prowadzi do nieuzasadnionych i szkodliwych ingerencji w budynek lub tylko ich elementy. Nader często zdarza się, że to właśnie takie działanie, a nie środowisko zewnętrzne, jest główną przyczyną uszkodzeń konstrukcji i pokryć dachowych. Podstawowymi materiałami wykorzystywanymi do wykonywania części nienośnych dachów lub stropodachów są izolacje chroniące je przed wilgocią oraz przed stratami ciepła. Drugim zasadniczym elementem są termoizolacje. Wykonuje się je głównie z materiałów organicznych będących pochodną przeróbki drewna, torfu, trzciny oraz z materiałów nieorganicznych, takich jak wełna mineralna (pod różnymi postaciami), wata szklana, styropian (spieniony polistyren), mineralne płyty izolacyjne, poliuretan (PUR, PIR), keramzyt granulowany [2-3].



RYC. 22. Przykłady stropodachów pełnych opartych na drewnianych krokwiach (opisy w tekście); rys.: [2–3]

WUFI 2D. Przedmiotem analizy był model przegrody symulujący obustronnie zamknięty układ krokwiowy z ociepleniem (wełna mineralna $\lambda = 0,045 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$), ulokowanym pomiędzy elementami drewnianymi grubości równej wysokości tych elementów – przekrój w wariancie A, RYC. 22. W ostatnich latach można zauważyć tendencje do eliminacji mostków termicznych, jakimi w tej

Bardzo istotną przyczyną defektów występujących m.in. w dachach jest korozja. Nadal wykonywane są dachy w technologiach tradycyjnych z użyciem drewna. Nadal istnieje wiele starszych, eksploatowanych obiektów posiadających takie właśnie dachy. Naturalnym wrogiem drewna jest wilgoć, zamknięte niewentylowane przestrzenie, biologiczne szkodniki drewna, tj. owady oraz grzyby. O tych problemach należy pamiętać podczas planowania renowacji dachów. Zarówno owady, jak i grzyby wymagają sprzyjających warunków do rozwoju i jeżeli takie warunki zostaną im stworzone poprzez nieskuteczną impregnację materiałów lub jej brak, ograniczenie przestrzeni wentylowanych, doprowadzenie do trwałego zawilgocenia przegród, to może dojść do przyspieszenia procesów degradacji korozyjnej materiałów budujących przegrody, a tym samym do skrócenia żywotności technicznej całych obiektów. Dostyc często zdarza się tak, że izolacje dachowe ulegają lokalnym rozszczelnieniom, umożliwiając niekontrolowane przenikanie wody do wnętrza dachów, co w konsekwencji stwarza poważne zagrożenie korozyjne oraz prowadzi do utraty właściwości cieplnych termoizolacji zabudowanej we wnętrzach przegród. Drewno, niezabezpieczone przed bezpośrednim wpływem warunków atmosferycznych lub zabezpieczone w sposób niewłaściwy (np. odstąpione konstrukcje dachów), może ulec rozkładowi.

W dalszej części artykułu przedstawiono symulację stanu zawilgocenia elementów drewnianych oraz materiałów termoizolacyjnych wbudowanych w pełny stropodach dla najczęściej stosowanych w praktyce rozwiązań i ich wpływ na trwałość tych konstrukcji [2–3]. Taka sytuacja dotyczy również wszystkich pozostałych materiałów znajdujących się wewnątrz przegród zewnętrznych. Obliczenia cieplne wykonano z wykorzystaniem zaawansowanego programu Physibel Trisco 13.0w, natomiast do wykonania obliczeń wilgotnościowych użyto programu

przegrodzie są drewniane belki krokwiowe, poprzez wprowadzenie poniżej nich dodatkowej warstwy termoizolacji (przekrój w wariantcie B, RYS. 22). Są to przykłady przekrojów o pokryciu papowym lub membranowym, lecz z powodzeniem odzwierciedlają one inne przypadki, w tym dachy kryte dachówką o podobnym układzie górnych i spodnich warstw. Analizie ciepłno-wilgotnościowej poddano pokazane na RYS. 22–23 modele stropodachów.

Opis do poszczególnych przekrojów dachu w wariantach A–E:

Wariant A: Bardzo powszechnie stosowane rozwiązanie dla dachów pełnych o grubości termoizolacji równej grubości krokwi.

Wariant B: Przekrój w wariantcie A uzupełniony o dolną warstwę termoizolacji eliminującą wpływ liniowych mostków termicznych, jakie tworzą drewniane krokwie.

Wariant C: Przekrój o układzie warstw termoizolacyjnych odwrotnym do przekroju w wariantcie B, uciąglonych ponad krokwiami, ograniczony od spodu niewielką zamkniętą szczeliną powietrza, izolowaną od spodu paroizolacją.

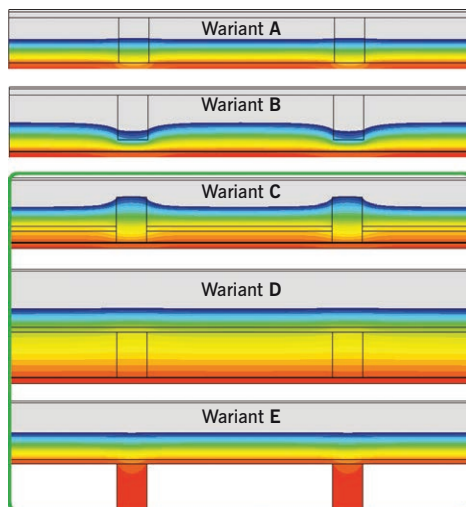
Wariant D: Przekrój, w którym całość termoizolacji znajduje się ponad krokwiami, zawierający zamkniętą od spodu szczelinę powietrza, izolowaną od spodu paroizolacją.

Wariant E: Przekrój, w którym całość termoizolacji znajduje się ponad krokwiami, natomiast krokwie są całkowicie odkryte od strony pomieszczeń.

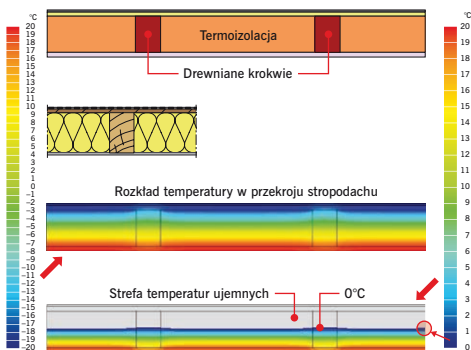
Dla wszystkich przekrojów przyjęto łączną grubość termoizolacji równą 20 cm. Górną warstwę, chroniącą dach przed opadami, stanowi membrana PVC (alternatywnie papa).

Na RYS. 23 pokazano podział przekroju dachu izotermą o wartości 0°C na strefę temperatur ujemnych i widoczną strefę temperatur dodatnich, natomiast ramką w kolorze zielonym (schematy wariantów C–E) oznaczono najbardziej korzystny dla tych przegród układ warstw ze względu na zasięg temperatur ujemnych omijający materiały wrażliwe na możliwe cykliczne procesy zamarzania i rozmrażania. Tym materiałem jest w tym wypadku drewno, którego włókniasta budowa jest wrażliwa na wilgoć oraz skoki temperatur.

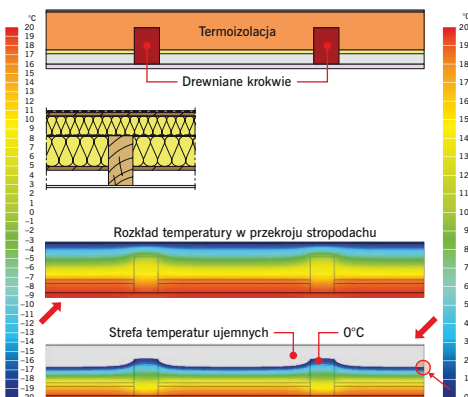
Przekroje dachów w wariantcie A i B (RYS. 22–23) znajdują najczęstsze zastosowanie w rozwiązaniach dachów i jednocześnie są najbardziej niekorzystnymi wariantami dla zabudowanych w ich wnętrzu materiałów, nieodpornych na obciążenia sezonowymi amplitudami temperatur oraz wilgocią. W tych przypadkach ponad połowa przekrojów belek drewnianych może okresowo znajdować się w strefie temperatur ujemnych (RYS. 22–23 i 24). Podczas renowacji dachów należy dążyć do lokowania termoizolacji po chłodniejszej stronie przegród. W wyjątkowych sytuacjach można to zrobić po stronie cieplejszej (RYS. 22, przekrój w wariantcie B), lecz wówczas należałoby udokumentować niską szkodliwość takiego rozwiązania dla materiałów zabudowanych we wnętrzu przegrody, co dosyć często bywa pomijane.



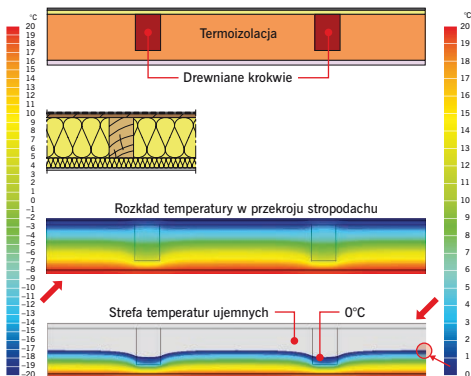
RYS. 23. Przykłady stropodachów pełnych: rozkład temperatury w przekrojach przegród ze wskazaną kolorem niebieskim izotermą $\pm 0^{\circ}\text{C}$, odpowiednio warianty A–E z RYS. 22; rys.: [2–3]



RYS. 24. Przekrój poprzeczny stropodachu pełnego (przekrój w wariantcie A, RYS. 22–23) wraz z diagramami rozkładu temperatury; rys.: [2]



RYS. 26. Przekrój poprzeczny dla przyjętego do obliczeń modelu dachu wg RYS. 22–23: wariant C (dachy niewentylowane z nieszczelną dolną paroizolacją); rys.: [2]

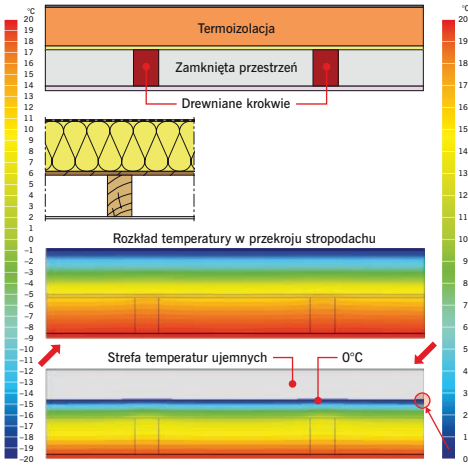


RYS. 25. Przekrój poprzeczny dla przyjętego do obliczeń modelu dachu wg RYS. 22–23: wariant B (dachy niewentylowane z nieszczelną dolną paroizolacją); rys.: [2]

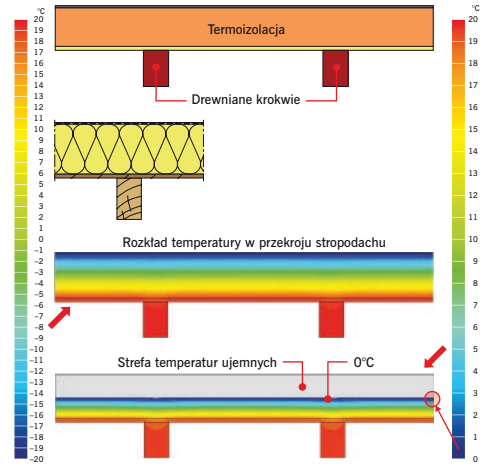
Problem gromadzenia się wilgoci w każdej przegrodzie zewnętrznej (dachy oraz stropodachy), opisany wielkością kondensatu pozostającego trwale w jej wnętrzu, jest bardzo istotny. Jeśli jej ilość będzie malejąca lub stabilna w funkcji czasu, to należy uznać, że przegroda taka została prawidłowo zaprojektowana i wykonana. Jeżeli ilość wilgoci będzie wzrastała, dojdzie nie tylko do wewnętrznych uszkodzeń strukturalnych, lecz również do utraty właściwości termoizolacyjnych warstw odpowiedzialnych za ochronę cieplną.

Poniżej poddano analizie szczelne membranowe (papowe) pokrycie dachu z przestrzenną wentylującą i bez niej.

Powyżej dokonano porównania dwóch kolejnych rozwiązań, z których jedno (RYS. 25) jest obecnie dosyć często stosowane, głównie w dachach stromych, natomiast drugie (RYS. 26) spotykane jest znacznie rzadziej. Porównując obydwa przypadki pod względem cieplnym, należy stwierdzić, że ich parametry są do siebie bardzo zbliżone. Wyraźna różnica zauważalna jest w układzie izoterm w przekroju poprzecznym, szczególnie w zasięgu strefy niskich temperatur. Izoterma o wartości temperatury 0°C przebiega w pobliżu dolnych krawędzi krokwi (przekrój w wariantcie B), natomiast w przekroju w wariantcie C znajduje się poza górną krawędzią krokwi (RYS. 22, przekrój w wariantcie A). Oznacza to, że w przekroju w wariantcie C strefa temperatur ujemnych, w najchłodniejszych okresach, nie będzie obejmowała swoim zasięgiem elementów drewnianych dachu, a tym samym drewno nie będzie poddawane cykлом zamarzania. Taka sytuacja daje gwarancję dłuższej żywotności technicznej elementów drewnianych w przekroju w wariantcie C. Wykonane obliczenia wilgotnościowe dla ww. przekrojów wskazują na wzrost poziomu zawilgoce-



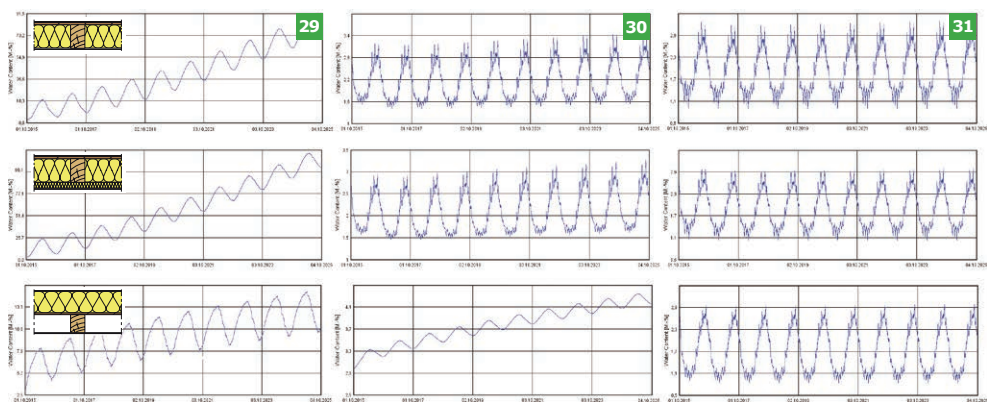
RYS. 27. Przekrój poprzeczny dla przyjętego do obliczeń modelu dachu wg RYS. 22–23: wariant D (dach niewentylowany z nieszczelną dolną paroizolacją); rys.: [2]



RYS. 28. Przekrój poprzeczny dla przyjętego do obliczeń modelu dachu wg RYS. 22–23: wariant E (dach niewentylowany z nieszczelną dolną paroizolacją); rys.: [2]

nia zarówno dla przekroju w wariantcie B, jak i przekroju w wariantcie C, przy nieszczelnej dolnej paroizolacji lub jej braku. Znacznie korzystniejsze wyniki uzyskano dla przekroju w wariantcie C, dla którego zawartość wilgoci w całym przekroju przegrody po 10 latach osiągnie dosyć niski poziom, ok. 19–20 kg/m³, a wilgotność masowa drewna także ustabilizuje się na niskim poziomie 12–13%. Wełna mineralna również będzie wykazywała lekki wzrost zawilgocenia, które po 10 latach eksploatacji osiągnie wielkość 11–12%. Odpowiadające ww. wartościom zawilgocenie materiałów w przekroju Nr 2 wykazuje wyraźną tendencję do wzrostu, po 10 latach ilość wody w całym przekroju może więc wynosić już 70 kg/m³ i nadal rosnąć. Wilgotność masowa drewna po 10 latach osiągnie poziom 26% i nadal będzie rosta. Znaczne zawilgocenie materiałów znajdujących się w opisanych przegrodach może znacznie obniżyć jej parametry cieplne, natomiast okres niskich temperatur może doprowadzić do trwałych uszkodzeń struktury drewna, a w konsekwencji do jego brunatnego rozkładu. Bez wątpliwenia model przegrody oznaczonej jako wariant C jest rozwiązaniem znacznie korzystniejszym w stosunku do dwóch rozpatrywanych wcześniej (warianty A i B), kondensująca w jej wnętrzu wilgoć osiągnie tu bowiem znacznie niższy poziom.

Na RYS. 27–28 porównano przekroje oznaczone jako warianty D i E. Przyjęto niewentylowany model przegrody zabezpieczonej od góry szczelną membraną, natomiast od spodu szczelną folią paroizolacyjną. We wszystkich przypadkach (warianty C, D oraz E) elementy drewniane powinny znaleźć się poza zasięgiem temperatur ujemnych, toteż drewno nie będzie wystawione na ich oddziaływanie. W przekrojach w wariantach D i E krokwie będą się znajdowały od strony pomieszczeń, wobec czego poziom ich wilgotności będzie zależny od wilgotności powietrza wnętrza budynku oraz od skuteczności jego wymiany. Najkorzystniejszy układ warstw budujących przegrodę przedstawia przekrój w wariantcie E, gdzie wilgotność masowa drewna powinna stabilizować się na poziomie ok. 11,5%. Podobnie wygląda to również w przekroju w wariantcie D, dla którego wilgotność drewna nie powinna przekroczyć wartości ok. 12,2%. Przekrój w wariantcie C został dosyć szczegółowo opisany wcześniej (RYS. 26).



RYS. 29–31. Zawartość wilgoci w warstwie termoizolacji w przekrojach w wariantach A, B oraz C w [%], w okresie 10 lat: z nieszczelną dolną paroizolacją (29), ze szczelną dolną folią (30), (31) jak w (30), lecz z wentylowaną przestrzenią ponad termoizolacją; rys.: [2]

Podobne porównanie przeprowadzono dla tych samych przegród, lecz ograniczono się wyłączenie do warstwy termoizolacji (RYS. 29–31). Uzyskane wyniki są zbliżone z tymi, które otrzymano dla drewna i które zdecydowanie przemawiają na korzyść wprowadzania wentylowanych przestrzeni dachów i stropodachów ponad ich termoizolacjami. Dla wszystkich trzech przekrojów, w których znajdowałaby się szczelina wentylacyjna, dolny (stały) poziom zawartości wilgoci w warstwie termoizolacji osiągnąłby praktycznie tę samą wielkość, czyli około 1% (wilgotność masowa) (RYS. 29–31).

Na podstawie wyników obliczeń symulacyjnych otrzymanych dla opisanych wyżej przekrojów modelowych podjęto próbę oceny wpływu budowy wewnętrznej przegród na ich skuteczność cieplochronną, przy jednoczesnej ocenie ich wrażliwości na zawilgocenie. Jako dane wyjściowe do obliczeń należy przyjmować parametry materiałów oraz warunki środowisk (zewnętrznego i wewnętrznego) w możliwie największym stopniu zbliżone do ich wartości rzeczywistych. Ponadto warunki obliczeniowe klimatu wewnętrznego pomieszczeń powinny odpowiadać ich faktycznemu przeznaczeniu. O warunkach tych należy każdorazowo pamiętać przy podejmowaniu decyzji o przystąpieniu do renowacji dachów.

Warunkiem koniecznym dla zapewnienia sprawności technicznej przegród budowlanych oraz ich trwałości jest skuteczna wentylacja pomieszczeń (naturalna lub wymuszona), która zapewni usuwanie zużytego powietrza z wnętrza obiektów budowlanych i zawartej w nim wilgoci.

PODSUMOWANIE

Zarówno w pokryciach dachowych, jak i w podtrzymujących je konstrukcjach mogą występować wady, na które zazwyczaj składa się kilka przyczyn. Niejednokrotnie podłożem uszkodzeń konstrukcyjnych, a tym samym pokryć dachowych, są procesy zachodzące we wnętrzu przegród, co w skrócie starano się omówić w niniejszym artykule. To od projektanta, wykonawcy i użytkownika obiektu będzie zależał okres jego żywotności i trwałość poszczególnych elementów, w tym dachów i stropodachów.

Procesy zachodzące we wnętrzu wymienionych wyżej przegród mogą w odpowiednich warunkach doprowadzić do ich degradacji, o ile nie uda się ich przewidzieć wcześniej i monitorować w czasie eksploatacji obiektów. Uszkodzenia mechaniczne są łatwo wykrywalne i naprawialne, czego nie można powiedzieć o zużyciu korozyjnym elementów składowych przegród, będącym pochodną procesów fizykalnych, które z pozoru wyglądają na błahe i którym zazwyczaj nie poświęca się zbyt wiele uwagi, ponieważ proces takich uszkodzeń jest początkowo niezauważalny, a przy tym bywa wydłużony w czasie.

Szczelność pełnych dachów lub stropodachów może gwarantować pewną stabilność w utrzymywaniu stałego poziomu wilgotności w ich wnętrzu. Niemniej, wskutek splotu różnych okoliczności, mogą pojawić się lokalne rozszczelnienia w ciągłości izolacji, które nie zostaną zauważone, np. z powodu umiejscowienia w trudno wykrywalnych lokalizacjach. Wówczas może dojść do sukcesywnego kumulowania wilgoci we wnętrzu dachów i stropodachów, co w konsekwencji może prowadzić do ich znaczących uszkodzeń. W takich przypadkach wentylowana przestrzeń ponad termoizolacją mogłabyby okazać się rozwiązaniem znacznie poprawiającym sytuację.

Renowacja dachów i stropodachów będzie polegała na odnawianiu uszkodzonych pokryć, odnawianiu, wzmacnianiu lub wymianie podkładów tych pokryć, a także na poprawie ich parametrów cieplnych. Zasady przeprowadzania termorenowacji zostały opisane w niniejszym artykule, w praktyce natomiast często powstaje problem fizycznego wykonania tych czynności, szczególnie wtedy, gdy mamy do czynienia z obiektami w fazie eksploatacji. Jak wielokrotnie pisano, najkorzystniejszym układem warstw w każdej przegrodzie będzie lokowanie termoizolacji po stronie zewnętrznej tej przegrody. W dachach krokwiowych można podnieść pokrycie w celu ułożenia dodatkowej warstwy ocieplenia poprzez ułożenie na krokwiach łąt równoległych do kalenicy i przymocowanie do nich kontrłat. W ten sposób zostaną wyeliminowane liniowe mostki termiczne, a pozostawione zostaną jedynie mostki punktowe, zlokalizowane w miejscach krzyżującego się drewna krokwi i łąt. Będą one praktycznie niezauważalne. Na tak przygotowanym ruszcie można ułożyć podkład z materiałów drewnopochodnych, pozostawiając szczelinę wentylacyjną, lub zamocować samą folię wraz łątami pod ułożenie dachówki. Docieplanie dachów i stropodachów od spodu należy ograniczyć do minimum (**RYS. 22–28**). Uzasadnieniem dla zastosowania tego ostatniego sposobu może być niedopuszczalne powiększenie kubatury budynku i konieczność uzyskania stosownych pozwoleń. Podobnie można postępować ze stropodachami zamkniętymi, niewentylowanymi. Różnica będzie występowała jedynie w braku konieczności montażu dodatkowych łąt i braku mostków cieplnych. Tę sytuację pokazano na **RYS. 14–21**. Zewnętrzne warstwy dachu można wymienić lub naprawić bez większych problemów. Podobnie będzie to wyglądało z warstwami i konstrukcjami znajdującymi się bezpośrednio pod pokryciem.

Inny problem dotyczy wentylowanych stropodachów zamkniętych (**FOT. 3, RYS. 1–13**). W takich przypadkach proponuje się wdmuchiwanie granulatu izolacji na powierzchnie poziome, natomiast zaleca się docieplenie przegród pionowych (attyk) od zewnątrz i od środka (**RYS. 7–11**) metodą natrysku, np. pianką z tych samych miejsc, z których będzie rozprowadzany granulatu. Będzie to możliwe do wykonania również przez otwory w pokryciu i płytach dachowych, gdyby pojawiła się taka konieczność. Wdmuchiwaniami granulatu można również ograniczyć efekt mostków cieplnych w miejscach ustawienia ścianek poddaszy (**RYS. 12–13**). W przypadku wyboru tej ostat-

niej metody docieplania przestrzeni poziomych stropodachów należy pamiętać o ich osiadaniu i przewidzieć naddatek warstwy ocieplającej lub docieplającej, zgodnie ze wzorem [5–6]:

$$d_{inst} = \frac{d_{nom}}{1 - S_d}$$

gdzie:

d_{inst} – grubość fizycznie wbudowywana,

d_{nom} – grubość nominalna (projektowana),

S_d – deklarowana poprawka ze względu na osiadanie granulatu.

W normie [6] określono trzy klasy osiadania materiałów izolacyjnych z wełny mineralnej:

- » s1 – poniżej 1,49% wysokości nasypowej,
- » s2 – 1–5% wysokości nasypowej,
- » s3 – 5–10% wysokości nasypowej.

Obciążenie konstrukcji stropodachowych granulatem będzie niewielkie, toteż nie powinno ono wpłynąć na zmniejszenie nośności ich elementów konstrukcyjnych.

Gęstości materiałów wdmuchiwanym [5]:

- » celuloza – 25–40 kg/m³,
- » wełna mineralna – 12–30 kg/m³,
- » wełna mineralna skalna – 25–60 kg/m³.

Tematyka poruszona w tym artykule została szerzej omówiona w artykule [5]. W celu ograniczenia zużycia energii przeznaczonej na chłodzenie pomieszczeń w cieplejszych okresach roku można stosować barwy pokryć o niższych współczynnikach absorpcji promieni słonecznych.

LITERATURA

1. 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).
2. D. Bajno, „Dachy. Zasady kształtowania i utrzymywania”, PWN, Warszawa 2016.
3. D. Bajno, „Wymagania dla dachów płaskich i stromych od 2021 r.”, „Warunki Techniczne 2021”, Wydanie Specjalne miesięcznika „IZOLACJE” 2/2020.
4. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (DzU z 2020 r., poz. 1333).
5. R. Zaorski, „Osiadanie materiałów termoizolacyjnych używanych do ocieplania metodą wdmuchiwania”, „IZOLACJE” 9/2020, s. 34.
6. PN EN 14064: 2018, „Thermal insulation products of buildings. In-situ formed loose-fill mineral wool (MW) products. Specification for the loose-fill products before installation”.

DARIUSZ BAJNO ukończył Wydział Budownictwa Politechniki Opolskiej, doktorat obronił na Politechnice Gdańskiej. Stopień doktora habilitowanego uzyskał na Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym w Bydgoszczy, którego jest obecnie pracownikiem dydaktyczno-naukowym. Jest rzeczoznawcą Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego w zakresie opieki nad zabytkami w dziedzinie architektura i budownictwo (sekcja konstrukcje budowlane i inżynierskie, procesy fizyczne w obiektach zabytkowych). Zajmuje się orzecznictwem technicznym w budownictwie oraz projektowaniem konstrukcji budowlanych. Jest autorem ponad 70 publikacji krajowych i zagranicznych, dwóch monografii, 250 ekspertyz technicznych, 390 opinii i orzeczeń technicznych oraz ponad 300 projektów budowlano-wykonawczych w zakresie konstrukcji.

PIOTR WOLAŃSKI, KATARZYNA WOLAŃSKA

90

DACHY ZIELONE A POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW

Płaskie dachy, szczególnie w miastach, to przestrzeń, którą można zagospodarować i wykorzystać w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu, poprawiając efektywność energetyczną budynków, ograniczając emisję CO₂ do atmosfery i osiągając wymierne oszczędności ekonomiczne dzięki niższym kosztom ogrzewania w zimie i klimatyzowania w lecie.

Budynki odpowiadają za około 40% zużycia energii w UE i 36% emisji gazów cieplarnianych. Jedynie 1 procent budynków poddaje się co roku renowacji pod kątem efektywności energetycznej. Dlatego skuteczne działania w tym zakresie mają ogromne znaczenie w dążeniu do tego, aby Europa stała się neutralna klimatycznie [1]. Jednym z elementów kompleksowych modernizacji powinny stać się renowacje dachów.

ZALETY ZIELONYCH DACHÓW

Podstawowe zalety zielonych dachów, przyczyniające się do zapobiegania skutkom zmian klimatu, to: retencjonowanie wód opadowych i zmniejszanie ryzyka powodzi miejskich, ograniczanie tak zwanych miejskich wysp ciepła i niwelowanie negatywnych skutków tego zjawiska, a także wspieranie różnorodności biologicznej poprzez tworzenie w miastach siedlisk dla fauny i flory oraz systemów zielonych korytarzy. Dachy pokryte roślinnością mają korzystny wpływ na oczyszczanie powietrza i poprawę efektywności energetycznej budynków, a co za tym idzie ograniczenie emisji CO₂ do atmosfery. Oszczędności energii w budynkach wyposażonych w takie dachy wynikają przede wszystkim z lepszej izolacji termicznej dachów wykończonych zielenią niż tych tradycyjnych – ze standardowym pokryciem.

EUROPEJSKIE PRZYKŁADY

W większości miast i państw europejskich rośnie świadomość potencjału zielonych dachów w zakresie poprawy efektywności energetycznej budynków i korzyści wynikających ze stosowania tego rozwiązania w celu zapobiegania skutkom zmian klimatycznych.

Przykładem może być Hamburg, który prowadzi bardzo przemyślane, strategiczne działania wspierające budowę zielonych dachów, jako narzędzia w walce z niekorzystnymi zmianami kli-

Skontaktuj się z naszymi specjalistami i sprawdź atrakcyjne oferty na

HurtowniaStyropianu.pl

matu. To hanzeatyckie miasto jest pierwszą niemiecką metropolią, która rozwinęła wszechstronną strategię zielonych dachów. Strategia, której celem było stymulowanie ich budowy, jest realizowana od kwietnia 2014 r. Jej założeniem było obsadzenie roślinnością aż 100 ha powierzchni dachowej w obszarze miejskim, co stanowi 70% wszystkich dachów, na których można zastosować tę technologię. Projekt został zainicjowany przez Hamburgskie Ministerstwo Środowiska i Energii we współpracy z Uniwersytetem Hafencity. Ministerstwo Środowiska i Energii zapewniło wsparcie finansowe potrzebne do stworzenia zielonych dachów – w sumie było to 3 mln EUR w latach 2015–2019. Do programu dotacyjnego były kwalifikowane zarówno renowacje dachów na budynkach istniejących, jak i budowa zielonych dachów na nowych obiektach [2].

Kolejnym przykładem są Czechy, gdzie budowa zielonych dachów jest dotowana w ramach programu „Nová zelená úsporám” (co można tłumaczyć jako „Nowe zielone oszczędności”), którego celem jest poprawa efektywności energetycznej istniejących budynków (renowacje) lub budowa nowych, energooszczędnych domów jednorodzinnych i wielorodzinnych. Takie dachy są więc traktowane jako jeden z elementów wpływających na lepszą efektywność energetyczną budynków. Program powstał w latach 2009–2010 i od tamtej pory przeszedł szereg ulepszeń. Obecnie w ramach tego programu wsparcie budowy zielonych dachów jest udzielane w formie stałej dotacji w wysokości 800 CZK/m² powierzchni. Od maja 2020 r. podniesiono kwotę dotacji z pierwotnej kwoty 500 CZK/m². Obejmuje on realizację zielonych dachów w uprawie ekstenzywnej, półintensywnej oraz intensywnej [3].

W Londynie, jak podaje Dusty Gedge, prezydent European Federation of Green Roof Associations, niemal trzy czwarte powierzchni miasta stanowią dachy. Tylko w samym centrum prawie 32% dachów może być zmodernizowanych z zastosowaniem technologii zielonych dachów. To pokazuje, jaki jest potencjał dachów, który może być wykorzystany w procesach mitygacji i adaptacji do zmian klimatu w tej metropolii. Podobnie może być w innych dużych miastach na świecie. Warto dodać, że w ostatnich 20 latach w Londynie powstało około 1,5 miliona metrów kwadratowych zielonych dachów [4].

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA BUDYNKÓW Z ZIELONYMI DACHAMI

Zielone dachy nie nagrzewają się w takim stopniu jak wykończone standardowymi materiałami pokryciowymi. Badania prowadzone w Nowym Jorku (Rosenzweig i in. 2006 r.) wykazały, że w upalne letnie popołudnie temperatura powierzchni dachu pokrytego standardowym pokryciem może być nawet o 40°C wyższa od temperatury powierzchni zielonego dachu. Średnio (pomiar prowadzone w lipcu 2003 r.) temperatura powierzchni standardowego dachu była wyższa o 19°C w ciągu dnia i niższa o 8°C nocą od powierzchni zielonego dachu. Z kolei temperatura wewnątrz budynku pokrytego zielonym dachem była w dzień średnio o 2°C niższa, a w nocy średnio o 0,3°C wyższa. Oznacza to oszczędność energii związanej z ograniczeniem strat ciepła przez stropodach w zimie oraz mniejszą potrzebę klimatyzowania pomieszczeń w lecie. Badania przeprowadzone dla budynków wielopiętrowych w Madrycie (Alcazar i Bass, 2005 r.) wykazały, że oszczędność

energii wynosi 0,5% w sezonie grzewczym oraz 6% w sezonie letnim. Obecność zielonego dachu pozwala na obniżenie temperatury w pomieszczeniach pod nim średnio o 2–5°C [5, 6], natomiast 20 cm warstwa substratu i 20–40 cm warstwa roślinności ma identyczne właściwości izolacyjne co 15 cm warstwa wełny mineralnej [7, 8].

Dachy zielone mają więc wpływ na redukcję emisji CO₂ do atmosfery – obniżając temperaturę, przyczyniają się do oszczędności energetycznych, co pozwala na redukcję CO₂ emitowanego przy produkcji energii.

Ponadto roślinność posadzona na dachach pochłania CO₂ i w procesie fotosyntezy produkuje tlen, filtrując przy tym zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu.



FOT. Fotowoltaika na zielonym dachu z roślinnością w uprawie ekstensywnej; fot.: Optigruen International AG

ROLA DACHÓW ZIELONYCH W STRATEGII FALA RENOWACJI

Potwierdzeniem roli jaką będzie miała zielona infrastruktura, w tym dachy zielone w realizacji strategii Fala Renowacji jest list jaki Prezes Światowej Sieci Zielonej Infrastruktury (*World Green Infrastructure Network* – WGIN) prof. Manfred Koehler otrzymał z DG ENER opracowującej i realizującej politykę Komisji Europejskiej w zakresie energii. WGIN aktywnie włączało się w opracowywanie strategii Fala Renowacji i będzie współpracować przy jej implementacji. W liście Komisji Europejskiej skierowanym do WGIN została podkreślona rola tzw. Nature Based Solution (NBS) i znalazło się potwierdzenie, że rozwiązania oparte na zasobach przyrody są wyróżnione wśród głównych obszarów interwencji i prowadzą do zdecydowanych działań umożliwiających szerokie spektrum zmian w ramach Fali Renowacji. Z ramienia polskich organizacji z WGIN współpracuje Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone”, którego Prezes dr inż. Marta Weber-Siwińska jest członkiem zarządu Światowej Sieci Zielonej Infrastruktury.

PRODUKCJA ENERGII NA ZIELONYCH DACHACH

Mówiąc o efektywności energetycznej w kontekście dachów zielonych, warto podkreślić, że zastosowanie paneli fotowoltaicznych na dachu obsadzonym roślinnością podnosi efektywność działania samej instalacji solarnej [9]. Zachodzi tu efekt synergii podczas wytwarzania prądu – stosunkowo niska temperatura powierzchni zazielenionej (w porównaniu do dachów tradycyjnych) prowadzi do mniejszego nagrzewania modułów fotowoltaicznych, co poprawia ich sprawność.

Przed podjęciem decyzji o budowie zielonego dachu na istniejącym budynku trzeba sprawdzić kilka istotnych elementów związanych ze stanem technicznym samego dachu oraz całego budynku. Pomocne w tym mogą być odpowiedzi na poniższe pytania. Przede wszystkim, czy stan

techniczny i konstrukcja istniejącego budynku i jego dachu wytrzymają obciążenie warstwami zielonego dachu, w sytuacji ich pełnego nasycenia wodą? Czy zastosowano lub można zastosować izolację wodochronną, która jest odporna na przerastanie przez korzenie roślin? Czy, jeśli istniejący dach płaski jest np. balastowany żwirem, to po zdemontowaniu tej warstwy będzie można ułożyć lekki zielony dach mający tę samą wagę, co znajdująca się do tej pory na dachu warstwa żwiru?

Powyżej zasygnalizowano jedynie kilka kwestii, na które należy zwrócić uwagę, podejmując decyzję o renowacji dachu i zastosowaniu na nim technologii zielonego dachu. Przy czym należy zaznaczyć, że nie wyczerpują one tego zagadnienia. Każdy projekt renowacji dachu należy rozpatrywać indywidualnie, biorąc pod uwagę stan i dane techniczne konkretnego budynku, we współpracy z architektem i konstruktorem, a także z dostawcą technologii zielonego dachu i wykonawcą.

Jak pokazują doświadczenia z licznych miast europejskich, jeśli zachodzi potrzeba renowacji budynku, poprawy jego efektywności energetycznej i stworzenia zielonego dachu na istniejącym obiekcie, to zastosowanie mogą mieć specjalistyczne systemy lekkich dachów zielonych, które są dostępne także w Polsce.

LITERATURA

1. „Fala Renowacji – korzyści wynikające z kompleksowej modernizacji energetycznej budynków”, „IZOLACJE” 10/2020, s. 21–26.
2. K. Wolańska, „Strategia zielonych dachów miasta Hamburg”, wywiad z Klausem Hoppe z Wydziału Architektury Krajobrazu i Zieleni Miejskiej Urzędu Środowiska i Energii miasta Hamburg, ZielonaInfrastruktura.pl (dostęp 12.11.2020 r.).
3. sfzp.cz/zvysujeme-dotaci-na-zelene-strechy (dostęp 09.11.2020 r.).
4. Dusty Gedge, „World Green Roof Day”, www.worldgreenroofday.com (dostęp 09.11.2020 r.).
5. Y. Harazono, „Effect of rooftop vegetation using artificial substrates on the urban climate and the thermal load of buildings”, „Energy and Building” 15–16/1990/91, s.435–442.
6. R. Kumar, S. Kaushik, „Performance evaluation of green roof and shading for thermal protection of building”, „Energy and Building”, 40/2005, s. 505–511.
7. N. H. Wong, Y. Chen, „Tropical urban heat islands. Climate, buildings and greenery”, Nowy Jork 2009.
8. M. Kuhn, „Rooftop greening”, „Eco Architecture”, 1996.
9. FLL, „Wytyczne dla dachów zielonych – wytyczne do projektowania, wykonywania i utrzymania dachów zielonych”, DAFA 2020.

PIOTR WOLAŃSKI od 13 lat zajmuje się dachami zielonymi, konsultuje projekty, realizuje inwestycje, współpracuje ze środowiskiem naukowym przy projektach innowacyjnych dla branży. Jest współzałożycielem Grupy Merytorycznej Dachy Zielone w ramach Stowarzyszenia DAFA, a także jednym z inicjatorów wydania w Polsce „Wytycznych dla dachów zielonych” FLL. Aktywnie uczestniczył w pracach Zespołu Redakcyjnego DAFA opracowującego dwa polskie wydania wytycznych. Jest także członkiem zwyczajnym Polskiego Stowarzyszenia „Dachy Zielone”.

KATARZYNA WOLAŃSKA – dziennikarka specjalizująca się w tematyce zielonej infrastruktury i wykorzystywania dachów zielonych w procesach adaptacji do zmian klimatu. Koordynator Grupy Merytorycznej Dachy Zielone w Stowarzyszeniu Wykonawców Dachów Płaskich i Fasad DAFA. Jest także członkiem zwyczajnym i członkiem Zarządu Polskiego Stowarzyszenia „Dachy Zielone”.

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

94

DOCIEPLANIE BUDYNKÓW OD WEWNĄTRZ – WYMAGANIA PRAWNE I ZALECENIA DO PROJEKTOWANIA

Obowiązujące w Polsce wymagania prawne związane z docieplaniem budynków od wewnątrz obejmują zarówno przepisy podstawowe zdefiniowane w dokumentach unijnych, jak i wymagania szczegółowe, zawarte w dokumentach krajowych. A ich realizację umożliwiają dostępne na rynku rozwiązania technologiczno-materiałowe.

Wymagania prawne [1–3] z zakresu ochrony cieplnej budynków wpływają na sposób projektowania nowych budynków, a także na utrzymanie i eksploatację już istniejących. W obiektach nowo projektowanych odpowiednią izolacyjność przegród budowlanych i wymagany współcześnie standard energetyczny [4–5] można osiągnąć dzięki zastosowaniu przez projektanta nowoczesnych technologii i materiałów. Natomiast w budynkach objętych ochroną konserwatorską ocieplenie wykonuje się od strony ich wewnętrznej [6]. Takie rozwiązanie wymusza zastosowanie bardziej zaawansowanych metod projektowych, uwzględniających charakter budynku i sposób jego eksploatacji [7–9]. Z punktu widzenia fizyki budowli umieszczanie materiału termoizolacyjnego od strony wewnętrznej nie jest jednak poprawne, chociażby ze względu na ryzyko wykraplania się dyfundującej pary wodnej. Współczesne rozwiązania materiałowe pozwalają jednak na skuteczną poprawę stanu termicznego przegród budowlanych dzięki izolacji wewnętrznej, pod warunkiem poprawnie przeprowadzonych obliczeń poprzedzonych szczegółowymi analizami stanu istniejącego, uwzględnienia rzeczywistego klimatu zewnętrznego oraz użytkowania pomieszczeń.

UWARUNKOWANIA PRAWNE

WYMAGANIA PODSTAWOWE

Obecna polityka proekologiczna zmusza państwa unijne do podnoszenia standardu energetycznego budynków [4–5]. W oparciu o dyrektywę 2018/844/UE definiowane są wymagania dotyczące poprawy efektywności energetycznej oraz dekarbonizacji budynków, tj. eliminacji emisji CO₂. Państwa członkowskie zostały zobligowane do opracowania długoterminowej strategii renowacji budynków mieszkalnych i niemieszkalnych, zarówno publicznych, jak i prywatnych.

Skontaktuj się z naszymi specjalistami i sprawdź atrakcyjne oferty na

HurtowniaStyropianu.pl

Polityka prowadzone przez Unię Europejską nakłada w tym zakresie duże wymagania w stosunku do budynków, a zwłaszcza już istniejących (poprzednia dyrektywa 2010/31/EU stawiała wymagania przede wszystkim budynkom nowoprojektowanym). Już dziś wiemy, że będą one trudne do zrealizowania. Nie mamy bowiem wpływu na kształtowanie bryły i obudowy istniejących budynków oraz na dobór rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych. Jedyną możliwością podniesienia ich standardu energetycznego będzie termoizolacja przegród oraz zmiana istniejącego źródła i nośnika energii lub dodatkowo wytwarzanie energii na własne potrzeby (OZE).

Program podnoszenia jakości energetycznej budynków dotyczy również budynków zabytkowych. Ze względu jednak na unikatowy charakter takich obiektów dyrektywa 2018/844 [3] sugeruje stosowanie innowacyjnych rozwiązań, służących poprawie charakterystyki energetycznej budynków i obiektów zabytkowych, jak również ich testowanie z jednoczesnym zachowaniem i ochroną dziedzictwa kulturowego. Wyjątek stanowią kategorie tzw. budynków chronionych, stanowiących część wyznaczonego środowiska lub z powodu ich szczególnych wartości architektonicznych lub historycznych, jeśli zgodność z pewnymi minimalnymi wymaganiami w zakresie charakterystyki energetycznej zmieniłaby w sposób niedopuszczalny ich charakter lub wygląd. Dotyczy to użytkowanych miejsc kultu i przeznaczonych na działalność religijną.

WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

Zgodnie z ustawą Prawo budowlane art. 5.1. [1], czynności związane z projektowaniem i budowaniem należy prowadzić, zapewniając „spełnienie podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych”, do których zalicza się m.in. „oszczędności energii i izolacyjności cieplnej”, jak również „ochronę obiektów wpisanych do rejestru zabytków oraz obiektów objętych ochroną konserwatorską” (art. 5.1. ust. 7 [1]).

Termomodernizacja budynków zabytkowych wpisuje się w wymaganie podstawowe: oszczędność energii i izolacyjność cieplną. Zgodnie z ustawą o wspieraniu termomodernizacji [6, 10], obejmuje ona między innymi takie działania, jak ocieplenie przegród zewnętrznych, wymianę stolarki, modernizację systemu grzewczego i wentylacyjnego. W przypadku robót budowlanych polegających na dociepleniu budynku, obejmujących ponad 25% powierzchni jego przegród zewnętrznych, należy spełnić wymagania minimalne, dotyczące energooszczędności i ochrony cieplnej, przewidziane w przepisach techniczno-budowlanych [2] dla przebudowy budynku – art. 5. 2b [1].

Szeroko rozumiane roboty budowlane, zdefiniowane w art. 29 Prawa budowlanego [1], w które wpisuje się m.in. termomodernizacja budynków wpisanych do rejestru zabytków do wysokości 25 m, wymaga pozwolenia na budowę. Na obszarze wpisanym do rejestru zabytków – wymagają one dokonania zgłoszenia, o którym mowa w art. 30 ust. 1 [10] – przy czym do wniosku o pozwolenie na budowę oraz do zgłoszenia należy dołączyć pozwolenie właściwego wojewódzkiego konserwatora zabytków, wydane na podstawie przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami.

Wymagania podstawowe, ogólnikowo zdefiniowane w art. 5.1. Prawa budowlanego, dotyczące efektywności energetycznej i związane z szeroko rozumianą termomodernizacją, dokład-

Rodzaj budynku		Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody EP_{H+W} [kWh/(m ² ·rok)]	
		od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r.
Budynek mieszkalny	jednorodzinny	95	70
	wielorodzinny	85	65
Budynek zamieszkania zbiorowego		85	75
Budynek użyteczności publicznej	opieki zdrowotnej	290	190
	pozostałe	60	45

TABELA 1. Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej [2]

Rodzaj przegrody	Temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m ² ·K)]	
		od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r. ¹⁾
Ściany zewnętrzne	$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,23	0,20
	$8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45	0,45
	$t_i < 8^\circ\text{C}$	0,90	0,90

TABELA 2. Wymagania minimalnej izolacyjności cieplnej dla ścian zewnętrznych [2]

¹⁾ od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością

nie zdefiniowano w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych (Dział X, § 328–329 oraz w załączniku 2 do rozporządzenia [2]).

Zgodnie z § 328 Warunków Technicznych [2] „budynek i jego instalacje (...) powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający spełnienie następujących wymagań minimalnych:

- 1) wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m²·rok)],
- 2) przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia”.

W budynku, który podlega przebudowie, wymagane jest, aby przegrody spełniały wymagania minimalnej izolacyjności cieplnej, określonej w załączniku do rozporządzenia [2].

Wymagania zawarte w § 328 Warunków Technicznych nie muszą zostać spełnione w sytuacji, gdy rozwiązanie zagraża poprawnemu funkcjonowaniu układu ściennego oraz nie jest zgodne z założeniami ochrony konserwatorskiej, czyli „powoduje uszczerbek dla wartości zabytków” – art. 4 [6].

Wymagania, które należy uznać jednak za obligatoryjne – i zdaniem autorów najważniejsze – dotyczą eliminowania kondensacji pary wodnej na powierzchni przegrody i w jej warstwach:

„1. Na wewnętrznej powierzchni nieprzezroczystej przegrody zewnętrznej nie może występować kondensacja pary wodnej umożliwiająca rozwój grzybów pleśniowych.

2. We wnętrzu przegrody, o której mowa w ust. 1, nie może występować narastające w kolejnych latach zawilgocenie spowodowane kondensacją pary wodnej.

3. Warunki określone w ust. 1 i 2 uważa się za spełnione, jeśli przegrody odpowiadają wymaganiom określonym w pkt 2.2.4 załącznika nr 2 do rozporządzenia” (§ 321).

DIAGNOSTYKA CIEPLNO-WILGOTNOŚCIOWA

Powodzenie zabiegów remontowych i modernizacyjnych, przeprowadzanych w budynkach zabytkowych lub znajdujących się w strefie ochrony konserwatora zabytków, zależy od wielu czynników. W typowym projekcie remontu obiektów zabytkowych obejmującego elewację, wyszczególnia się uszkodzone elementy konstrukcji stropu i/lub dachu oraz załącza:

- » inwentaryzację obiektu i dokumentację cyfrową elewacji budynku,
- » projekt kolorystyki i remontu elewacji wraz z wymianą stolarki okienno-drzwiowej,
- » projekt wymiany pokrycia dachowego,
- » projekt konstrukcji zawierającą opinię techniczną o stanie elewacji i konstrukcji dachu z możliwością remontu wraz z niezbędnymi rozwiązaniami, wynikającymi z technologii remontu elewacji,
- » ekspertyzę mikologiczną, gdy widoczne jest zawilgocenie lub wymaga jej konserwator zabytków,
- » badania stratygraficzne, wymagane przez konserwatora zabytków,
- » projekt architektoniczny detalu reklam dla kamienicy, wymagany przez konserwatora, jeśli inwestor ją przewiduje,
- » badanie zasolenia murów,
- » badanie zawilgocenia, zwłaszcza podziemnej części budynku, których konsekwencją jest zapis o konieczności ich osuszenia i wykonania nowej izolacji pionowej,
- » wycenę przedmiaru robót i kosztorys inwestorski.

W budynkach z zabytkowymi elewacjami, dla których projektuje się zmianę sposobu użytkowania po wykonanym remoncie, czasem inwestor, lub w nielicznych przypadkach architekt, decyduje się na poprawę izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych przez docieplenia ich od strony wewnętrznej. Zdaniem autorów wszystkie działania projektowe związane z wymianą materiałów budowlanych (np. belek stropowych drewnianych na stalowe), a także zmianą budowy przegrody zewnętrznej (np. przez dołożenie warstwy termoizolacyjnej) czy zmianą sposobu użytkowania powinny zostać uzasadnione. Ponadto należy wykazać, iż projektowane zmiany nie doprowadzą w przyszłości do niekorzystnych efektów wilgotnościowych w nieremontowanej części zabytkowego obiektu. Przy czym w budynkach historycznych niekorzystne zmiany dotyczą przede wszystkim wilgotności większości materiałów wbudowanych.

WYTYCZNE PROJEKTOWE W DOCIEPLENIACH OD WEWNĄTRZ

Zalecane metody obliczeń dopasowane są do typowej budowy przegrody i ściśle nie precyzują warunków prowadzenia obliczeń, służących ocenie ciepłno-wilgotnościowej przegrody przy nietypowym rozwiązaniu projektowym, jakim jest jej docieplenie od strony wewnętrznej.

Autorzy proponują następującą metodykę oceny możliwości docieplenia do strony wewnętrznej ze względu na możliwość zawilgocenia i zagrzybienia budowlanej:

- » rozpoznanie budowy materiałowej przegrody przez wykonanie odkrywek i pomiar grubości istniejących warstw,
- » pomiar wilgotności powierzchniowej metodami nieinwazyjnymi, a przy murach ceramicznych grubości powyżej 51 cm, badania wilgotności masowej przez pobieranie próbek z odkrywki,
- » oznaczenie chłonności kapilarnej muru,

- » ustalenie rodzaju materiału warstw ściany i dopasowanie właściwości fizycznych przy wykorzystaniu dostępnych danych,
- » inwentaryzacja miejsc wrażliwych – liniowych mostków cieplnych,
- » wybór materiału i technologii docieplenia,
- » zalecane jest wykonanie obliczeń zmian wilgotności murów w programach do symulacji w modelu 2D, prowadzonych z uwzględnieniem rzeczywistych parametrów klimatu lokalnego i środowiska wewnętrznego (wilgotność względna, temperatura),
 - obliczenie temperatury na styku warstw: ściana istniejąca–materiał izolacji cieplnej, przy uwzględnieniu dwuwymiarowego przepływu ciepła,
 - dla ścian wzniesionych z cegły ceramicznej bez rozróżniania rodzaju muru ceglanego oraz ścian betonowych zaleca się dobór grubości materiału do izolacji cieplnej tak, aby po dociepleniu całkowita wartość oporu cieplnego znajdowała się w przedziale 0,5–3,0 (m²·K)/W,
 - dla nowo projektowanych warstw dociepleniowych w zależności od wilgotności pomieszczeń: $s_d > 1500$ m, dla pomieszczeń o podwyższonej wilgotności $RH > 0,65$; $s_d < 0,5$ m dla pomieszczeń o wilgotności $RH < 0,65$ [7–9],
- » we wszystkich sytuacjach należy wykonać obliczenia cieplne spodziewanego rozkładu pola temperatury w modelach 2D w miejscach szczególnych (naroża, połączenie stropu ze ścianą zewnętrzną itp.) w celu obliczenia wskaźnika f_{Rsi} ; obliczony wskaźnik powinien spełniać warunek zawarty w [2], to jest $f_{Rsi} > 0,72$,
- » w ścianach o niejednorodnej budowie, w tym np. o zmiennej grubości czy tzw. murów pruskich, oraz przy dociepleniu ścian tylko na jednej kondygnacji, gdy istnieje ryzyko pogorszenia warunków cieplno-wilgotnościowych w sąsiadujących pomieszczeniach niezbędne jest wykonanie modelu 3D,
- » analizy cieplne i cieplno-wilgotnościowe powinny obejmować nie tylko pomieszczenie docieplane od strony wewnętrznej, ale też bezpośrednio z nim sąsiadujące.

PRZYPADEK SZCZEGÓLNY DOCIEPLENIA OD WEWNĄTRZ

Jako przypadek szczególny docieplenia od wewnątrz rozpatrzono połączenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnej z cegły ceramicznej pełnej o gr. 38 cm ze ścianą kondygnacji wyższej z muru pruskiego o gr. 25, docieplonej od strony wewnętrznej i typowego stropu belkowego ze ślepym pułapem.

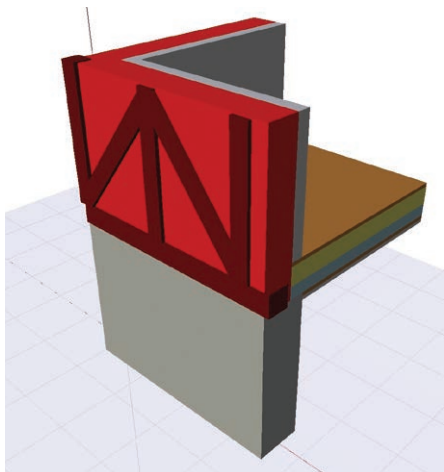
Uproszczony model połączenia ścian i stropu międzykondygnacyjnego pokazano na **RYS. 1**.

W obliczeniach przyjęto typowe właściwości cieplne materiałów:

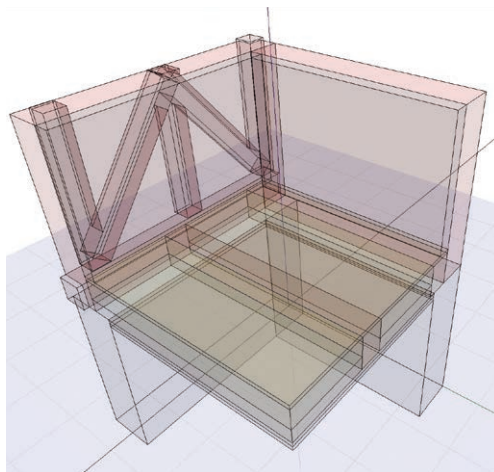
- » mur ceglany $\lambda_{x,y,z} = 0,77$ W/(m·K),
- » drewno (deski, belki) $\lambda_{x,y} = 0,18$ W/(m·K), $\lambda_z = 0,23$ W/(m·K),
- » polepa $\lambda_{x,y,z} = 0,60$ W/(m·K),
- » tynki wapienno-cementowe $\lambda_{x,y,z} = 1,00$ W/(m·K),
- » materiał do izolacji wewnętrznej $\lambda_{x,y,z} = 0,045$ W/(m·K).

Jako warunki brzegowe przyjęto temperatury krytyczne jak dla III strefy klimatycznej: -20°C i $+20^{\circ}\text{C}$ wewnątrz mieszkania.

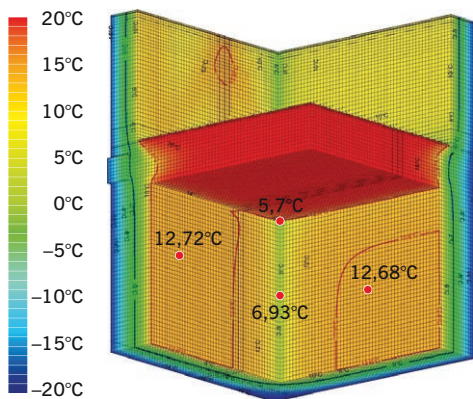
Obliczenia cieplne rozkładu pola temperatury wykonano w programie do inżynierskich obliczeń cieplnych Psi-therm 3D. Analizowano temperatury naroży, górnego i dolnego przy ścianach



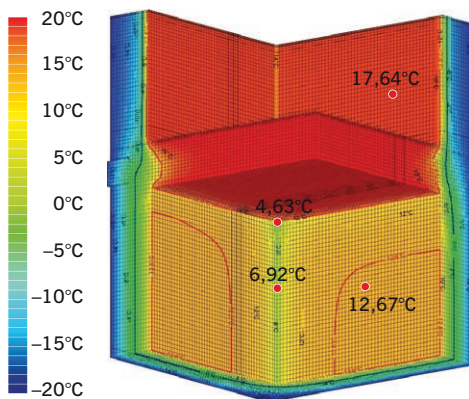
RYS. 1. Model połączenia ścian o różnej grubości i budowie ze stropem międzykondygnacyjnym;
rys.: autorzy



RYS. 2. Model obliczeniowy. Widoczne elementy wewnątrz ściany (mur pruski) oraz belki stropu międzykondygnacyjnego;
rys.: autorzy



RYS. 3. Naroże dolne – ściany powyżej nieocieplone; temperatura t_{ND1} w narożu płaskim 2D $t_{ND1} = 6,93^{\circ}\text{C}$, temperatura w narożu 3D $t_{ND2} = 5,70^{\circ}\text{C}$; rys.: autorzy

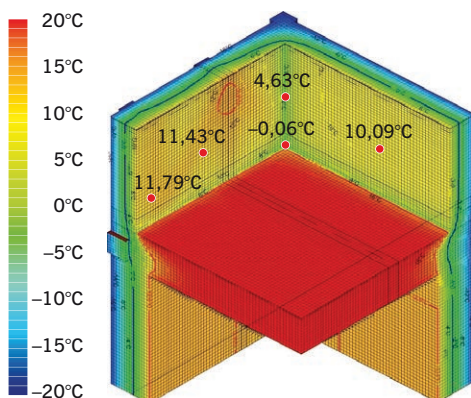


RYS. 4. Naroże dolne – ściany powyżej stropu ocieplone; temperatura t_{ND1} w narożu płaskim 2D $t_{ND1} = 6,92^{\circ}\text{C}$, temperatura w narożu 3D $t_{ND2} = 4,63^{\circ}\text{C}$; rys.: autorzy

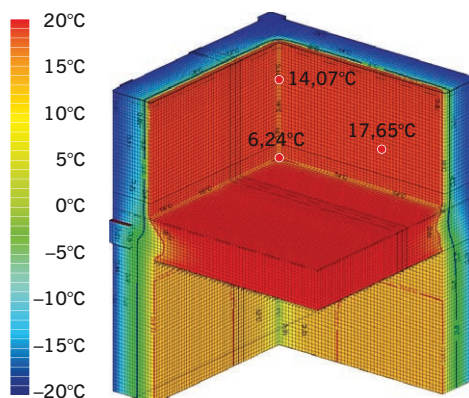
nieocieplonych i ścianach ocieplonych mieszkania górnego. Wyniki przedstawiono w formie graficznej.

Podsumowanie efektów docieplenia ścian mieszkania górnego:

- » w części, w której ocieplono ściany (mieszkanie górne), temperatura powierzchni przegrody i temperatura w narożu płaskim 2D oraz w narożu przestrzennym 3D, znacząco się poprawiły. Docieplenie zmniejszyło straty ciepła i koszty ogrzewania,
- » natomiast w mieszkaniu poniżej znacząco obniżyła się temperatura naroża przestrzennego 3D, pozostałe temperatury praktycznie bez zmian. Działanie „sąsiedzkie” spowoduje przyspieszoną kondensację powierzchniową w tym miejscu i znaczący wzrost prawdopodobieństwa



RYS. 5. Naroże górne – ściany powyżej stropu nieocieplone; temperatura t_{ND1} w narożu płaskim 2D $t_{NG1} = 4,63^{\circ}\text{C}$, temperatura w narożu 3D $t_{NG2} = -0,06^{\circ}\text{C}$; rys.: autorzy



RYS. 6. Naroże górne – ściany powyżej stropu ocieplone; temperatura t_{ND1} w narożu płaskim 2D $t_{NG1} = 14,07^{\circ}\text{C}$, temperatura w narożu 3D $t_{NG2} = 6,24^{\circ}\text{C}$; rys.: autorzy

zagrzybienia naroża dolnego w stosunku do stanu przed dociepleniem. Nieznacznie zwiększą się też koszty ogrzewania pomieszczenia.

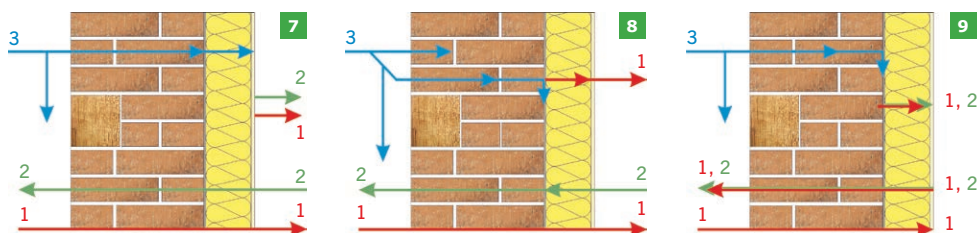
KLASYFIKACJA METOD DOCIEPLENIOWYCH

Stosując rozwiązania dociepleń ścian od strony wewnętrznej, mamy w teorii do wyboru trzy główne koncepcje rozwiązań:

- » ocieplenie od wewnątrz zapobiegające wystąpieniu kondensacji – norma DIN 4108-3 [11] zaleca, aby wartość dyfuzyjnie równoważnej grubości warstwy powietrza s_d izolacji termicznej lub zastosowanej paroizolacji przekraczała 1500 m,
- » ocieplenie od wewnątrz minimalizujące wystąpienie kondensacji – norma DIN 4108-3 [11] dopuszcza stosowanie materiałów stanowiących opór dyfuzyjny, dla których dyfuzyjnie równoważna grubość warstwy powietrza s_d zawiera się między 0,5 a 1500 m. Tak duże zróżnicowanie wielkości s_d wpływa niejednoznacznie na oceny poprawności realizowanych ociepleń,
- » ocieplenie od wewnątrz dopuszczające wystąpienie kondensacji z udowodnieniem, że powstający w niekorzystnym okresie kondensat odparuje w ciągu roku obliczeniowego – norma DIN 4108-3 [11] dopuszcza stosowanie materiałów stanowiących opór dyfuzyjny, dla których dyfuzyjnie równoważna grubość warstwy powietrza s_d jest mniejsza od 0,5 m. Wykorzystywane w tego typu rozwiązaniach materiały termoizolacyjne są aktywne kapilarnie i umożliwiają kumulowanie powstałego kondensatu w strukturze materiałowej, nie powodując pogorszenia ich właściwości fizycznych.

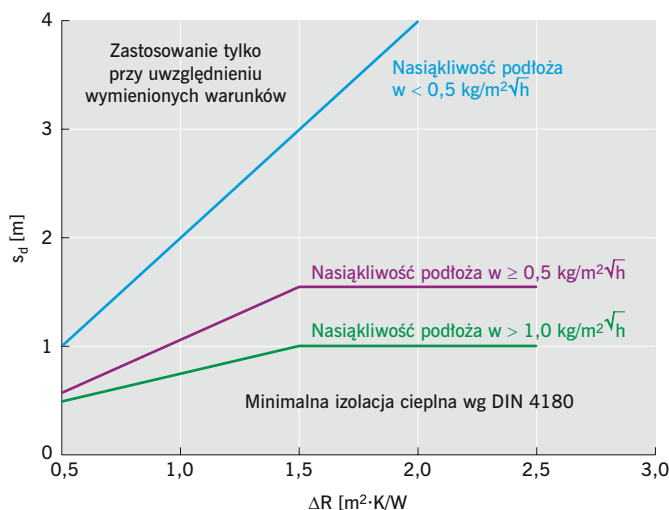
Systemy z paroizolacją od strony wnętrza sprawdzają się najlepiej w obiektach o wysokiej wilgotności. W związku z całkowitym uniemożliwieniem dyfuzji pary wodnej przez powierzchnię, należy zapewnić najwyższą efektywność instalacji wentylacyjnej.

W 2009 r. pojawił się dokument WTA-Merkblatt 6-4 2009-05 [13], w którym przedstawiono wybrane zagadnienia dotyczące projektowania izolacji cieplnej od wewnątrz. Tego typu rozwiązania prowadzą do wychłodzenia części konstrukcyjnej ściany, a tym samym redukują możliwość



RYS. 7-9. Wybrane metody ocieplania od wewnątrz dla ściany z muru pruskiego: metoda aktywna kapilarnie (7), metoda z limitowanym oporem cieplnym (8) oraz metoda z barierą paroszczelną (9); rys.: [12]

1 – letni strumień dyfuzji pary wodnej, 2 – zimowy strumień dyfuzji pary wodnej, 3 – strumień ukośnego deszczu



RYS. 10. Minimalne wymagania w zakresie warstwy dociepleniowej w zależności od oporu cieplnego docieplenia dla podłoży charakteryzujących się różną aktywnością kapilarną; rys.: [13]

osuszania istniejącej konstrukcji. Ocieplenie od wewnątrz ogranicza możliwości akumulacyjne ściany, powoduje szybszy spadek temperatury, a tym samym bardzo wysokie ryzyko kondensacji w warstwie granicznej między istniejącą konstrukcją a nowo zabudowaną izolacją. Obydwa efekty mogą prowadzić do zwiększonej penetracji wilgoci. Przedstawiona procedura pozwala w sposób uproszczony (graficzny) oszacować poprawność doboru rozwiązania materiałowego, w kontekście wodochłonności istniejącej przegrody i jej warstwy zewnętrznej.

Pierwszym elementem jest określenie wpływu deszczu na powłokę zewnętrzną muru, tj. określenie jej wodochłonności wyrażonej W_w [kg/m²h^{0,5}]. Jeżeli występuje wystarczająca ochrona przed deszczem zgodna z normą DIN 4108-3) [11], zwykle to wystarczy. Jeżeli warunek ten nie jest spełniony, korzysta się z diagramu (RYS. 2).

Jeżeli wartości graniczne i warunki brzegowe dla oporu dyfuzyjnego pary wodnej s_d , poprawa izolacji termicznej ΔR i kapilarność/chłonność podłoża W_w są zachowane, woda kondensacyjna nie wytrąca się przy warstwie granicznej między starą powierzchnią ściany a tylną stroną wewnętrznej izolacji. Sytuacje, które można wykryć za pomocą tej uproszczonej metody, są zatem praktycznie pozbawione kondensacji, ponieważ do tej pory woda jest głównie związana w materiale budowlanym. Jednocześnie oznacza to, że konstrukcje, w których może wystąpić kondensacja, nie mogą być wykrywane przez uproszczoną weryfikację. Wymagane są wtedy nowoczesne metody numeryczne.

Schemat można jednak stosować tylko wtedy, gdy:

- » działająca ochrona przeciwdeszczowa fasady jest sprawna,
- » istniejąca ściana zewnętrzna ma opór cieplny co najmniej $R \geq 0,39 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$,
- » przeważa normalny klimat w pomieszczeniu,
- » średnia roczna temperatura przekracza 7°C , a poprawa oporu ΔR nie powinna przekraczać 2,5 lub 2,0 $\text{(m}^2\cdot\text{K)/W}$.

Jeżeli jedno z tych wymagań nie zostanie spełnione, niezbędne są dokładne analizy i obliczenia.

PODSUMOWANIE

Technologia ocieplenia budynków zabytkowych od strony wewnętrznej pozwala zachować ich dotychczasowe walory i równocześnie podnieść standard energetyczny. Przedstawione w artykule wytyczne projektowe stanowią jedynie niewielki fragment kompleksowej diagnostyki i renowacji tego rodzaju budynków. W tego typu działaniach prawem nadrzędnym powinien być zapis art. 2.1. ustawy Prawo budowlane, który stanowi, że przepisy w nim zawarte „nie naruszają przepisów odrębnych, a w szczególności (...) o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami – w odniesieniu do obiektów i obszarów wpisanych do rejestru zabytków oraz obiektów i obszarów objętych ochroną konserwatorską na podstawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego”. Prace w budynku zabytkowym powinny być więc prowadzone z poszanowaniem zasady *Primum non nocere*, tj. po pierwsze nie szkodzić. Oznacza to, że należy je realizować zgodnie z zapisami obecnego prawa, zachowując dotychczasowe walory historycznych budynków jako całości.

LITERATURA

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (DzU z 1994, Nr 89, poz. 414, z późniejszymi zmianami).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami, tekst ujednolicony: DzU z 2017 r. poz. 2285).
3. B. Orlik-Koźdoń, „Termomodernizacja budynków zabytkowych cz. 1 Uwarunkowania prawne”, „Builder” 11/2019.
4. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE, 844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej.
5. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE, z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE.
6. Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów z dnia 21 listopada 2008 r. (DzU Nr 223, poz. 1459, z późn. zmianami).
7. B. Orlik-Koźdoń, T. Steidl, A. Szymanowska-Gwizdź, „Remont ścian w konstrukcji muru pruskiego budynków zabytkowych z dociepleniem od strony wewnętrznej”, „Materiały Budowlane”, 5/2000.
8. B. Orlik-Koźdoń, T. Steidl, „Impact of internal insulation on the hygrothermal performance of brick wall”, „J. Build. Phys”, vol. 41 iss. 2/2017, s. 120–134.

9. B. Orlik-Koźdoń, „Interior insulation of masonry walls – selected problems in the design”, „Energies”, vol. 12 iss. 20/2019.
10. Ustawa o zmianie ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz niektórych innych ustaw z dnia 6 grudnia 2018 r. (DzU 2019, Nr 1, poz. 51).
11. DIN 4108-3, „Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren Und Hinweise Für Planung Und Ausführung Enthält Randbedingungen Und Rechenvorschriften Für Das Glaser-Verfahren”.
12. R. Wójcik, „Docieplanie budynków od wewnątrz”, Grupa MEDIUM, Warszawa 2017.
13. Innendämmung nach WTA I Planungsleitfaden, Referat 6 Bauphysik und Bauchemie, Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V., Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2009.

BOŻENA ORLIK-KOŹDOŃ ukończyła Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Tytuł doktora nauk technicznych uzyskała w 2009 r. Pracuje w Katedrze Procesów Budowlanych 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.

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.

PROMOCJA



MGR INŻ. BARTŁOMIJ MONCZYŃSKI

104

NIE MA TERMOMODERNIZACJI BEZ HYDROIZOLACJI

Komisja Europejska w ciągu najbliższego dziesięciolecia zamierza – jak wynika z opublikowanej przez KE strategii na rzecz fali renowacji – zwiększyć co najmniej dwukrotnie wskaźniki renowacji, a także sprawić, aby przyczyniły się one do podniesienia standardu budynków oraz lepszego gospodarowania zasobami. Jej skutkiem może być odnowienie do 2030 r. nawet 35 mln budynków oraz stworzenie do 160 tys. dodatkowych miejsc pracy w sektorze budowlanym. Jako priorytetowe obszary działań w strategii wskazano obniżenie emisyjności wynikającej z ogrzewania i chłodzenia, rozwiązanie problemu ubóstwa energetycznego i budynków o najgorszej charakterystyce oraz renowację budynków publicznych (szkół, szpitali, budynków administracyjnych itp.). Z kolei wśród działań przewodnich wskazano m.in. wprowadzenie bardziej rygorystycznych przepisów, norm oraz informacji dotyczących charakterystyki energetycznej budynków [1].

Poprawa charakterystyki energetycznej budynków w sposób oczywisty związana jest z ograniczeniem strat ciepła. Termomodernizacja powinna być jednak procesem kompleksowym i nie powinna (a wręcz nie może) ograniczać się do renowacji izolacji cieplnej – należy również uwzględnić (co jest mniej oczywiste) wpływ, jaki na straty ciepła ma nadmierne zawilgocenie konstrukcji.

Woda stanowi podstawę życia – nie bez powodu tak wysoki poziom ekscytacji powodują doniesienia o jej znalezieniu (lub niezalezieniu) na innych planetach. Z drugiej jednak strony bywa ona groźna nie tylko dla człowieka, lecz również, jako wszechobecna w bezpośrednim ich sąsiedztwie, dla budynków. Uważa się, że to właśnie woda – we wszystkich swych stanach skupienia oraz różnorodnych związkach chemicznych – jest największym wrogiem materiałów budowlanych i stanowi główny katalizator szkód budowlanych [2]. Jeśli może ona wnikać w materiały, z których wykonano obiekt, powoduje nieodwracalne szkody, a transportowana kapilarnie może doprowadzić do zawilgocenia ścian do wysokości nawet kilku kondygnacji (FOT.). Następstwa zawilgocenia muru to, obok widocznych mankamentów w postaci plam czy porostu glonów, przede wszystkim szkody wywołane przez sól i mróz. Uszkodzenia substancji budowlanej oraz szkody materiałowe powstałe w wyniku destrukcyjnego działania wilgoci można

Skontaktuj się z naszymi specjalistami i sprawdź atrakcyjne oferty na

HurtowniaStyropianu.pl

Fizyczne	Chemiczne	Biologiczne
Zjawiska higroskopijne, termiczne i statyczne	Reakcje spoiwa, zanieczyszczenia, szkody spowodowane przez sól	Wpływy biogenne
<ul style="list-style-type: none"> ■ ruchy podłoża ■ uszkodzenia wywołane przez mróz ■ zmiany temperatury ■ utrata ciepła ■ rysy skurczowe powstające na skutek pęcznienia ■ zmiany materiałowe ■ przemoknięcia ścian 	<ul style="list-style-type: none"> ■ wykwyty solne ■ rozsadzanie na skutek pęcznienia ■ szkody spowodowane przez mróz i sól używaną do topienia pokrywy śnieżnej i lodowej ■ zmiany struktury ■ przemiany/reakcje spoiwa ■ wypłukiwanie wapna ■ plamy rdzy ■ korozja chemiczna 	<ul style="list-style-type: none"> ■ mikroorganizmy ■ naloty glonów ■ porost mchu ■ obrośnięcie porostami ■ nalot biocydów ■ zgrzybienie ■ porost pleśni ■ zanieczyszczenia

TABELA. Rodzaje uszkodzeń występujących w budynkach, których przyczyną (lub współprzyczyną) jest woda [2]



FOT. Budynek zawilgocony na skutek braku prawidłowej ochrony przed wodą; fot.: autor

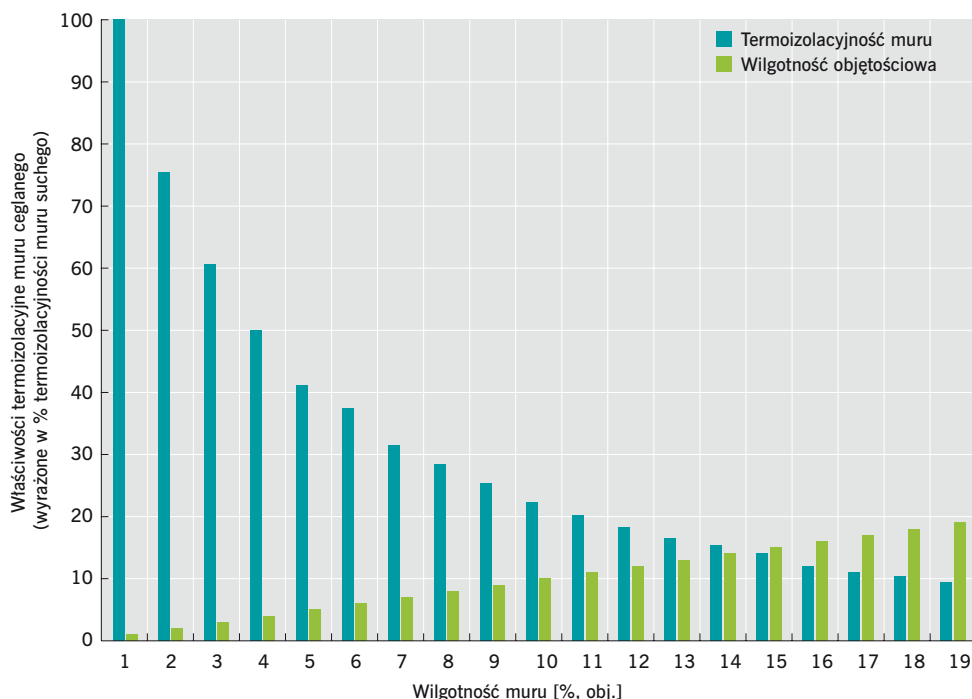
objektów nowo wznoszonych, ale również (a może przede wszystkim) w budynkach istniejących. Należy przyjąć, że większość obiektów składających się na tzw. stare budownictwo jest daleka od obecnych standardów i oczekiwań, zarówno pod względem izolacji termicznej, jak i ochrony przed wilgocią [3]. W istniejących budynkach występują poważne problemy związane z nadmiernym zawilgoceniem, do którego dochodzi z powodu braku lub uszkodzenia hydroizolacji, w wyniku kapilarnego podciągania wilgoci w murach, czy też higroskopijnej absorpcji wody związanej z zasoleniem przegrody lub tworzenia się kondensatu na skutek niewystarczającej termoizolacji. Nie bez wpływu pozostają również zawilgocenia powstałe na skutek przecieków przez dach czy nieprawidłowego odprowadzenia wód opadowych (zawilgacanie elewacji). A gdy uwzględni się zależność między wilgotnością a przewodnością cieplną, można szybko dojść do wniosku, że w wyniku zawilgocenia materiałów konstrukcyjnych lub termoizolacyjnych następuje znaczne zwiększenie przewodności cieplnej. Innymi słowy: im wyższa wilgotność, tym większe zmniejszenie izolacyjności termicznej.

podzielić na trzy podstawowe kategorie (TABELA):

- » fizyczne,
- » biologiczne,
- » chemiczne.

Szczególnie narażonymi elementami budynków są te, które bezpośrednio stykają się z gruntem (znajdują się poniżej jego poziomu) oraz występują w jego sąsiedztwie (cokół) – tzw. przyziemna strefa budynku.

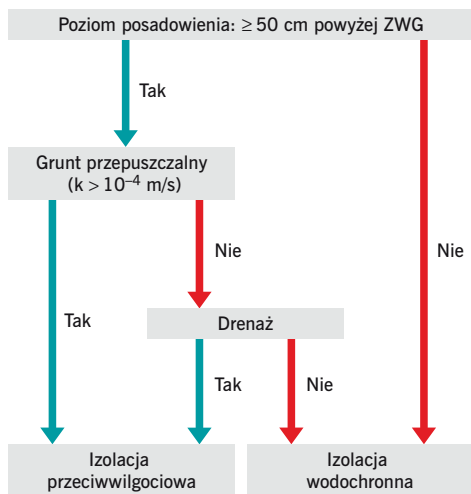
Ochrona przed negatywnym wpływem wody ma szczególne znaczenie nie tylko w przypadku



RYS. 1. Właściwości termoizolacyjne muru ceglanego (wyrażone w % termoizolacyjności muru suchego) w zależności od jego wilgotności objętościowej [%]; rys.: [2]

Już na początku lat 80. XX wieku wskazywano na związek zawilgocenia z przewodnością cieplną. W raporcie Instytutu Badań Budowlanych (Institut für Bauforschung e.V.) w Hanowerze z 1981 r. stwierdzono, że impregnacja hydrofobizująca zewnętrznej ściany z lekkiego betonu zwiększa jej opór cieplny o ok. 10% (przewodność cieplna zostaje odpowiednio zmniejszona) [3]. Również badania Instytutu Badawczego Ochrony Ciepłej (Forschungsinstitut für Wärmeschutz) potwierdzają powiązania między zawartością wilgoci a przewodnością cieplną różnych materiałów budowlanych (w tym termoizolacyjnych). Zgodnie z wynikami ww. badań, przy wilgotności masowej wynoszącej ok. 10% przewodnictwo cieplne materiałów izolacyjnych z włókien mineralnych wzrosło o ok. 100%. To z kolei oznacza zmniejszenie o połowę zdolności izolacji termicznej [3]. Podobnie sytuacja wygląda w przypadku materiałów budowlanych, których przewodność cieplna jest ściśle związana z ich porowatością. Jeśli pory zostaną wypełnione wodą, mur ceglany traci swe właściwości termoizolacyjne – przyrost wilgotności o 4% powoduje spadek izolacyjności cieplnej o połowę, a wilgotność na poziomie 10% o ponad trzy czwarte (RYS. 1).

Z powyższych rozważań wynika podstawowy wymóg, zgodnie z którym ochrona oraz renowacja budynków powinny być postrzegane jako połączenie ochrony przed wilgocią (hydroizolacji) z ochroną przed utratą ciepła (termoizolacją). Aby uzyskać optymalną izolacyjność cieplną konieczne jest zredukowanie zawartości wilgoci w przegrodach budowlanych, tj. doprowadzenie substancji budowlanej do tzw. wilgotności wagowej, czyli jej wysuszenie [3, 4]. Kluczowym



RYŚ. 2. Procedura doboru rodzaju uszczelnienia na podstawie warunków gruntowo-wodnych; rys.: autor

rodzaju obciążenia wodą (a ściślej rzecz ujmując warunków gruntowo-wodnych) [7]:

» Wilgoć gruntu oraz woda bez ciśnienia (niespiętrzająca się woda infiltracyjna) – woda występująca w gruncie, związana kapilarnie i transportowana siłą wiązania kapilarnego, również w kierunku odwrotnym do działania siły ciężkości oraz woda przesączająca się, która nawet w czasie silnych opadów nie tworzy zastoju. Z sytuacją taką mamy do czynienia, gdy zarówno grunt rodzimy powyżej oraz poniżej poziomu posadowienia fundamentów, jak i obsyпка stanowią grunty dobrze przepuszczalne, tj. o współczynniku przepuszczalności $k > 10^{-4}$ m/s, a najwyższy poziom wód gruntowych lub zalegających występuje nie wyżej niż 50 cm poniżej dolnej krawędzi uszczelnienia (posadowienia budynku).

» Umiarkowane działanie wody napierającej (spiętrzająca się woda infiltracyjna) – obciążenie występujące gdy grunt rodzimy jest gruntem słabo przepuszczalnym (o współczynniku $k \leq 10^{-4}$ m/s), a poziom głębokości posadowienia fundamentu (a tym samym maksymalna wysokość słupa wody) nie przekracza 3 m. Niemniej, jeśli w opisanych powyżej warunkach wokół budynku zostanie wykonany drenaż opaskowy, obciążenie wodą zostaje zredukowane do sytuacji „woda bez ciśnienia”.

» Silne oddziaływanie wody napierającej – woda gruntowa, której poziom występuje okresowo lub na stałe powyżej poziomu posadowienia fundamentu (niezależnie od głębokości posadowienia oraz rodzaju gruntu) lub też woda spiętrzająca się może wywierać ciśnienie, przekraczające wartość 3 m słupa wody.

Uwzględniając warunki gruntowo-wodne należy zaprojektować i wykonać [6]:

- » izolację przeciwwilgociową – w przypadku wilgotności gruntu oraz wody bez ciśnienia lub
- » izolację wodochronną – w przypadku działania wody napierającej (RYŚ. 2).

Dopiero po rozwiązaniu kwestii uszczelnienia oraz osuszenia budynku można optymalnie zaprojektować izolację termiczną, która następnie musi również częściowo przejmować ochronę przed nadmiernym zawilgoceniem [3].

elementem dla funkcjonowania budynku jest zatem uszczelnienie jego części przyziemnej przed wchłanianiem wody w postaci cieczy i gazu [5].

Aby izolacja mogła zostać uznana za skuteczną i funkcjonalną, musi spełniać przede wszystkim następujące warunki [6]:

- » stanowić ciągły i szczelny układ oddzielający budynek lub jego część od wody lub pary wodnej,
- » materiały powinny ściśle przylegać do izolowanego podłoża,
- » izolacja pozioma powinna w sposób ciągły (bez przerw) przechodzić w izolację pionową.

Ponieważ woda w gruncie może występować pod różnymi postaciami, dobór prawidłowego rozwiązania uszczelnienia budynku wymaga w pierwszym rzędzie zdefiniowania

LITERATURA

1. „Fala renowacji – strategia Komisji Europejskiej do 2030 r.”, <http://www.izolacje.com.pl/aktualnosc/id4983,fala-renowacji-strategia-komisji-europejskiej-do-2030-r>. (dostęp 12 listopada 2020 r.).
2. F. Frössel, „Osuszanie murów i renowacja piwnic”, Polcen, Warszawa 2007.
3. F.-J. Hölzen, „Kein Wärmeschutz ohne Feuchteschutz: Gebäudeabdichtung und Dämmung im erdberührten Bereich”, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2016.
4. B. Monczyński, „Nie tylko hydroizolacja – metody usuwania nadmiaru wilgoci z przegród budowlanych”, „IZOLACJE” 11/12/2019, s. 108–114.
5. B. Monczyński, „Wtórna hydroizolacja przyziemnych części budynków”, „IZOLACJE” 4/2019, s. 120–125.
6. B. Francke, „Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych. Część C: Zabezpieczenia i izolacje. Zeszyt 5: Izolacje przeciwwilgociowe i wodochronne części podziemnych budynków”, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2019, s. 31.
7. DIN 18533-1, „Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze”. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin 2017, s. 60.

BARTŁOMIEJ MONCZYŃSKI jest absolwentem Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej i doktorantem na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej. Od kilkunastu lat związany z branżą chemii budowlanej. Jest autorem i współautorem szeregu publikacji na temat hydroizolacji w budownictwie, renowacji zawilgoconych budynków oraz budownictwa ekologicznego.

PROMOCJA

NOWOŚĆ

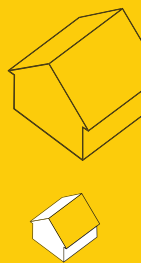
Krzysztof Pawłowski

PROJEKTOWANIE PRZEGRÓD ZEWNETRZNYCH

budynków o niskim zużyciu energii

**Obliczenia fizyczne przegród zewnętrznych i ich złączy
w świetle wymagań obowiązujących od 1 stycznia 2021 r.**

Książka dla architektów, projektantów, osób opracowujących świadectwa charakterystyki energetycznej budynków, audytorów energetycznych, audytorów efektywności energetycznej, studentów i innych specjalistów zajmujących się problematyką ochrony energii w budownictwie. Zawiera wiele przykładów obliczeniowych, co szczególnie może być przydatne w praktyce projektowej specjalistów.



IZOLACJE

budownictwo | przemysł | ekologia



CZASOPISMO

Czasopismo dla inżynierów, architektów, inwestorów, a także osób pracujących w szeroko rozumianej branży budowlanej, oferujące aktualną, rzetelną i fachową wiedzę.
Dostępne również w wersji elektronicznej!



SOCIAL MEDIA

Dynamicznie rozwijające się kanały w popularnych mediach społecznościowych. Znajdą tam Państwo aktualności, artykuły merytoryczne, patronaty medialne, konferencje oraz najważniejsze wydarzenia branżowe.



KSIAŻKI

Literatura fachowa, autorstwa wykwalifikowanych i uznanych specjalistów, publikujących na łamach „IZOLACJI”.



E-BOOKI

Praktyczne poradniki dotyczące renowacji, dachów, zielonego budownictwa, termomodernizacji, hydroizolacji i innych istotnych zagadnień budowlanych.



WYDANIA SPECJALNE

- Wydania tematyczne.
- Kompendium Architekta.
- Kalendarze.



NEWSLETTER

Raz w tygodniu dostarczamy subskrybentom artykuły merytoryczne, aktualności branżowe, wywiady, przeglądy produktowe, informacje o konferencjach i targach.



IZOLACJE.COM.PL

Jeden z najpopularniejszych portali branżowych, prezentujący najświeższe i najbardziej przydatne treści.



DR INŻ. ARTUR MISZCZUK

110

OCIEPLANIE PODŁÓG NA GRUNCIE I STROPÓW NAD NIEOGRZEWANYMI PIWNICAMI

Od 1 stycznia 2021 r. zaczęły obowiązywać zaostrzone Warunki Techniczne (WT 2021) dla nowo budowanych obiektów, a także budynków zaprojektowanych według wcześniej obowiązującego standardu WT 2017 – zgodnie z wymaganiami proekologicznej polityki UE. Graniczne wartości współczynnika przenikania ciepła dla podłóg na gruncie i stropów nad pomieszczeniami nieogrzewanymi nie zostały jednak (w WT 2021) zmienione.

OCIEPLANIE PODŁÓG NA GRUNCIE I STROPÓW NAD NIEOGRZEWANYMI PIWNICAMI

W obwieszczeniu Ministra Inwestycji i Rozwoju z 12 kwietnia 2019 r. [1] określono między innymi maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła (U_c) wszystkich przegród zewnętrznych znajdujących się w budynku wraz ze zmianami, które weszły w życie od 1 stycznia 2021 r. (WT 2021) [1]. Ze względu na to, że największe straty energii zazwyczaj powoduje ucieczka ciepła przez ściany zewnętrzne, dach i okna, wartości $U_{C(max)}$ w 2021 roku uległy obniżeniu. Zmianie zaś nie ulegnie graniczna wartość współczynnika przenikania ciepła określona dla podłóg na gruncie oraz stropów nad pomieszczeniami nieogrzewanymi lub zamkniętą przestrzenią podpodłogową.

Przepisy WT 2021 obowiązują inwestorów, którzy pozwolenie na budowę otrzymali w 2021 r., a wszystkie domy niezbudowane do 2021 r., ale zaprojektowane według poprzedniego standardu WT 2017, trzeba będzie dostosować do nowych, zaostrzonych Warunków Technicznych.

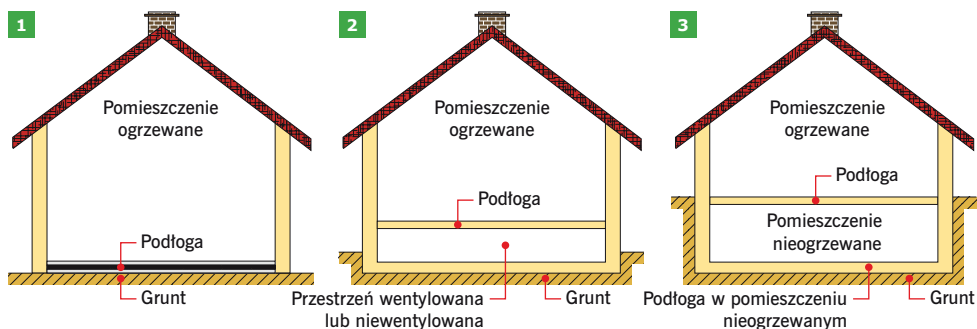
Podłogi w budynkach na najniższej kondygnacji można podzielić ze względu na sposób ich kontaktu z gruntem. Do najczęściej spotykanych rozwiązań należy: podłoga znajdująca się w bezpośrednim kontakcie z gruntem (RYS. 1), strop rozdzielający pomieszczenie ogrzewane od podziemia (piwnicy) nieogrzewanego (RYS. 3). Najrzadziej spotykanym w nowych budynkach rozwiązaniem jest podłoga podniesiona (wentylowana lub niewentylowana) (RYS. 2).

Skontaktuj się z naszymi specjalistami i sprawdź atrakcyjne oferty na

HurtowniaStyropianu.pl

Dokument odniesienia	Współczynnik przenikania ciepła U_{max} [W/(m ² ·K)]					
	strop nad pomieszczeniem nieogrzewanym lub zamkniętą przestrzenią podpodłogową			podłoga na gruncie		
	$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	$8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	$t_i < 8^\circ\text{C}$	$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	$8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	$t_i < 8^\circ\text{C}$
PN-57/B-02405	1,16					
PN-64/B-03404	1,16					
PN-74/B-03404	1,16					
PN-82/B-02020	1,16					
PN-91/B-02020	0,60					
DzU 2002 Nr 7 poz. 690	0,60					
DzU 2008 Nr 201 poz. 1238	0,45					
DzU 2019 poz. 1065	0,25	0,30	1,00	0,30	1,20	1,50

TABELA. Zestawienie maksymalnych wartości współczynnika przenikania ciepła (U_{max}) z podziałem na projektowaną temperaturę w pomieszczeniu ogrzewanym (t_i)



RYS. 1–3. Rodzaje kontaktu podłóg z gruntem; rys.: na podstawie [10]

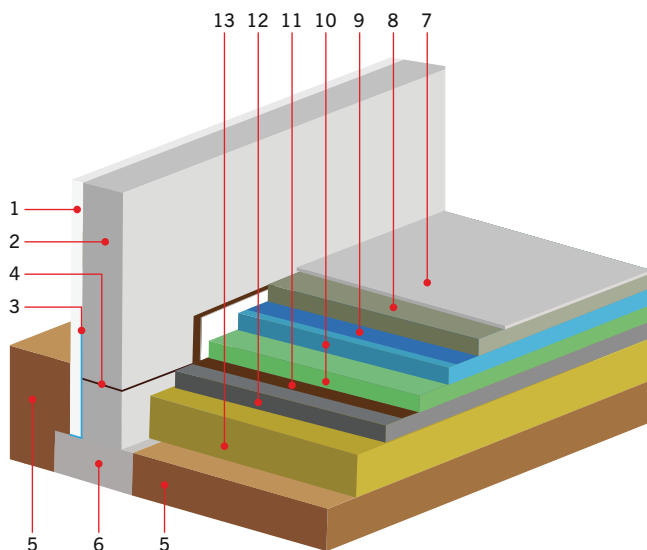
Poziom izolacyjności cieplnej podłóg na gruncie oraz stropów nad nieogrzewanymi piwnicami zależy od okresu budowy oraz dostępnych materiałów (TABELA) [3]. W latach 60. ubiegłego wieku wymagania izolacyjności cieplnej zaczęto określać współczynnikiem przenikania ciepła (U [W/(m²·K)]). Wraz z wprowadzeniem w 1982 r. norm ochrony cieplnej (PN-82/B-02020 „Ochrona cieplna budynków”) nastąpiło istotne obniżenie granicznych wartości współczynnika przenikania ciepła dla stropów nad pomieszczeniami nieogrzewanymi oraz dla podłóg na gruncie. Wartości $U_{C(max)}$ obowiązujące od 1 stycznia 2014 (WT 2014) nie ulegną jednak zmianie, w związku z wejściem w życie standardu WT 2021.

PODŁOGA NA GRUNCIE

Obecnie najczęściej stosowanym rozwiązaniem w budynkach jest podłoga znajdująca się w bezpośrednim kontakcie z gruntem. Ze względu na koszty, budynki podpiwniczone buduje się coraz

RYS. 4. Przekrój przez podłogę na gruncie z zastosowaniem do izolacji styropianu/wełny mineralnej; rys.: na podstawie [10]

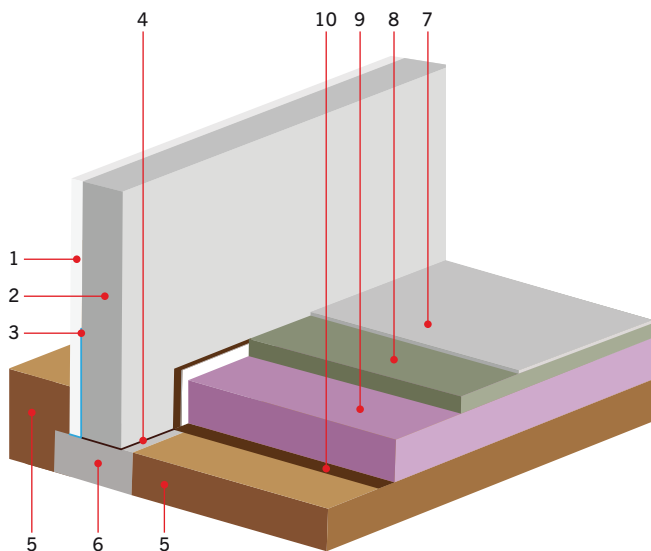
- 1** – izolacja termiczna ścian,
- 2** – ściana zewnętrzna,
- 3** – izolacja pionowa ścian fundamentowych,
- 4** – izolacja pozioma ścian fundamentowych,
- 5** – grunt rodzimy, **6** – fawa fundamentowa, **7** – warstwa wykończeniowa, **8** – warstwa podkładowa, np. jastrych cementowy, **9** – folia polietylenowa, **10** – dwie warstwy izolacji termicznej, **11** – folia polietylenowa lub papa, **12** – warstwa konstrukcyjna z betonu, **13** – zagęszczona posypka piaskowa



rzadziej. Do wyjątków można zaliczyć nieogrzewane garaże podziemne. W celu ograniczenia zjawiska wyrównywania temperatury między ciepłym wnętrzem budynku a chłodnym gruntem, podłoga na gruncie musi być bardzo dokładnie zaizolowana termicznie i przeciwwilgociowo. Odpowiednio gruba warstwa izolacji zmniejsza przenikanie ciepła z budynku do gruntu, co również wpływa na wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (EP), określoną dla całego budynku. Należy pamiętać, że dopuszczalna maksymalna wartość EP w standardzie WT 2021 została obniżona w stosunku do WT 2017 dla wszystkich rodzajów budynków.

Pierwszą warstwę prawidłowo zaprojektowanej i wykonanej podłogi na gruncie (spełniającej wymagania WT 2021 w zakresie współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ dla $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) powinna tworzyć usypana na gruncie rodzimym podsypka piaskowa. Po dokładnym jej zagęszczeniu układa się na niej tzw. chudy beton, a na nim izolację przeciwwilgociową z folii izolacyjnej albo papy podkładowej. Ważne, aby materiał ten był połączony na całym obwodzie z izolacją poziomą przeciwwilgociową ścian fundamentowych. Następną warstwą to minimum 10 cm izolacji termicznej (obliczenia wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 13370:2017-09 [4]), np. ze styropianu (do obliczeń przyjęto $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) lub polistyrenu ekstrudowanego XPS, ewentualnie z płyt z twardej wełny mineralnej. Płyty izolacji zawsze należy układać dwuwarstwowo na tzw. zakładkę, aby uniknąć mostków termicznych. Kolejny krok to ułożenie folii, która ma zapobiegać przeciekaniu jastrychu do warstw izolacji, stanowiącego podkład pod posadzkę (z płytek, PVC, paneli itp.). Taka podłoga ma łączną grubość 35–40 cm (RYS. 4).

Całkowitą grubość podłogi na gruncie można jednak zmniejszyć, stosując nieco inną technologię. Bezpośrednio na wyrównanej warstwie zagęszczonego piasku lub żwiru, ewentualnie piaszczystego gruntu rodzimego, układa się izolację przeciwwilgociową z folii lub papy i łączy ją z izolacją fundamentów. Następną warstwą to np. minimum 10 cm polistyrenu ekstrudowanego (do obliczeń przyjęto $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$), folia i 5 cm podkładu podłogowego – podobnie jak w pierwszym wariantcie. Ostatnią warstwą to posadzka.



RYS. 5. Przekrój przez podłogę na gruncie z zastosowaniem keramzytu do izolacji; *rys.: autor*

1 – izolacja termiczna ścian, **2** – ściana zewnętrzna, **3** – izolacja pionowa ścian fundamentowych, **4** – izolacja pozioma ścian fundamentowych, **5** – grunt rodzimy, **6** – ława fundamentowa, **7** – warstwa wykończeniowa, **8** – warstwa wykończeniowa, np. jastrych cementowy, **9** – keramzyt, **10** – folia polietylenowa lub papa

Można również zastosować wariant wykorzystujący jako izolację keramzyt (lekki beton keramzytowy). Zastosowanie go znacznie skraca czas robót i zmniejsza koszty wykonania podłogi. Korzystając z takiego rozwiązania, automatycznie redukujemy liczbę warstw podłogowych z sześciu do czterech. Podsyпка z piasku, podłoże betonowe i izolacja cieplna zastępowane są jedną warstwą (grubości ponad 40 cm) keramzytu izolacyjnego frakcji 10–20 mm (do obliczeń przyjęto $\lambda = 0,20 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$), którą układa się na izolacji przeciwwilgociowej. Na warstwie keramzytu należy ułożyć warstwę podkładu podłogowego i posadzkę (RYS. 5). Podłoga na gruncie z zastosowaniem keramzytu jest w stanie przenieść większe obciążenia niż np. izolacje typowe, chociażby ze styropianu.

DOCIEPLANIE STROPU NAD NIEOGRZEWANĄ PIWNICĄ

Nowy standard (WT 2021) obowiązuje też w większości starych obiektów budowlanych, które będą rozbudowywane i modernizowane po 31.12.2020 r.

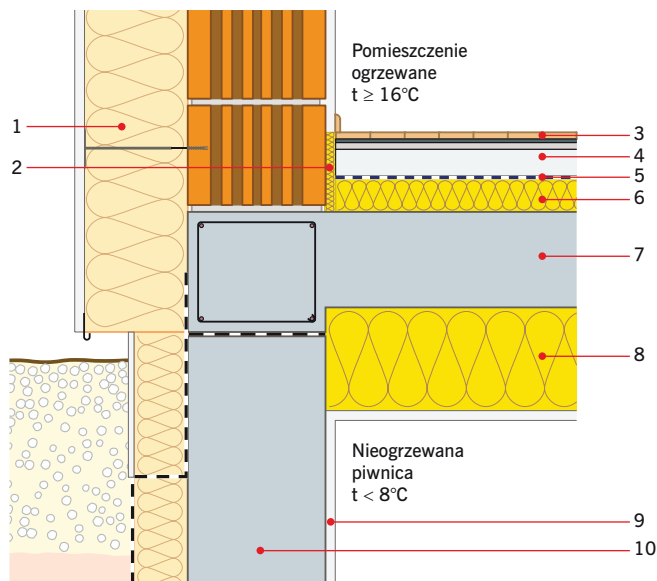
Na przestrzeni lat wykorzystywano różne materiały i technologie do budowy oraz wykańczania budynków [5]. Wiele budynków z poprzedniego wieku oraz z początku obecnego nie spełniało mało rygorystycznych, jak na dzisiejsze czasy, wymagań izolacyjności cieplnej obowiązujących w latach ich wznoszenia.

Docieplenie istniejącego stropu nad nieogrzewaną piwnicą będzie się wiązać ze zmniejszeniem wysokości pomieszczenia. Jest to następstwem dołożenia warstwy izolacji pod sufitem. Dlatego też niemożliwe jest z reguły ułożenie izolacji bez wpływu na funkcje pomieszczeń piwnicy. Kolejnym aspektem wpływającym na wybór technologii docieplenia jest oczekiwany sposób wykończenia powierzchni sufitu oraz ilość instalacji podwieszonych pod stropem (instalacja kanalizacyjna, instalacja c.w.u. itp.).

Zarówno w nowych budynkach, jak i modernizowanych, najczęściej spotykanymi metodami ocieplenia stropu żelbetowego lub gęstożebrowego (znajdującego się nad pomieszczeniami

RYS. 6. Przekrój przez strop żelbetowy lub gęstożebrowy rozdzielający nieogrzewaną piwnicę od pomieszczeń ogrzewanych; rys.: autor

- 1** – izolacja termiczna,
- 2** – dylatacja obwodowa,
- 3** – warstwa wykończeniowa,
- 4** – warstwa podkładowa (np. jastrych cementowy),
- 5** – folia polietylenowa,
- 6** – izolacja akustyczna z elastycznej wełny szklanej lub styropianu, **7** – strop żelbetowy lub gęstożebrowy,
- 8** – ocieplenie z wełny skalnej, styropianu lub piany poliuretanowej, **9** – tynk,
- 10** – ściana zewnętrzna



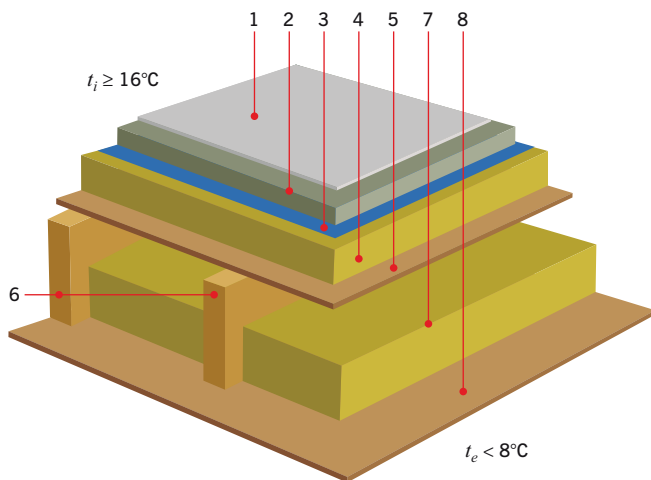
nieogrzewanymi) jest lekka mokra (z wykorzystaniem styropianu, wełny mineralnej lub natrysku pianki poliuretanowej) polegająca na dołożeniu warstwy izolacji termicznej od spodu stropu.

Aby strop znajdujący się nad pomieszczeniem nieogrzewanym lub nad zamkniętą przestrzenią podpodłogową spełniał wymagania WT 2021 w zakresie współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (dla $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), należy wykonać ocieplenie np. ze styropianu (do obliczeń przyjęto $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) grubości minimum 9 cm. W przypadku wykorzystania natryskowej piany poliuretanowej (do obliczeń przyjęto $\lambda = 0,023 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) grubość izolacji powinna wynosić minimum 5 cm (**RYS. 6**). Wykorzystując materiały izolacyjne o lepszych właściwościach termicznych (niższych wartościach λ), grubość izolacji ulegnie nieznacznemu obniżeniu w stosunku do podanych wartości.

W stropach drewnianych, obecnie nieco rzadziej stosowanych w nowo wznoszonych budynkach, grubość izolacji termicznej nie ma tak znaczącego wpływu na obniżenie wysokości pomieszczenia nieogrzewanego (jak przy stropach ciężkich), a tym samym również jego funkcjonalności (izolacje termiczne najczęściej umieszcza się w przestrzeni między legarami). Ocieplenie takiego stropu polega przede wszystkim na wypełnieniu przestrzeni między belkami nośnymi materiałem izolacyjnym – najczęściej wełną mineralną grubości minimum 9 cm (do obliczeń przyjęto $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Coraz częściej wykorzystuje się też natryskową pianę poliuretanową (do obliczeń przyjęto $\lambda = 0,023 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$), a grubość takiej izolacji powinna wynosić minimum 5 cm (**RYS. 7**).

Przy określaniu wartości współczynnika przenikania ciepła dla stropów (o konstrukcji żelbetowej, gęstożebrowej oraz drewnianej) uwzględniono 5-centymetrową warstwę izolacji akustycznej (styropian/wełna mineralna $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). Oznacza to, że całkowita grubość izolacji stropu powinna wynosić minimum 14 cm przy zastosowaniu styropianu/wełny mineralnej lub minimum 5 cm piany poliuretanowej i 5 cm styropianu lub wełny mineralnej.

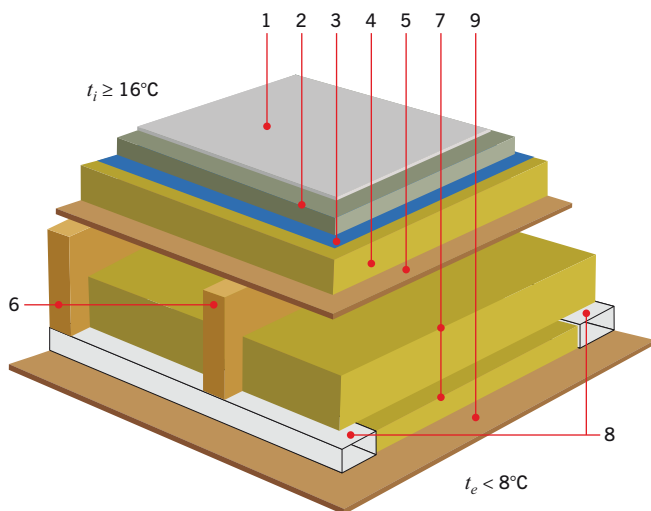
Ponadto, aby zmniejszyć występujące w stropie mostki termiczne, którymi są m.in. konstrukcyjne belki nośne, zalecane jest dodatkowe docieplenie stropu od spodu (**RYS. 8**). Zadanie to polega na montażu (po ociepleniu stropu) dodatkowych łąt od spodu, prostopadle do belek



RYS. 7. Przekrój przez strop drewniany rozdzielający nieogrzewaną piwnicę od pomieszczeń ogrzewanych;

rys.: autor

1 – warstwa wykończeniowa, **2** – warstwa podkładowa (np. jastrych cementowy), **3** – folia, **4** – styropian lub wełna, **5** – płyta konstrukcyjna OSB/MFP, **6** – konstrukcja drewniana, **7** – izolacja termiczna (wełna mineralna), **8** – deskowanie lub płyta OSB



RYS. 8. Przekrój przez strop drewniany, z ograniczeniem wpływu mostków termicznych, rozdzielający nieogrzewaną piwnicę od pomieszczeń ogrzewanych; *rys.: autor*

1 – warstwa wykończeniowa, **2** – warstwa podkładowa (np. jastrych cementowy), **3** – folia, **4** – styropian lub wełna, **5** – płyta konstrukcyjna OSB/MFP, **6** – konstrukcja drewniana, **7** – izolacja termiczna (wełna mineralna), **8** – ruszt drewniany lub metalowy, **9** – deskowanie lub płyta OSB

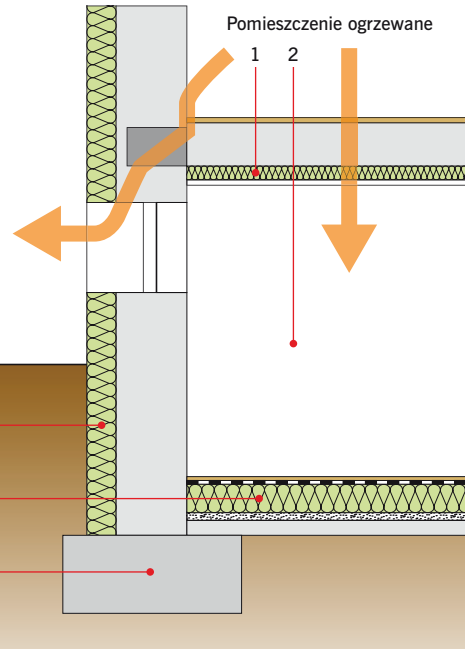
nośnych, między którymi układa się kilkucentymetrową warstwę izolacji termicznej (najczęściej tej samej grubości, co zamontowane łąty). Wadą takiego rozwiązania jest obniżenie wysokości pomieszczenia nieogrzewanego.

MOSTKI TERMICZNE

Szczególnie narażone na powstanie mostków termicznych są miejsca nieciągłości warstwy izolacyjnej, np. przy połączeniach ściany fundamentowej z podłogą i ścianą zewnętrzną czy ścianą zewnętrzną ze stropem rozdzielającym pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego [7, 8]. Straty te możemy zminimalizować, stosując odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne oraz używając materiałów o małym współczynniku przewodzenia λ (bloczków izolacyjnych, spienionego szkła czy perlitu).

RYS. 9. Ograniczenie dróg ucieczki ciepła przez strop nad pomieszczeniem nieogrzewanym; rys.: na podstawie [10]

1 – ocieplenie stropu nad piwnicą, 2 – nieogrzewana piwnica, 3 – ocieplenie ściany piwnicy, 4 – ocieplenie podłogi na gruncie, 5 – ława fundamentowa

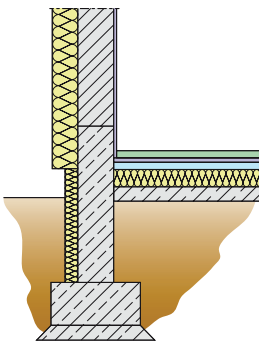


Aby zminimalizować mostek termiczny na połączeniu stropu nad pomieszczeniem nieogrzewanym ze ścianami budynku, zaleca się ocieplenie ścian:

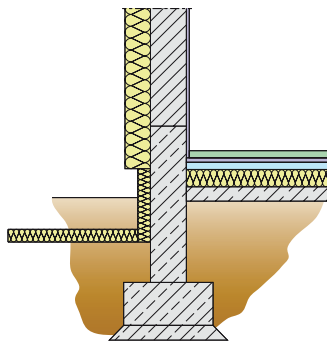
- » wewnętrznych ze wszystkich stron,
- » zewnętrznych od strony wewnętrznej i zewnętrznej na odcinku minimum 1 m poniżej dolnej krawędzi stropu. Izolacja termiczna stropu piwnicy powinna łączyć się z izolacją ściany zewnętrznej i wewnętrznej, zaś

minimalna grubość izolacji powinna wynosić 10 cm. Dodatkowo, w celu zmniejszenia strat ciepła przez strop zaleca się docieplenie podłogi na gruncie w pomieszczeniu nieogrzewanym (RYS. 9).

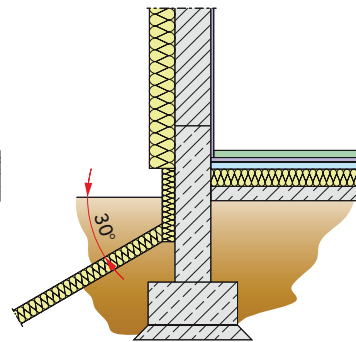
W celu zwiększenia izolacyjności termicznej podłogi na gruncie zaleca się wykonanie izolacji krawędziowej. Izolacja termiczna może być umieszczana poziomo (RYS. 10), pionowo (RYS. 11) lub ukośnie (RYS. 12) [9]. Minimalna zalecana długość/wysokość pasa izolacji krawędziowej powinna wynosić 1 m, mierząc od wewnętrznej powierzchni ściany (przy izolacji poziomej) lub od zewnętrznego poziomu gruntu (przy izolacji krawędziowej pionowej). Izolację krawędziową pionową można wykonać również w formie ściany fundamentowej z materiałów o małej gęstości.



RYS. 10. Zmniejszenie wpływu mostka termicznego przez zastosowanie pionowej izolacji krawędziowej; rys.: na podstawie [9]



RYS. 11. Zmniejszenie wpływu mostka termicznego przez zastosowanie poziomej izolacji krawędziowej; rys.: na podstawie [9]



RYS. 12. Zmniejszenie wpływu mostka termicznego przez zastosowanie ukośnej izolacji krawędziowej; rys.: na podstawie [9]

PODSUMOWANIE

Wskazane w artykule minimalne grubości izolacji termicznej, jakie należy zastosować w podłodze na gruncie, stropie rozdzielającym nieogrzewaną piwnicę od pomieszczeń ogrzewanych lub od zamkniętych przestrzeni podpodłogowych, będą spełniać standard WT 2021 w zakresie $U_{C(max)}$. Należy jednak pamiętać, iż równie istotnym parametrem, który musi spełnić budynek, jest maksymalny dopuszczalny dla danego budynku poziom EP [5], którego spełnienie możliwe jest tylko przy niskich wartościach U_c przegród zewnętrznych. Zaleca się zatem projektowanie oraz konstruowanie przegród o niższej wartości U_c niż jest to wymagane w standardzie WT 2021. Dodatkowym argumentem przemawiającym za „lepszym” zaizolowaniem podłóg na gruncie oraz stropów nad pomieszczeniami nieogrzewanymi (niż jest to wymagane w przepisach) jest to, iż termomodernizacja takich przegród w przyszłości będzie zdecydowanie trudniejsza niż podczas termomodernizacji ścian zewnętrznych czy dachów [10].

LITERATURA

1. Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2019 poz. 1065).
2. PN-EN ISO 13370:2008, „Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metoda obliczania”.
3. A. Kaliszuk-Wieteka, A. Miszczuk, „Mapa energetyczna budynku wielorodzinnego”, „Energia i Budynek” 5/2012, s. 26–29.
4. PN-EN ISO 13370:2017-09, „Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania”.
5. A. Kaliszuk-Wieteka, A. Miszczuk, „Rozkład zapotrzebowania na energię pierwotną i końcową w budynku wielorodzinnym”, „Materiały Budowlane” 12/2013, s. 68–70.
6. Materiały firmy Isover.
7. W. Płoński, J.A. Pogorzelski, „Fizyka budowli”, Arkady, Warszawa 2017.
8. Sz. Firląg, A. Miszczuk, „Szczelność powietrzna budynków energooszczędnych a instalacje”, „Rynek Instalacyjny” 4/2015, s. 56–62.
9. A. Stolarska, J. Strzałkowski, „Analiza rozwiązań połączenia ściana podłoga na gruncie z wariantowym usytuowaniem izolacji krawędziowej”, „Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury” 4/2016, s. 513–521.
10. A. Miszczuk, „Ocieplanie podłóg na gruncie i stropów nad nieogrzewanymi piwnicami”, „IZOLACJE” 6/2019, s. 50–58.

ARTUR MISZCZUK ukończył Wydział Architektury i Budownictwa Politechniki Lubelskiej.

Obecnie jest adiunktem na Wydziale Inżynierii Łądowej Politechniki Warszawskiej w Zakładzie Budownictwa Ogólnego. Zawodowo zajmuje się poszukiwaniem rozwiązań mających na celu ograniczenie zużycia energii w istniejących i nowo projektowanych budynkach. Był zaangażowany w procesy budowy, weryfikacji i certyfikacji budynków pasywnych i energooszczędnych w Polsce. Jest autorem lub współautorem kilkunastu artykułów z zakresu efektywności energetycznej budynków.

WALDEMAR JONIEC

118

PRZEPUSTY I PIONY INSTALACYJNE

Oddzielenia pożarowe w budynkach zapobiegają rozprzestrzenianiu się pożaru. Przez oddzielenia przechodzą instalacje (rury i kable) i dla takich przejść wymaga się co najmniej takiej samej odporności ogniowej jak dla elementu budynku, w którym się one znajdują. Wymagania dla przepustów instalacyjnych są bardzo wysokie, wyższe od wymagań dla drzwi pomiędzy strefami pożarowymi, i produkty do montażu tych przejść muszą gwarantować zatrzymanie pożaru w danej strefie.

Przepusty instalacyjne to miejsca przejścia instalacji pomiędzy wydzielonymi strefami pożarowymi, które wyznaczają oddzielenia przeciwpożarowe, tj. ściany, stropy i drzwi.

Warunki Techniczne [1] w § 226 stanowią, że strefę pożarową stanowi m.in. część budynku oddzielona od innych części elementami oddzielenia przeciwpożarowego. Ściany i stropy oddzielenia przeciwpożarowego powinny być wykonane z materiałów niepalnych i odpowiadać wymaganiom zawartym w **TABELI**.

Wymagania względem odporności ogniowej (np. EI 60) wyrażone są w klasach opisanych w normie klasyfikacji odporności ogniowej PN-EN 13501-2 [2].

Wartość liczbowa wyraża odporność ogniową liczoną w minutach, *R* to nośność ogniowa, czyli wytrzymałość przegrody bez utraty stabilności konstrukcyjnej, *E* to szczelność ogniowa przegrody zapobiegająca przenikaniu płomieni lub gorących gazów, a *I* to izolacyjność ogniowa, czyli ograniczanie nagrzewania się przegrody po drugiej stronie.

Klasa odporności ogniowej służy do opisania proponowanego rozwiązania konstrukcyjnego ściany, stropu bądź **przepustu instalacyjnego** i umożliwia dokonanie szybkiej oceny, czy propo-

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. Wymagane klasy odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego w zależności od klasy odporności pożarowej budynku [1]

nowane rozwiązanie spełnia postawione wymaganie. W WT zawarte są wymagania minimalne, jakie powinien spełniać projekt, żeby objekty mogły zostać odebrane [6]. Warunki Techniczne wymagają od przepustów szczelności (E) i izolacyjności ogniowej (I) oraz określają nośność ogniową (R), gdyż przepusty nie są elementami konstrukcyjnymi budynku.

Klasy odporności ogniowej rozwiązań technicznych zabezpieczających przepusty (uszczelnień) badane są zgodnie z normą PN-EN 1366-3:2010 [3] i dotyczą szczelności ogniowej (t_E), izolacyjności ogniowej (t_I) oraz promieniowania (t_{sp}).

Szczegółowe regulacje dotyczące wymagań dla przepustów instalacyjnych podano w § 234 Warunków Technicznych, który stanowi, że:

1. *Przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinny mieć klasę odporności ogniowej (E I) wymaganą dla tych elementów.*

2. *Dopuszcza się nieinstalowanie przepustów, o których mowa w ust. 1, dla pojedynczych rur instalacji wodnych, kanalizacyjnych i ogrzewczych, wprowadzanych przez ściany i stropy do pomieszczeń higienicznosanitarnych.*

3. *Przepusty instalacyjne o średnicy większej niż 0,04 m w ścianach i stropach pomieszczenia zamkniętego, dla których wymagana klasa odporności ogniowej jest nie niższa niż E I 60 lub R E I 60, a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, powinny mieć klasę odporności ogniowej (E I) ścian i stropów tego pomieszczenia.*

4. *Przejścia instalacji przez zewnętrzne ściany budynku, znajdujące się poniżej poziomu terenu, powinny być zabezpieczone przed możliwością przenikania gazu do wnętrza budynku.*

Jeśli przepust jest instalowany we fragmencie przegrody oddzielenia przeciwpożarowego, który jest klasyfikowany tylko z uwagi na kryterium szczelności ogniowej E, to powinien spełniać obydwa kryteria, czyli szczelności E i izolacyjności ogniowej I.

Ustęp 3 § 234 WT budził swego czasu wątpliwości dotyczące definicji „pomieszczeń zamkniętych”. Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej wyjaśniała [4], że „w jej rozumieniu w pojęciu *pomieszczenia zamknięte* mieszczą się wszelkie przestrzenie w budynku, co do których istnieje obowiązek ich zamknięcia (wydzielenia) ścianami i stropami o określonej odporności ogniowej, ale nie stanowiącymi elementów oddzielenia przeciwpożarowego w rozumieniu § 232 ust. 4. W związku z powyższym przepusty instalacyjne o średnicy większej niż 0,04 m klasy odporności ogniowej EI 60 powinny być stosowane w ścianach i stropach niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego następujących pomieszczeń:

- » kotłowni, składów paliwa stałego, żuźlowni, magazynów oleju opałowego wymienionych w § 220,
- » piwnic budynków za wyjątkiem budynków ZL IV niskich (N) i średniowysokich (SW) wymienionych w § 250 ust.1,
- » maszynowni wentylacyjnych i klimatyzacyjnych w budynkach mieszkalnych średniowysokich (SW) i wyższych oraz w innych budynkach o wysokości powyżej dwóch kondygnacji nadziemnych wymienionych w § 268 ust. 1 pkt 5,
- » przedsionków przeciwpożarowych wymienionych w § 232 ust. 3,
- » obudowy (ściany i stropy) klatek schodowych lub pochylni w budynkach o klasie odporności pożarowej C, B, A wymienione w § 259 ust.1,
- » mieszkań i samodzielnych pomieszczeń mieszkalnych w strefach pożarowych/budynkach kwalifikowanych do kategorii zagrożenia ludzi ZL IV i ZL V wysokich (W) i wysokościowych (WW) wymienionych w § 217 ust. 2,

» holów i korytarzy stanowiących drogę komunikacji ogólnej będących drogami ewakuacyjnymi wiodącymi od wyjścia z klatki schodowej do wyjścia na zewnątrz budynku wymienione w § 256 ust. 5 i § 256 ust. 6.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego ww. pomieszczeń i części budynków również przejścia instalacyjne przewodów wentylacyjnych przez ściany i stropy pomieszczeń zamkniętych powinny być zabezpieczone do klasy odporności ogniowej EI 60, a na przewodach wentylacyjnych powinny być zamontowane klapy przeciwpożarowe o klasie odporności ogniowej co najmniej EIS 60" [4].

Autorzy jednej z publikacji nt. bezpieczeństwa pożarowego [5] zwracają uwagę, że wyjaśnienia KG PSP nie są w pełni spójne z § 209 ust. 3, który stanowi, że *Wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego budynków oraz części budynków stanowiących odrębne strefy pożarowe, określanych jako PM, odnoszą się również do garaży, hydroforni, kotłowni, węzłów ciepłowniczych, rozdzielni elektrycznych, stacji transformatorowych, central telefonicznych oraz innych o podobnym przeznaczeniu.*

Czyli należy je traktować jako strefy pożarowe, a w informacji KG PSP zostały wymienione tylko niektóre z nich – brak np. hydroforni czy rozdzielni.

Wątpliwości ekspertów budzi także to, że wymagania dla przejść instalacyjnych są dwukrotnie wyższe niż dla drzwi w tych samych strefach. Poprzez stosunkowo dużą powierzchnię drzwi pożar ma szansę szybciej się przedostać do sąsiedniej strefy niż przez małą powierzchnię przepustu instalacyjnego [5].

Kolejny problem z wymaganiami WT to ust. 2 § 234 pozwalający na nieinstalowanie przepustów dla pojedynczych rur instalacji wodnych, kanalizacyjnych i ogrzewczych wprowadzanych przez ściany i stropy do pomieszczeń higienicznosanitarnych. W interpretacji tego przepisu warto uwzględnić, że WT ustanawiają wymagania minimalne oraz czy i jak dane pomieszczenie higienicznosanitarne jest umiejscowione w strefie pożarowej i czy występuje ryzyko powstania w nim pożaru (może się on wówczas przenieść przez niezabezpieczone przejścia instalacyjne na całą strefę) lub czy poprzez to pomieszczenie pożar może się przedostać ze strefy ogarniętej pożarem do innej. Nadrzędne jest zawsze bezpieczeństwo ludzi, warto też się przyjrzeć, czy nie zostanie ono narażone przez brak zabezpieczeń przejść instalacyjnych.

Kolejna kwestia: czy ewentualny pożar nie spowoduje dużych strat materialnych? U naszych zachodnich sąsiadów bezwzględnie wymaga się stosowania np. niepalnych elementów kanalizacji w strefie stropów w pomieszczeniach higienicznosanitarnych – gdyż z ich doświadczenia wynika, że przewody instalacji wodociągowej, c.o. i c.w.u. oraz kanalizacyjne, a zwłaszcza armatura (kratki i odwodnienia), sprzyjają rozprzestrzenianiu się pożaru na kolejne kondygnacje. Z tego powodu powstało kompozytowe tworzywo Ecoguss, które łączy zalety tworzywa (lekkie i odporne na pęknięcia) oraz żeliwa szarego (niepalne). Wykonuje się z niego m.in. wpusty podłogowe i stropowe. Nasza KG PSP zaleca branie pod uwagę niemieckich wytycznych – czyli m.in. palności lub niepalności przewodów i wielkości ich średnic. Dla palnych o średnicy powyżej 32 mm zalecane jest izolowanie przejścia instalacyjnego [5].

W wytycznych projektowych zaleca się, by konstrukcja przepustów umożliwiała remonty i naprawy instalacji. Z kolei w szachtach instalacyjnych należy zapewnić możliwość instalowania dodatkowych przewodów, zarówno w szachcie, jak i w przepuście. Wszelkie zmiany w budowie przepustu powinny być wprowadzane tak, by zachowana została wymagana klasa jego odporno-

ści. Przepust musi zostać odpowiednio zabezpieczony – uszczelniony i wykończony. W przeciwnym wypadku będzie (podobnie jak szachty instalacyjne) stwarzać zagrożenie rozprzestrzeniania ognia, dymu i gazów pożarowych. Najlepiej byłoby uwzględnić specyfikę przepustów już na etapie projektowania budynku i przewidzieć dla nich odpowiednie środki biernej ochrony pożarowej.

Przepusty instalacyjne wykonywane są dla jednego lub kilku rodzajów instalacji oraz przewodów i kabli. Konkretna technologia zabezpieczenia przepustu instalacyjnego zależy od materiału, z którego wykonana jest rura i jej ewentualna izolacja (palnego lub niepalnego).

O rozwiązaniach technicznych decydują przede wszystkim:

- » średnica (wielkość) rury i grubość jej ścianki;
- » wielkość otworu w przegrodzie oraz sposób wypełnienia instalacji w przejściu;
- » rodzaj (ściana, strop), materiał i grubość przegrody;
- » wymagana klasa odporności ogniowej EI.

Przy doborze rozwiązań warto pamiętać, że klasy się nie sumują i EI 120 + EI 120 nie daje EI 240. Ponadto warto wybierać, zwłaszcza w jednym przepuście, rozwiązania od jednego producenta. Użycie różnych, niepasujących do siebie materiałów, zdarza się zwłaszcza, gdy każda branża działa bez koordynacji – elektrycy stosują rozwiązanie, które lubią, a branża sanitarna swoje – efektem mogą być problemy z gwarancją i przy odbiorze.

PRZEPUSTY INSTALACJI NIEPALNYCH

Przewody metalowe – ze stali, miedzi i żeliwa – w trakcie pożaru nagrzewają się i przewodzą ciepło, co może spowodować zapłon materiałów stykających się z nimi lub rozszczelnienie instalacji i samego przepustu, a tym samym przenikanie dymu i ognia do sąsiedniej strefy.

Przepusty takie zabezpiecza się **zaprawami ogniochronnymi** (wewnątrz przepustu), a wykańcza masami i farbami (powłokami) ogniochronnymi i uzupełniająco zabezpiecza pastami pęczniającymi. Dostępne są materiały izolacyjne, które umożliwiają wykonanie przepustu instalacyjnego o odporności do EI 120 dla przewodów metalowych o średnicach nawet 330 mm. Stanowią one jednolitą izolację termiczną i zarazem ogniochronną, gdyż pod wpływem temperatury pęcznią i doszczelniają przepust.

Powłoki chroniące rury niepalne mogą obniżać temperaturę przewodów – pochłaniają ciepło, stopniowo topiąc się i odparowując. Innym rodzajem są **powłoki pęczniące** – pod wpływem wysokiej temperatury na ich powierzchni powstaje warstwa termoizolacyjna. Oferowane są też pasty do wypełnienia wolnych przestrzeni w przejściu instalacyjnym, które pod wpływem wysokiej temperatury pęcznią i uszczelniają przepust.

Przy doborze warto wziąć pod uwagę, jaką odporność ogniową przepustu zapewni dane rozwiązanie (najczęściej EI 120) i do jakich rur (materiał przewodu i rodzaj jego izolacji) można je zastosować. Kolejne kryteria to m.in. średnice rur, grubość przegrody czy wielkość otworu przepustu.

PRZEPUSTY INSTALACJI PALNYCH

Do budowy instalacji stosuje się często rury z tworzyw i wielowarstwowe. Wiele tworzyw w wysokich temperaturach deformuje się, topi i pali, a otworem w przepuście mogą przenikać nie tylko dym i gazy, ale również ogień. Zabezpiecza się je kasetami, obejmami, opaskami i kołnierzami

z pęczniejącymi masami uszczelniającymi. Dostępne są też termiczne izolacje kauczukowe, które pozwalają na wykonanie przepustu instalacyjnego o odporności do EI 120 dla przewodów z tworzyw o znacznych średnicach.

Kasety ogniochronne zawierają wkłady ze specjalnego materiału, który pęcznieje już w temperaturze ok. 150°C i uszczelnia przepust instalacyjny wraz ze stopniowym odkształcaniem się i topieniem rur jednolitych i wielowarstwowych z tworzyw. Gdy rury mają duże średnice, w kasetach stosuje się ruchomą klapę z blachy stalowej, którą obraca pęczniejący materiał i tym samym zamyka ona otwór. Jeśli przez kasetę przechodzi więcej mniejszych rur, należy je pokryć specjalnymi zaprawami. Przy przejściach trudnozapalnych rur przez strop można montować kasety tylko od dołu stropu, natomiast w przepustach przez ściany należy je montować z obu stron. Dostępne są też kasety dla przepustów ukośnych, kolan oraz przejść rur wraz z kablami.

Obejmy, ostony i kołnierze wykonuje się z blachy stalowej tworzącej obudowę dla materiału pęczniejącego pod wpływem wysokiej temperatury, która zaciska się na mięknącej rurze i zgniata ją, a tym samym zapobiega powstaniu szczeliny. Montuje się je podobnie jak kasety – jedną od dołu stropu i dwie po każdej stronie ściany. Obejmy należy przytwierdzić za pomocą uchwytów mocujących do przegrody. Dla zapewnienia dymo- i gazoszczelności przestrzenie pomiędzy rurą a przegrodą muszą być wypełnione zaprawą (duże) lub masą ognioochronną. Za pomocą obejm można zabezpieczać rury znajdujące się obok siebie, ale w odległości zapewniającej jej poprawne nałożenie.

Do ochrony przepustów pojedynczych rur palnych stosuje się **opaski i taśmy ogniochronne** w rolce (do samodzielnego przygotowania) lub jako gotowe na dany wymiar rury. Tak jak w przypadku kaset i obejm, nakłada się dwie przy przepustach przez ścianę i jedną u dołu stropu. Opaski często stosuje się do przepustów z kolanami o kącie innym niż 90° i wtedy, gdy dostęp do przewodu jest utrudniony. Zaleca się taki ich montaż, aby stanowiły one uszczelnienie pomiędzy rurą a przegrodą, tj. były zlicowane z przegrodą. Niektórzy producenci zabraniają nakładania opaski jednej na drugą, gdyż zbyt późno zadziałają na nie wysokie temperatury. Szczelinę pomiędzy rurą i przegrodą należy zabezpieczyć masą stanowiącą uszczelnienie przed dymem i gazem. W przypadku prowadzenia rury palnej przez ostonę w tulei (rurze) niepalnej opaskę należy umiejscowić na krawędzi rury niepalnej i przestrzeń pomiędzy nimi uszczelnić masą ognioochronną. Szczelinę pomiędzy rurą niepalną a przegrodą należy wypełnić wełną mineralną i zaprawą lub masą. Jeśli tuleja ochronna styka się z materiałami palnymi z sąsiedniej strefy, na ostonę z rury metalowej należy nałożyć niepalną otulinę izolacyjną.

PRZEPUSTY INSTALACJI KABLOWYCH

Przejścia instalacji kablowych (kable, wiązki kabli, drabinki i korytka kablowe) wymagają obudowy przejścia i uszczelnienia przestrzeni między obudową a kablem. Funkcję obudowy pełni materiał niepalny, tj. wełna mineralna lub płyty mineralne (gipsowo-kartonowe, silikatowo-cementowe, krzemianowo-wapienne), natomiast uszczelnienia – zaprawa gipsowa lub masa ogniochronna. Do zabezpieczenia przewodów stosuje się pasty lub farby pęczniejące w postaci gotowej do nanoszenia gęstej szpachli. Pokrywając bezpośrednio zewnętrzną polimerową ostonę kabla, powłoka pęczniejąca podczas pożaru tworzy na powierzchni zabezpieczającą warstwę pieniającego węgla, zapobiegając topieniu i paleniu ostony kabla oraz rozprzestrzenianiu pożaru.

Do uszczelniania pojedynczych kabli i wiązek kablowych, które są zmieniane, np. w centrach danych, serwerowniach, szpitalach, halach wystawowych lub zakładach produkcyjnych, stosuje się rękawy ogniochronne.

PRZEPUSTY KOMBINOWANE

W wielu przypadkach prowadzenie w oddzielnych otworach poszczególnych instalacji jest niepraktyczne lub niewykonalne. Stosuje się wtedy przepusty kombinowane, przez które przechodzą kable elektryczne, rury niepalne i palne. W takim przypadku na jednym rodzaju przewodów (kable, rury palne i niepalne) należy stosować wyłącznie rozwiązania dla nich przeznaczone. Na przykład rury palne mogą być zabezpieczone obejmami, rury niepalne za pomocą otulin, a kable powłoką ogniochronną. Ponadto należy zachować zalecane przez producentów tych systemów minimalne odległości pomiędzy różnymi przewodami, tj. kablami biegnącymi w szynie, rurami palnymi i niepalnymi.

Jako wypełnienie otworu w przegrodzie stosuje się płyty, bloczki lub zaprawy ogniochronne oraz powłoki ogniochronne i wypełniacze szczelin. W takich przepustach uzyskuje się odporność ogniową EI 120, jeśli spełnione zostaną wymagania producentów dotyczące montażu poszczególnych wyrobów.

OBUDOWY PIONÓW INSTALACYJNYCH

Szacht instalacyjny, w którym prowadzone są kable, instalacje sanitarne lub wentylacyjne, umożliwia bardzo szybkie rozprzestrzenianie się ognia – w parę minut kilka kondygnacji może zostać objętych pożarem, o ile nie zastosowano w nich odpowiednich przepustów instalacyjnych. Dla ochrony instalacji stosuje się także inne systemy biernej ochrony ppoż. Do obudowy pionów instalacyjnych z przewodami sanitarnymi i wentylacyjnymi oraz kablami, a także szybów dźwigowych producenci oferują specjalne systemy ogniochronne z płyt gipsowych zbrojonych włóknem szklanym lub ogniochronnych płyt gipsowo-kartonowych w klasach EI 60–120. Uzupełnieniem oferty są klapy i drzwiczki rewizyjne.

Z prowadzeniem przewodów wodociągowych, kanalizacyjnych i ogrzewczych w szachtach związany jest prawny wymóg takiego wykonania izolacji cieplnych i akustycznych, by ogień się nie rozprzestrzeniał. Ponadto palne elementy wystroju wnętrza budynku powinny być zabezpieczone przed możliwością zapalenia lub zwęglenia, jeśli prowadzone są przez nie lub obok nich przewody ogrzewcze lub wentylacyjne.

Artykuł pochodzi z miesięcznika „Rynek Instalacyjny” 7/8/19

LITERATURA

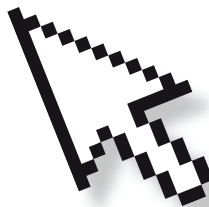
1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2002 nr 75, poz. 690, z późn. zm.).
2. PN-EN 13501-2:2016, „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 2: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej”.

3. PN-EN 1366-3:2010, „Badania odporności ogniowej instalacji użytkowych. Część 3: Uszczelnienia przejść instalacyjnych”.
4. Interpretacje KG PSP, <https://www.straz.gov.pl/download/3839>.
5. Ł. Fajfer, P. Sulik, „Wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego przejść instalacyjnych”, „Materiały Budowlane” 6/2018.
6. J. Chmielarski, Armaflex Protect, „Izolacja termiczna przepustów instalacyjnych”, <http://www.rynekinstalacyjny.pl/artukul/id3533,armaflex-protect-izolacja-termiczna-przepustow-instalacyjnych> (dostęp: 1.07.2019).
7. B. Sędfak, „Działanie opasek i kołnierzy ogniochronnych a materiały pęczniące”, „IZOLACJE” 11–12/2013.
8. J. Ryńska, „Bezpieczne przejścia instalacyjne”, „Rynek Instalacyjny” 10/2018.
9. G. Dzień, „Wymagania dla przejść instalacyjnych”, „Ochrona Przeciwpożarowa” 6/2007.
10. Materiały techniczne i katalogi firm: Armacell, Hilti, K-Flex, Mercor, Paroc, Promat, Rigipis, Rockwool, Soudal, Wavin.

WALDEMAR JONIEC – redaktor czasopism branżowych o tematyce instalacyjnej i budowlanej od 2000 r. Autor wielu artykułów z zakresu budownictwa energooszczędnego, efektywności energetycznej, instalacji grzewczych i wentylacyjnych oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii do ogrzewania i chłodzenia budynków.

PROMOCJA

 **IZOLACJE.com.pl**
budownictwo | przemysł | ekologia



Książki z dziedziny:

budownictwa

chłodnictwa

ciepłownictwa i ogrzewnictwa

gazownictwa

instalacji sanitarnych

ochrony środowiska

wentylacji i klimatyzacji

instalacji elektrycznych

informatyki

zarządzania i obsługi nieruchomości

oraz programy, słowniki, poradniki



elektrotechnika
instalacje
budownictwo

Księgarnia Techniczna
Grupa MEDIUM

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel.: 22 512 60 60, faks 22 810 27 42
e-mail: eib@ksiegarniatechniczna.com.pl

www.ksiegarniatechniczna.com.pl

Austrotherm Sp. z o.o.

32-600 Oświęcim
ul. Chemików 1
www.austrotherm.pl

**Canada Rubber Polska Sp. z o. o.**

ul. Rozrywka 1, 31-419 Kraków
tel. +48 12 416 14 56
kontakt@canadarubber.pl, www.canadarubber.pl

**FOAMGLAS® Building Poland**

Bojkowska 37 bud.4/PO Box 2, 44-100 Gliwice
tel. 609 992 829
info.foamglas.poland@owenscorning.com
www.foamglas.pl

**Hurtownia Styropianu**

ul. Gdyńska 25, 58-100 Świdnica
tel. 513 092 032
bok@hurtowniastyropianu.pl
www.hurtowniastyropianu.pl

HurtowniaStyropianu.pl

Milenium

ul. Milenijna 44, 44-207 Rybnik
tel. +48 32 307 79 79, fax +48 32 733 79 34
biuro@bialecieplo.pl, www.bialecieplo.pl

**PU Polska Związek Producentów
Płyt Warstwowych i Izolacji**

ul. Wałbrzyska 11/85, 02-739 Warszawa
tel. 734 494 306
www.pu-polska.pl



PU Polska

Związek Producentów Płyt Warstwowych i Izolacji