



**PLGBC**  
Polskie Stowarzyszenie  
Budownictwa Ekologicznego

# **JAK SKUTECZNIE MODERNIZOWAĆ BUDYNKI WIELORODZINNE**

**Poradnik dla zarządców nieruchomości**

**pod redakcją PLGBC**





# **JAK SKUTECZNIE MODERNIZOWAĆ BUDYNKI WIELORODZINNE**

**Poradnik dla zarządców nieruchomości**

**pod redakcją PLGBC**

Gliwice 2023

## AUTORZY

**dr inż. Dorota Bartosz**

Dyrektorka ds. Zrównoważonego Budownictwa  
Polskie Stowarzyszenie Budownictwa  
Ekologicznego PLGBC

**Sebastian Brzoza**

Dyrektor Działu Aplikacji i Wsparcia  
Technicznego Region Europa Wschodnia  
w Danfoss

**Maciej Drobczyk**

Country Manager w IBC SOLAR Polska

**dr arch. Tomasz Jeleński**

Dyrektor w Międzynarodowym Centrum  
Kształcenia Politechniki Krakowskiej

**dr hab inż. Paweł Krause**

Politechnika Śląska | STEKRA

**Katarzyna Mateja**

Powiatowy Inspektor Nadzoru Budowlanego  
w Piekarach Śląskich

**dr inż. Agnieszka Palmowska**

Politechnika Śląska, Katedra Ogrzewnictwa,  
Wentylacji i Techniki Odpylania

**Łukasz Sajewicz**

Dyrektor ds. klientów strategicznych  
w VIESSMANN

**dr inż. Aleksandra Specjał**

Politechnika Śląska, Katedra Ogrzewnictwa,  
Wentylacji i Techniki Odpylania

## REDAKCJA I KOREKTA

Zespół PLGBC

## KOORDYNACJA

Alicja Heller

## SKŁAD I OPRACOWANIE GRAFICZNE

Marta Szczepanik

## WYDAWCA

Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego PLGBC  
plgbc.pl

ISBN 978-83-970505-0-1 (wersja drukowana)

ISBN 978-83-970505-1-8 (wersja online)

Niniejsza publikacja wydana jest w ramach projektu RetrofitHUB, będącego częścią Europejskiej Inicjatywy Ochrony Klimatu (EUKI). EUKI jest instrumentem finansowania projektów Federalnego Ministerstwa Gospodarki i Działań Klimatycznych (BMWK) mającej na celu wzmocnienie współpracy w UE w zakresie dalszego rozwoju i realizacji ambitnej polityki klimatycznej. Nabór wniosków do EUKI jest realizowany przez Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Głównym celem projektu jest opracowanie i przeprowadzenie szkoleń dla osób związanych z zarządzaniem nieruchomościami mieszkalnymi wielorodzinnymi oraz osób zaangażowanych w proces modernizacji w zakresie właściwego wdrażania przedsięwzięć modernizacyjnych. Projekt ma również na celu opracowanie podręcznika stanowiącego kompendium wiedzy na temat efektywnego wdrażania modernizacji z korzyścią dla środowiska i społeczeństwa. Projekt RetrofitHUB realizowany jest przez trzech partnerów: Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego, Croatia Green Building Council, Hungary Green Building Council.

Wersja elektroniczna publikacji jest dostępna na stronie internetowej projektu: retrofithub.eu  
© PLGBC 2023



Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag



# Spis treści

<b>01. STRATEGIE OBNIŻANIA EMISYJNOŚCI SEKTORA BUDOWNICTWA .....</b>	<b>7</b>
Europejskie strategie .....	8
Strategia krajowa .....	11
<b>02. ZAKRES DZIAŁAŃ ZARZĄDCY NIERUCHOMOŚCI W KONTEKŚCIE PRAWA BUDOWLANEGO .....</b>	<b>17</b>
Zadania i obowiązki zarządcy .....	18
Podstawowe informacje o regulacjach prawnych związanych z modernizacją budynków mieszkalnych wielorodzinnych .....	29
Podsumowanie .....	34
<b>03. AUDYT ENERGETYCZNY .....</b>	<b>37</b>
Wymagania odnośnie do zużycia energii w budynkach .....	38
Podstawy obliczeń cieplnych stosowanych w audycie .....	44
Termomodernizacja budynku .....	46
Zadania i rodzaje audytów .....	53
Audyty dla przedsięwzięć dofinansowywanych z funduszu termomodernizacji i remontów .....	55
Dodatkowa problematyka związana z termomodernizacją budynku .....	68
<b>04. MODERNIZACJA PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH .....</b>	<b>75</b>
Wymagania prawne związane z oszczędnością energii .....	76
Problemy modernizacji wielkiej płyty .....	78
Dobór grubości izolacji dla istniejącej przegrody .....	80
Wpływ zaizolowanej przegrody na budynek .....	82
Izolacja od wewnątrz czy od zewnątrz .....	83
Metody ociepleń .....	84
Bezpieczeństwo pożarowe budynków .....	88
<b>05. MODERNIZACJA SYSTEMÓW WENTYLACJI .....</b>	<b>91</b>
Strumień powietrza wentylacyjnego w przepisach .....	92
Wybrane systemy wentylacyjne w budynkach .....	97
Modernizacja systemów wentylacyjnych .....	101
<b>06. BŁĘDY W PRZEPROWADZANIU MODERNIZACJI BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH .....</b>	<b>107</b>
Błędy przygotowania inwestycji .....	108
Błędy projektowe .....	110
Błędy wykonawcze .....	111

<b>07. ZALETY STOSOWANIA BADAŃ TERMOWIZYJNYCH W DIAGNOSTYCE BUDYNKÓW</b>	<b>117</b>
Termowizja – informacje podstawowe	118
Zastosowanie termowizji w budownictwie	119
Zalety i ograniczenia termowizji	121
Przebieg badania termowizyjnego	122
Diagnostyka termowizyjna w budownictwie – przykłady	124
Wizualizacja strat energii	124
Wskazanie miejsc występowania przenikania ciepła, w tym identyfikacja mostków termicznych	127
<b>08. MODERNIZACJA INSTALACJI C.O. I C.W.U. – ZASTOSOWANIE AUTOMATYKI I REGULACJI</b>	<b>135</b>
Automatyka bezpośredniego działania w instalacjach centralnego ogrzewania w budynkach mieszkaniowych – jakie rozwiązanie wybrać w zależności od typu i wieku instalacji	136
Automatyka bezpośredniego działania w instalacjach ciepłej wody użytkowej budynków mieszkaniowych – równoważenie termiczne oraz dezynfekcja	144
<b>09. ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA W WIELORODZINNYCH BUDYNKACH MIESZKALNYCH</b>	<b>149</b>
Pompa ciepła – elastyczny konsument energii	152
Pompy ciepła w budownictwie wielorodzinnym	153
Klasyfikacja systemowych rozwiązań z wykorzystaniem pomp ciepła	157
Przykłady zastosowania pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych – case study	161
<b>10. FOTOWOLTAIKA W BUDYNKACH WIELORODZINNYCH – MOŻLIWOŚCI, KORZYŚCI, OSZCZĘDNOŚCI</b>	<b>165</b>
Najważniejsze aspekty planowania instalacji	168
Case study – na każdy dach znajdzie się odpowiednie rozwiązanie	173
<b>11. MODERNIZACJA BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH WPISANYCH DO REJESTRU ZABYTKÓW</b>	<b>177</b>
Konserwacja budynków zabytkowych – podstawowe zasady	178
Co może zaszkodzić budynkom zabytkowym	179
Jak odnawiać budynki zabytkowe	181
<b>12. FINANSOWANIE MODERNIZACJI BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH – INSTRUMENTY WSPARCIA</b>	<b>193</b>
<b>13. KOMUNIKACJA ZARZĄDCY Z MIESZKAŃCAMI</b>	<b>199</b>
Oszczędność energii w budynku a edukacja mieszkańców	200

01

# STRATEGIE OBNIŻANIA EMISYJNOŚCI SEKTORA BUDOWNICTWA

dr inż. Dorota Bartosz  
PLGBC



## Europejskie strategie

Ekstremalne zjawiska pogodowe takie jak susze, fale upałów, ulewne deszcze, powodzie i obsunięcia się ziemi stają się w ostatnich latach coraz częstsze. Zjawiska te są skutkami zmian klimatycznych obserwowanymi na całym świecie. Obok nich pojawiają się również te, których przeciętny człowiek nie potrafi samodzielnie dostrzec, jak wzrost poziomu mórz, zakwaszenie oceanów i utrata różnorodności biologicznej. Przyjęte w 2015 r. podczas szczytu klimatycznego COP21 Porozumienie Paryskie, którego sygnatariuszem jest Polska, stawia za główny cel zahamowanie tempa zmian klimatycznych, poprzez ograniczenie średniego wzrostu temperatury na świecie poniżej 2°C, najlepiej do 1,5°C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej. Aby zrealizować ten cel UE zobowiązała się do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r. oraz przyjęła szereg inicjatyw politycznych.

Budynki w Unii Europejskiej odpowiadają łącznie za 40% całkowitego zużycia energii [1], co z kolei odpowiada 23% całkowitej emisji gazów cieplarnianych (GHG) pochodzących bezpośrednio ze spalania paliw kopalnych na miejscu oraz pośrednio z energii elektrycznej i ciepłownictwa wykorzystywanego w budynkach [2, 3]. Biorąc pod uwagę długą żywotność budynków, szacuje się, że 85–95% istniejących obecnie budynków będzie nadal użytkowanych w roku 2050 [4], tym samym sektor budowlany [5] znajduje się w centrum europejskich polityk i krajowych wysiłków zmierzających do osiągnięcia celów energetycznych i emisyjnych.

**Europejski Zielony Ład (EZŁ)** to strategia UE na rzecz osiągnięcia neutralności klimatycznej, w ramach której 27 krajów członkowskich UE zobowiązało się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 55% do 2030 r. w stosunku do poziomów z 1990 r.

Główne założenia Europejskiego Zielonego Ładu to:

- dostarczanie czystej i bezpiecznej energii,
- wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym,
- budynki o niższym zapotrzebowaniu na energię,
- przyspieszenie przejścia na zrównoważoną i inteligentną mobilność,
- ochrona i odbudowa ekosystemów oraz bioróżnorodności,
- adaptacja do zmian klimatu,
- ochrona zdrowia [6].

Ogłoszony w lipcu 2021 r. pakiet legislacyjny „**Fit for 55**” ma przełożyć ambicje klimatyczne EZŁ na konkretne przepisy.

Jest to zestaw propozycji mających zmienić przepisy klimatyczne, energetyczne i transportowe oraz wprowadzić nowe, tak by dostosować prawo Unii do jej celów klimatycznych.

Istotnym celem z punktu widzenia sektora budowlanego jest poprawa efektywności energetycznej o 36% oraz udział OZE na poziomie 42,5% w stosunku do 1990 r. Proponowane zmiany muszą zaakceptować poszczególne państwa UE oraz Parlament Europejski, a tu negocjacje będą trwały co najmniej rok. Dlatego zaczną obowiązywać najwcześniej w 2024 r. [6].

**REPowerEU** to plan Komisji Europejskiej polegający na uniezależnieniu Europy od rosyjskich paliw kopalnych wcześniej niż w zakładanym wcześniej 2030 r. W planie określono szereg środków mających na celu szybkie zmniejszenie zależności od rosyjskich paliw kopalnych i przyspieszenie transformacji ekologicznej, przy jednoczesnym zwiększeniu odporności unijnego systemu energetycznego.

Plan REPowerEU skupia się na działaniach w trzech głównych obszarach: **efektywność energetyczna, rozwój odnawialnych źródeł energii, dywersyfikacja kierunków importu energii** [6].

REPowerEU to:

- ambitniejsze niż w strategii FIT for 55 wymagania i obowiązki krajowe w zakresie oszczędności energii,
- wprowadzenie obowiązku ograniczenia zużycia energii, zlikwidowania dopłat do paliw kopalnych oraz wspierania technologii energii odnawialnej w transporcie i przemyśle,
- efektywniejsze wdrażanie wyników analiz z audytów energetycznych,
- wprowadzenie minimalnych norm charakterystyki energetycznej dla budynków,
- wzmocnienie krajowych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej nowych i istniejących budynków,
- zaostrenie krajowych wymogów dotyczących systemów ogrzewania istniejących budynków,
- wprowadzenie krajowych zakazów dotyczących kotłów opartych na paliwach kopalnych w istniejących i nowych budynkach,
- szybsze zakończenie dotacji wypłacanych przez państwa członkowskie nakotły oparte na paliwach kopalnych do 2025 r. (zamiast do 2027 r.).

Wysiłki na rzecz dekarbonizacji budynków i wytwarzania energii poprzez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii są jednymi z głównych filarów wysiłków UE na rzecz osiągnięcia celów na 2030 r. Zgodnie z ramami Planu Celu Klimatycznego 2030 [7], aby osiągnąć 55% redukcję emisji do 2030 r. (w porównaniu do poziomu z 1990 r.), konieczne będzie ograniczenie emisji GHG z budynków o co najmniej 60%, zużycie energii końcowej sektora budowlanego o co najmniej 14% oraz zużycie energii na ogrzewanie i chłodzenie budynków o 18% do 2030 r. w porównaniu do poziomów z 2015 r. [4].

Najistotniejszą unijną strategią związaną z poprawą efektywności energetycznej budynków jest **Fala Renowacji**, która ma być strategią przyspieszenia i pobudzenia transformacji energetycznej zasobów budowlanych w Europie, opartej na neutralności klimatycznej, zasadach zrównoważonego rozwoju i obiegu zamkniętego oraz ochronie dziedzictwa kulturowego, a także zabezpiecza prawo dostępu do przystępnych cenowo i komfortowych mieszkań.

Wybrane informacje o zasobach budowlanych w Europie:

- 260 mln wszystkich budynków w UE (komercyjnych i mieszkalnych),
- 35% budynków w UE ma ponad 50 lat,
- 40% budynków zbudowano przed 1960 r.,

- niemal 75% budynków jest nieefektywnych energetycznie,
- 85% (220 mln) budynków zbudowano przed 2001 r.,
- 85-95% istniejących budynków będzie nadal w użytku w 2050 r.,
- budynki odpowiadają za 40% całkowitego zużycia energii w UE oraz 36% emisji gazów cieplarnianych,
- większość budynków wykorzystuje do ogrzewania i chłodzenia paliwa kopalne oraz nieefektywne urządzenia i technologie.

### **Plan działania i kluczowe zasady Fali Renowacji:**

- wprowadzenia nowych i wzmocnienia istniejących regulacji prawnych i finansowych, których celem jest co najmniej podwojenie rocznego wskaźnika renowacji energetycznej budynków,
- „efektywność energetyczna przede wszystkim”,
- przystępność cenowa energooszczędnych i zrównoważonych budynków,
- obniżenie emisyjności, upowszechnienie odnawialnych źródeł energii, integracja lokalnych i regionalnych systemów energetycznych z wykorzystaniem lokalnych odnawialnych źródeł energii i ciepła odpadowego,
- zminimalizowanie śladu węglowego w całym cyklu życia i zapewnienie obiegu zamkniętego,
- zapewnienie wysokiej jakości środowiska wewnętrznego i usuwanie z budynków szkodliwych materiałów budowlanych,
- stosowanie inteligentnych systemów zarządzania budynkami i energią,
- poszanowanie estetyki i walorów architektonicznych.

Nieodłącznym dokumentem związanym z efektywnością budynków nowo budowanych oraz modernizowanych jest **Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie charakterystyki energetycznej budynków EPBD**, która miała swoje kolejne odsłony w latach 2002, 2010, 2018 a obecnie procedowany jest projekt EPBD z 15.12.2021 r. Najistotniejsze działania i wymagania wpisane w projekcie to:

- wspólne ramy ogólne dla metodologii obliczania zintegrowanej charakterystyki energetycznej budynków i modułów budynków,
- zastosowanie minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej wobec nowych budynków i nowych modułów budynków,
- wprowadzenie minimalnych wymagań dla charakterystyki energetycznej budynków istniejących i poddawanych głębokim renowacjom,
- wprowadzenie definicji budynku bezemisyjnego (zeroemisyjny),
- wprowadzenie dla budynku paszportu renowacji - dokumentu zawierającego plan działania kilkietapowej renowacji budynku,
- zmodyfikowanie definicji głębokiej renowacji - modernizacja budynku prowadząca do osiągnięcia standardu obiektu bezemisyjnego w 2030 r.,
- wprowadzenie obowiązku umieszczenia na świadectwie charakterystyki energetycznej współczynnika globalnego ocieplenia w całym cyklu życia budynku,
- rewizja krajowych planów renowacji budynków,
- ustalenie daty zakazu stosowania kotłów wykorzystujących paliwa kopalne.

## Strategia krajowa

Na krajowy zasób budowlany Polski składa się 14,2 mln budynków, z czego niemal 40% to budynki mieszkalne jednorodzinne [8]. I choć ilość budynków mieszkalnych wielorodzinnych jest znacznie mniejsza (o prawie 0,6 mln), to mieszka w nich 45% Polaków.

Większość polskich budynków mieszkalnych wielorodzinnych została oddana do użytkowania kilkadziesiąt lat temu, a więc w czasach, gdy w warunkach gospodarki centralnie planowanej ceny energii były niskie i nie odzwierciedlały jej ekonomicznej wartości. Stosowane wówczas rozwiązania techniczne w znacznie mniejszym stopniu niż obecnie uwzględniały izolacyjność cieplną budynków, a odpowiednią temperaturę wewnętrzną zapewniały rozbudowane systemy grzewcze pobierające relatywnie duże ilości energii. Budynki wybudowane przed 2002 r. są bardzo energochłonne i przez to również wysokoemisyjne, a i te wzniesione później charakteryzują się znacznie wyższym poziomem zapotrzebowania na energię pierwotną niż budynki aktualnie wznoszone. Równolegle ze wzrostem świadomości właścicieli i najemców mieszkań w temacie energooszczędności, rosła oczekiwania związane z komfortem mieszkańców [9].

Wszystko to sprawia, że modernizacja zasobów mieszkaniowych Polski jest – i przez kilka najbliższych lat będzie – aktualnym tematem i problemem do rozwiązania.

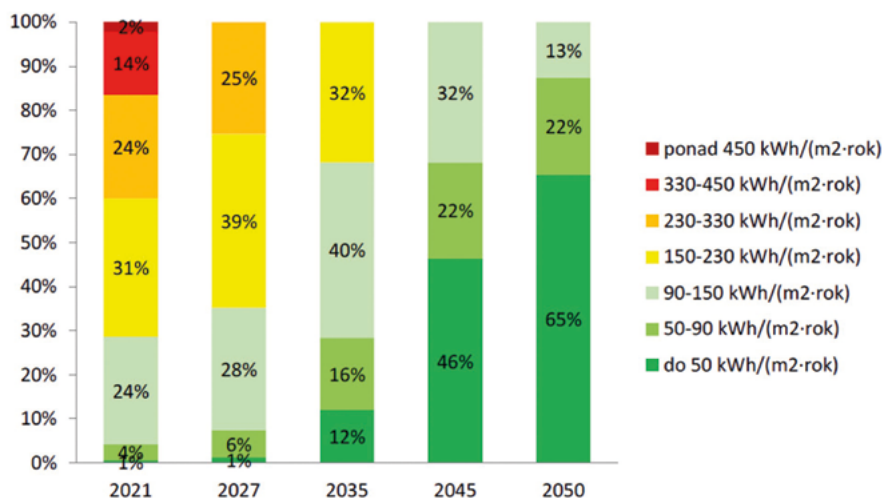
W niniejszej części publikacji skrótowo opisano wiele pojęć i zagadnień związanych z modernizacją budynków mieszkalnych, ze szczególnym uwzględnieniem działań prowadzonych w obrębie ścian zewnętrznych budynku, jako tych przegród, które stanowią największą powierzchniowo część obudowy budynku. W kolejnych rozdziałach wiele poruszonych tutaj zagadnień zostało bardziej szczegółowo rozwiniętych.

### STRUKTURA WYMAGAŃ EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ WG DSRB

Problem wpływu budynków na jakość życia i środowiska jest również tematem krajowym. Dlatego sposób jego rozwiązania jest omawiany i planowany na szczeblach rządowych, by wypracować scenariusze i wytyczne do lokalnej implementacji. W tym celu **w 2022 r. Polska wypracowała i przyjęła Długoterminową Strategię Renowacji Budynków – DSRB. To dokument, w którym zawarto zalecenia i wytyczne w zakresie wsparcia renowacji budynków, tak by poprawić ich efektywność energetyczną, jakość powietrza oraz przyczynić się do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub>.**

Zgodnie z zapisami DSRB w latach 2020-2030 zaplanowano w Polsce termomodernizację 236 tys. budynków rocznie, w kolejnych latach 2030-2040 – 271 tys. budynków, w latach 2040-2050 – 244 tys. budynków. Wskazane liczby dotyczą termomodernizacji wszystkich typów budynków w Polsce.

Zgodnie ze strategią do 2050 r. szacowane jest przeprowadzenie około 7,5 mln inwestycji termomodernizacyjnych, z czego 4,7 mln głębokich termomodernizacji, w tym w ramach rozłożonej w czasie termomodernizacji etapowej.



**Rysunek 01-1** Rozkład budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej w poszczególnych okresach wg wskaźnika – wg Załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z dnia 9 lutego 2022 r.: „Długoterminowa strategia renowacji budynków” [8].

Cele termomodernizacji zostały określone również jakościowo, przy wykorzystaniu wskaźnika *EP* – rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (wyrażanego w kWh/m<sup>2</sup>-rok), który określa ilość energii niezbędnej do pokrycia zapotrzebowania budynku na jego ogrzewanie, klimatyzację i wentylację mechaniczną oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej dla osób go zamieszkujących. Wartość wskaźnika *EP* określa zatem energochłonność budynku i zawarta jest w świadectwie charakterystyki energetycznej.

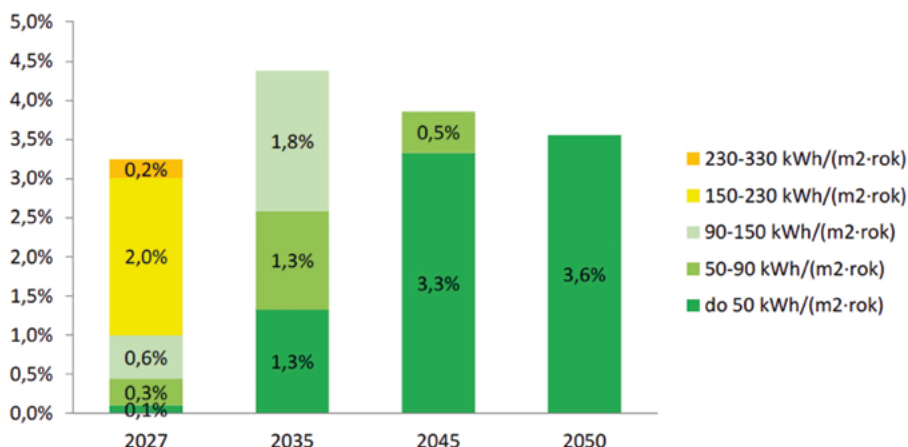
Według scenariusza rekomendowanego DSRB (**Rysunek 01-1**, **Rysunek 01-2**) do 2050 r. 65% budynków osiągnie wskaźnik *EP* nie większy niż 50 kWh/(m<sup>2</sup>-rok), a 22% – od 50 do 90 kWh/(m<sup>2</sup>-rok). Pozostałe 13% budynków, których z przyczyn technicznych bądź ekonomicznych nie da się tak głęboko zmodernizować, osiągną wskaźnik *EP* w przedziale 90-150 kWh/(m<sup>2</sup>-rok).

Strategia zakłada średnie roczne tempo termomodernizacji na poziomie ok. 3,8%.

## PŁYTKA I GŁĘBOKA MODERNIZACJA

Rekomendowany w strategii DSRB plan działania upowszechnia trzy pojęcia opisujące sposób prowadzenia termomodernizacji: płytką i głęboką termomodernizację oraz termomodernizację etapową. Zgodnie z definicjami zawartymi w dokumencie płytką termomodernizacja to jeden z etapów termomodernizacji przyczyniający się do osiągnięcia w przyszłości stanu głębokiej termomodernizacji, a to termomodernizacja spełniająca wymogi związane z oszczędnością energii i izolacyjnością cieplną zawarte w rozporządzeniu WT [11], a jeżeli jest to uzasadnione z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia – umożliwiającą osiągnięcie niższych wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną *EP* od określonych w rozporządzeniu WT [11].





**Rysunek 01-2** Tempo roczne modernizacji według docelowych przedziałów wskaźnika EP - wg Załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z dnia 9 lutego 2022 r.: „Długoterminowa strategia renowacji budynków” [8].

Termomodernizacja etapowa – proces składający się z kolejnych działań termomodernizacyjnych rozłożonych w czasie, który pozwala, na ile jest to możliwe pod względem technicznym i ekonomicznym, na osiągnięcie głębokiej termomodernizacji. Termomodernizacja etapowa planowana jest z uwzględnieniem efektu końcowego i etapów pośrednich. Zapewnia to spójność między poszczególnymi etapami, pozwalając uniknąć kosztów dublowania się działań w kolejnych etapach lub efektu technicznego zablokowania realizacji kolejnych działań termomodernizacyjnych. Terminy realizacji i zakres poszczególnych etapów prac dostosowane są do dostępnego finansowania, preferencji i potrzeb użytkowników/właścicieli budynku.

Zgodny z rekomendacjami DSRB plan działania łączy szybki wzrost płytkiej termomodernizacji ze stopniowym upowszechnianiem głębokiej, bardziej kompleksowej termomodernizacji w perspektywie do 2030 r. Płytką termomodernizacją polega przede wszystkim na wymianie wysokoemisyjnego źródła ciepła, jakim jest np. kocioł na węgiel tzw. kopciuch, na ekologiczne urządzenie. Dzięki temu zabiegowi będzie możliwa poprawa jakości powietrza w Polsce. Głęboka termomodernizacja wiąże się z koniecznością dodatkowych działań, takich jak ocieplenie budynku, wymiana okien czy zamontowanie ekologicznego źródła ciepła [10].

## WYMAGANIA WT ZWIĄZANE Z OSZCZĘDNOŚCIĄ ENERGII

Wykonana w ramach DSRB diagnoza stanu budynków w Polsce pozwala na porównanie wskaźników dla poszczególnych grup wiekowych budynków w Polsce. Porównanie to pokazuje, że z upływem lat budynki wznoszone w Polsce charakteryzowały się coraz większą efektywnością energetyczną, co wraz ze stopniowym wzrostem w ostatnich latach tempa oddawania do użytkowania nowych budynków przekłada się na coroczną poprawę średniej efektywności energetycznej zasobów budowlanych.

Istotną rolę w tym procesie odgrywają stopniowo zaostrzane na przestrzeni lat wymagania dotyczące oszczędności energii i izolacyjności cieplnej. Dotyczą one budynków projektowanych, budowanych i podlegających przebudowie lub budynków przy zmianie sposobu ich użytkowania oraz są uregulowane w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (określone w niniejszym dokumencie jako WT [11]).

Rozporządzenie to stanowi, że budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych – również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający spełnienie wymagań minimalnych. Wymagania minimalne dotyczą energochłonności budynków oraz izolacyjności cieplnej innych aspektów związanych z oszczędnością energii.

Energochłonność budynku określana jest w rozporządzeniu przy wykorzystaniu wskaźnika EP – rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (wyrażanego w kWh/m<sup>2</sup>·rok), który określa ilość energii niezbędnej do pokrycia zapotrzebowania budynku na jego ogrzewanie, klimatyzację i wentylację mechaniczną oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej dla osób go zamieszkujących. Wymagania izolacyjności cieplnej odnoszą się do:

- izolacyjności cieplnej przegród nieprzezroczystych,
- izolacyjności cieplnej okien, drzwi balkonowych, drzwi zewnętrznych i powierzchni przezroczystych nieotwieralnych,
- izolacyjności cieplnej przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego.

Innymi wymaganiami związanymi z oszczędnością energii są:

- wymagania dla okien, dotyczące maksymalnej wartości współczynnika przepuszczalności energii całkowitej promieniowania słonecznego okien oraz przegród szklanych i przezroczystych,
- wymagania dotyczące powierzchniowej kondensacji pary wodnej,
- zalecenia dotyczące szczelności na przenikanie powietrza.

Wymagania minimalne, o których mowa powyżej, należy spełnić łącznie w przypadku budynków nowobudowanych. **Natomiast dla budynków podlegających przebudowie uznaje się je za spełnione, jeżeli przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej.**

Niniejsza publikacja ma na celu zwiększenie świadomości na temat rozwiązań w zakresie modernizacji budynków, ze szczególnym uwzględnieniem budynków wielomieszkaniowych oraz podnoszenie kwalifikacji przedstawicieli budynków, zarządców i najemców. Założeniem autorów publikacji było stworzenie narzędzia, które stanie się źródłem rzetelnej wiedzy (technicznej i prawnej), dzięki której w sposób łatwiejszy i bardziej świadomy zostaną podjęte decyzje rozpoczynające transformację w kierunku energooszczędnych, niskokosztowych, odnawialnych źródeł energii i zrównoważoną modernizację budynków wielorodzinnych.

**Źródła**

1. Unijny portfel statystyczny dotyczący energii i arkusze danych krajowych. Portfel statystyczny 2020. <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analytic/energy-statistical-pocketbook>
2. IRP, Efektywność wykorzystania zasobów i zmiany klimatyczne, 2020 r.
3. Sprawozdanie ONZ dotyczące luki w emisji do środowiska za 2019 r.
4. Fala renowacji w Europie – ekologizacja naszych budynków, tworzenie miejsc pracy, poprawa życia. COM(2020) 662, Bruksela, 14.10.2020.
5. Przegląd polityki energetycznej Unii Europejskiej w 2020 r., sprawozdanie krajowe, czerwiec 2020 r. <https://www.iea.org/reports/european-union-2020>
6. Szacowanie śladu węglowego budynków. Mapa drogowa dekarbonizacji budownictwa do 2050, PLGBC, 2020 r. <https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2022/11/Szacowanie-sladu-weglowego-budynkow.pdf>
7. Komunikat dotyczący zwiększenia ambicji klimatycznych Europy do roku 2030. COM(2020) 562, Bruksela, 17 września 2020 r.
8. Długoterminowa strategia renowacji budynków. Wspieranie renowacji krajowego zasobu budowlanego. Załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z dnia 9 lutego 2022 r.
9. Długoterminowa Strategia Renowacji, Redakcja miesięcznika IZOLACJE | IZOLACJE 1/2022, <https://www.izolacje.com.pl/artukul/ekologia-w-budownictwie/262374,dlugoterminowa-strategia-renowacji>
10. Efektywność energetyczna budynków, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/efektywnosci-energetycznej-budynkow>
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r., poz. 1065).



02

# ZAKRES DZIAŁAŃ ZARZĄDCY NIERUCHOMOŚCI W KONTEKŚCIE PRAWA BUDOWLANEGO

**Katarzyna Mateja**

Powiatowy Inspektorat  
Nadzoru Budowlanego



## Zadania i obowiązki zarządcy

Wszelkie wytyczne techniczno-budowlane zostały opracowane w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa oraz odpowiednich warunków użytkowych dla osób korzystających z obiektów budowlanych. Podstawowe regulacje zostały zamieszczone w ustawie z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2021 r., poz. 2351 z późniejszymi zmianami), które zostały uszczegółowione w aktach wykonawczych oraz normach branżowych.

**Osobami, które odpowiadają za utrzymanie, właściwą eksploatację oraz wszelkie inwestycje budowlane zgodnie z powyższymi przepisami są właściciel lub zarządca nieruchomości.** W przypadku budynków mieszkalnych wielorodzinnych podmiotami, które organizują najistotniejsze działania związane z użytkowaniem tych budynków i ewentualnymi modernizacjami są zazwyczaj zarządcy (ewentualnie właściciele pełniący równocześnie funkcję zarządców).

W ustawie **Prawo budowlane osoba zarządcy zostaje wprost wskazana jako podmiot odpowiedzialny** – rozdział 6 pt. „Utrzymanie obiektów budowlanych”. Rozdział ten obejmuje artykuły od 61 do 72a. Właściciel i właśnie zarządca są w dyspozycjach ustawy tymi, na których ciąży szczególny prawny obowiązek zadbania o należyty stan techniczny obiektu i wszelkie inne aspekty jego bezpiecznej eksploatacji. Ustawa w pierwszej kolejności, **w art. 61 określa ogólny zarys tych obowiązków odsyłając do jednego pierwszych przepisów Prawa budowlanego**, jakim jest art. 5. Treść wyżej wspomnianej regulacji wskazującej obszar powinności podmiotów odpowiedzialnych, czyli art. 61 brzmi następująco: Właściciel lub zarządca obiektu budowlanego jest obowiązany:

1. utrzymywać i użytkować obiekt zgodnie z zasadami, o których mowa jest w art. 5 ust. 2,
2. zapewnić, dochowując należytej staranności, bezpieczne użytkowanie obiektu w razie wystąpienia czynników zewnętrznych oddziałujących na obiekt, związanych z działaniem człowieka lub sił natury, takich jak: wyładowania atmosferyczne, wstrząsy sejsmiczne, silne wiatry, intensywne opady atmosferyczne, osuwiska ziemi, zjawiska lodowe na rzekach i morzu oraz jeziorach i zbiornikach wodnych, pożary lub powódzie, w wyniku których następuje uszkodzenie obiektu budowlanego lub bezpośrednie zagrożenie takim uszkodzeniem, mogące spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, bezpieczeństwa mienia lub środowiska.

Delegacja do art. 5 ustawy oznacza, że należy go interpretować w odniesieniu właśnie do przywołanej dyspozycji. Stanowią one, **iż każdy obiekt budowlany należy użytkować w sposób zgodny z jego przeznaczeniem i wymaganiami ochrony środowiska oraz utrzymywać w należyтым stanie technicznym i estetycznym, nie dopuszczając do nadmiernego pogorszenia jego właściwości użytkowych i sprawności technicznej**, w szczególności w zakresie związanym z poniższymi wymaganiami:

1. **podstawowe wymagania** dotyczących obiektów budowlanych:
  - a. **nośność i stateczność konstrukcji** [przyp. oznacza to dbałość o istniejące elementy układu konstrukcyjnego, regularne naprawy i jeśli zachodzi taka potrzeba przemyślane ingerencje w oparciu o odpowiednie obliczenia i założenia materiałowe];

- b. **bezpieczeństwo pożarowe** [przyp. konieczność zapewnienia odpowiednich instalacji i urządzeń służących ochronie przeciwpożarowej, kontrola działalności użytkowników obiektu budowlanego w celu wychwycenia ryzykownych zachowań pod względem potencjalnego przyczynienia się do powstania pożaru czy wystąpienia zagrożenia wybuchem – przykładem może tu być niewłaściwa eksploatacja butli z gazem płynnym];
  - c. **higiena, zdrowie i środowisko** [przyp. jako przykład można wskazać zapewnienie odpowiednich warunków higieniczno-sanitarnych dla osób przebywających w obiekcie];
  - d. **bezpieczeństwo użytkowania i dostępność obiektów** [przyp. **powinno** wyrażać się stałym monitoringiem stanu technicznego obiektu budowlanego i jego otoczenia];
  - e. **ochrona przed hałasem** [przyp. w zależności od sposobu **użytkowania** obiekt powinien spełniać normy związane z izolacyjnością akustyczną];
  - f. **oszczędność energii i izolacyjność cieplna** [przyp. wszelkie działania eksploatacyjne i inwestycje powinny dążyć do zero emisyjności obiektu budowlanego];
  - g. **zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych** [przyp. w **przypadku** starszych zasobów może wyrażać się z zmianie sposobu ogrzewania na bardziej ekologiczny];
2. **warunki użytkowe zgodne z przeznaczeniem obiektu**, w szczególności:
- a. **zaopatrzenie w wodę i energię elektryczną** oraz, odpowiednio do potrzeb, w energię ciepłą i paliwa, przy założeniu efektywnego wykorzystania tych czynników [przyp. oznacza to zachowanie zasad ekologicznego użytkowania obiektu budowlanego przy równoczesnym zachowanie jego funkcjonalności];
  - b. **usuwanie ścieków, wody opadowej i odpadów** [przyp. ma na celu doprowadzenie ścieków zarówno sanitarnych jak i wód opadowych w tym roztopowych, w zgodzie z odpowiednimi regulacjami prawnymi oraz wywóz zadeklarowanej ilości odpadów w oparciu o stosowne umowy];
- 2a. **możliwość dostępu do usług telekomunikacyjnych**, w szczególności w zakresie szerokopasmowego dostępu do Internetu, [przyp. jest o warunek szczególnie istotny w dobie powszechnej cyfryzacji i konieczności dostępu do stabilnego łącza internetowego];
3. **możliwość utrzymania właściwego stanu technicznego** [przyp. zapewnienie odpowiednich działań prewencyjnych oraz naprawczych w ramach bieżącego utrzymania obiektu budowlanego];
4. **niezbędne warunki do korzystania z obiektów użyteczności publicznej i mieszkaniowego budownictwa wielorodzinnego przez osoby niepełnosprawne, w tym osoby starsze** [przyp. celem działań podmiotów odpowiedzialnych za obiekt jest zapewnienie dostępności do niego wszystkim osobom, bez względu na wiek czy ograniczenia w poruszaniu się oraz inne szczególne potrzeby typu zapewnienie sprawnego poruszania się po obiekcie niewidomym];
- 4a. **minimalny udział lokali mieszkalnych dostępnych dla osób niepełnosprawnych**, w tym osób starszych w ogólnej liczbie lokali mieszkalnych

w budynku wielorodzinnym [przyp. warunek dotyczący co do zasady budynków mieszkalnych wielorodzinnych nowych i poddawanych przebudowie lub rozbudowie, który ma zapewnić możliwość użytkowania lokalu mieszkalnego przez osoby o szczególnych potrzebach i trudnościach poruszaniu się];

5. **warunki bezpieczeństwa i higieny pracy** [przyp. konieczne jest wypełnienie wytycznych ustawowych w przypadku obiektów budowlanych wykorzystywanych jako zakłady pracy i służące do prowadzenia działalności gospodarczej];
6. **ochrona ludności, zgodnie z wymaganiami obrony cywilnej** [przyp. dotyczy obiektów budowlanych, w których zostały zlokalizowane schrony, ukrycia lub w inny sposób służą jako elementy infrastruktury obronnej kraju];
7. **ochrona obiektów wpisanych do rejestru zabytków oraz obiektów objętych ochroną konserwatorską** [przyp. dotyczy spełnienia stosownych przepisów względem obiektów zabytkowych i będących pod opieką konserwatorską np. w gminnej ewidencji zabytków czy funkcjonujących w strefie ochrony konserwatorskiej wynikających z zapisów prawa miejscowego, w tym miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego];
8. **odpowiednie usytuowanie na działce budowlanej** [przyp. ma na celu ograniczenie w zabudowie działek budowlanych zarówno ze względów technicznych jak i funkcjonalnych];
9. **poszanowanie, występujących w obszarze oddziaływania obiektu, uzasadnionych interesów osób trzecich, w tym zapewnienie dostępu do drogi publicznej** [przyp. warunek gwarantujący zachowanie dobrosąsiedzkich stosunków oraz ograniczający nadużycia związane między innymi z wykonywaniem prawa służebności przejazdu czy przesyłu];
10. **warunki bezpieczeństwa i ochrony zdrowia osób przebywających na terenie budowy** [przyp. dotyczy zgodnego przepisami i sztuką oraz wiedzą budowlaną prowadzenia robót budowlanych zarówno w związku z powstawaniem nowego obiektu budowlanego jak i wykonywanych w istniejącym już obiekcie lub jego otoczeniu].

Tak sformułowane przepisy jasno wskazują co z punktu widzenia ustawy jest najistotniejsze w utrzymaniu obiektu budowlanego i skąd będą wywodziły się poszczególne obowiązki osób odpowiedzialnych za ten obiekt, czyli właściciela lub zarządcy. Natomiast w art. 61 ust 2 Prawa budowlanego wymienione zostały przypadki, w jakich właściciel czy zarządca powinien bezzwłocznie podjąć stosowne działania. Wymienione w ustawie niebezpieczne sytuacje nie stanowią listy zamkniętej. Wynika to z faktu, że podczas użytkowania obiektów budowlanych mogą zaistnieć inne zdarzenia związane z działalnością ludzi lub siłami natury. Takie sytuacje mogą mieć znaczący wpływ na obniżenie bezpieczeństwa stabilności konstrukcyjnego układu nośnego czy użytkowania takich obiektów (np. zniszczenia w związku z działaniami wojennymi, atakiem terrorystycznym czy uderzeniem pojazdu w budynek).

Zasadnicze wytyczne dotyczące utrzymania obiektów budowlanych zostały tak sformułowane, że w kontekście analizowanej tematyki powstaje pytanie: jak wyżej omówione dyspozycje ustawowe będą przekładały się konkretne obowiązki osoby pełniącej funkcję zarządcy budynku mieszkalnego wielorodzinnego?



Wpływ czynników zewnętrznych od charakterze naturalnym lub antropogenicznym jak również eksploatacja obiektu budowlanego, będą miały wpływ na jego zużycie, co przekłada się na trwałość i stan techniczny poszczególnych elementów oraz jego wyposażenia instalacyjnego.

W celu zadośćuczynienia warunkom wspomnianym w art. 61 pkt 1, a wprost określonym w art. 5 ustawy Prawo budowlane osoba zarządzająca budynkiem mieszkalnym wielorodzinnym będzie musiała więc podjąć działania mające na celu monitoring kondycji poszczególnych elementów budynku. W celu stwierdzenia czy wystąpiły uszkodzenia lub braki w trakcie użytkowania takiego budynku konieczne jest sprawdzenie poszczególnych elementów obiektu i jego wyposażenia instalacyjnego wraz z urządzeniami budowlanymi. Ustawa Prawo budowlane w art. 62 dokładnie wskazuje w jakim zakresie oraz w jakich terminach należy przeprowadzać kontrole budowlane obiektu, jego otoczenia i instalacji, aby zapewnić ich utrzymanie w należyтым stanie technicznym i użytkowym.

**Obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli okresowej, co najmniej raz w roku.**

**W ustawie Prawo budowlane w treści art. 62 ust. 1 pkt 1 wymienione zostały obowiązki podmiotów zarządzających obiektem budowlanym.** Te powinności zawierają się w obszarze tzw. rocznych okresowych kontroli stanu technicznego i określają elementy, które powinny zostać poddane sprawdzeniu: Obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli okresowej, co najmniej raz w roku, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego:

- a. elementów budynku, budowli i instalacji narażonych na szkodliwe wpływy atmosferyczne i niszczące działania czynników występujących podczas użytkowania obiektu,
- b. instalacji i urządzeń służących ochronie środowiska,
- c. instalacji gazowych oraz przewodów kominowych (dymowych, spaliniowych i wentylacyjnych).

O ile podpunkty „b” i „c” precyzyjnie wyliczają elementy, które należy objąć sprawdzeniem w ramach tzw. przeglądu techniczno-budowlanego rocznego, tak podpunkt „a” został sformułowany bardzo ogólnie. Doprecyzowanie jego treści w kontekście sprawdzenia stanu technicznego budynków mieszkalnych zostało zawarte w stosownym akcie wykonawczym. Jest nim **rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 sierpnia 1999 r. w sprawie warunków użytkowania budynków mieszkalnych (Dz. U. z 1999 r., Nr 74, poz. 836 z późniejszymi zmianami)**. W §5 powyższe rozporządzenie przedstawia dokładniejsze określenie elementów, które powinny zostać zbadane podczas tej kontroli oraz wylicza dokładnie w jaki sposób powinny przebiegać czynności kontrolne wynikające z treści art. 62 ust. 1 pkt 1 lit a ustawy Prawo budowlane. Zgodnie z wytycznymi wykonawczymi przedmiotowemu przeglądowi powinny podlegać elementy budynku narażone na szkodliwe wpływy atmosferyczne i niszczące działania czynników występujących podczas użytkowania, których uszkodzenia mogą powodować zagrożenie dla:

1. bezpieczeństwa osób,
2. środowiska,
3. konstrukcji budynku.

Wśród części budynku, które powinny zostać objęte szczegółowym sprawdzeniem pod kątem ich stanu technicznego w rozporządzeniu wymieniono:

- zewnętrzne warstwy przegród zewnętrznych (warstwa fakturowa),
- elementy ścian zewnętrznych (attyki, filary, gzymsy),
- balustrady, loggie i balkony,
- urządzenia zamocowane do ścian i dachu budynku,
- elementy odwodnienia budynku oraz obróbek blacharskich,
- pokrycia dachowe,
- instalacje centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej,
- urządzenia stanowiące zabezpieczenie przeciwpożarowe budynku,
- elementy instalacji kanalizacyjnej odprowadzające ścieki z budynku,
- przejścia przyłączy instalacyjnych przez ściany budynku.

W rozporządzeniu pominięto pozostałe podpunkty ustawowe. O ile przypadku przewodów kominowych wiadomym jest jakie elementy podlegają sprawdzeniu, tak mogą powstać wątpliwości, jakie **urządzenia służące ochronie środowiska powinny podlegać kontroli okresowej stanu technicznego. Wskazówki do interpretacji przedstawił na swojej stronie internetowej Główny Urząd Nadzoru Budowlanego** w Warszawie ([www.gunb.gov.pl](http://www.gunb.gov.pl)) w części dotyczącej kontroli stanu technicznego, cyt.: „Mając jednak na uwadze przepisy dotyczące ochrony środowiska, należy przyjąć, że są to instalacje i urządzenia, które przeciwdziałają negatywnemu oddziaływaniu obiektu na stan środowiska oraz na życie lub zdrowie ludzi, w szczególności w zakresie wprowadzania gazów lub pyłów do powietrza, wprowadzania ścieków do wód lub do ziemi, powodowania hałasu, wytwarzania pól elektromagnetycznych. Takimi urządzeniami są np. urządzenia sanitarne służące oczyszczaniu lub gromadzeniu ścieków, a **także służące do czasowego gromadzenia odpadów stałych, urządzenia filtrujące czy wyłuszkujące**”. W przypadku wewnętrznych instalacji gazowych istotnym jest, aby **sprawdzać je regularnie bez względu na to jaki gaz jest wykorzystywany jako paliwo (gaz ziemny czy propan-butan)**. Przedmiotowe kontrole powinny, zgodnie z §4 ust. 2 rozporządzenia powinno przeprowadzać się w okresie wiosennym.

**W zakresie analogicznym** jak w przypadku wykonywanych raz w roku kontroli stanu technicznego (elementów narażonych na działanie czynników zewnętrznych, instalacji i urządzeń służących ochronie środowiska oraz instalacji gazu i przewodów kominowych) **będą przeprowadzane kontrole obiektów wielkopowierzchniowych**. Budynki mieszkalne wielorodzinne bardzo rzadko będą zaliczane do tej kategorii, choć nie są wykluczone takie przypadki. Tego rodzaju obiekty zostały wskazane odrębnie w ustawie Prawo budowlane i zdefiniowane jako budynki o powierzchni **zabudowy przekraczającej 2000 m<sup>2</sup>** oraz inne obiekty budowlane o powierzchni dachu **przekraczającej 1000 m<sup>2</sup>**. Obowiązek przeprowadzenia kontroli okresowych w przypadku tego typu obiektów zawarto w art. 62 ust. 1 pkt 3 ustawy. **Powinny być one w czasie użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli okresowej w zakresie, o którym wyżej wspomniano, co najmniej dwa razy w roku, w terminach do 31 maja oraz do**

**30 listopada. Co istotne o wykonaniu takiego przeglądu, osoba dokonująca kontroli jest obowiązana bezzwłocznie pisemnie zawiadomić właściwy organ nadzoru budowlanego o przeprowadzonej kontroli.**

Poza kontrolowanymi raz w roku wymienionymi powyżej elementami budynku mieszkalnego wielorodzinnego i jego instalacji, zarządca obiektu dla pełnej informacji na temat stanu technicznego całego obiektu i jego otoczenia **powinien zlecić przeprowadzenie przeglądu techniczno-budowlanego w szerszym, pełniejszym zakresie, obejmującym całość budynku i jego bezpośredniego otoczenia**. Obowiązek wykonywania przez właściciela lub zarządcę tego rodzaju kontroli okresowej (w obszarze stanu technicznego, przydatności do użytkowania estetyki), zwanej także **pięcioletnią kontrolą ogólnobudowlaną wynika wprost z treści art. 62 ust.1 pkt 2 ustawy Prawo budowlane**. Stanowi on, iż wszystkie obiekty budowlane bez wyjątku powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez podmiot odpowiedzialny kontroli okresowej, co najmniej raz na 5 lat, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania obiektu budowlanego, estetyki obiektu budowlanego oraz jego otoczenia; kontrolą tą powinno być objęte również badanie instalacji elektrycznej i piorunochronnej w zakresie stanu sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń, oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów.

Każdy zarządca nieruchomości powinien pamiętać, że kontrole okresowe stanu technicznego powinny być również przeprowadzane po zaistnieniu szczególnych innych okoliczności, niż upływ ustawowego terminu. Będzie to między innymi obowiązek przeprowadzenia kontroli w każdym wypadku zaistnienia czynnika zewnętrznego mogącego zmniejszać bezpieczeństwo użytkowania obiektu nie wynika wprost z art. 61 pkt 2 ustawy Prawo budowlane. „Obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli (...) bezpiecznego użytkowania obiektu każdorazowo w przypadku wystąpienia okoliczności, o których mowa w art. 61 pkt 2”. W połączeniu z treścią przepisu art. 61 ust 2 ustawy Prawo budowlane oznacza to, że przypadku wystąpienia jakiegokolwiek czynnika zewnętrznego mogącego negatywnie wpływać na bezpieczeństwo użytkowników obiektu, właściciel lub zarządca w celu zdiagnozowania skali oraz znaczenia problemu powinien bezzwłocznie przeprowadzić kontrolę stanu technicznego obiektu, umożliwiającą ocenę jego potencjalnych uszkodzeń.

Kolejnym z przepisów w zakresie kontroli w obszarze utrzymania obiektów budowlanych jest wprowadzony zapis do Prawa budowlanego w 2016 r. regulacja art. 62 ust. 1 pkt 4a, który nakazuje podmiotowi odpowiedzialnemu za obiekt **dokonanie szczegółowej kontroli w szczególnej sytuacji**. Czynności kontrolne powinny zostać przeprowadzone w przypadku zgłoszenia przez osoby zamieszkujące lokal mieszkalny znajdujący się w obiekcie budowlanym o dokonaniu nieuzasadnionych względami technicznymi lub użytkowymi ingerencji lub naruszeń, powodujących, że nie są spełnione warunki użytkowania budynku zgodnie z przepisami. Wyżej wspomniane czynności kontrolne powinny zostać przeprowadzone w przypadku zgłoszenia przez osoby zamieszkujące lokal mieszkalny znajdujący się w obiekcie budowlanym działalności osób trzecich, która miała szczególnie negatywny wpływ na możliwość bezpiecznego i właściwego użytkowania z budynku mieszkalnego (np. wykucie otworu w ścianie nośnej bez zastosowania nadproży, zbyt duże obciążenie stropu powodujące jego nadmierne ugięcie,

montaż w przewodzie kominowym spalinowym wewnętrznej instalacji wodnej). Z kolei naruszenia w obrębie mieszkań to takie, czynności, które miały negatywny wpływ na możliwość bezpiecznego i właściwego korzystania z budynku mieszkalnego (np. montaż wyciągu mechanicznego nad kuchenką gazową w kuchni w kominie wentylacji grawitacyjnej). Zgodnie z wytycznymi art. 62 ust. 2a ustawy Prawo budowlane, osoba zarządzająca budynkiem jest zobowiązana przeprowadzić taką kontrolę (o której mowa w art. 62 ust. 2 pkt 4a ustawy) w terminie 3 dni od otrzymania zgłoszenia od lokatora.

Kontrola stanu technicznego może również zostać narzucona przez odpowiednie organy państwowe. Nakaz tego rodzaju będzie wynikał z procedur przyjętych w odpowiednim postępowaniu administracyjnym prowadzonym przez organ nadzoru budowlanego. Funkcjonariusze tego urzędu mają za zadanie m.in. przeprowadzanie kontroli utrzymania obiektów budowlanych. Jeżeli w trakcie takiej kontroli obiektu budowlanego inspektorzy nadzoru budowlanego stwierdzą, że jego stan techniczny jest nieodpowiedni oraz może stanowić zagrożenie zdrowia lub życia ludzi wszczęte zostanie postępowanie administracyjne. W toku takiego postępowania organ nadzoru budowlanego ma narzędzia prawne, aby nakazać właścicielowi lub zarządcy w drodze postanowienia przeprowadzenie kontroli tego obiektu w zakresie: elementów budynku, budowli i instalacji narażonych na szkodliwe wpływy atmosferyczne i niszczące działania czynników występujących podczas użytkowania obiektu, instalacji i urządzeń służących ochronie środowiska, instalacji gazowych i przewodów kominowych (dymowych, spalinowych i wentylacyjnych). Dla organu nadzoru budowlanego podstawą wydania takiego postanowienia jest przepis art. 62 ust. 3 ustawy Prawo budowlane.

Po przeprowadzeniu czynności kontrolnych osoba, której zostało zlecone wykonanie takiego przeglądu powinna przekazać ustalenia poczynione przy sprawdzaniu poszczególnych elementów budynku i jego wyposażenia instalacyjnego. Ustalenia kontroli powinny mieć formę protokolarną. W wytycznych 62a ustawy Prawo budowlane zostało dokładnie wymienione, co w treści takiego protokołu powinna zawrzeć osoba kontrolująca (legitymująca się stosownymi uprawnieniami budowlanymi lub kwalifikacjami zawodowymi). **Wytyczne tego przepisu określają, iż taki protokół będzie obowiązkowo zawierał co najmniej:**

- datę przeprowadzenia kontroli;
- imię i nazwisko, a także numer uprawnień budowlanych wraz ze specjalnością, w której zostały wydane, osoby przeprowadzającej kontrolę oraz jej podpis;
- imię i nazwisko albo nazwę właściciela lub zarządcy użytkowanego obiektu budowlanego;
- określenie kontrolowanego obiektu budowlanego umożliwiające jego identyfikację;
- zakres kontroli;
- ustalenia dokonane w zakresie kontroli, w tym wskazanie nieprawidłowości, jeżeli zostały stwierdzone;
- zalecenia, jeżeli zostały stwierdzone nieprawidłowości, przy czym w zaleceniach wskazuje się czynności mające na celu usunięcie stwierdzonych nieprawidłowości oraz termin wykonania przedmiotowych czynności;

- metody i środki użytkowania elementów obiektów budowlanych narażonych na szkodliwe działanie wpływów atmosferycznych i niszczące działanie innych czynników, w przypadku kontroli tych elementów;
- zakres niewykonanych zaleceń określonych w protokołach z poprzednich kontroli.

Powyższą regulację Prawa budowlanego, w przypadku budynków mieszkalnych wielorodzinnych należy czytać łącznie z dyspozycjami rozporządzenia w sprawie warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych, a ściśle z §4 ust. 4 i 5 tego aktu wykonawczego. Stanowią one, że protokoły sporządzane w wyniku kontroli okresowych powinny zawierać określenie:

1. stanu technicznego elementów budynku objętych kontrolą,
2. rozmiarów zużycia lub uszkodzenia elementów, o których mowa w pkt 1, [przytł. czyli elementów budynku objętych kontrolą],
3. zakresu robót remontowych i kolejności ich wykonywania,
4. metod i środków użytkowania elementów budynku narażonych na szkodliwe działanie wpływów atmosferycznych i niszczące działanie innych czynników,
5. zakresu niewykonanych robót remontowych zaleconych do realizacji w protokołach z poprzednich kontroli okresowych.

Ponadto do tego typu protokołów, w razie potrzeby należy dołączyć dokumentację graficzną wykonaną w toku kontroli.

Co niezwykle istotne, do protokołu kontroli stanu technicznego obiektu lub jego wyposażenia instalacyjnego dołączone powinny zostać i przekazane właścicielowi lub zarządcy kopie zaświadczeń potwierdzających wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego wydanym przez tę izbę. Zaświadczenie to powinno mieć określony w nim termin ważności, aktualny na dzień sporządzania protokołu. Ponadto przekazana zlecającemu powinna zostać kopia decyzji o nadaniu uprawnień budowlanych w odpowiedniej specjalności lub innych uprawnień lub kwalifikacji przez osoby posiadające kwalifikacje wymagane przy wykonywaniu dozoru nad eksploatacją urządzeń, instalacji oraz sieci energetycznych i gazowych.

Do marca 2015 r. obowiązki w zakresie sprawdzenia stanu technicznego systemów grzewczych i klimatyzacyjnych określała ustawa Prawo budowlane. **Obecnie obowiązki w tym zakresie reguluje ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (tekst jednolity: Dz. U. z 2021 r., poz. 497 z późniejszymi zmianami).** Zgodnie z art. 23 ust. 1 pkt 1 powyższej ustawy, w czasie użytkowania budynków należy je poddać kontroli okresowej, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego systemu ogrzewania, z uwzględnieniem efektywności energetycznej kotłów oraz dostosowania ich mocy do potrzeb użytkowych:

- co najmniej raz na 5 lat – dla kotłów o nominalnej mocy cieplnej od 20 kW do 100 kW,
- co najmniej raz na 2 lata – dla kotłów opalanych paliwem ciekłym lub stałym o nominalnej mocy cieplnej ponad 100 kW,
- co najmniej raz na 4 lata – dla kotłów opalanych gazem o nominalnej mocy cieplnej ponad 100 kW.

Natomiast w przypadku systemów klimatyzacji, na podstawie art. 23 ust. 1 pkt 2 powinny one podlegać przeglądowi okresowemu, co najmniej raz na 5 lat, polegającym na ocenie efektywności energetycznej zastosowanych urządzeń chłodniczych o mocy chłodniczej nominalnej większej niż 12 kW.

W przeciwieństwie do przepisów ustawy Prawo budowlane, które nakładają obowiązek wykonywania okresowych kontroli stanu technicznego i sprawdzenia przydatności do użytkowania przez cały okres eksploatacji obiektu budowlanego w określonych terminach, ustawa o charakterystyce energetycznej budynków w art. 23 ust. 3 stanowi, iż nie ma obowiązku dokonywania kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji, w których od ostatniej takiej kontroli nie dokonano zmian mających wpływ na ich efektywność energetyczną. Oznacza to, iż w czasie normalnego użytkowania tych systemów, bez żadnych ingerencji w ich funkcjonowanie, nie ma konieczności przeprowadzania wyżej wymienionych kontroli.

**Wszystkie protokoły kontroli okresowej stanu technicznego budynku należy archiwizować.** Zgodnie z art. 64 ust. 3 Prawa budowlanego dokumentacja techniczno-budowlana, w tym protokoły z kontroli systemu ogrzewania i systemu klimatyzacji, oceny i ekspertyzy dotyczące jego stanu technicznego, świadectwo charakterystyki energetycznej oraz dokumenty związane realizacją budowy obiektu budowlanego, powinny zostać dołączone do książki obiektu budowlanego. Po nowelizacji ustawy wytyczne dotyczące założenia i prowadzenia książki obiektu budowlanego zawarte zostały w rozdziale 5d „Książka obiektu budowlanego”, w art. 60a do 60r. Pomimo zmian przepisów dotyczących szczegółów założenia i prowadzenia książki

**Błędy podczas eksploatacji budynków są najczęstszymi przyczynami niebezpiecznych zdarzeń.**

obiektu budowlanego, podstawowa zasada pozostaje niezmienna – za posiadanie książki i jej należyte uzupełnianie odpowiedzialny jest właściciel lub zarządca obiektu budowlanego. Podczas przeglądów okresowych specjaliści dokonujący badań i sprawdzeń powinni wykryć wszelkiego rodzaju nieprawidłowości, w tym uchybienia związane z użytkowaniem budynku mieszkalnego wielorodzinnego.

Zalecenia pokontrolne wpisane z odpowiednim stopniem pilności, zgodnie z dyspozycjami §7 rozporządzenia w sprawie warunków użytkowania budynków mieszkalnych będą stanowiły podstawę do stworzenia planu niezbędnych do wykonania robót budowlanych remontowych i ich harmonogramu. Przedmiotowe zestawienie robót budowlanych powinno zawierać podział robót na:

1. roboty konserwacyjne,
2. naprawy bieżące,
3. naprawy główne.

Zestawienie napraw bieżących i głównych stanowić będzie najistotniejsze wytyczne dla sporządzenia wyżej wspomnianego planu robót remontowych. Taki plan powinien być sporządzony z zachowaniem pierwszeństwa dla robót mających na celu:

1. eliminację zagrożenia bezpieczeństwa użytkowników lokali i osób trzecich,
2. zabezpieczenie przeciwpożarowe budynku,



3. spełnienie wymagań ochrony środowiska,
4. zachowanie zapobiegawczego charakteru remontu.

Wykonanie wymienionych protokolarnie robót naprawczych będzie gwarantowało doprowadzeni budynku do należytego stanu technicznego. Jednak niektóre nieprawidłowości nie są łatwe do wyeliminowania, w szczególności, jeżeli dotyczą niewłaściwego korzystania z budynku lub jego wyposażenia instalacyjnego. Błędy podczas eksploatacji budynków są najczęstszymi przyczynami niebezpiecznych zdarzeń. Ponadto interwencje w tych sprawach mogą prowadzić do ewentualnych sporów pomiędzy zarządcą a użytkownikami lokali. **Do nagminnie stwierdzanych błędów związanych z użytkowaniem lokali mieszkalnych należą:**

- doszczelnianie mieszkań (np. montaż okien bez nawiewników, brak wymaganych otworów wentylacyjnych w drzwiach łazienkowych, przyklejanie uszczelki do drzwi i okien, zakrywanie kratki wentylacyjnych);
- niewłaściwe użytkowanie instalacji gazowych (np. użytkowanie butli na gaz płynny w budynku, w którym funkcjonuje instalacja wewnętrzna gazu ziemnego, brak przeglądów konserwacyjnych urządzeń gazowych np. podgrzewaczy przepływowych);
- niewłaściwe użytkowanie centralnego ogrzewania (np. brak odpowiedniej wymiany powietrza w kotłowni, zbyt mała kubatura lub za niskie pomieszczenie kotłowni);
- błędne korzystanie z instalacji elektrycznej (np. korzystanie ze zbyt wielu odbiorników równocześnie, zniszczone gniazda, brak uziemienia w gniazdach w pomieszczeniach mokrych);
- prowadzenie robót budowlanych niezgodnie z wiedzą i sztuką budowlaną (np. w warunkach samowoli budowlanej, bez wymaganej dokumentacji technicznej lub bez stosownego nadzoru osoby posiadającej odpowiednie uprawnienia budowlane czy też kwalifikacje zawodowe).

Mając na uwadze protokolarnie stwierdzone nieprawidłowości, osoba zarządzająca budynkiem powinna liczyć się z potencjalnymi skutkami takiego stanu. Osoby odpowiedzialne za budynek bądź lokal (czyli właściciel, zarządcą lub użytkownik obiektu budowlanego, na których spoczywają obowiązki w zakresie napraw, określone w przepisach odrębnych bądź umowach), zgodnie z art. 70 ustawy Prawo budowlane, są obowiązane w czasie lub bezpośrednio po przeprowadzonej kontroli usunąć stwierdzone uszkodzenia oraz uzupełnić braki, które mogłyby spowodować zagrożenie. Ponadto każda szkoda spowodowana przez użytkowników lokali, która ma wpływ na ogólny stan techniczny budynku może zapoczątkować postępowania karne lub spór o charakterze cywilnym przed sądem powszechnym.

Bez względu na faktycznego sprawcę uchybień stwierdzonych podczas kontroli okresowych stanu technicznego, trzeba pamiętać, że właściciel budynku i zarządcy nieruchomości ponoszą odpowiedzialność przed właściwym organem nadzoru budowlanego w razie kontroli. Przepisy karne ustawy Prawo budowlane wyraźnie precyzują jakie zachowania osób odpowiedzialnych będą rodziły odpowiedzialność karną i jakie sankcje grożą za poszczególne czyny zabronione:

- udaremnianie określonych ustawą czynności właściwych organów – art. 91 ust. 1 ustawy Prawo budowlane, przewidziana kara: grzywna, kara ograniczenia wolności, kara pozbawienia wolności do roku;

- nieutrzymywanie obiektu budowlanego w należytym stanie technicznym, użytkowanie obiektu;
- w sposób niezgodny z przepisami lub nie zapewnienie bezpieczeństwa użytkowania obiektu budowlanego – art. 91a ustawy Prawo budowlane, przewidziana kara: grzywna nie mniejsza niż 100 stawek dziennych, kara ograniczenia wolności, kara pozbawienia wolności do roku;
- nieusuwanie stwierdzonych uszkodzeń lub nieuzupełnianie braków, mogących spowodować niebezpieczeństwo dla ludzi lub mienia bądź zagrożenie środowiska – art. 92 ust. 1 pkt 2 ustawy Prawo budowlane;
- utrudnianie, określone ustawą, czynności właściwych organów – art. 92 ust. 1 pkt 3 ustawy Prawo budowlane, przewidziana kara: kara aresztu, kara ograniczenia wolności, kara grzywny;
- niestosowanie się do wydanych, na podstawie ustawy, decyzji właściwych organów, pomimo zastosowania środków egzekucji administracyjnej – art. 92 ust. 2 ustawy Prawo budowlane, przewidziana kara: kara aresztu, kara ograniczenia wolności, kara grzywny.

Kara grzywny jest przewidziana za:

- nieprzeprowadzanie okresowych przeglądów technicznych obiektu budowlanego – na podstawie art. 93 pkt 8 ustawy Prawo budowlane;
- nieprzechowywanie dokumentacji eksploatacyjnej obiektu budowlanego – na podstawie art. 93 pkt 9 ustawy Prawo budowlane;
- nieprowadzenie książki obiektu budowlanego – na podstawie art. 93 pkt 9 ustawy Prawo budowlane;
- nieudzielanie informacji lub nieudostępnianie organom dokumentów związanych;
- z utrzymaniem obiektu budowlanego – na podstawie art. 93 pkt 10 ustawy Prawo budowlane;
- nie stosowanie się do decyzji nakazującej usunięcie skutków ingerencji lub naruszeń lub przywrócenie stanu poprzedniego w terminie w niej określonym – na podstawie art. 93 pkt 12 ustawy Prawo budowlane;
- wykonywanie robót budowlanych w warunkach samowoli budowlanej – na podstawie art. 93 pkt 13 ustawy Prawo budowlane.

Kara grzywny jest przewidziana również za nieprzeprowadzenie okresowych kontroli stanu technicznego systemu ogrzewania oraz urządzeń chłodniczych (zgodnie z art. 23 ust. 1 ustawy o charakterystyce energetycznej) – na podstawie art. 41 pkt 3 ustawy o charakterystyce energetycznej budynków.



## Podstawowe informacje o regulacjach prawnych związanych z modernizacją budynków mieszkalnych wielorodzinnych

Osoby zarządzające nieruchomościami z koniecznością unowocześnienia budynków będących pod ich opieką spotykają się na co dzień. Jeżeli współwłaściciele nieruchomości wyrażają chęć wprowadzenia zmian mogących zapewnić oszczędności w kosztach użytkowania obiektu budowlanego lub w celu podniesienia komfortu eksploatacyjnego, nie powinno się wstrzymywać tego rodzaju inwestycji. Szczególnie w przypadku budynków mieszkalnych wielorodzinnych, które powstały stosunkowo dawno, inwestycje polegające na zmianie sposobu ogrzewania czy podnoszące izolacyjność termiczną przegród zewnętrznych tego rodzaju zamierzenia budowlane są kluczowe dla dalszego funkcjonowania takiego obiektu i jego atrakcyjności dla potencjalnych najemców.

Warto podkreślić, że ustawa Prawo budowlane nie posługuje się pojęciem modernizacji. W celu doprecyzowania czym jest pojęcie modernizacji należy posłużyć się definicjami, które funkcjonują w języku polskim użytkowym. Zgodnie z definicją zawartą w Słowniku Języka Polskiego modernizacja jest unowocześnieniem czegoś, ulepszeniem. Mając na uwadze tak sformułowane określenie pojęcia modernizacji, można stwierdzić, że z punktu widzenia robót budowlanych do robót ulepszających obiekt budowlany będą należały takie czynności, które będą prowadziły do poprawy komfortu korzystania z takiego obiektu budowlanego i podniesienia jego funkcjonalności. Wśród działań inwestycyjnych, które będzie można wymienić jako modernizacyjne z pewnością wskazać roboty termomodernizacyjne, wymiana źródła ogrzewania na bardziej ekologiczne (np. instalację centralnego ogrzewania zasilanego kotłem na paliwo stałe na instalację centralnego ogrzewania podłączonego do sieci ciepłowniczej miejskiej), przebudowa szybu dźwigu osobowego w celu zamontowania bardziej przestronnej kabiny windowej, montaż oświetlenia wykorzystującego czujniki ruchu na klatce schodowej itp.

W celu rozwiania wszelkich wątpliwości dotyczących tej materii Główny Urząd Nadzoru Budowlanego stanął na stanowisku, iż cyt.: „ustawodawca jednoznacznie zdefiniował i uporządkował zakres pojęciowy występujący w przepisach Prawa budowlanego, w tym również rozwiązał jasno kwestię zakwalifikowania „modernizacji”. Pojęcie „modernizacja” mieści się w zakresie pojęciowym „remontu”, „przebudowy” albo „rozbudowy”. Zatem, odpowiednie zakwalifikowanie wykonywanych robót budowlanych ma istotne znaczenie w przypadku rozbudowy lub wykonywania robót budowlanych, dotyczących przebudowy albo remontu. Jest to związane z obowiązkiem wydania przez organ administracji architektoniczno-budowlanej odpowiednio pozwolenia na budowę (art. 28 ustawy – Prawo budowlane) lub przyjęcie zgłoszenia (art. 29 i 30 ustawy – Prawo budowlane). (...) wydawanie pozwolenia na budowę – wykonanie robót budowlanych określonych w decyzji jedynie pojęciem „modernizacja”, które nie występuje w ustawie – Prawo budowlane – nie jest właściwe. Akt administracyjny, jakim jest decyzja o pozwoleniu na budowę, musi obejmować wyłącznie ustawowo określoną nomenklaturę”. Oznacza to, że każde zamierzenie budowlane, aby mogło być zaliczone do robót modernizacyjnych powinno mieć swoje odniesienie do definicji zawartych w ustawie.

Mając na uwadze, w jaki sposób powinno być rozumiane pojęcie modernizacji, zgodny z przepisami sposób prowadzenia robót budowlanych w tym zakresie należy rozpatrywać na podstawie definicji i wytycznych, które funkcjonują w ustawie Prawo budowlane, a są zgodne ze stanowiskiem Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego zacytowanym powyżej. Oznacza to, iż obowiązki inwestora robót budowlanych (w przypadku budynku mieszkalnego wielorodzinnego zazwyczaj wspólnoty mieszkaniowej czy spółdzielni mieszkaniowej) należy analizować biorąc całościowo pod uwagę warunki zawarte w ustawie Prawo budowlanego w dyspozycjach art. 28, art. 29, art. 29a i art. 30. Naczelną zasadą, którą powinien kierować się podmiot odpowiedzialny za planowaną modernizację, będą regulacje art. 28 ust. 1 ustawy, zgodnie z którymi roboty budowlane można rozpocząć jedynie na podstawie ostatecznej decyzji o pozwoleniu na budowę. Wyłączenia od tej zasady formułują przepisy art. 29 i 29a ustawy.

W art. 29 ust. 3 ustawy wskazane zostały roboty budowlane, których przeprowadzenie jest zwolnione z obowiązku uzyskania decyzji pozwolenia na budowę, ale wymagają one dokonania zgłoszenia organowi administracji architektoniczno-budowlanej. Powyższe przepisy stanowią listę zamkniętą i obejmują m.in. **przebudowę prowadzoną jako roboty budowlane polegające na dociepleniu budynków o wysokości powyżej 12 m i nie wyższych niż 25 m czy instalowanie wewnątrz i na zewnątrz użytkowanego budynku instalacji gazowych**. Zgłoszenie należy w tym miejscu podkreślić, że montaż wewnętrznej instalacji gazowej będzie wymagał sporządzenia dokumentacji projektowej i złożenia zawiadomienia o planowanym terminie rozpoczęcia robót we właściwym organie nadzoru budowlanego. W tym miejscu należy pamiętać, że obecnie projekt budowlany składa się z trzech części. **Zgodnie z wytycznymi art. 34 ust. 3 Prawa budowlanego: Projekt budowlany zawiera:**

1. projekt zagospodarowania działki lub terenu sporządzony na aktualnej mapie do celów projektowych lub jej kopii, obejmujący:
  - a. określenie granic działki lub terenu;
  - b. usytuowanie, obrys i układy istniejących i projektowanych obiektów budowlanych, w tym sieci uzbrojenia terenu, oraz urządzeń budowlanych sytuowanych poza obiektem budowlanym;
  - c. sposób odprowadzania lub oczyszczania ścieków;
  - d. układ komunikacyjny i układ zieleni, ze wskazaniem charakterystycznych elementów, wymiarów, rzędnych i wzajemnych odległości obiektów, w nawiązaniu do istniejącej i projektowanej zabudowy terenów sąsiednich;
  - e. informację o obszarze oddziaływania obiektu;
2. projekt architektoniczno-budowlany obejmujący:
  - a. układ przestrzenny oraz formę architektoniczną istniejących i projektowanych obiektów budowlanych;
  - b. zamierzony sposób użytkowania obiektów budowlanych, w tym liczbę projektowanych do wydzielienia lokali, z wyszczególnieniem lokali mieszkalnych;
  - c. charakterystyczne parametry techniczne obiektów budowlanych;
  - d. opinię geotechniczną oraz informację o sposobie posadowienia obiektu budowlanego;

- e. projektowane rozwiązania materiałowe i techniczne mające wpływ na otoczenie, w tym środowisko;
  - f. charakterystykę ekologiczną;
  - g. informację o wyposażeniu technicznym budynku, w tym projektowanym źródle lub źródłach ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej;
  - h. opis dostępności dla osób niepełnosprawnych, o których mowa w art. 1 Konwencji o prawach osób niepełnosprawnych, sporządzonej w Nowym Jorku dnia 13 grudnia 2006 r., w tym osób starszych – w przypadku obiektów budowlanych, o których mowa w art. 5 ust. 1 pkt 4 [przyp. użyteczności publicznej i budynków wielorodzinnych];
  - i. informację o minimalnym udziale lokali mieszkalnych, w przypadku budynków mieszkalnych wielorodzinnych;
  - j. postanowienie udzielające zgody na odstępstwo, o którym mowa jest w art. 9, jeżeli zostało wydane;
3. projekt techniczny obejmujący:
- a. projektowane rozwiązania konstrukcyjne obiektu wraz z wynikami obliczeń statyczno-wytrzymałościowych;
  - b. charakterystykę energetyczną – w przypadku budynków;
  - c. projektowane niezbędne rozwiązania techniczne oraz materiałowe;
  - d. w zależności od potrzeb – dokumentację geologiczno-inżynierską lub geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych;
  - e. inne opracowania projektowe.
4. w zależności od potrzeb – w przypadku drogi krajowej lub wojewódzkiej – oświadczenie właściwego zarządcy drogi o możliwości połączenia działki z drogą, zgodnie z przepisami o drogach publicznych;
5. opinie, uzgodnienia, pozwolenia i inne dokumenty.

Część dotycząca zagospodarowania działki lub terenu nie musi być opracowywana dla projektów dotyczących jedynie przebudowy lub montażu odbywającego się w istniejącej bryle budynku (np. w sytuacji montażu wewnętrznej instalacji gazowej w jednym z mieszkań, gdy budynek posiada przyłącze gazu czy też w przypadku zmierzenia budowlanego polegającego na termomodernizacji).

Analizując kolejne przepisy ustawy, można stwierdzić, że na podstawie art. 29 ust. 4 nie będą wymagać ani pozwolenia na budowę ani zgłoszenia roboty budowlane takie jak przebudowa:

- budynków, których budowa wymaga uzyskania decyzji o pozwoleniu na budowę,
- oraz budynków mieszkalnych jednorodzinnych z wyłączeniem przebudowy przegród zewnętrznych oraz elementów konstrukcyjnych,
- polegającej na dociepleniu budynków o wysokości nieprzekraczającej 12m,
- urządzeń budowlanych,
- czy instalowanie wewnątrz i na zewnątrz użytkowanego budynku instalacji, z wyłączeniem instalacji gazowych.

Warto podkreślić, iż częściowo odformalizowane zostało instalowanie pomp ciepła, wolno stojących kolektorów słonecznych oraz urządzeń fotowoltaicznych. Dla tych ostatnich uproszczone procedury obowiązują dla takich urządzeń o mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW z zastrzeżeniem, że do tego typu urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej (opracowanie zwane uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej) w zakresie projektu tych urządzeń. Natomiast po zakończeniu powyższej inwestycji budowlanej podmiot odpowiedzialny ma obowiązek zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej o zakończeniu tego przedsięwzięcia.

Osoby zarządzające obiektami budowlanymi pod opieką konserwatorską powinny pamiętać, że budynki te stanowią wyjątek od głównych założeń ustawy Prawo budowlane w stosunku do robót modernizacyjnych. Regulacje art. 29 ust. 7 ustawy wskazują, że modernizacja wykonywana:

1. przy obiekcie budowlanym wpisanym do rejestru zabytków, będzie wymagała uzyskania decyzji o pozwoleniu na budowę,
2. na obszarze wpisanym do rejestru zabytków, będzie wymagała dokonania zgłoszenia - przy czym do wniosku o decyzję o pozwoleniu na budowę oraz zgłoszenia należy dołączyć pozwolenie właściwego wojewódzkiego konserwatora zabytków wydane na podstawie przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami.

Inwestycje modernizacyjne wymagające uzyskania decyzji pozwolenia na budowę lub dokonania zgłoszenia wraz ze sporządzeniem dokumentacji projektowej będą wymagały także złożenia w organie nadzoru budowlanego zawiadomienia o planowanym terminie rozpoczęcia robót budowlanych. Procedura ta odbywa się na podstawie art. 41 ust. 4a ustawy Prawo budowlane: Do zawiadomienia o zamierzonym terminie rozpoczęcia robót budowlanych inwestor dołącza:

1. informację wskazującą imiona i nazwiska osób, które będą sprawować funkcję:
  - a. kierownika budowy,
  - b. inspektora nadzoru inwestorskiego - jeżeli został on ustanowiony - oraz w odniesieniu do tych osób dołącza kopie zaświadczeń [przyp. o wpisie na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego z określonym w nim terminem ważności](...) wraz z kopiami decyzji o nadaniu uprawnień budowlanych w odpowiedniej specjalności;
2. oświadczenie projektanta i projektanta sprawdzającego o sporządzeniu projektu technicznego, dotyczącego zamierzenia budowlanego zgodnie z obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej, projektem zagospodarowania działki/terenu oraz projektem architektoniczno-budowlanym oraz rozstrzygnięciami dotyczącymi zamierzenia budowlanego.

Po zakończeniu robót budowlanych prowadzonych w ramach modernizacji inwestor będzie miał obowiązek zawiadomienia o zakończeniu inwestycji lub złożenia wniosku o udzielenie pozwolenia na użytkowanie (w zależności od kategorii obiektu budowlanego, którego dotyczyła realizacja). Dotyczy to sytuacji, gdy przedsięwzięcie budowlane było związane z nadbudową lub rozbudową budynku

mieszkalnego wielorodzinnego. Wówczas do odpowiedniego wniosku konieczne będzie załączenie stosownej dokumentacji, w zależności od zrealizowanej inwestycji.

Co do zasady powinny być to, zgodnie z art. 57 ust. 1 ustawy, dokumenty takie jak:

- oryginał dziennika budowy;
- projekt techniczny wraz z wprowadzonymi zmianami o charakterze nieistotnym;
- oświadczenie kierownika budowy o zgodności wykonania obiektu budowlanego z projektem budowlanym lub warunkami pozwolenia na budowę oraz przepisami, a także o doprowadzeniu do należytego stanu i porządku terenu budowy oraz w razie potrzeby drogi, ulicy, sąsiedniej nieruchomości, budynku lub lokalu;
- protokoły badań i sprawdzeń przyłączy i instalacji, zapewniających użytkowanie obiektu budowlanego zgodnie z przeznaczeniem, sporządzone przez osoby posiadające uprawnienia budowlane;
- protokoły badań i sprawdzeń wydanych na podstawie art. 14 ustawy z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym, według potrzeb:
  - decyzję zezwalającą na eksploatację urządzenia technicznego, o której mowa w art. 14 ust. 1 ustawy z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym;
  - dokumentację geodezyjną, zawierającą wyniki geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej w tym mapę, o której mowa w art. 2 pkt 7b ustawy z dnia 17 maja 1989 r. – Prawo geodezyjne i kartograficzne, oraz informację o zgodności usytuowania obiektu budowlanego z projektem zagospodarowania działki lub terenu lub odstępstwach od tego projektu sporządzone przez osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia zawodowe w dziedzinie geodezji i kartografii;
  - potwierdzenie, zgodnie z odrębnymi przepisami, odbioru wykonanych przyłączy.

Jeżeli niezbędne będzie wydanie decyzji pozwolenia na użytkowanie (jak już wcześniej wspomniano w sytuacji rozbudowy lub nadbudowy), wniosek o wydanie tej decyzji będzie traktowany jako wezwanie do przeprowadzenia tzw. obowiązkowej kontroli budowy. Podczas takiej kontroli funkcjonariusze organu nadzoru budowlanego będą sprawdzać na podstawie art. 59 a ust. 2 ustawy Prawo budowlanego, przeprowadzenie realizacji inwestycji co do:

1. zgodności obiektu budowlanego z projektem zagospodarowania działki lub terenu;
2. zgodności obiektu budowlanego z projektem architektoniczno-budowlanym i technicznym, w zakresie:
  - a. charakterystycznych parametrów technicznych w zakresie powierzchni zabudowy, wysokości, długości, szerokości i liczby kondygnacji,
  - b. wykonania widocznych elementów nośnych układu konstrukcyjnego obiektu budowlanego,
  - c. geometrii dachu (kąt nachylenia, wysokość kalenicy i układ połączeń dachowych),
  - d. wykonania urządzeń budowlanych,

- e. wykonania instalacji zapewniających użytkowanie obiektu budowlanego zgodnie z przeznaczeniem,
  - f. zapewnienia warunków niezbędnych do korzystania z tego obiektu przez osoby niepełnosprawne, o których mowa w art. 1 Konwencji o prawach osób niepełnosprawnych, sporządzonej w Nowym Jorku dnia 13 grudnia 2006 r., w tym osoby starsze – w stosunku do obiektu użyteczności publicznej i budynku mieszkalnego wielorodzinnego;
- 2a. spełnienia warunków wskazanych w art. 55 ust. 1b, jeżeli przystąpienie do użytkowania obiektu budowlanego ma nastąpić przed wykonaniem wszystkich robót budowlanych;
  - 3. wyrobów budowlanych szczególnie istotnych dla bezpieczeństwa konstrukcji i bezpieczeństwa pożarowego;
  - 4. w przypadku nałożenia w pozwoleniu na budowę obowiązku rozbiórki istniejących obiektów budowlanych nieprzewidzianych do dalszego użytkowania lub tymczasowych obiektów budowlanych – wykonania tego obowiązku, jeżeli upłynął termin rozbiórki określony w pozwoleniu;
  - 5. uporządkowania terenu budowy.

W sytuacji, gdy okaże się, iż któryś z powyższych warunków nie jest spełniony i wykryte zostaną nieprawidłowości, na inwestora zostanie nałożona kara pieniężna, organ nadzoru budowlanego wyda decyzję odmawiającą wydania pozwolenia na użytkowanie oraz wdroży procedury postępowania naprawczego. Dopiero po zakończeniu przedmiotowego postępowania administracyjnego, inwestor będzie miał prawo ponownie ubiegać się o wydanie pozwolenia na użytkowanie.

W przypadku zakończenia przedsięwzięcia budowlanego, dla którego konieczne będzie zawiadomienie o zakończeniu budowy (np. budowa kotłowni gazowej obsługującej budynek mieszkalny wspólnoty mieszkaniowej stanowiącej odrębny obiekt), zostało przyjęte bez sprzeciwu, wówczas w sposób legalny można przystąpić do użytkowania zrealizowanej inwestycji.

## Podsumowanie

Rolą zarządcy budynków mieszkalnych wielorodzinnych jest w pierwszej kolejności zadbanie o to, aby użytkownicy tych obiektów budowlanych byli bezpieczni. Temu mają służyć regularnie przeprowadzane kontrole stanu technicznego budynku, jego wyposażenia instalacyjnego i w pewnym sensie również otoczenia. Szczególnie będzie to dotyczyło sytuacji, gdy w otoczeniu budynku znajduje się plac zabaw, zewnętrzna siłownia, wiaty śmietnikowe i inne obiekty małej architektury. Ich zużycie może również wpływać na bezpieczeństwo osób z nich korzystających, co oznacza, iż podczas kontroli okresowych również należy zwrócić uwagę na ich bezpieczeństwo eksploatacji. W sytuacji, gdy specjalista dokonujący przeglądu techniczno-budowlanego stwierdzi występowanie nieprawidłowości w jakim kontrolowanym obszarze, głównym zadaniem osób odpowiedzialnych za budynek będzie zaplanowanie zgodnie z wytycznymi pokontrolnymi zawartymi w protokole, odpowiednich robót budowlanych. Będą to prace o charakterze konserwacyjnym przy drobniejszych uwagach, lub poważniejsze inwe-

stycje polegające na przeprowadzeniu robót budowlanych naprawczych bądź w szczególnych przypadkach – głównego remontu. Jeżeli z tego obowiązku zarządca nie będzie się wywiązywał, naraża siebie i współwłaścicieli budynku na ewentualne sankcje w razie przeprowadzenia kontroli obiektu przez funkcjonariuszy właściwego organu nadzoru budowlanego.

Natomiast drugim zadaniem osób zarządzających jest zagwarantowanie osobom korzystającym z budynku jak najlepszej funkcjonalności i komfortu użytkowania. Tym samym, aby wyjść naprzeciw oczekiwaniom użytkowników, koniecznością jest śledzenie możliwości technicznych i wskazywanie możliwości przeprowadzenia odpowiednich robót modernizacyjnych w budynku. Mając na uwadze ostatnie bardzo restrykcyjne plany zmian w zakresie działań proekologicznych, które są dyskutowane w ramach struktur Unii Europejskiej, właściciele i zarządcy wszystkich obiektów budowlanych, nie tylko budynków mieszkalnych czy to jednorodzinnych czy wielorodzinnych, powinni wziąć pod uwagę, że z pewnością czeka ich szereg inwestycji związanych z dostosowaniem zarządzanych obiektów do wymogów w szczególności w zakresie zużycia energii i wykorzystywania paliw kopalnych. Oznacza to, iż planując inwestycje budowlane w zakresie modernizacji należy dobrze przekalkulować, jakie działania będą podejmowane w ramach tego zamierzenia budowlanego, aby przybliżyć się do celu, którym niewątpliwie jest przeciwdziałanie wykluczeniu społecznemu (np. dostosowanie obiektów dla osób z trudnościami w poruszaniu się), poprawienie jakości życia (np. zagwarantowanie większych powierzchni użytkowych i zainwestowanie w nowoczesne technologie), jak również uzyskanie tak zwanej neutralności klimatycznej (np. poprzez maksymalne wykorzystanie systemów fotowoltaicznych czy pomp ciepła).

### Źródła

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2021 r., poz. 2351 z późniejszymi zmianami).
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 sierpnia 1999 r. w sprawie warunków użytkowania budynków mieszkalnych (Dz. U. z 1999 r., Nr 74, poz. 836 z późniejszymi zmianami).
3. [www.gunb.gov.pl](http://www.gunb.gov.pl)
4. Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (tekst jednolity: Dz. U. z 2021 r., poz. 497 z późniejszymi zmianami).
5. [www.sjp.pl](http://www.sjp.pl)





03

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dr inż. Aleksandra Specjał  
Politechnika Śląska



Poprawa efektywności energetycznej budynku wymaga przeprowadzenia dokładnej analizy obiektu, poszukiwania możliwych ulepszeń termomodernizacyjnych, oceny i wyboru zaproponowanych zmian, mających na celu obniżenie zużycia energii oraz kosztów eksploatacji. Konieczne jest zatem przeprowadzenie obliczeń w celu optymalizacji energetyczno-ekonomicznej. Audyt energetyczny budynku jest opracowaniem, które obejmuje te wszystkie działania – jest niezbędnym dla przeprowadzenia efektywnej energetycznie i opłacalnej ekonomicznie termomodernizacji budynku. W przypadku ubiegania się inwestora o dofinansowanie przedsięwzięcia, audyt energetyczny jest podstawowym wymaganym dokumentem.

W rozdziale zostaną przedstawione wymagania odnośnie do zużycia energii w budynkach nowych i modernizowanych oraz zagadnienia związane z kompleksową termomodernizacją budynku i jego wyposażenia technicznego. Zostaną naszkicowane problemy i wyzwania termomodernizacji budynków wielorodzinnych. Głównym tematem będzie rola, zadania i rodzaje audytów budynków, podstawy prawne, a także ogólna metodyka sporządzania audytów wraz z uwagami i wyjaśnieniami. Na zakończenie przedstawiona zostanie analiza możliwości zmniejszenia wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej podczas termomodernizacji budynku i jego systemów instalacyjnych.

***W przypadku ubiegania się inwestora o dofinansowanie przedsięwzięcia, audyt energetyczny jest podstawowym wymaganym dokumentem.***

Prezentowana w rozdziale tematyka nie dotyczy audytów efektywności energetycznej, wykonywanych w celu uzyskania świadectw efektywności energetycznej (tzw. "białych certyfikatów") potwierdzających ilość zaoszczędzonej energii w wyniku realizacji określonych przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej. Nie są to również omawiane audyty energetyczne przedsiębiorstw.

## Wymagania odnośnie do zużycia energii w budynkach

Wymagania dotyczące zagadnień ochrony cieplnej budynków zawarte są w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1] (często nazywanym Warunkami Technicznymi lub WT). Przepisy rozporządzenia stosuje się "przy projektowaniu, budowie i przebudowie oraz przy zmianie sposobu użytkowania budynków". Nie ma pojęć: modernizacja, termomodernizacja czy renowacja, ale zgodnie z wykładnią Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego "modernizacja" jest rodzajem "przebudowy, rozbudowy lub remontu", dlatego też zapisy rozporządzenia odnoszą się również do budynków modernizowanych. Ponadto w różnych programach wsparcia termomodernizacji często konieczne jest spełnienie wybranych wymagań zawartych w WT.

Podstawowymi wymaganiami dotyczącymi energooszczędności budynku są maksymalne wartości: wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną – wskaźnika  $EP$ , wyrażonego w  $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$  oraz współczynników przenikania ciepła przegród budynku  $U$ , wyrażonych w  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Zgodnie z zapisami rozporządzenia: „§ 328.1. Budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych – również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający spełnienie następujących wymagań minimalnych:

1) wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)], obliczona według przepisów wydanych na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. z 2021 r. poz. 497) [2], jest mniejsza lub równa wartości maksymalnej obliczonej zgodnie ze wzorem, o którym mowa w § 329 ust. 1 lub 3;

2) *przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia.* 1a. Wymagania minimalne, o których mowa w ust. 1, uznaje się za spełnione dla budynku podlegającego przebudowie, jeżeli przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia.”

## MAKSYMALNE WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej dla przegród budowlanych oraz okien i drzwi są określone przez maksymalne współczynniki przenikania ciepła elementów budowlanych w pomieszczeniach o różnych obliczeniowych temperaturach wewnętrznych. W załączniku nr 2 do rozporządzenia [1] podane są aktualnie obowiązujące wartości. Współczynniki te od lat 50. sukcesywnie zmniejszały się, zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, a od roku 1997 zgodnie z wymaganiami Warunków Technicznych obowiązujących w poszczególnych okresach. Związane to było z koniecznością zmniejszania energochłonności budynków w celu ograniczania zużycia energii i emisji dwutlenku węgla. W **tabeli 03-1** przedstawiono zmiany wartości maksymalnych współczynników przenikania ciepła dla przegród budowlanych.

## WSKAŹNIKI OCENY ENERGOCHŁONNOŚCI BUDYNKU

Wskaźniki oceny energochłonności budynku (EU, EK i EP) są zdefiniowane w rozporządzeniu w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku [3], wydanym na podstawie ustawy o charakterystyce energetycznej [2]. Poniżej przedstawiono definicje poszczególnych rodzajów energii oraz wskaźników stosowanych przy ocenie energetycznej budynków.

**Energia użytkowa ( $Q_{nd}$ )** jest to energia potrzebna do uzyskania wymaganego działania instalacji w celu uzyskania wymaganych efektów (ogrzewania, chłodzenia, podgrzania ciepłej wody czy powietrza wentylacyjnego).

**Tabela 03-1** Zmiana wartości maksymalnych współczynników przenikania ciepła dla przegród w pomieszczeniach o temperaturze wewnętrznej  $\geq 16^{\circ}\text{C}$ . Źródło: opracowanie własne.

Wymagania wg Norma, przepisy	Współczynnik przenikania ciepła $U_{\text{max}}$ [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]				
	Ściana zewnętrzna	Okna i drzwi balkonowe	Stropodach	Strop pod poddaszem	Strop nad nieogrzewaną piwnicą
N-57/B-02405	1,16 / 1,42	-	0,87	1,04 - 1,163	1,16
PN-64/B-03404	1,16	-	0,87	1,04 - 1,163	1,16
PN-74/B-03404	1,16	-	0,70	0,93	1,16
PN-82/B-02020	0,75	2,0 - 2,6	0,45	0,40	1,16
PN-91/B-02020	0,55 - 0,70	2,0 - 2,6	0,30	0,30	0,60
Rozporządzenie (WT 1997)	0,30 - 0,65	2,0 - 2,6	0,30	0,30	0,60
Rozporządzenie (WT 2002)	0,30 - 0,65	2,0 - 2,6	0,30	0,30	0,60
Rozporządzenie (WT 2009)	0,30	1,7 - 1,8	0,25	0,25	0,45
Rozporządzenie (WT 2014)	0,25	1,3 - 1,5	0,20	0,20	0,25
Rozporządzenie (WT 2017)	0,23	1,1 - 1,3	0,18	0,18	0,25
<b>Rozporządzenie (WT 2021)</b>	<b>0,20</b>	<b>0,9 - 1,1</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,25</b>

**Wskaźnik EU** – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza, wyrażony w  $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ .

**Energia końcowa ( $Q_k$ )** jest to energia dostarczona do budynku i obejmuje:

- energię użytkową i straty ciepła w układach instalacyjnych w budynku (uwzględnia sprawność instalacji wewnętrznych  $\eta$ );
- energię pomocniczą elektryczną potrzebną do działania urządzeń w instalacjach;
- energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego - jedynie w budynkach użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych; w budynkach wielorodzinnych i jednorodzinnych energii na oświetlenie wbudowane nie bierze się pod uwagę przy ocenie energetycznej budynku.

**Wskaźnik EK** – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza, wyrażony w  $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ .

**Energia pierwotna ( $Q_p$ )** jest to energia zawarta zarówno w nieodnawialnych surowcach energetycznych jak i odnawialnych źródłach energii.

**Wskaźnik EP** – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza, wyrażony w kWh/(m<sup>2</sup>·rok). Wskaźnik EP dotyczy tej części energii, która jest zawarta w nieodnawialnych surowcach energetycznych.

Na **Rysunku 03-1** przedstawiono schemat zależności pomiędzy energią użytkową, końcową i pierwotną.



**Rysunek 03-1** Schemat zależności pomiędzy energią pierwotną, końcową i użytkową.  
Źródło: opracowanie własne.

Przy obliczaniu rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną mnoży się wartość rocznego zapotrzebowania na energię końcową przez współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej  $w_i$  na wytworzenie i dostarczenie energii do poszczególnych systemów technicznych w budynkach. W przypadku lokalnych odnawialnych źródeł energii współczynnik ten jest równy 0, w przypadku zasilania ze źródeł nieodnawialnych jest większy od 1. Dla biomasy i biogazu, mimo, że są to surowce odnawialne, współczynniki  $w_i$  są większe od zera, gdyż trzeba zużyć pewną ilość energii nieodnawialnej na pozyskanie i przetworzenie biomasy w odpowiedni surowiec do spalania.

W **Tabeli 03-2** przedstawiono wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla różnych systemów zasilania budynku w energię.

Zgodnie z rozporządzeniem [3] wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych  $w_i$  przyjmuje się na podstawie danych udostępnionych przez dostawcę tego nośnika energii lub energii. Dostawca ciepła sieciowego wyznacza wartość  $w_i$  zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 29 ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej. Jeżeli wartość  $w_i$  wyznaczona w ten sposób jest mniejsza od 0, przyjmuje się wartość równą 0. Dopiero w przypadku braku takich danych przyjmuje się wartości współczynnika  $w_i$  określone w **Tabeli 03-2**.

W rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych [1], dla budynku o jednolitej funkcji użytkowej maksymalna wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP jest sumą trzech cząstkowych wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną na cele:

- ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej  $EP_{H+W'}$ ,
- chłodzenia  $\Delta EP_C$ ,
- oświetlenia  $\Delta EP_L$  (przy czym w budynkach mieszkalnych nie ocenia się energii zużywanej do oświetlenia).

**Tabela 03-2** Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych  $w_i$  [3].

Lp	Sposób zasilania budynku lub części budynku w energię	Rodzaj nośnika energii lub energii	$w_i$
1.	Miejsowe wytwarzanie energii w budynku	Olej opałowy	1,1
2.		Gaz ziemny	
3.		Gaz płynny	
4.		Węgiel kamienny	
5.		Węgiel brunatny	
6.		Energia słoneczna	0,0
7.		Energia wiatrowa	
8.		Energia geotermalna	
9.		Biomasa	0,20
10.		Biogaz	0,50
11.	Ciepło sieciowe z kogeneracji	Węgiel kamienny lub gaz	0,80
12.		Biomasa, biogaz	0,15
13.	Ciepło sieciowe z ciepłowni	Węgiel kamienny	1,30
14.		Gaz lub olej opałowy	1,20
15.	Sieć elektroenergetyczna systemowa	Energia elektryczna	2,50

W **Tabeli 03-3** zestawiono maksymalne cząstkowe wartości wskaźników rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, obowiązujące aktualnie dla nowowznoszonych budynków mieszkalnych.

**Tabela 03-3** Maksymalne cząstkowe wartości wskaźnika EP wg rozporządzenia [1].

Budynek mieszkalny	$EP_{H+W}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)] na potrzeby <b>ogrzewania, wentylacji i przygotowania c.w.u.</b>	$\Delta EP_c$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)] na potrzeby <b>chłodzenia</b>	$\Delta EP_L$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)] na potrzeby <b>oświetlenia</b>
wielorodzinny	65	$\Delta EP_c = 5 \cdot A_{f,C} / A_f$	0
jednorodzinny	70		0

$A_{f,C}/A_f$  - stosunek powierzchni chłodzonej do ogrzewanej w budynku

W przypadku budynku o różnych funkcjach użytkowych maksymalna wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP stanowi średnią ważoną wartości wskaźników rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla części budynku o jednolitej funkcji użytkowej, gdzie wagą jest powierzchnia poszczególnych części użytkowych budynku.

Istniejące budynki, w zależności od roku budowy i rodzaju systemów wyposażenia technicznego charakteryzują się różnymi wskaźnikami zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną. Budynki stare, nieocieplone, mogą mieć wskaźnik EP nawet ponad 300 kWh/(m<sup>2</sup>·rok). W dokumencie **Długoterminowa strategia renowacji budynków** [4], będącym załącznikiem do uchwały Rady Ministrów, opracowanym w związku z unijnym projektem „Fala renowacji”, przedstawiono orientacyjne, szacunkowe dane dotyczące wartości wskaźnika EP w zależności od roku oddania budynku do użytkowania. Dane te opracowano na podstawie świadectw charakterystyki energetycznej budynków zarejestrowanych w Centralnym rejestrze charakterystyki energetycznej budynków, znajdującym się na stronie internetowej [5]. W **Tabeli 03-4** przedstawiono te dane.

**Tabela 03-4** Mediana wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną budynków mieszkalnych w zależności od roku oddania do użytkowania [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)], wg DSRB [4].

Budynek	<1994	1994-1998	1999-2008	2009-2013	2014-2016	2017-2018	2019-2020
wielorodzinny	259	139	110	143	98	87	85
jednorodzinny	264	148	144	126	109	94	89

## BUDYNKI O DUŻEJ ENERGOCHŁONNOŚCI

W Ustawie Prawo energetyczne [6], w artykule 45a ust.13. zawarto wymaganie dla właścicieli lub zarządców dotyczące konieczności wykonywania audytów energetycznych dla budynków wielorodzinnych o dużej energochłonności:

„W przypadku gdy ilość ciepła dostarczonego do budynku wielolokalowego w ciągu kolejnych 12 miesięcy przekracza 0,40 GJ w odniesieniu do m<sup>3</sup> ogrzewanej kubatury budynku lub 0,30 GJ w odniesieniu do m<sup>3</sup> przygotowanej ciepłej wody, właściciel lub zarządca budynku wykonuje audyt energetyczny tego budynku w celu określenia przyczyn nadmiernej energochłonności i wskazania sposobów ograniczenia zużycia ciepła przez ten budynek lub zmiany zamówionej mocy ciepłej.”

## ZAMÓWIONA MOC CIEPLNA

Przy wykonywaniu audytów energetycznych budynków przyłączonych do sieci ciepłowniczej istotną wielkością jest wartość zamówionej mocy ciepłej. Na jej podstawie ustalana jest opłata stała za ciepło dostarczane do budynku. Zgodnie z rozporządzeniem [7] (§2 pkt. 15.) to właśnie odbiorca ustala wartość zamówionej mocy ciepłej, którą definiuje się następująco:

**Zamówiona moc ciepła** jest to "największa moc ciepła, jaka w danym obiekcie wystąpi w warunkach obliczeniowych, która zgodnie z określonymi w odrębnych przepisach warunkami technicznymi oraz wymaganiami technologicznymi dla tego obiektu jest niezbędna do zapewnienia:

- a. pokrycia strat ciepła w celu utrzymania normatywnej temperatury i wymiany powietrza w pomieszczeniach,
- b. utrzymania normatywnej temperatury ciepłej wody w punktach czerpalnych,
- c. prawidłowej pracy innych urządzeń lub instalacji".

Zgodnie z §40 rozporządzenia [8]: "Wielkość zamówionej mocy cieplnej odbiorca ustala z przedsiębiorstwem energetycznym na okres co najmniej 12 miesięcy; może być ona zmieniana w terminach ustalonych w umowach. Jeżeli wielkość zamówiona przez odbiorcę jest mniejsza od mocy cieplnej określonej w umowie lub gdy wartości współczynnika wykorzystania zamówionej mocy cieplnej znacznie różnią się od wartości technicznie uzasadnionych, przedsiębiorstwo energetyczne jest uprawnione do kontroli prawidłowości określenia przez odbiorcę zamówionej mocy cieplnej".

## Podstawy obliczeń cieplnych stosowanych w audycie

Analizę opłacalności energetycznej i ekonomicznej w audycie energetycznym budynku wielorodzinnego przeprowadza się na podstawie obliczeniowych potrzeb cieplnych budynku. Uwzględnia się zarówno roczne zapotrzebowanie na ciepło budynku (na energię użytkową i końcową) jak i moc cieplną potrzebną w budynku w warunkach tzw. projektowych (projektowe obciążenie cieplne).

### PROJEKTOWE OBCIĄŻENIE CIEPLNE BUDYNKU

Projektowe obciążenie cieplne budynku, nazywane też "mocą szczytową" czy "mocą cieplną", wyrażone w kW, wyliczane jest zgodnie z normą PN-EN 12831 [9] dla projektowych temperatur wewnętrznych oraz projektowej temperatury powietrza zewnętrznego. W procesie projektowania obiektu wartość ta wykorzystywana jest do doboru źródła ciepła w budynku oraz do doboru grzejników w pomieszczeniach. W obliczeniach uwzględnia się straty ciepła przez przenikanie przez przegrody budynku oraz straty ciepła wentylacyjne, związane z ogrzaniem powietrza wentylacyjnego doprowadzanego do budynku. Projektowe temperatury wewnętrzne przyjmuje się z tabel w rozporządzeniu [1], a projektową temperaturę zewnętrzną w zależności od lokalizacji budynku zgodnie z tabelą w normie [9].

### ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ DO OGRZEWANIA

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania, wyrażoną w kWh lub GJ aktualnie obliczane jest jeszcze zgodnie z normą PN-EN ISO 13790 [10] metodą bilansów miesięcznych dla standardowych (reprezentatywnych) średnich miesięcznych danych klimatycznych dostępnych na stronie internetowej [11].

Co prawda norma [10] jest już wycofana i zastąpiona przez nową normę [12], ale nie ma na razie możliwości praktycznego korzystania z nowej normy [12], gdyż jej stosowanie wymaga przyjmowania przy obliczeniach wielu parametrów krajowych dla różnych typów budownictwa, które jeszcze nie zostały ostatecznie



ustalone na poziomie krajowym. W chwili obecnej powszechnie używane inżynierskie programy obliczeniowe nie są przystosowane do obliczeń zgodnie z nową normą [12]. Być może w ciągu najbliższego roku sytuacja ulegnie zmianie.

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania  $Q_{H,nd}$ , wyrażone w kWh/rok, obliczane jest zgodnie z normą [10] z wzoru:

$$Q_{H,nd} = \sum_i (Q_{H,ht,i} - \eta_{H,gn,i} \cdot Q_{H,gn,i})$$

gdzie:

- $Q_{H,ht,i}$  - straty ciepła przez przenikanie i przez wentylację w  $i$ -tym miesiącu roku, kWh/m-c
- $Q_{H,gn,i}$  - zyski ciepła wewnętrzne i od promieniowania słonecznego przez powierzchnie oszklone w  $i$ -tym miesiącu roku, kWh/m-c
- $\eta_{H,gn,i}$  - współczynnik wykorzystania zysków ciepła w  $i$ -tym miesiącu roku

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania  $Q_{K,H}$ , wyrażone w kWh/rok, obliczane jest zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym metodologii wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej [3] z wzoru:

$$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot}$$

gdzie:

- $\eta_{H,tot}$  - średnia sezonowa sprawność całkowita systemu centralnego ogrzewania, określona wzorem:

$$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e}$$

gdzie:

- $\eta_{H,g}$  - sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła
- $\eta_{H,s}$  - sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu centralnego ogrzewania
- $\eta_{H,d}$  - sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do grzejników
- $\eta_{H,e}$  - sprawność wykorzystania i regulacji

Sprawności przyjmowane są najczęściej z tabel w rozporządzeniu [3].

## ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ NA POTRZEBY PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do podgrzania ciepłej wody  $Q_{W,nd}$ , wyrażone w kWh/rok, obliczane jest zgodnie z rozporządzeniem [3] z wzoru:

$$Q_{W,nd} = \frac{V_{cw} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_o) \cdot k_R \cdot t_R}{3600}$$

gdzie:

- $V_{cw}$  - jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.,  $\text{dm}^3/\text{m}^2$  dobę
- $A_f$  - powierzchnia ogrzewana,  $\text{m}^2$
- $c_w$  - ciepło właściwe wody,  $4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$
- $\rho$  - gęstość wody,  $1 \text{ kg/dm}^3$
- $\theta_w$  - temperatura ciepłej wody w zaworze czterpalnym  $55^\circ\text{C}$
- $\theta_o$  - temperatura zimnej wody, przyjmowana jako  $10^\circ\text{C}$
- $k_R$  - mnożnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej, zależy od rodzaju budynku i okresu użytkowania instalacji c.w.u
- $t_R$  - liczba dni w roku przyjmowana jako 365 dni

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby przygotowania ciepłej wody  $Q_{K,W'}$  wyrażone w kWh/rok, obliczane jest zgodnie z rozporządzeniem [3] z wzoru:

$$Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{W,tot}$$

gdzie:

- $\eta_{W,tot}$  - średnia sezonowa sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody, określona wzorem
- $\eta_{W,g}$  - sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła, określonej wzorem:

$$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \cdot \eta_{W,s} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,e}$$

- $\eta_{W,s}$  - sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu przygotowania ciepłej wody
- $\eta_{W,d}$  - sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do zaworów czterpalnych
- $\eta_{W,e}$  - sprawność wykorzystania ciepła równa 1

Sprawności przyjmowane są najczęściej z tabel w rozporządzeniu [3].

## Termomodernizacja budynku

Od lat 90. w kraju przeprowadzane są termomodernizacje budynków. Na przestrzeni lat zakres termomodernizacji ulegał zmianie. Na początku najczęściej poprzestawano na izolacji przegród zewnętrznych, potem równocześnie z tymi zabiegami modernizowano instalacje ogrzewania i ciepłej wody. Aktualnie, w związku z nadchodzącą "Falą renowacji" oraz sytuacją geopolityczną, która wymusiła szybkie odchodzenie od wykorzystywania paliw kopalnych na rzecz pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, zmienia się podejście do termomodernizacji. Typowa, przeprowadzana dotąd termomodernizacja już nie będzie wystarczająca dla wymagań zwiększenia efektywności energetycznej.

W **Tabeli 03-5** przedstawiono wyniki badania skali działań termomodernizacyjnych budynków mieszkalnych na podstawie danych GUS z 2019 r., opublikowane w "Długoterminowej strategii renowacji budynków" [4].

**Tabela 03-5** Średnie wartości wskaźników EP przed i po termomodernizacji budynków oraz uzyskane oszczędności [4].

	Średnia wartość wskaźnika EP w kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)		Uzyskane oszczędności %
	przed termomodernizacją	po termomodernizacji	
Polska	225,6	141,5	37,27
Polska - 2010	250,3	156,0	37,67
Polska - 2011	242,9	152,4	37,25
Polska - 2012	224,0	141,1	37,02
Polska - 2013	218,3	146,3	32,97
Polska - 2014	217,7	136,7	37,20
Polska - 2015	217,5	129,6	40,42
Polska - 2016	214,7	132,6	38,22

### TERMOMODERNIZACJA PŁYTKA I GŁĘBOKA

W większości realizowanych inwestycji termomodernizacyjnych w budynkach wielorodzinnych w ostatnich latach przeprowadzano standardowe przedsięwzięcia termomodernizacyjne do których można zaliczyć: ocieplenie przegród budynku (ścian zewnętrznych, stropodachów, stropów nad piwnicą), ewentualna wymiana okien (często okna były już wcześniej wymieniane indywidualnie przez lokatorów), modernizacja elementów instalacji ogrzewania i ciepłej wody w celu podwyższenia sprawności instalacji. Podczas takich termomodernizacji wykonywano ulepszenia, które były opłacalne ekonomicznie i zwracały się w ciągu kilku czy kilkunastu lat. Wysokość uzyskiwanych oszczędności energii nie przekraczała trzydziestu kilku czy czterdziestu procent [4]. Standardową termomodernizację nazywana jest też płytką termomodernizacją.

Pojęcie głębokiej termomodernizacji pojawiło się kilka lat temu w związku z przepisami i dyrektywami unijnymi oraz możliwościami uzyskania dofinansowania inwestycji termomodernizacyjnych w wielu programach wsparcia termomodernizacji budynków. Nie ma jednak jednolitej definicji głębokiej termomodernizacji.

Według definicji Komisji Europejskiej głęboka modernizacja budynku jest wtedy, gdy:

- koszty prac termomodernizacyjnych są wyższe niż 25% wartości budynku (z wyłączeniem wartości działki),
- modernizacji podlega więcej niż 25% powierzchni przegród zewnętrznych,
- zmniejszenie zużycia energii w budynkach wynosi 60%,
- poprawa efektywności energetycznej źródła wynosi min. 30%.

W projektach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko termomodernizację uważano jako głęboką, gdy możliwe było zmniejszenie zużycia energii końcowej o 60%.

W nowym pakiecie programu Czyste Powietrze (dla budynków jednorodzinnych) wprowadzono specjalny „pakiet termo”, w którym oferowane jest wysokie dofinansowanie na głęboką termomodernizację obejmującą: najpierw ocieplenie budynków, a potem wymianę źródła ciepła. Przy realizacji kompleksowej termomodernizacji budynku, konieczne będzie osiągnięcie minimum 40% oszczędności zużycia energii na cele ogrzewania budynku lub wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową  $EU \leq 80 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Obowiązkowe będzie wykonanie audytu energetycznego przed przyznaniem dofinansowania.

W „Długoterminowej Strategii Renowacji Budynków” [4] zdefiniowane zostały pojęcia „płytkiej” i „głębokiej” termomodernizacji.

Termomodernizacja płytka jest określona jako maksymalizacja efektu ekonomicznego polegająca na wyborze najbardziej opłacalnych działań. Jest jednym z etapów termomodernizacji przyczyniającym się do osiągnięcia w przyszłości stanu głębokiej termomodernizacji.

**Termomodernizacja głęboka** jest to termomodernizacja spełniająca wymagania związane z oszczędnością energii i izolacyjnością cieplną zawarte w rozporządzeniu WT [1], a jeżeli jest to uzasadnione z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia – umożliwiającą osiągnięcie nawet niższych wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP od maksymalnych określonych w rozporządzeniu WT [1].

W DSRB [4] wprowadzono również pojęcie termomodernizacji etapowej.

Termomodernizacja etapowa jest to proces składający się z kolejnych działań termomodernizacyjnych rozłożonych w czasie, który pozwala, na ile jest to możliwe pod względem technicznym i ekonomicznym, na osiągnięcie głębokiej termomodernizacji. Termomodernizacja etapowa ma być planowana z uwzględnieniem efektu końcowego i etapów pośrednich, dla zapewnienia spójności między poszczególnymi etapami prac. Terminy realizacji i zakres poszczególnych etapów prac muszą być dostosowane do dostępnego finansowania i potrzeb użytkowników czy właścicieli budynku.

## RODZAJE DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH

Działania termomodernizacyjne, przynoszące oszczędności zużycia energii, a co za tym idzie – ponoszonych kosztów energii, można podzielić na działania niskonakładowe (czasami praktycznie beznakładowe) oraz wysokonakładowe.

Do działań niskonakładowych, realizowanych w ramach przeglądów oraz bieżącej konserwacji budynku i instalacji zaliczamy:

- kontrolę stanu technicznego budynku w celu zapobieżenia nadmiernym stratom ciepła (zapobieganie zawilgoceniu przegród, utrzymanie szczelności powietrznej przegród – dachu, stolarki okiennej i drzwiowej);
- bieżący serwis i konserwację elementów układu wyposażenia technicznego w celu zapewnienia prawidłowego funkcjonowania elementów odpowiedzialnych za straty ciepła i zużycie energii (utrzymanie odpowiedniej jakości działania lub wymiana elementów regulacyjnych i pomiarowych,

kontrola poprawności działania algorytmów regulujących pracę instalacji, likwidacja nieszczelności w instalacjach wewnętrznych, wymiana lub uzupełnienie izolacji cieplnej rurociągów i armatury instalacji c.o. i c.w.u.);

- bieżące usuwanie usterek i awarii.

Do działań niskonakładowych można też zaliczyć:

- instalowanie urządzeń automatycznej regulacji umożliwiających optymalizację pracy instalacji;
- zainstalowanie urządzeń umożliwiających rozliczanie kosztów ogrzewania według indywidualnego zużycia w lokalach (ciepłomierze czy podzielniki kosztów ogrzewania);
- wdrożenie zasad energooszczędnego użytkowania lokali mieszkalnych poprzez edukację mieszkańców i wyrabianie u nich nawyku postępowania zgodnego z zasadami energooszczędności.

Działania niskonakładowe mogą przynieść oszczędności energii od kilku, do nawet kilkunastu procent.

Wysokonakładowe działania termomodernizacyjne, które wymagają większych nakładów finansowych – często realizowane dzięki różnego rodzaju kredytom i dotacjom – powinny być przeprowadzane, ponieważ przynoszą znacznie większe oszczędności zużycia energii. Do działań wysokonakładowych zaliczamy: ocieplenie przegród budynku, wymianę okien i drzwi, modernizację instalacji c.o., c.w.u., wentylacji, wymianę źródła ciepła, zastosowanie odzysku ciepła itp. Wykonanie takich działań wymaga przeprowadzenia analizy energetyczno-ekonomicznej, czyli wykonania audytu energetycznego.

Przy realizacji wysokonakładowych działań termomodernizacyjnych należy zwrócić uwagę na to, aby działania były przeprowadzane w kolejności od najbardziej do najmniej korzystnych z ekonomicznego punktu widzenia, z uwzględnieniem usunięcia wyrobów zawierających azbest. Ponadto w trakcie realizacji działań, podejmowanych w celu zmniejszenia zużycia energii, należy zainstalować urządzenia pomiarowe umożliwiające monitorowanie uzyskanych efektów.

## KOMPLEKSOWE PODEJŚCIE DO TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU

Oszczędności energii w budynkach poddanych termomodernizacji możliwe są do uzyskania tylko wówczas, gdy będą skoordynowane wszystkie działania zmierzające:

- z jednej strony – do ograniczenia strat energii w budynku – ocieplenie przegród budynku, wymiana okien;
- z drugiej strony – do ograniczenia ilości energii dostarczanej do budynku – modernizacja instalacji c.o. i dostosowanie jej do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło.

Działania termomodernizacyjne równocześnie będą służyć zapewnieniu właściwych warunków eksploatacyjnych oraz zapewnieniu komfortu cieplnego w pomieszczeniach, a także w efekcie ochronie środowiska naturalnego.

Częściowe zabiegi modernizacyjne, takie jak: ocieplenie budynków bez równoczesnej modernizacji systemu grzewczego nie dają zamierzonych korzyści energetycznych, ekonomicznych i ekologicznych – w takim przypadku może nastąpić nawet wzrost zapotrzebowania na ciepło budynku. Przykładowo: jeżeli w ocieplonym budynku nie dostosowano instalacji c.o. do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło i nie umożliwiono użytkownikom regulacji temperatury w pomieszczeniach, to lokatorzy będą otwierać okna w celu obniżenia temperatury wewnątrz budynku, co przełoży się na wzrost zużycia ciepła.

W budynku ocieplonym konieczne jest dostosowanie instalacji ogrzewania do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło, w celu zapewnienia właściwych warunków termicznych w pomieszczeniach. Dodatkowo modernizacja instalacji ciepłej wody przyczyni się do zwiększenia oszczędności energii w budynku.

Termomodernizacja powłoki budynku (ocieplenie budynku) połączona z modernizacją instalacji centralnego ogrzewania zapewnia znaczne obniżenie kosztów ogrzewania ponoszonych przez użytkowników. W przypadku zasilania budynku z sieci ciepłowniczej ulega zmniejszeniu zarówno zużycie ciepła, jak i moc zamówiona, wskutek czego obniżają się opłaty za dostarczone ciepło i za moc zamówioną (jeśli inwestor złoży wniosek o zmniejszenie mocy zamówionej – co powinien zrobić we własnym interesie).

## OCHRONA ŚRODOWISKA PODCZAS PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH

Termomodernizacja przegród budynku jest zaliczana do robót budowlanych. Inwestor realizujący przedsięwzięcie termomodernizacyjne lub remontowe zobowiązany jest do uwzględnienia przepisów dotyczących ochrony środowiska, co wynika z ustawy Prawo ochrony środowiska [13]. Zgodnie z zapisami ustawy Prawo budowlane [14] organ nadzoru budowlanego wstrzymuje prowadzenie robót budowlanych wykonywanych w sposób mogący spowodować zagrożenie środowiska. Ponadto wg Kodeksu karnego: *"ten, kto niszczy albo uszkadza zwierzęta pozostające pod ochroną gatunkową powodując istotną szkodę, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 2"*.

Ptaki oraz nietoperze, które zamieszkują tereny miast objęte są ścisłą ochroną gatunkową [15]. W trakcie prac modernizacyjnych konieczne jest uwzględnienie wymagań w sprawie miejsc lęgowych oraz schronień dla ptaków i nietoperzy. Przed rozpoczęciem prac budowlanych należy sporządzić inwentaryzację przyrodniczą – zlecić wykonanie opinii ornitologicznej i/lub chiropterologicznej w celu uniknięcia nieumyślnego zniszczenia schronień ptaków lub nietoperzy podczas termomodernizacji budynku. W przypadku, gdy konieczna jest ingerencja w schronienia gatunków chronionych należy zwrócić się do regionalnego dyrektora ochrony środowiska o wydanie stosownego zezwolenia, a także zapewnić zastępcze miejsca lęgowe. Termin i sposoby wykonywania prac powinny uwzględniać okres lęgów, rozrodu i hibernacji gatunków chronionych.

Sytuacja taka może przykładowo wystąpić przy ociepleniu stropodachu, czy poddasza, gdy montuje się kratki wentylacyjne. Jeżeli takie rozwiązania uniemożliwiają ptakom powrót do miejsc lęgowych, z których poprzednio korzystały, inwestor musi zapewnić odpowiednie zastępcze budki lęgowe.

## PROBLEMY TERMOMODERNIZACJI BUDYNKÓW Z WIELKIEJ PŁYTY

Szczególnym przypadkiem termomodernizacji są roboty ociepleniowe w budynkach wielkopłytowych. Szacuje się, że w Polsce jest około 60 tysięcy budynków z wielkiej płyty, które były budowane w latach 1960-1990. Budynki te cechują się niską izolacyjnością cieplną połączeń i węzłów konstrukcyjnych, co jest przyczyną zwiększonych strat ciepła oraz niskich wartości temperatury na wewnętrznej powierzchni przegrody zewnętrznej. Są to tzw. systemowe wady technologiczne, które wynikają głównie ze złej jakości zastosowanych materiałów, niedopracowanych procesów technologii produkcji i transportu elementów oraz niewłaściwego montażu elementów prefabrykowanych, co skutkowało wadliwymi, nieszczelnymi połączeniami.

Budowa obiektów wielkopłytowych była rozwiązaniem traktowanym jako tymczasowe, które umożliwiało szybką budowę tysięcy mieszkań. Zakładano, że trwałość budynków będzie wynosiła 50-70 lat, po czym lokatorzy zostaną przeniesieni do budynków budowanych w nowych technologiach. Stało się inaczej i po roku 2010. został dostrzeżony problem trwałości budynków z wielkiej płyty, których użytkowanie teoretycznie miało dobiegać końca.

W latach 2016-2018 Instytut Techniki Budowlanej w ramach projektu „Ocena bezpieczeństwa i trwałość budynków wykonanych metodami uprzemysłowionymi”, przebadał 300 budynków, które reprezentowały tzw. systemy prefabrykacji centralnej i wybrane regionalne. Analizy przeprowadzono w budynkach, w województwach, w których jest ich najwięcej (mazowieckie, łódzkie, śląskie i dolnośląskie). Wyniki badań o stanie technicznym polskiej wielkiej płyty zostały zaprezentowane w 2019 r. w raporcie opublikowanym również w Internecie [16]. Ogólnie, pozytywnie oceniono stan bezpieczeństwa podstawowych elementów konstrukcyjnych analizowanych budynków. Poniżej wybrane dwa fragmenty z raportu [16], które wiążą się z modernizacją takich budynków:

- podstawowym elementem oceny był stan techniczny ścian zewnętrznych, w szczególności możliwość powstania zagrożenia wynikającego z konstrukcji połączenia warstw fakturowych ścian trójwarstwowych; dotychczasowe doświadczenia pozwalają twierdzić, że stan ten może być lokalnie niedostateczny z uwagi na występowanie nieprawidłowych łączników stalowych i nadmierne ich obciążenie;
- dalsze użytkowanie budynków z wielkiej płyty wiąże się z potrzebą przeprowadzania specjalistycznych przeglądów okresowych oraz ocen stanu technicznego i badań przydatności do użytkowania budynków, z uwzględnieniem optymalizacji kosztów na prace konserwacyjne, naprawy bieżące i ewentualne modernizacje budynków.

W istniejących budynkach wielkopłytowych często obserwuje się spękanie ścian i zużycie elementów połączeniowych płyt. W przypadku budynków z wielkiej płyty, które mają być poddane termomodernizacji, konieczne jest zlecenie wykonania ekspertyzy technicznej - ocena stanu technicznego budynku przed termomodernizacją. Szczególne znaczenie ma stan techniczny nie tylko samej powierzchni zewnętrznej ściany prefabrykowanej, ale przede wszystkim sposób i jakość zakotwienia warstwy fakturowej w warstwie nośnej. Dopiero po takiej ekspertyzie można zlecić wykonanie projektu ocieplenia budynku

wielkopłytowego, który będzie uwzględniał niezbędne naprawy przegród wykonywane w trakcie prac ociepleniowych. Ponadto przy wyborze technologii ocieplenia warstwowych ścian budynków wielkopłytowych należy zwrócić szczególną uwagę na warunki cieplno-wilgotnościowe w jakich znajdują się międzywarstwowe łączniki metalowe.

Uszkodzenia w ścianach zewnętrznych muszą zostać usunięte przed robotami ociepleniowymi. Pozostawienie ścian bez naprawy i zastąpienie warstwą izolacji, spowoduje dalsze pogarszanie się stanu technicznego powłoki budynku, a w skrajnym przypadku może spowodować zagrożenie bezpieczeństwa ludzi i mienia.

Sposób naprawy występujących uszkodzeń obejmuje:

- czyszczenie elewacji metodą strumieniowo-cierną,
- uzupełnienie ubytków po czyszczeniu,
- wykucie bruzd w miejscach występujących spękań warstwy fakturowej,
- wypełnienie bruzd zaprawą naprawczą,
- wykonanie otworów do osadzenia kotew wzmacniających połączenie warstwy fakturowej z warstwą nośną,
- osadzenie kotew i wypełnienie ubytków w miejscach osadzenia kotew wraz z wykonaniem wzmocnienia siatką z włókna szklanego typu pancernego miejsc osadzenia kotew.

## USUWANIE WYROBÓW AZBESTOWYCH

Obowiązkowym i niezwykle wymagającym zadaniem podczas temomodernizacji budynków jest usuwanie wyrobów zawierających azbest. Wyroby azbestowe były szeroko stosowane w budynkach w latach 1946–1997. Wyroby azbestowe w Polsce jeszcze nadal znajdują się na elewacjach i dachach budynków (płyty azbestowo-cementowe płaskie i faliste, złącza itp.) oraz w instalacjach (rury, kształtki, obudowy izolacyjne itp.).

Całkowity zakaz importu azbestu, produkcji wyrobów azbestowych i obrotu nimi obowiązuje w Polsce praktycznie od 1998 r., na mocy ustawy o zakazie wyrobów zawierających azbest z roku 1997. Zgodnie z rozporządzeniem [17] wszystkie wyroby zawierające azbest muszą zostać usunięte do końca 2032 r.

**Usuwanie wyrobów azbestowych** musi być przeprowadzone przez firmę posiadającą specjalistyczny sprzęt, odpowiednie uprawnienia i pozwolenia oraz przeszkolonych, wykwalifikowanych pracowników. Przepisy dotyczące postępowania przy usuwaniu wyrobów azbestowych zawarte są w rozporządzeniach [18,19]. Wyroby azbestowe muszą być wywiezione na odpowiednie składowiska przyjmujące taki typ odpadów.



## Zadania i rodzaje audytów

Audyt energetyczny stanowi ekspertyzę techniczno-ekonomiczną dotyczącą użytkowania energii w badanym budynku wykonaną przez audytora. Przedstawia propozycje przedsięwzięć termomodernizacyjnych, które w optymalny sposób mają zmniejszyć zużycie energii w budynku, a z tym związane jest również obniżenie kosztów energii. Konieczne jest poniesienie kosztów termomodernizacji, ale w wyniku uzyskanych oszczędności kosztów energii inwestycja po pewnym okresie czasu zwróci się inwestorowi.

Audyt energetyczny najczęściej jest wymagany w przypadku ubiegania się o wsparcie finansowe z różnych programów państwowych lub regionalnych. Jest też niezbędny właścicielowi lub zarządcy budynku do podjęcia właściwej decyzji dotyczącej wykonania przedsięwzięć poprawiających efektywność energetyczną obiektu.

Audyt stanowi założenia do projektu termomodernizacji budynku, nie jest dokumentacją techniczną do realizacji robót budowlanych. Na podstawie wytycznych podanych w audycie wykonywane są projekty, wg których przeprowadzane są prace budowlane i instalacyjne.

**Audyt energetyczny stanowi ekspertyzę techniczno-ekonomiczną dotyczącą użytkowania energii w badanym budynku wykonaną przez audytora.**

Audyt energetyczny powinien umożliwić odpowiedzi na następujące zagadnienia:

1. Jakie ulepszenia należy wykonać, aby osiągnąć korzyści finansowe i energetyczne.
2. W jaki sposób wykonać ulepszenia – wskazanie możliwych rozwiązań technicznych, rodzajów materiałów i urządzeń, określenie kolejności realizacji poszczególnych zadań.
3. Jakie będą koszty termomodernizacji oraz wysokość efektów ekonomicznych (czas zwrotu nakładów, opłacalność termomodernizacji), energetycznych (procentowe obniżenie zużycia energii, wskaźniki energochłonności budynku) i ekologicznych (zmniejszenie ilości zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska).
4. W jaki sposób sfinansować termomodernizację, jaka jest opłacalność korzystania z różnych dostępnych kredytów i dotacji.

## RODZAJE AUDYTÓW DLA BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH

W przypadku budynków wielorodzinnych audyty energetyczne wykonywane są najczęściej w celu uzyskania wsparcia finansowego termomodernizacji. Od ponad dwudziestu lat wykonywane są audyty energetyczne, a od kilkunastu lat również audyty remontowe finansowane z *Funduszu Termomodernizacji i Remontów*, zgodnie z Ustawą o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków [20]. Są one niezbędne dla uzyskania premii termomodernizacyjnej lub remontowej, a aktualnie po najnowszej nowelizacji przepisów można uzyskać dodatkowe premie i granty po spełnieniu pewnych wymagań. Metodyka wykonania audytów oparta jest o procedury zawarte w rozporządzeniu w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu [21].

Wykonywane są również audyty energetyczne wymagane dla uzyskania wsparcia przedsięwzięć termomodernizacyjnych w ramach programów *Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej* oraz *Regionalnych Programów Operacyjnych*. Metodyka wykonania audytów jest częściowo oparta na procedurach z rozporządzenia wykonawczego [21] do ustawy termomodernizacyjnej, ale musi spełniać wymagania szczegółowe danego programu wsparcia finansowego. Najczęściej obejmuje analizę ekonomiczną (wykonywaną w oparciu o wskaźniki dynamiczne) oraz analizę efektu ekologicznego – wykazanie obniżenia wielkości emisji substancji szkodliwych do środowiska (np. tylko CO<sub>2</sub>, albo również innych substancji).

### KTO MOŻE WYKONYWAĆ AUDYT ENERGETYCZNY?

Wykonawca audytu – **audytor energetyczny** powinien być obiektywnym, niezależnym doradcą. Powinien posiadać wiedzę i umiejętności interdyscyplinarne, z zakresów takich jak: ochrona cieplna budynku, instalacje wewnętrzne, racjonalizacja i oszczędność energii, ochrona środowiska, ocena ekonomiczna przedsięwzięć, czy finansowanie inwestycji energooszczędnych.

W przepisach dotyczących audytów wykonywanych zgodnie z ustawą [20] nie określono wymagań kwalifikacyjnych i prawnych jakie powinni spełniać autorzy audytów – nie wprowadzono prawnej formy uprawnień audytora energetycznego. Najczęściej audytorami są osoby z wykształceniem technicznym w zakresie energetyki, inżynierii środowiska czy budownictwa, często takie, które ukończyły odpowiednie kursy szkoleniowe lub studia podyplomowe (ale przy wykonywaniu audytów nie jest to konieczne pod względem formalnym).

Zrzeszenie Audytorów Energetycznych prowadzi: Listę rekomendowanych audytorów energetycznych (<https://zae.org.pl/lista-audytorow/>). Na listę mogą być wpisani audytorzy, którzy wykonali co najmniej 3 audyty w danej specjalności, przy czym te audyty zostały pozytywnie zweryfikowane i były podstawą do uzyskania przez inwestora premii termomodernizacyjnej lub remontowej.

Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej wprowadziło do prowadzonych opisów zawodów zawód Audytora Energetycznego (kod 214 901)(Dz.U. 2018 poz. 227 t.j.).

### ZAWARTOŚĆ AUDYTU

Można wyodrębnić kilka kolejnych etapów prawidłowo przeprowadzonego audytu energetycznego:

1. Określenie celu, w jakim wykonuje się audyt (najczęściej celem jest zmniejszenie zużycia energii oraz uzyskanie dofinansowania termomodernizacji zgodnie z ustawą lub programem wsparcia).
2. Zbieranie danych o obiekcie (jest to bardzo istotny etap audytu obejmujący analizę istniejącej dokumentacji budynku i instalacji oraz wizję lokalną w obiekcie w celu potwierdzenia aktualności istniejącej dokumentacji projektowej oraz zebrania brakujących danych).

3. Analiza i ocena stanu istniejącego (na bazie informacji o obiekcie ocenia się stan istniejący budynku i systemów wyposażenia technicznego).
4. Poszukiwanie i sformułowanie możliwych wariantów rozwiązań (w oparciu o analizę stanu istniejącego następuje wybór poszczególnych ulepszeń termomodernizacyjnych i sformułowanie wariantów termomodernizacyjnych złożonych z zestawów ulepszeń; rozwiązania muszą uwzględniać możliwości techniczne w obiekcie rzeczywistym i ewentualne ograniczenia).
5. Ocena wariantowych rozwiązań i wybór rozwiązania optymalnego, zgodnie z wymaganą procedurą, określoną w odpowiednich przepisach odnoszących się do wykonywanego audytu (procedury określają sposób formułowania wariantów oraz stosowane kryteria opłacalności, a także inne wytyczne, np. dotyczące obliczania emisji substancji szkodliwych do środowiska).
6. Opracowanie audytu, czyli raportu, zgodnie z wytycznymi danego programu wsparcia.
7. Następnym krokiem jest przekazanie audytu inwestorowi. Istotne jest, aby audytor przekazał również informacje o kolejności postępowania przy realizacji termomodernizacji, a także o rodzajach projektów, które inwestor musi zlecić do wykonania, z uwzględnieniem wytycznych podanych w audycie.
8. Po przeprowadzonej termomodernizacji bardzo przydatna dla doświadczeń audytora byłaby przeprowadzona przez niego ocena efektów realizacji zaleconych w audycie zmian po roku od wykonania termomodernizacji, a nawet w latach następnych. Takie działania jednak nie są często praktykowane przez audytorów, gdyż nie są prawnie wymagane.

## Audyty dla przedsięwzięć dofinansowywanych z funduszu termomodernizacji i remontów

Ustawa [20] określa zasady finansowania ze środków *Funduszu Termomodernizacji i Remontów* (zarządzanego przez *Bank Gospodarstwa Krajowego*) części kosztów przedsięwzięć termomodernizacyjnych i remontowych, przedsięwzięć niskoemisyjnych oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii.

Zakłada umorzenie części kredytu w postaci premii: termomodernizacyjnej lub remontowej przyznawanej na podstawie audytu wykonanego przez audytora zgodnie z rozporządzeniem [21] i zweryfikowanego przez podmiot weryfikujący (wskazany przez BGK) zgodnie z rozporządzeniem [22]. Inwestorami mogą być: osoby prawne (m.in. spółdzielnie mieszkaniowe i spółki prawa handlowego), jednostki samorządu terytorialnego, wspólnoty mieszkaniowe, towarzystwa budownictwa społecznego, osoby fizyczne (w tym właściciele domów jednorodzinnych). Inwestor nie może być jednostką budżetową lub samorządowym zakładem budżetowym.

W przypadku przeprowadzania przedsięwzięć termomodernizacyjnych przewidziane są również dodatkowe formy wsparcia dla budynków wielorodzinnych:

- **grant OZE** – na zakup, montaż, budowę lub modernizację instalacji odnawialnego źródła energii w budynku wielorodzinnym,
- **grant termomodernizacyjny** – na poprawę efektywności energetycznej budynku,
- dla budynków będących w zasobie mieszkaniowym gminy przewidziana jest **premia MZG i grant MZG** (na poprawę efektywności energetycznej budynków).

## PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE

**Audyt energetyczny** jest opracowaniem określającym zakres oraz parametry techniczne i ekonomiczne przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, ze wskazaniem rozwiązania optymalnego, w szczególności z punktu widzenia kosztów realizacji tego przedsięwzięcia oraz oszczędności energii. Audyt stanowi jednocześnie założenia do projektu budowlanego i jest podstawą przyznania premii termomodernizacyjnej przeznaczonej na spłatę części kredytu zaciągniętego na przedsięwzięcie termomodernizacyjne.

**Audyt remontowy** jest opracowaniem określającym zakres oraz parametry techniczne i ekonomiczne przedsięwzięcia remontowego, stanowiące jednocześnie założenia do projektu budowlanego, będące podstawą przyznania premii remontowej. Premia remontowa jest przeznaczona na spłatę części kredytu zaciągniętego na przedsięwzięcie remontowe.

W przypadku gdy w budynku będącym przedmiotem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego lub remontowego znajdują się powierzchnie użytkowe służące celom innym niż mieszkalne lub wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej, wysokość przyznawanej premii (termomodernizacyjnej lub remontowej) stanowi iloczyn kwoty tej premii i wskaźnika udziału powierzchni użytkowej służącej celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej w powierzchni użytkowej budynku. Obliczenia w audycie wykonuje się dla całego budynku, ale obliczoną (zgodnie z ustawą) wartość premii zmniejsza się proporcjonalnie do udziału powierzchni użytkowej mieszkań w całej powierzchni użytkowej budynku.

W audytach funkcjonują pojęcia: ulepszenia i wariantu termomodernizacyjnego oraz optymalnego wariantu, które przedstawiono poniżej:

- **ulepszenie termomodernizacyjne** – działanie techniczne składające się na przedsięwzięcie termomodernizacyjne w budynku, mające na celu oszczędność energii;
- **wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego** – zestaw ulepszeń termomodernizacyjnych, utworzony przez audytora (wykonawcę audytu energetycznego);
- **optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego** – zestaw ulepszeń wybrany zgodnie z algorytmem oceny opłacalności, który spełnia wszystkie warunki i kryteria określone w ustawie i jest przeznaczony do realizacji na podstawie wykonanego audytu.

W obliczeniach wykonywanych w audytach, zgodnie z rozporządzeniem [21] uwzględnia się zmienne i stałe opłaty za energię (wraz z podatkiem VAT) dostarczaną do budynku do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

**Opłata zmienna za ciepło**, związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania czy przygotowania c.w.u., określana przez dostawcę ciepła lub koszt produkcji 1 GJ ciepła, przyjmowana jest następująco, w zależności od rodzaju źródła ciepła i nośnika energii:

- dla ogrzewania zdalaczynnego jako suma opłaty za ciepło i opłaty zmiennej za usługi przesyłowe w zł/(GJ);
- dla gazu jako stawka opłaty zmiennej za przesyłane paliwo, przeliczona na zł/GJ;
- dla energii elektrycznej jako suma stawek zmiennych w taryfie za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej, przeliczona na zł/GJ;
- dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem jako stawka opłaty zmiennej określonej według kalkulacji kosztów rodzajowych, przeliczona na zł/GJ.

**Opłata stała za moc zamówioną**, związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania czy przygotowania c.w.u., określana przez dostawcę ciepła lub odpowiadająca kosztom stałym ponoszonym przez właściciela, przyjmowana jest następująco, w zależności od rodzaju źródła ciepła i nośnika energii:

- dla ogrzewania zdalaczynnego jako suma opłaty za zamówioną moc cieplną i opłaty stałej za usługi przesyłowe w zł/(MW·m-c);
- dla gazu jako suma składników stałych wyznaczonych na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym, przeliczona na zł/(MW·m-c);
- dla energii elektrycznej jako suma składników stałych, przeliczona na zł/(MW·m-c);
- dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem jako suma składników miesięcznych kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesiona do mocy źródła w zł/(MW·m-c).

Pomija się pozostałe składniki opłat (np. opłaty za wodę do napełniania i uzupełniania ubytków), zakładając, że są to koszty niewielkie i nieznacznie zmieniające się przy modernizacji.

## WARUNKI DOTYCZĄCE PREMII TERMOMODERNIZACYJNEJ

Przepisy dotyczące premii termomodernizacyjnej dotyczą budynków mieszkalnych – jednorodzinnych i wielorodzinnych (posiadających więcej niż dwa lokale mieszkalne), budynków zamieszkania zbiorowego oraz budynków wykorzystywanych przez jednostki samorządu terytorialnego do wykonywania zadań publicznych. Inwestor nie może być jednostką budżetową.

**Premia termomodernizacyjna** jest przyznawana inwestorowi w związku z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, jeżeli z audytu energetycznego wynika, że:

- po realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku nastąpi zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię dostarczaną na potrzeby ogrzewania i podgrzewania wody użytkowej co najmniej o 10% jeżeli modernizowany jest wyłącznie system grzewczy w budynku, a co najmniej o 25% w pozostałych budynkach;
- w przypadku likwidacji lokalnego źródła ciepła i wykonania przyłącza technicznego do scentralizowanego źródła ciepła nastąpi zmniejszenie kosztów pozyskania ciepła dostarczanego do budynku co najmniej o 20%;
- realizowana będzie całkowita lub częściowa zamiana konwencjonalnych źródeł energii na źródła odnawialne lub zostanie zastosowana wysoko-sprawną kogeneracją (bez względu na oszczędności).

**Wysokosprawną kogeneracją** wg ustawy Prawo energetyczne [6] jest to "wytworzenie energii elektrycznej lub mechanicznej i ciepła użytkowego w kogeneracji, które zapewnia oszczędność energii pierwotnej zużywanej w:

- jednostce kogeneracji w wysokości nie mniejszej niż 10% w porównaniu z wytwarzaniem energii elektrycznej i ciepła w układach rozdzielonych o referencyjnych wartościach sprawności dla wytwarzania rozdzielonego lub
- jednostce kogeneracji o mocy zainstalowanej elektrycznej poniżej 1 MW w porównaniu z wytwarzaniem energii elektrycznej i ciepła w układach rozdzielonych o referencyjnych wartościach sprawności dla wytwarzania rozdzielonego."

Premia termomodernizacyjna przysługuje, jeżeli kwota kredytu zaciągniętego na termomodernizację stanowi co najmniej 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wynosi nie mniej niż wysokość tej premii. Wysokość premii termomodernizacyjnej stanowi 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Premia nie może być przeznaczona na realizację prac, na które uzyskano inne wsparcie ze środków publicznych (art.4 ustawy [20]).

W przypadku gdy wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest realizowane przedsięwzięcie polegające na zakupie, montażu, budowie albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, wysokość premii termomodernizacyjnej stanowi 31% łącznych kosztów obu tych przedsięwzięć. Przy czym premia taka przysługuje, jeżeli koszt zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii stanowi co najmniej 10% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii. Jeżeli inwestorowi przyznano grant OZE, wysokość premii termomodernizacyjnej stanowi 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Właściciel lub zarządca budynku wielorodzinnego (bez względu na status prawny, z wyłączeniem jednostek budżetowych i samorządowych zakładów budżetowych), który zrealizuje zakup, montaż lub budowę nowej instalacji odnawialnego źródła energii, wraz z niezbędną infrastrukturą może starać się o **grant OZE** w wysokości 50% poniesionych kosztów. Grant OZE można uzyskać także

w przypadku modernizacji instalacji OZE, przy zwiększeniu jej mocy o co najmniej 25%. W celu uzyskania grantu muszą być spełnione następujące warunki:

- instalacja odnawialnego źródła energii, której dotyczy przedsięwzięcie OZE musi wytwarzać energię na potrzeby budynku będącego przedmiotem przedsięwzięcia;
- przedsięwzięcie nie wyrządza poważnych szkód dla celów środowiskowych;
- grant OZE udzielany jest jako pomoc de minimis, jeśli inwestor prowadzi w tym budynku działalność gospodarczą.

Inwestorowi, któremu przyznano grant OZE, w związku z całkowitą lub częściową zamianą źródeł energii na źródła odnawialne, premia termomodernizacyjna przysługuje w związku z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - polegającego na całkowitej lub częściowej zamianie źródeł energii na źródła odnawialne lub zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji - wyłącznie na zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji.

W ustawie [20] przewidziane jest również dodatkowe wsparcie finansowe na poprawę jakości energetycznej budynków (grant termomodernizacyjny) oraz na modernizację budynków z wielkiej płyty (zwiększona premia termomodernizacyjna).

W przypadku gdy z audytu energetycznego wynika, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

- wartość wskaźnika EP nie przekracza wartości maksymalnych określonych w Warunkach Technicznych [1] lub
- przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w Warunkach Technicznych [1]

inwestorowi będącemu właścicielem lub zarządcą budynku wielorodzinnego wraz z premią termomodernizacyjną przysługuje **grant termomodernizacyjny**, stanowiący 10% kosztów tego przedsięwzięcia.

Jeżeli w budynku jest prowadzona przez inwestora działalność gospodarcza, grant termomodernizacyjny jest udzielany jako pomoc **de minimis** na zasadach określonych w przepisach Unii Europejskiej.

Inwestorowi realizującemu przedsięwzięcie termomodernizacyjne w przypadku wykonania dodatkowego połączenia warstwy fakturowej z warstwą konstrukcyjną warstwowych ścian zewnętrznych w budynkach wielkopłytowych przysługuje **dodatkowe wsparcie w wysokości 50% kosztów:**

- sporządzenia dokumentacji technicznej doboru i rozmieszczenia kotew metalowych;
- zakupu kotew metalowych do stosowania w betonie przeznaczonych do wzmacniania połączeń warstw płyt wielowarstwowych;
- przygotowania otworów i montażu kotew metalowych.

Takie dodatkowe wsparcie przysługuje, jeżeli z audytu energetycznego wynika, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego modernizowane elementy budynku będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania minimalne dla budynków w zakresie oszczędności energii i izolacyjności cieplnej (podane w Warunkach Technicznych [1]).



## WARUNKI DOTYCZĄCE PREMII REMONTOWEJ

Przepisy dotyczące premii remontowej dotyczą budynków wyłącznie budynków wielorodzinnych:

- których użytkowanie rozpoczęto co najmniej 40 lat przed dniem złożenia wniosku o przyznanie premii remontowej, (spełnienie warunku inwestor potwierdza przez złożenie pisemnego oświadczenia), lub
- należących do społecznej inicjatywy mieszkaniowej lub towarzystwa budownictwa społecznego, którego użytkowanie rozpoczęto co najmniej 20 lat przed dniem złożenia wniosku o przyznanie premii remontowej, jeżeli budynek ten został wybudowany przy wykorzystaniu kredytu udzielonego przez Bank Gospodarstwa Krajowego na podstawie wniosków o kredyt złożonych do dnia 30 września 2009 r. lub przy wykorzystaniu finansowania zwrotnego w rozumieniu ustawy z dnia 26 października 1995 r. o społecznych formach rozwoju mieszkalnictwa (Dz. U. z 2021 r. poz. 2224 oraz z 2022 r. poz. 807 i 1561).

Warunkiem uzyskania premii remontowej jest wykazanie w audycie oszczędności energii na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej w powiązaniu z tzw. wskaźnikiem przedsięwzięcia, albo zrealizowanymi wcześniej przedsięwzięciami termomodernizacyjnymi lub remontowymi. **Wskaźnik kosztu przedsięwzięcia** jest to stosunek kosztu przedsięwzięcia remontowego w przeliczeniu na 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej budynku, do ceny 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego, ostatnio ogłoszonej przez Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego na potrzeby obliczania premii gwarancyjnej przed kwartałem złożenia wniosku o przyznanie premii.

**Premia remontowa** jest przyznawana inwestorowi jeżeli w audycie remontowym wykazane są następujące przypadki:

- przy wskaźniku przedsięwzięcia od 0,05 do 0,30 oszczędność energii na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody wynosi co najmniej 10%;
- przy wskaźniku przedsięwzięcia większym od 0,30 oszczędność energii na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody wynosi co najmniej 25%;
- w budynku było już realizowane przedsięwzięcie remontowe, na które uzyskano premię remontową, wtedy oszczędność energii na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody wykazana w audycie wynosi co najmniej 5%;
- jeżeli na poprzednie zrealizowane przedsięwzięcie uzyskano premię remontową i osiągnięto oszczędność energii co najmniej 25%, to nie ma wymagań dotyczących oszczędności energii;
- jeżeli w budynku zrealizowano przedsięwzięcie termomodernizacyjne i otrzymano premię termomodernizacyjną, to nie ma wymagań dotyczących oszczędności energii;
- jeżeli budynek spełnia wymagania energooszczędności zawarte w aktualnych Warunkach Technicznych, to nie ma wymagań dotyczących oszczędności energii.

Wysokość premii remontowej stanowi 25% kosztów przedsięwzięcia remontowego. Premia remontowa przysługuje, jeżeli kwota kredytu stanowi co najmniej 50% kosztów przedsięwzięcia remontowego.



Inwestorowi, który złożył więcej niż jeden wniosek o przyznanie premii, premia remontowa przysługuje, jeżeli:

- zakres prac, których dotyczą wnioski, jest różny i
- suma wskaźników kosztów tych przedsięwzięć, ustalonych na dzień złożenia każdego wniosku o premię, nie jest wyższa niż 0,70.

Premia remontowa nie może być przeznaczona na:

- realizację prac, na które uzyskano inne wsparcie ze środków publicznych,
- prace prowadzące do zwiększenia powierzchni użytkowej budynku,
- remont lokali, z wyjątkiem wymiany w budynkach wielorodzinnych okien lub remont balkonów, nawet jeśli służą one do wyłącznego użytku właścicieli lokali.

Jeżeli w budynku będącym przedmiotem przedsięwzięcia remontowego jest prowadzona przez inwestora działalność gospodarcza, premia remontowa jest udzielana jako pomoc de minimis na zasadach określonych w przepisach Unii Europejskiej.

## PREMIA I GRANT MZG

Inwestorowi realizującemu przedsięwzięcie termomodernizacyjne lub remontowe w mieszkaniowym zasobie gminy przysługuje premia MZG w wysokości 50% kosztów tego przedsięwzięcia, jeżeli:

- inwestorem tym jest gmina lub spółka z ograniczoną odpowiedzialnością lub spółka akcyjna, w której gmina albo gmina wraz z innymi gminami, powiatami lub Skarbem Państwa dysponują ponad 50% głosów na zgromadzeniu wspólników lub na walnym zgromadzeniu;
- przedmiotem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego lub remontowego jest budynek mieszkalny, w którym wszystkie lokale mieszkalne wchodziły w skład mieszkaniowego zasobu gminy;
- budynek znajduje się na obszarze, na którym obowiązują przepisy wydane na podstawie ustawy Prawo ochrony środowiska;
- z audytu energetycznego lub remontowego wynika, że po zrealizowaniu tego przedsięwzięcia przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie będą spełniały wymagania minimalne dla budynków w zakresie oszczędności energii i izolacyjności cieplnej, określone w Warunkach Technicznych [1].

W przypadku gdy przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu lub remontowemu poddawany jest budynek wpisany do rejestru zabytków lub znajdujący się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków lub przedsięwzięcie to stanowi przedsięwzięcie rewitalizacyjne opisane w gminnym programie rewitalizacji, zgodnie z ustawą o rewitalizacji, wysokość premii MZG stanowi 60% kosztów tego przedsięwzięcia.

W przypadku gdy w budynku będącym przedmiotem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego lub remontowego znajdują się powierzchnie użytkowe służące celom innym niż mieszkalne lub wykonywaniu zadań publicznych przez organy

administracji publicznej, wysokość premii MZG stanowi iloczyn kwoty tej premii i wskaźnika udziału powierzchni użytkowej służącej celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej w powierzchni użytkowej budynku. Premia MZG nie może być przeznaczona na realizację prac, na które uzyskano inne wsparcie ze środków publicznych.

W przypadku gdy przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego lub remontowego lub w jej ramach w poddawanym temu przedsięwzięciu budynku:

- zostało wykonane przyłącze techniczne do scentralizowanego źródła ciepła lub
- nastąpiła całkowita zmiana źródeł energii na źródła odnawialne lub na energię wytwarzaną w wysokosprawnej kogeneracji, lub
- nastąpiła całkowita zmiana źródeł ciepła na źródła spełniające standardy niskoemisyjne, z wyłączeniem kotłów na paliwo stałe – inwestorowi wraz z premią MZG przysługuje **grant MZG**, w wysokości 30% kosztów tego przedsięwzięcia.

Warunkiem dodatkowym jest, że przedsięwzięcie termomodernizacyjne lub remontowe nie wyrządza poważnych szkód dla celów środowiskowych. Grant MZG zwiększa premię MZG.

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Audyt energetyczny wykonuje się zgodnie z procedurami podanymi w rozporządzeniu dotyczącym zakresu i form audytu energetycznego i remontowego [21]. Opracowywany jest na podstawie obliczeniowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania, a nie na podstawie zmierzonego. Konieczne jest jednak porównanie zmierzonego i obliczonego zużycia ciepła.

Audytora przeprowadza analizę energetyczno-ekonomiczną przedsięwzięć termomodernizacyjnych, wybierając ulepszenia optymalne spośród możliwych rozwiązań. Musi też sprawdzić, czy zaproponowane warianty spełniają warunek uzyskania minimalnego procentowego zmniejszenia rocznego zużycia energii w budynku w stosunku do stanu istniejącego, zgodny z ustawą [20], oraz czy kwota kredytu i kwota środków własnych nie przekraczają kwot zadeklarowanych przez inwestora.

### Algorytm wykonania audytu energetycznego

Poniżej w punktach przedstawiono algorytm wykonania audytu energetycznego budynku zgodnie z [21], opisano po kolei poszczególne zadania, które wykonuje audytor.

1. Wskazanie rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło:
  - na pokrycie strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego (rozpatruje się ocieplenie przegród budowlanych, wymianę okien i modernizację układu wentylacji),
  - na przygotowanie ciepłej wody.

Określa się nakłady inwestycyjne (materiały i robocizna z podatkiem VAT) na realizację zaproponowanych ulepszeń oraz oblicza się koszt oszczędności energii wynikającej z poszczególnych ulepszeń i oblicza się prosty czas zwrotu nakładów SPBT (opisany w podrozdziale "Wskaźniki oceny ekonomicznej").

2. Wybór optymalnych ulepszeń spośród określonych w pkt. 1 – kryterium wyboru stanowi najniższa wartość SPBT (np. wybiera się taką grubość izolacji, przy której SPBT jest najmniejszy) oraz zestawienie optymalnych ulepszeń w tabeli, w kolejności rosnącej wartości SPBT charakteryzującej każdy rodzaj ulepszeń.
3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego (w ramach tego przedsięwzięcia proponuje się kompleksową termomodernizację instalacji c.o., tak, aby spełniała wymagania WT [1]).
4. Zestawienie w tabeli wariantów ulepszeń termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji i instalacji ciepłej wody uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego. Otrzymuje się kilka wariantów: pierwszy najszerszy, zawierający wszystkie ulepszenia; kolejne warianty tworzy się poprzez odrzucenie ulepszenia o najwyższym SPBT; ostatnim wariantem jest wariant obejmujący jedynie modernizację instalacji c.o.; należy zwrócić uwagę, że modernizacja instalacji c.o. musi być w każdym wariantcie, niezależnie od wartości SPBT ją charakteryzującej.
5. Wykonanie obliczeń sprawdzających następujące ustawowe warunki dla uzyskania premii termomodernizacyjnej w poszczególnych wariantach:
  - uzyskanie odpowiedniej procentowej oszczędności energii końcowej na ogrzewanie, wentylację i przygotowanie c.w.u. w zależności od zakresu termomodernizacji,
  - wartość minimalnej wysokości kredytu oraz wysokość dostępnych środków własnych inwestora,
  - wysokość premii termomodernizacyjnej (w zależności od realizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych).
6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, tj. pierwszego z kolejnych wariantów (najszerzego), dla którego obliczone wartości spełniają odpowiednio wymagania ustawy [20] oraz warunek nieprzekroczenia zadeklarowanych przez inwestora środków własnych i jego możliwości kredytowych.
7. Obliczenie wskaźnika rocznego obliczeniowego zapotrzebowania na energię końcową (ciepło) EK oraz wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, a także unikniętej emisji CO<sub>2</sub> dla wybranego optymalnego wariantu (obliczenia wykonuje się zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej [3]).
8. Sprawdzenie, czy budynek po termomodernizacji spełnia wymagania ochrony cieplnej budynków – czy współczynniki przenikania ciepła przegród budowlanych lub wskaźnik EP są mniejsze od wartości maksymalnych podanych w Warunkach Technicznych [1]; jeśli tak, to oznacza, że:

- inwestor wraz z premią termomodernizacyjną może otrzymać grant termomodernizacyjny;
- jeżeli termomodernizacji podlega budynek z wielkiej płyty i przewidywane jest wzmocnienie ścian budynku, inwestor może uzyskać dodatkową premię na podstawie dokumentacji technicznej i informacji o kosztach takiego przedsięwzięcia.

### **Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie**

Przy termomodernizacji budynku oraz instalacji wewnętrznych zmodernizowane układy i elementy powinny spełniać wymagania zawarte w WT [1], jeśli jest to technicznie możliwe i wykonalne. Ponadto należy pamiętać, że tylko kompleksowa termomodernizacja przynosi efekty w postaci zmniejszenia zużycia energii.

Poniżej przedstawiono grupy ulepszeń możliwe do zastosowania podczas termomodernizacji budynku.

1. Ulepszenia zmniejszające straty ciepła przez przenikanie: ocieplenie ścian zewnętrznych, ocieplenie dachów, stropodachów, stropu pod nieogrzewanym poddaszem, stropu nad nieogrzewaną piwnicą lub podłogi na gruncie, wymiana okien na okna o mniejszych współczynnikach przenikania ciepła. Zmodernizowane przegrody powinny spełniać wymagania dotyczące maksymalnych wartości współczynników przenikania ciepła wg rozporządzenia [1], jeśli jest to technicznie możliwe. Jeżeli nie ma technicznych możliwości spełnienia tych wymagań dla danej przegrody, można ją zaizolować taką grubością izolacji, jaka jest technicznie możliwa i opisać ten fakt w audycie. Ponadto, zgodnie z WT [1] przed podjęciem modernizacji, w przypadku stwierdzenia występowania zawilgocenia i oznak korozji biologicznej, należy wykonać ekspertyzę mykologiczną i na podstawie jej wyników – odpowiednio roboty zabezpieczające.
2. Ulepszenia polegające na zmniejszeniu zapotrzebowania ciepła na ogrzanie powietrza wentylacyjnego:
  - w przypadku wentylacji naturalnej oraz mechanicznej wywiewnej w budynku poprawa działania systemu wentylacji jest rozpatrywana wspólnie z wymianą okien (np. wprowadzenie regulacji strumienia objętości powietrza zewnętrznego przez wprowadzenie nawiewników powietrza zewnętrznego wraz z wymianą okien),
  - w przypadku układu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej należy rozpatrzyć wszystkie możliwości modernizacji układu opierając się na projekcie konkretnej instalacji.
3. Ulepszenia prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej: poprawa działania układu przygotowującego c.w.u. i układu cyrkulacyjnego (wymiana lub wprowadzenie pomp cyrkulacyjnych, montaż urządzeń regulacyjnych, termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych itp.), wykonanie lub naprawa izolacji cieplnej przewodów oraz zasobnika c.w.u., instalacja wodomierzy c.w.u., instalacja kolektorów słonecznych do wspomagania podgrzewania c.w.u. lub całkowita wymiana konwencjonalnego źródła ciepła na wykorzystujące energię odnawialną (np. pompę ciepła).

4. Ulepszenia prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w systemie ogrzewania:

- ulepszenia dotyczące podwyższenia sprawności: wytwarzania (wymiana źródła ciepła), przesyłania (wykonanie lub naprawa izolacji cieplnej przewodów), akumulacji (wykonanie lub naprawa izolacji cieplnej bufora ciepła) oraz regulacji i wykorzystania ciepła (wprowadzenie lub wymiana zaworów termostatycznych na zawory z ograniczeniem do 16°C, wprowadzenie układów równoważenia hydraulicznego);
- hermetyzacja instalacji oraz likwidacja centralnej sieci odpowietrzającej;
- obniżenie parametrów instalacji c.o.;
- wprowadzenie systemów indywidualnych rozliczeń kosztów ogrzewania w budynkach wielorodzinnych.

Należy zwrócić uwagę, że w przypadku modernizacji instalacji ogrzewania konieczne jest usunięcie osadów nagromadzonych w przewodach poprzez czyszczenie chemiczne instalacji przed wprowadzaniem ulepszeń.

W przypadku bardzo starych instalacji często konieczna jest wymiana przewodów, gdyż mogą się nie nadawać do chemicznego czyszczenia.

### Uwagi dodatkowe dotyczące wykonywania audytu

Poniżej przedstawiono uwagi dodatkowe, które warunkują prawidłowe wykonanie audytu, a także uświadamiają inwestora, dlaczego rzeczywiste oszczędności uzyskane w wyniku termomodernizacji mogą być różne od tych wyliczonych w audycie.

1. Przy wyborze ulepszeń należy uwzględnić takie, które są technicznie możliwe do wykonania. Do realizacji powinien być wybrany wariant optymalny – najszerszy, spełniający warunki ustawowe i możliwości inwestora.
2. Konieczne jest porównanie zmierzonej i obliczonej wartości rocznego zapotrzebowania na energię końcową (ciepło) na potrzeby ogrzewania. Do porównania audytor przyjmuje:
  - zmierzone przy pomocy ciepłomierza zużycie ciepła (energii końcowej) na ogrzewanie w danym rzeczywistym sezonie grzewczym w budynku (przed termomodernizacją);
  - obliczone roczne (sezonowe) zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania (zgodnie z normą [10]), przy uwzględnieniu obliczeniowych wartości temperatury powietrza wewnętrznego (wg WT [1]), normatywnych danych dotyczących ilości powietrza wentylacyjnego i reprezentatywnych danych klimatycznych (średnich miesięcznych wartości: temperatury powietrza zewnętrznego i natężenia promieniowania słonecznego, wg [11]); konieczne jest przeliczenie obliczonego zapotrzebowania na energię użytkową w warunkach reprezentatywnego (standardowego) sezonu grzewczego na zapotrzebowanie w rzeczywistym sezonie grzewczym (tym, w którym zmierzone było zużycie ciepła w budynku), przy zastosowaniu stopniodni ogrzewania dla sezonu rzeczywistego i standardowego;
  - sprawności systemu grzewczego i źródła ciepła (przed termomodernizacją) – ocenione przez audytora na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej i dokumentacji projektowej, w celu obliczenia zapotrzebowania na energię końcową.

Występujące różnice pomiędzy wartością zmierzoną i obliczoną (przeliczoną na warunki sezonu grzewczego, z którego są pomiary zużycia ciepła) powinny być przeanalizowane i omówione w audycie. Różnice uzasadnione wynikają z przyjęcia do obliczeń warunków normatywnych, podczas gdy w budynku rzeczywistym mogą występować inne warunki - lokatorzy często utrzymują temperaturę w mieszkaniach większą niż 20°C, a wartości strumienia objętości powietrza wentylacyjnego w mieszkaniach w budynku rzeczywistym odbiegają od normatywnych ze względu na różną szczelność stolarki okiennej i drzwiowej. Natomiast duże, nieuzasadnione różnice mogą wynikać ze źle ocenionych współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych, źle określonych wartości sprawności systemu grzewczego lub błędów matematycznych - w tym przypadku audytor powinien zweryfikować przyjęte założenia.

Inwestor powinien mieć świadomość, że efekty energetyczne i finansowe po termomodernizacji mogą być różne od teoretycznie wyliczonych w audycie, ze względu na fakt, że warunki użytkowania budynku w rzeczywistości odbiegają od normatywnych, przyjmowanych w obliczeniach w audycie.

3. Koszty inwestycyjne w audycie mogą być określane się wg cennika (np. Sekocenbud) lub mogą być średnimi lokalnymi cenami rynkowymi, albo statystycznymi cenami robót i materiałów, wynikającymi z analizy rynku. Z tego względu często koszty rzeczywiste poniesione przez inwestora mogą być inne niż określone przez audytora w audycie.
4. Przy wykonywaniu audytu energetycznego do kosztów ulepszeń mogą być zaliczone jedynie koszty związane z przedsięwzięciami termomodernizacyjnymi, a nie remontowymi. W rozporządzeniu [21] nie wyszczególniono jakie koszty remontowe nie mogą być uwzględniane w audycie energetycznym. Natomiast warto zauważyć, że np. całkowita wymiana skorodowanych i zanieczyszczonych przewodów instalacji c.o., jest przedsięwzięciem termomodernizacyjnym, gdyż zwiększa sprawność i efektywność instalacji.
5. Wyniki obliczeń wykonane przez audytora muszą być udokumentowane. Do audytu powinny być dołączone obliczenia (np. wydruki komputerowe): współczynników przenikania ciepła, strumienia powietrza wentylacyjnego, zapotrzebowania na ciepło, mocy szczytowej, zapotrzebowania na podgrzanie ciepłej wody itp. (przed i po modernizacji), wskaźników itp.

## AUDYT REMONTOWY

Audyt remontowy wykonuje się zgodnie procedurami podanymi w rozporządzeniu dotyczącym zakresu i form audytu energetycznego i remontowego [21].

W audycie remontowym mogą być rozpatrywane przedsięwzięcia związane z termomodernizacją, takie jak:

- remont budynków wielorodzinnych (ogólny, bez remontu lokali lub powiększenia powierzchni użytkowej budynku);
- wymiana w budynkach wielorodzinnych okien lub remont balkonów, nawet jeśli służą one do wyłącznego użytku właścicieli lokali;

- przebudowa budynków wielorodzinnych, w wyniku której następuje ich ulepszenie;
- wyposażenie budynków wielorodzinnych w instalacje i urządzenia wymagane dla oddawanych do użytkowania budynków mieszkalnych, zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi.

Algorytm wykonania audytu remontowego budynku zgodnie z rozporządzeniem [21] przedstawiono poniżej.

1. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń, na podstawie dokumentacji i inwentaryzacji w obiekcie.
2. Sporządzenie wykazu prac niezbędnych do spełnienia warunku oszczędności energii wraz z obliczoną procentową oszczędnością energii, wskaźnikiem kosztu przedsięwzięcia, wskaźnikiem rocznego obliczeniowego zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania oraz wskaźnikiem rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, (wskaźniki oblicza się zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej [3]). W przypadku audytu remontowego w rozporządzeniu [21] nie ma algorytmu optymalizacji poszczególnych ulepszeń związanych z oszczędnością energii – ocenę należy wykonać zgodnie z procedurą dla audytu energetycznego.
3. Sporządzenie wykazu prac planowanych w przedsięwzięciu remontowym: wybrane wcześniej ulepszenia zapewniające oszczędności energii oraz dodane pozostałe ulepszenia remontowe uzgodnione z inwestorem na podstawie planu robót remontowych w budynku (taki plan przygotowany jest w wyniku okresowych przeglądów budowlanych); należy wskazać, które ulepszenia są pilne, czyli takie, które są związane z zapewnieniem zdrowia i bezpieczeństwa użytkowników obiektu – takie powinny być realizowane w pierwszej kolejności, a następnie dostosowujące rozwiązania w budynku do wymagań zawartych w Warunkach Technicznych [1]; należy podać koszty poszczególnych prac remontowych oraz wyliczyć koszt remontu i wskaźnik kosztu przedsięwzięcia.
4. Zestawienie danych i wskaźników przedsięwzięcia remontowego przeznaczonego do realizacji, z uzasadnieniem warunków ustawowych [20] uzyskania premii remontowej oraz warunku nieprzekroczenia zadeklarowanych przez inwestora środków własnych i możliwości kredytowych.
5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia remontowego z określeniem kosztów przedsięwzięcia (kosztów poszczególnych prac i kosztu remontu), wskaźnika kosztu przedsięwzięcia i oszczędności energii.
6. Szczegółowe uzasadnienie przyjętych kosztów robót i materiałów.

Dokumentacja audytu remontowego obejmuje również obliczenie wskaźnika rocznego obliczeniowego zapotrzebowania na energię końcową (ciepło) oraz wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej [3].



## **Dodatkowa problematyka związana z termomodernizacją budynku**

Z termomodernizacją budynków, z audytami energetycznymi związane są również zagadnienia dotyczące: obliczania emisji substancji szkodliwych do środowiska, wskaźniki oceny ekonomicznej przedsięwzięć, wymagania dotyczące rozliczeń kosztów ogrzewania w budynkach wielorodzinnych oraz wpływ ulepszeń termomodernizacyjnych na wskaźnik *EP* budynku. W niniejszym rozdziale w skrócie przedstawiono poszczególne problemy.

### **EMISJA SUBSTANCJI SZKODLIWYCH DO ŚRODOWISKA**

Przy wykonywaniu audytów często konieczne jest wykazanie wielkości zmniejszenia emisji substancji szkodliwych do środowiska w wyniku zastosowania przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (czyli różnica pomiędzy emisją przed i po modernizacji).

#### **Emisja CO<sub>2</sub>**

Jeżeli w audytach wymagane jest wykazanie zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> – obliczenia wykonuje się zgodnie z metodyką rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej [3]. Wielkość emisji CO<sub>2</sub> oblicza się na podstawie wskaźnika *EP* oraz wskaźników emisji dwutlenku węgla  $W_e$  w zależności od rodzaju spalanego paliwa. Dla odnawialnych źródeł energii (w przypadku miejscowego wytwarzania energii w budynku): energii słonecznej, energii wiatrowej, energii geotermalnej, biomasy i biogazu wartość  $W_e$  jest równa zero. Dla energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej systemowej oraz dla ciepła sieciowego, przyjmuje się na podstawie danych udostępnionych przez wytwórcę lub dostawcę tego nośnika energii lub energii. W przypadku braku tych danych przyjmuje się wartości wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> publikowane co roku przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) na stronie internetowej [23].

#### **Emisja innych szkodliwych substancji**

Wielkości emisji tlenków siarki, węgla, azotu czy benzoalofapirenu uzależnione są od rodzaju, ilości i parametrów zużytego paliwa oraz od sprawności zastosowanego urządzenia redukcyjnego (o ile występuje w układzie technologicznym). Oblicza się je na podstawie wzorów oraz wskaźników emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) na stronie internetowej [23].

### **WSKAŹNIKI OCENY EKONOMICZNEJ**

W audytach wykonywanych zgodnie z rozporządzeniem [21], ekonomicznym kryterium wyboru ulepszenia termomodernizacyjnego jest najniższy prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT (Simple Pay Back Time) wyrażony w latach. SPBT jest ilorazem nakładów inwestycyjnych i rocznych oszczędności kosztów energii uzyskanych w wyniku termomodernizacji; wyrażony jest wzorem:



$$SPBT = \frac{N}{\sum_n \Delta O_R}$$

gdzie:

- $N$  - nakład inwestycyjny – planowane koszty robót, zł  
 $\Delta O_R$  - roczna oszczędność kosztów energii, zł/rok

SPBT jest wskaźnikiem tzw. statycznym, gdyż nie uwzględnia zmiany wartości pieniądza w czasie.

W audytach wykonywanych na potrzeby dofinansowania przyznanego przez NFOŚiGW z regionalnych czy unijnych programów wsparcia najczęściej wymagana jest optymalizacja ekonomiczna oparta o wskaźnik dynamiczny **NPV (Net Present Value)**. Wartość bieżąca netto, czyli NPV jest sumą zdyskontowanych przepływów pieniężnych  $CF$  (oddzielnie dla każdego roku), będących różnicą między przychodami, a wydatkami w roku  $t$ . Sumowanie wykonywane jest w całym okresie ( $n$  lat) funkcjonowania przedsięwzięcia (okresie eksploatacji inwestycji) przy stałej wartości stopy dyskontowej  $r$ . Wartość NPV oblicza się z wzoru:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I$$

gdzie:

- $CF_t$  - przepływ pieniężny w roku  $t$ , dla roku bazowego  $t=0$ ;  $CF_0=-I$   
 $I$  - nakład inwestycyjny na realizację przedsięwzięcia  
 $r$  - stopa dyskontowa

Wartość bieżąca netto NPV jest najlepszym wskaźnikiem umożliwiającym ocenę opłacalności przedsięwzięć uwzględniających cały okres ich eksploatacji. Przedsięwzięcie jest opłacalne i może być realizowane tylko wtedy, gdy  $NPV \geq 0$ , gdyż wtedy przyniesie korzyści finansowe. Jeżeli trzeba wybrać między kilkoma wariantami, to wybiera się wariant o najwyższej wartości NPV.

Wskaźnik NPV jest wskaźnikiem "ostrzejszym" od wskaźnika SPBT. Przykładowo, przy przedsięwzięciu termomodernizacyjnym, którego okres trwałości modernizowanych elementów jest równy 10 lat, koszty inwestycyjne wynoszą 36 000 zł, a roczne oszczędności kosztów energii uzyskane w wyniku termomodernizacji wynoszą 4 500 zł, SPBT wynosi 8 lat, natomiast NPV, przy stopie dyskonta 6%, w okresie 10 lat wynosi -2 880 zł (jest mniejsza od zera). Z obliczeń wynika, że wg kryterium SPBT inwestycja jest opłacalna, zwróci się w okresie trwałości elementów inwestycji, a wg kryterium NPV inwestycja nie jest opłacalna.

## WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROZLICZEŃ KOSZTÓW OGRZEWANIA

Przy termomodernizacji budynku wielorodzinnego należy zwrócić uwagę na sprawę indywidualnych rozliczeń kosztów ogrzewania. Rozliczenia odbiorców ciepła według jego zużycia są wymagane zgodnie z obowiązującymi przepisami, a ponadto są jednym z elementów poprawy efektywności energetycznej w budownictwie. W budynkach wielorodzinnych istotne jest, aby koszt ogrzewania każdego lokalu mieszkalnego był dobrze skorelowany z rzeczywistym zużyciem ciepła.

Wymagania dotyczące rozliczeń kosztów ogrzewania (znowelizowane w latach 2020 i 2021, wprowadzające wymagania dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej) zawarte są w następujących aktach prawnych:

- ustawie Prawo energetyczne (artykuły: 45a, 45c, 45d i 56) [6],
- rozporządzeniu z grudnia 2021 dotyczącym ustalania technicznej możliwości i opłacalności zastosowania ciepłomierzy oraz podzielników kosztów ogrzewania [24],
- ustawie o efektywności energetycznej (art.16) [25],
- Warunkach Technicznych (§135) [1].

## JAK ZMNIJSZYĆ WSKAŹNIK EP BUDYNKU?

We wcześniejszej części rozdziału przedstawiono definicję wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej *EP*, wymagane maksymalne wartości (wg WT [1]) w budynkach nowowznoszonych, a w rozdziale 3. przykładowe wartości wskaźnika *EP* w budynkach termomodernizowanych (wg załącznika do DSRB [4]). Wskaźnik *EP* oblicza się zgodnie z metodologią podaną w rozporządzeniu dotyczącym wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej [3].

Jeżeli dla budynku było wykonywane świadectwo charakterystyki energetycznej, to w przypadku termomodernizacji budynku – co oznacza, że zmieniła się jakość energetyczna budynku – zgodnie z przepisami ustawy o charakterystyce energetycznej [2] należy wykonać nowe, aktualne świadectwo.

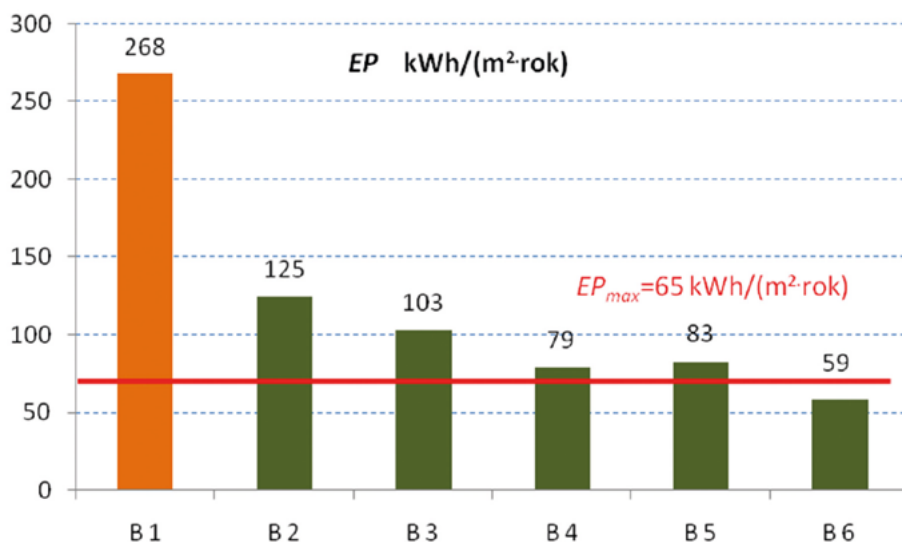
Zgodnie z Warunkami Technicznymi, w budynku poddanym termomodernizacji, należy spełnić jedynie wymagania, aby współczynniki przenikania ciepła przegród budowlanych były mniejsze niż maksymalne podane w WT [1], natomiast nie ma wymogu dotyczącego spełnienia nieprzekroczenia maksymalnego wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej *EP*.

W przypadku przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wykonywanego zgodnie z audytem energetycznym (wg ustawy [20]), jeżeli po termomodernizacji budynku wszystkie przegrody i wyposażenie techniczne spełniają aktualne wymagania WT [1] lub wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej *EP* spełnia aktualne wymagania WT, to inwestorowi przysługują dodatkowe środki pieniężne w postaci grantu termomodernizacyjnego (równowartość 10% kosztów przedsięwzięcia).

Należy zwrócić uwagę, że w celu uzyskania dla budynku wartości *EP* spełniającej aktualne wymagania WT nie wystarczy jedynie zaizolowanie przegród tak, aby współczynniki przenikania ciepła nie przekraczały wartości maksymalnych.

Nie wystarczy nawet zwiększona grubość izolacji, która zapewnia uzyskanie dużo mniejszych współczynników. Konieczne jest zastosowanie źródeł energii opartych na zasobach energii odnawialnej.

Poniższy przykład (przedstawiony na **Rysunku 03-2**) prezentuje zmianę wskaźnika  $EP$  dla przykładowego budynku wielorodzinnego 3 kondygnacyjnego po przeprowadzeniu różnych wariantów (zakresów) termomodernizacji.



**Rysunek 03-2** Zmiana wskaźnika  $EP$  przykładowego budynku po wprowadzaniu ulepszeń termomodernizacyjnych:

B1 – budynek w stanie istniejącym, z wentylacją grawitacyjną,

B2 – budynek po standardowej „płytkiej” termomodernizacji,

B3 – budynek B2 z wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła,

B4 – budynek B2 zasilany z systemu ciepłowniczego z kogeneracji  $w_H=0,8$ ,

B5 – budynek B2 zasilany pompą ciepła  $SCOP=3,3/3,0$  ( $SCOP$  c.o./ c.w.u.),

B6 – budynek B2 zasilany pompą ciepła + energia elektryczna z ogniw fotowoltaicznych (PV 30%).

$SCOP$  jest rocznym współczynnikiem efektywności energetycznej pompy ciepła. Jest to iloraz ilości ciepła dostarczanego do systemu instalacyjnego w budynku, do ilości wykorzystanej energii elektrycznej w ciągu roku. Im jest wyższy, tym większa jest sprawność pompy ciepła.

Analizowano typowy budynek z lat 80. z wentylacją grawitacyjną, o powierzchni ogrzewanej 890 m<sup>2</sup>. Zasilany jest z sieci ciepłowniczej z ciepłowni węglowej przez węzeł wymiennikowy dwufunkcyjny (c.o. i c.w.u.). Przed termomodernizacją budynek charakteryzuje się wskaźnikiem  $EP=268$  kWh/(m<sup>2</sup>·rok) (budynek B1). Po „standardowej” - „płytkiej” termomodernizacji, polegającej na ociepleniu przegród budynku tak, aby spełniały aktualne wymagania WT oraz modernizacji instalacji ogrzewania i ciepłej wody (poprzez podniesienie sprawności systemów) uzyskano  $EP=125$  kWh/(m<sup>2</sup>·rok) (budynek B2). W przypadku wyposażenia budynku B2 w instalację wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła uzyskano  $EP=103$  kWh/(m<sup>2</sup>·rok) (budynek B3).

Jak wynika z obliczeń, po przeprowadzeniu "standardowych" przedsięwzięć termomodernizacyjnych (czyli po tzw. płytkiej termomodernizacji) nie uzyskano wskaźnika  $EP$  mniejszego od maksymalnego wg WT. W związku z tym w budynku B2 zmieniono źródło ciepła na zasilanie z systemu ciepłowniczego wykorzystującego ciepło z kogeneracji (gdzie współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej  $w_H=0,8$ ). Uzyskano  $EP=79 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$  (budynek B4). Gdyby rozważyć kogenerację ze współczynnikiem  $w_H=0,6$ , wtedy  $EP=60 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$  i budynek spełniałby wymagania WT. Trzeba zaznaczyć, że wartości  $w_H$  są różne w różnych przedsiębiorstwach ciepłowniczych – zależą od struktury systemów wytwarzania ciepła i rodzaju używanych paliw (można je znaleźć na stronach internetowych poszczególnych przedsiębiorstw).

Rozpatrzono również przypadki z zastosowaniem pompy ciepła (dla celów c.o. i c.w.u.) w budynku B2. W przypadku pompy ciepła zasilanej z sieci elektroenergetycznej uzyskano  $EP = 83 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$  (budynek B5), a dopiero w przypadku zasilania pompy ciepła w 30% energią z ogniw fotowoltaicznych uzyskano  $EP = 59 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$  (budynek B6), co spełnia aktualne wymagania WT – uzyskana wartość  $EP$  jest mniejsza od maksymalnej równej  $65 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$ .

Przedstawiony na **Rysunku 03-2** przykład pokazuje kierunki i tendencje termomodernizacji budynków w celu przekształcenia ich w budynki energooszczędne, o niskim zapotrzebowaniu na energię.

Warto zwrócić uwagę, że w najbliższej przyszłości przewidywane są zmiany w Dyrektywie EPBD (dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków) – wprowadzenie obowiązku montażu instalacji fotowoltaicznych na wszystkich nowych budynkach mieszkalnych.

## Źródła

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz.1225 t.j.).
2. Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2021 poz. 497 t.j.).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz. 376, zm. Dz.U. 2023 poz.697).
4. Załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z dnia 9 lutego 2022 r.: "Długoterminowa strategia renowacji budynków. Wspieranie renowacji krajowego zasobu budowlanego".
5. Centralny rejestr charakterystyki energetycznej budynków: <https://rejestrcheb.mrit.gov.pl/>
6. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 - Prawo energetyczne (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348 t.j.).
7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 stycznia 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemów ciepłowniczych (Dz.U. 2007 nr 16 poz. 92).
8. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 7 kwietnia 2020 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń z tytułu zaopatrzenia w ciepło (Dz.U. 2020 poz. 718 ze zm. z 2021 i 2022 r.).
9. PN-EN 12831:2006 Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
10. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.
11. <https://dane.gov.pl/pl/dataset/797,typowe-lata-meteorologiczne-i-statystyczne-dane-klimatyczne-dla-obszaru-polski-do-obliczen-energetycznych-budynkow>
12. PN-EN ISO 52016-1: 2017-09 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia, wewnętrzne temperatury oraz jawne i utajone obciążenia cieplne, część 1: Procedury obliczania.
13. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 r. nr 62 poz. 627 t.j.).
14. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 - Prawo budowlane (Dz.U. 1994 r. nr 89 poz. 414 t.j.).
15. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz. U. 2016 poz. 2183).
16. <https://budowlaneabc.gov.pl/budownictwo-wielkoplytowe-raport-o-stanie-technicznym/>
17. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 13 grudnia 2010 roku w sprawie wymagań w zakresie wykorzystywania wyrobów zawierających azbest oraz wykorzystywania i oczyszczania instalacji lub urządzeń, w których były lub są wykorzystywane wyroby zawierające azbest (Dz.U. 2011 nr 8 poz. 31).
18. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z 2 kwietnia 2004 r. w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest (Dz.U. 2004 nr 71 poz. 649 zm. Dz.U. 2010 nr 162 poz. 1089).

19. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 14 października 2005 r. w sprawie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy przy zabezpieczaniu i usuwaniu wyrobów zawierających azbest oraz programu szkolenia w zakresie bezpiecznego użytkowania takich wyrobów (Dz.U. 2005 nr 216 poz. 1824).
20. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków (Dz.U. 2008 nr 223 poz.1459 t.j.).
21. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346, zmiany: Dz.U. 2015 poz. 1606, Dz.U. 2020 poz. 879, Dz.U. 2022 poz.2816).
22. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów (Dz.U. 2009 nr 43 poz. 347, zm. Dz.U.2015 poz. 1405).
23. <https://www.kobize.pl/pl/article/monitorowanie-raportowanie-weryfikacja-emisji/id/317/informacja-ogolna>
24. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 7 grudnia 2021 r. w sprawie warunków ustalania technicznej możliwości i opłacalności zastosowania ciepłomierzy, podzielników kosztów ogrzewania oraz wodomierzy do pomiaru ciepłej wody użytkowej, warunków wyboru metody rozliczania kosztów zakupu ciepła oraz zakresu informacji zawartych w indywidualnych rozliczeniach (Dz.U. 2021 poz.2273).
25. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. 2016 poz. 831 t.j.).

04

## MODERNIZACJA PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH

Zespół PLGBC



Zużycie energii w budynkach mieszkalnych wynosi około 35-45% całkowitej energii zużywanej w Polsce, w tym 80% stanowi zużycie energii na cele grzewcze oraz przygotowanie ciepłej wody. Na przestrzeni lat zmieniały się wymagania dotyczące energochłonności budynków. Na wielkość zużycia energii w budynku wpływ ma wiele czynników:

- niedostateczna izolacja ścian zewnętrznych budynku,
- niedostateczna izolacja stropu nad piwnicą lub podłogi na gruncie,
- niedostateczna izolacja stropu nad ostatnią ogrzewaną kondygnacją,
- nieuszczelnienie starej stolarki okiennej,
- zła wentylacja budynku i niska sprawność instalacji grzewczej,
- nadmierne straty w sieciach i instalacjach,
- brak możliwości regulacji zużycia ciepła.

## Wymagania prawne związane z oszczędnością energii

W akcie wykonawczym, jakim jest Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1] jeden z 10 działów poświęcony jest tematyce oszczędności energii w budynkach. Dokument zawiera wymagania stawiane budynkom projektowanym, budowanym i podlegającym przebudowie oraz budynkom przy zmianie sposobu ich użytkowania. Stanowi on, że budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych – również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający spełnienie wymagań minimalnych. Wymagania minimalne dotyczą energochłonności budynków oraz izolacyjności cieplnej przegród i innych aspektów związanych z oszczędnością energii.

Jak wspomniano wcześniej, energochłonność budynku określana jest w rozporządzeniu przy wykorzystaniu wskaźnika EP – rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (wyrażanego w kWh/m<sup>2</sup>·rok), który określa ilość energii niezbędnej do pokrycia zapotrzebowania budynku na jego ogrzewanie, klimatyzację i wentylację mechaniczną oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej dla osób go zamieszkujących.

Natomiast wymagania izolacyjności cieplnej i inne wymagania związane z oszczędnością energii zawarte zostały w Załączniku nr 2 przywołanego rozporządzenia i odnoszą się do:

- izolacyjności cieplnej przegród nieprzezroczystych (przykładowe, dla ścian zewnętrznych, zawiera **Tabela 04-1**);
- izolacyjności cieplnej okien, drzwi balkonowych, drzwi zewnętrznych i powierzchni przezroczystych nieotwieralnych (przykładowe, dla okien i drzwi balkonowych, zawiera **Tabela 04-2**);
- izolacyjności cieplnej przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego.



**Tabela 04-1** Wymagania izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku, zawarte w Załączniku nr 2 Rozporządzenia [1] – wybrane przypadki.

Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]	
	od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r.*)
Ściany zewnętrzne:		
a. przy $t_i \geq 16^{\circ}\text{C}$	0,23	0,20
b. przy $8^{\circ}\text{C} \leq t_i < 16^{\circ}\text{C}$	0,45	0,45
c. przy $t_i < 8^{\circ}\text{C}$	0,90	0,90

**Tabela 04-2** Wymagania izolacyjności cieplnej okien (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowych i powierzchni przezroczystych nieotwieralnych, zawarte w Załączniku Nr 2 Rozporządzenia [1].

Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]	
	od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r.*)
Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:		
a. przy $t_i \geq 16^{\circ}\text{C}$	1,1	0,9
b. przy $t_i < 16^{\circ}\text{C}$	1,6	1,4

Poza przywołanymi powyżej zapisy załącznika nr 2 zawierają inne wymagania związane z oszczędnością energii, jakimi są:

- wymagania dla okien, dotyczące maksymalnej wartości współczynnika przepuszczalności energii całkowitej promieniowania słonecznego okien oraz przegród szklanych i przezroczystych,
- wymagania dotyczące powierzchniowej kondensacji pary wodnej,
- zalecenia dotyczące szczelności na przenikanie powietrza.

Wymagania minimalne, o których mowa powyżej, należy spełnić łącznie w przypadku budynków nowobudowanych. Natomiast dla budynków podlegających przebudowie uznaje się je za spełnione, jeżeli przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej.

## Problemy modernizacji wielkiej płyty

W latach 60. i 70. XX wieku powstawało bardzo dużo budynków z wielkiej płyty. Tego typu budownictwo umożliwiało szybkie wznoszenie wielu identycznych budynków w bardzo krótkim czasie. Najczęściej takie obiekty były budowane z przeznaczeniem na mieszkania wielorodzinne, tworząc osiedla mieszkaniowe. W 2018 r. Instytut Techniki Budowlanej wydał raport z przeprowadzonych badań kondycji i trwałości budynków z tzw. wielkiej płyty. Choć budynki te były projektowane z myślą o ich 50-letniej użyteczności, szacuje się że mogą nam bezpiecznie służyć nawet 120 lat. Niestety wielką wadą takiego budownictwa jest niska efektywność energetyczna większości budynków, z powodu słabej izolacji termicznej lub jej całkowitego braku, co skutkuje wysokimi kosztami ogrzewania.

Zgodnie z definicją zawartą w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków, przedsięwzięcia termomodernizacyjne, to przedsięwzięcia, których przedmiotem jest:

- a. ulepszenie, w wyniku którego następuje zmniejszenie zapotrzebowania na energię dostarczaną na potrzeby ogrzewania i podgrzewania wody użytkowej oraz ogrzewania do budynków mieszkalnych, budynków zbiorowego zamieszkania oraz budynków stanowiących własność jednostek samorządu terytorialnego służących do wykonywania przez nie zadań publicznych,
- b. ulepszenie, w wyniku którego następuje zmniejszenie strat energii pierwotnej w lokalnych sieciach ciepłowniczych oraz zasilających je lokalnych źródłach ciepła, jeżeli budynki wymienione w lit. a, do których dostarczana jest z tych sieci energia, spełniają wymagania w zakresie oszczędności energii, określone w przepisach prawa budowlanego, lub zostały podjęte działania mające na celu zmniejszenie zużycia energii dostarczanej do tych budynków,
- c. wykonanie przyłącza technicznego do scentralizowanego źródła ciepła, w związku z likwidacją lokalnego źródła ciepła, w wyniku czego następuje zmniejszenie kosztów pozyskania ciepła dostarczanego do budynków wymienionych w lit. a, d) całkowita lub częściowa zamiana źródeł energii na źródła odnawialne lub zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji.

Decyzje termomodernizacyjne podejmowane przez właścicieli bądź zarządców budynków mieszkalnych w przeważającej mierze dotyczą pierwszego wariantu przywołanej definicji, czyli prac wpływających na izolacyjność cieplną przegród, na wyeliminowanie lub znaczne ograniczenie strat ciepła w budynku i obniżających zapotrzebowanie na energię na potrzeby ogrzewania budynków. A najczęściej wytypowanymi do modernizacji przegrodami są ściany zewnętrzne, bo te mają największy udział w powierzchni przegród zewnętrznych budynku.

Każdorazowo decyzja o podjęciu termomodernizacji powinna być poprzedzona audytem energetycznym i sporządzonym na jego bazie projektem modernizacji.

Audyty energetyczne jest to szczególnego rodzaju ekspertyza techniczno-ekonomiczna, która obejmuje analizę i ocenę stanu istniejącego użytkowania energii w badanym obiekcie, określenie możliwości i wybranie odpowiednich usprawnień, propozycje sposobu ich realizacji i sposobu sfinansowania, a także ocenę ekonomicznej efektywności modernizacji.

Audyt energetyczny jest dokumentem potrzebnym właścicielowi obiektu do podjęcia decyzji o rozpoczęciu modernizacji. Audyt nie jest jednak sam w sobie projektem budowlanym, a jedynie stanowi założenia techniczno-ekonomiczne, które w projekcie modernizacji należy wykorzystać.

Audyt energetyczny powinien określić:

- co warto modernizować, ażeby osiągnąć z tego korzyści,
- jakie zastosować rozwiązania techniczne, jakie materiały i urządzenia, jaką przyjąć kolejność realizacji itd.,
- jakie będą koszty i efekty ekonomiczne modernizacji,
- jaka jest ocena celowości i sposobu korzystania z kredytu, wskazanie rodzaju pomocy finansowej, o którą można się starać.

Sporządzenie audytu obejmuje następujące czynności (etapy):

- zbieranie danych o obiekcie,
- analiza i ocena istniejącego stanu,
- poszukiwanie i formułowanie możliwych usprawnień,
- ocena wariantowych rozwiązań i wybór rozwiązania optymalnego,
- opracowanie audytu (raportu zawierającego ocenę i zalecenia).

Bardzo ważnym krokiem podczas wykonywania audytu jest dokładna ocena aktualnego stanu technicznego budynku oraz porównanie parametrów istniejących z obecnie wymaganymi. Na tej podstawie można określić wstępnie wykaz usprawnień i przedsięwziąć termomodernizacyjnych, które są możliwe do zastosowania w konkretnym przypadku.

Audyt warto również wykonać z uwagi na potencjalne możliwości ubiegania się o dofinansowanie na realizację działań związanych z ograniczeniem zużycia energii oraz z redukcją emisji i zanieczyszczeń. Praktycznie w każdym przypadku aplikowanie o takie środki wiąże się z koniecznością wykonania audytu energetycznego, który wykaże optymalny zakres prac oraz określi szacowaną wielkość efektu środowiskowego [4].

Szersze omówienie tego tematu znajduje się w dedykowanym rozdziale niniejszej publikacji zatytułowanym „Audyt energetyczny”.

## Dobór grubości izolacji dla istniejącej przegrody

Przyjmuje się, że wszystkie budynki projektowane, budowane i podlegające przebudowie lub budynki dla których zmienił się sposób ich użytkowania, które spełniają wymagania załącznika nr 2 Rozporządzenia [1] obowiązujące od 31 grudnia 2020 r. są budynkami o niemal zerowym zużyciu energii (nZEB).

Rozporządzenie [1] przywołuje w swojej treści normę „PN-EN ISO 6946:2017 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania” [2], **która określa metodykę obliczeń cieplnych pozwalających na odpowiednie zaprojektowanie przegrody pod kątem jej izolacyjności cieplnej.**

Metodyka ta **pozwała na obliczanie oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła płaskich komponentów budowlanych i elementów budynku za wyjątkiem drzwi, okien i innych komponentów szklonych i elementów, przez które odbywa się przenoszenie ciepła do gruntu np. podłóg na gruncie i ścian podziemnej części budynku.**

Dobór grubości izolacji odbywa się podczas wykonywania obliczeń, przy uwzględnieniu założenia, że wartość współczynnika przenikania ciepła UC nie przekracza wartości maksymalnych określonych w rozporządzeniu [1].

Zaprojektowanie nowobudowanej przegrody pod względem cieplnym wydaje się stosunkowo prostym zadaniem. Sprawa się komplikuje, gdy należy docieplić przegrody istniejące. Przed podjęciem decyzji o koniecznych pracach termomodernizacyjnych ścian zewnętrznych należy w pierwszej kolejności dokonać oceny stanu technicznego ściany przewidzianej do ocieplenia. Zagadnienia tematyczne, jakie powinno się uwzględniać przy rozpoznawaniu stanu technicznego ściany zewnętrznej to zagadnienia architektoniczne, konstrukcyjne i fizykalne.

Zagadnienia te można opisać działaniami i tematami problemowymi, jak poniżej.

1. Zagadnienia architektoniczne:

- Analiza dotycząca zagadnienia ochrony konserwatorskiej.
- Doprecyzowanie metody ocieplenia ściany.
- Ocena stolarki / ślusarka okiennej i drzwiowej.
- Ukształtowanie cokołu ściany.
- Połączenia ściany z innymi przegrodami.
- Ochrona przeciwpożarowa.
- Identyfikacja elementów wzmacniających konstrukcję.
- Identyfikacja przebiegu instalacji na elewacjach.

2. Zagadnienia konstrukcyjne:

- Analiza archiwalnej dokumentacji technicznej.
- Doprecyzowanie metody ocieplenia ściany.
- Badania makroskopowe.
- Analiza dotycząca spękań i zarysowań ściany (warstwa wykończeniowa i konstrukcyjna).
- Określenie sposobu wyeliminowania lub przynajmniej zminimalizowania przyczyn występujących uszkodzeń.
- Ocena stanu technicznego zaprawy w spoinach muru.
- Kontrola wizualna podłoża ściennego pod kątem występowania zmian chemicznych.
- Sprawdzenie nośności podłoża ściany.
- Sprawdzenie równości i gładkości podłoża ściennego.
- Przeprowadzenie próby odporności na ścieranie podłoża ściennego.

3. Zagadnienia fizyki budowli:

- Analiza archiwalnej dokumentacji technicznej bądź dokumentacji projektowej pod kątem występującej ochrony cieplno-wilgotnościowej.
- Doprecyzowanie metody ocieplenia ściany.

- Badanie makroskopowe na budynku w celu identyfikacji ewentualnego ocieplenia ściany.
- Przeprowadzenie badania stopnia zawilgocenia podłoża ściennego.
- Przeprowadzenie kontroli elewacji pod kątem występowania mikroorganizmów.
- Badania na potrzeby oceny stanu ochrony cieplnej ściany.
- Ocena stanu ochrony cieplnej ściany.

Każda z czynności wspomnianych powyżej jest istotna ze względu na uzyskanie oczekiwanego efektu termomodernizacji oraz trwałość prac. Na uwagę zasługuje tutaj ocena stanu ochrony cieplnej istniejącej ściany, której wyniki staną się podstawą decyzji o koniecznej skali docieplenia.

Diagnozowanie izolacyjności cieplnej przegród budowlanych jest czynnością pracochłonną i wymagającą szerokiej wiedzy z zakresu budownictwa ogólnego, a także znajomości norm i przepisów z czasu wznoszenia obiektów. Niezwykle przydatna jest wiedza z zakresu materiałoznawstwa, technik i technologii wznoszenia przegród w różnych okresach historycznych.

Izolacyjność cieplną przegród określać można metodami obliczeniowymi analitycznymi oraz pomiarowymi.

Metody obliczeniowe polegają na wyznaczeniu charakterystyki cieplnej przegrody (współczynnika przenikania ciepła  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]) na drodze obliczeń inżynierskich według procedury opisanej w normie PN-ISO 6946 [5].

Metody pomiarowe określenia izolacyjności termicznej przegrody polegają na wyznaczeniu współczynnika przenikania ciepła na drodze pomiarów gęstości strumienia cieplnego  $q$  [ $W/m^2$ ] oraz temperatury na powierzchni po obu stronach przegrody.

W oparciu o wyniki uzyskane podczas wszystkich opisanych powyżej działań składających się na pełną ocenę stanu technicznego przegrody osoba dokonująca oceny jest w stanie ocenić czy jest możliwe wykonanie ocieplenia danej ściany, a w przypadku potwierdzenia takiej możliwości – przedstawić specyfikację materiałową z podaniem wszystkich parametrów charakteryzujących poszczególne komponenty ocieplenia (grubość, współczynnik przewodzenia ciepła, współczynnik oporu dyfuzyjnego, itp.).

Pomimo, iż podczas oceny stanu technicznego ściany zakłada się określony sposób jej ocieplenia, możliwa jest rewizja przyjętej technologii w oparciu o uzyskane wyniki analiz oraz oględzin. Rzetelnie przeprowadzona ocena stanu technicznego pozwala na dobranie takiego zakresu robót budowlanych, który zapewni nie tylko poprawę izolacyjności cieplnej i komfortu użytkowania budynku, ale również estetykę i wysoką trwałość zastosowanego układu ociepleń [6].

## Wpływ zaizolowanej przegrody na budynek

Docieplenie ściany zewnętrznej wpływa na poprawę izolacyjności cieplnej przegrody jak również na cały budynek, w tym na:

- Ograniczenie strat ciepła wynikających z jego przenikania przez ściany zewnętrzne w okresach obniżonej temperatury powietrza zewnętrznego.
- Poprawę mikroklimatu pomieszczeń ogrzewanych – ograniczenie strat ciepła w pomieszczeniach przez przewodzenie, ograniczenie zjawiska wychładzania się powierzchni wewnętrznych docieplonych ścian zewnętrznych (oddziaływanie przegrody na użytkowników przez promieniowanie).
- W przypadku ocieplenia ścian od strony zewnętrznej – zmniejszenie ryzyka wystąpienia kondensacji powierzchniowej oraz międzywarstwowej.
- Zwiększenie stabilności cieplnej budynku, związanej ze zdolnością akumulacyjną ocieplonej ściany.
- Ograniczenie zjawiska przegrzewania się ścian w okresach podwyższonej temperatury powietrza zewnętrznego.
- Zmniejszenie wydatków na ogrzewanie budynku z uwagi na zmniejszone zapotrzebowanie budynku na energię, wynikające z ograniczenia strat ciepła przez przenikanie.
- Poprawę szczelności powietrznej budynku – należy pamiętać o konieczności zapewnienia dopływu powietrza zewnętrznego do pomieszczeń w przypadku występowania wentylacji grawitacyjnej (np. zamontowanie nawiewników w oknach, montaż nawiewnych krutek wentylacyjnych w ścianach). Wskutek wdrożenia prac dostosowujących system wentylacji w związku z pracami ociepleniowymi (z zachowaniem wymagań przepisów prawnych i normatywnych), docelowo wentylacja w budynku powinna zostać zweryfikowana uwzględniając zrealizowane prace budowlane.
- Możliwość dokonania przebudowy systemu grzewczego w kierunku zamiany istniejącego źródła ciepła oraz urządzeń przekazujących energię ciepłą w pomieszczeniach ogrzewanych (np. grzejniki) na nowe o niższej mocy.
- Konieczność prowadzenia przeglądów gwarancyjnych wykonanego ocieplenia.
- Zwiększenie zdolności akumulacyjnej (w przypadku ocieplenia od zewnątrz).
- Krótszy czas nagrzewania pomieszczeń zimą (w przypadku ocieplenia od strony wewnętrznej).
- Poprawę estetyki przegrody.
- Poprawę trwałości przegrody.

W większości przypadków prace termomodernizacyjne ścian zewnętrznych wiążą się z koniecznością wykonania robót towarzyszących – np. przebudowa systemu odwodnienia deszczowego (rynny, rury spustowe, gągery) oraz obróbek blacharskich (podokienniki zewnętrzne, pasy nadrynnowe, obróbki nad krawędziami gzymsów, obróbki ścianek attykowych, itp.).

Należy również pamiętać, że w przypadku, gdy w wyniku działań termomodernizacyjnych istotnie zmniejsza się zapotrzebowanie na ciepło do celów grzewczych, przygotowania c.w.u. lub chłodzenia, należy również dostosowywać prace

instalacji grzewczych (i innych) do zmniejszonych potrzeb. Nie jest korzystne, kiedy po dokonaniu termomodernizacji w budynku nadal pozostaje dwukrotnie przewymiarowany kocioł, węzeł cieplny oraz pompy lub niewyregulowana hydraulicznie instalacja grzewcza. W związku z tym, praktycznie w każdym przypadku podjęcia termomodernizacji, powinny być równolegle prowadzone działania polegające na dostosowaniu pracy instalacji grzewczych do zmniejszonych potrzeb cieplnych.

Równolegle z działaniami mającymi za zadanie zmniejszenie zużycia energii powinny być realizowane działania umożliwiające pomiar uzyskanych efektów za pomocą urządzeń pomiarowych [6].

## Izolacja od wewnątrz, czy od zewnątrz?

W polskim klimacie, zgodnie z podstawowymi kanonami fizyki budowli, najkorzystniejszym wariantem ocieplania ścian zewnętrznych jest montaż izolacji cieplnej od strony zewnętrznej tj. oddziaływania środowiska zewnętrznego. Przy takim postępowaniu przegroda nie jest narażona na zawilgocenie, spowodowane wewnętrzną kondensacją pary wodnej czy kondensacją powierzchniową w strefie mostków cieplnych. Takie rozwiązanie sprawdza się w przypadku nowych budynków lub takich, których modernizacja może zostać przeprowadzona z ingerencją w fasadę budynku. Jednak w przypadku modernizacji budynków zabytkowych, czy objętych ochroną konserwatorską, gdzie głównym celem prac związanych z termomodernizacją jest ograniczenie strat ciepła i podwyższenie komfortu cieplnego pomieszczeń, przy uwzględnieniu kosztów ogrzewania, ocieplanie od wewnątrz jest często jedynym dopuszczalnym rozwiązaniem podniesienia jakości cieplnej przegród zewnętrznych.

Każdorazowo proces docieplania budynku powinien być przedmiotem indywidualnej analizy, zakończonej wykonaniem projektu technicznego. Docieplenie i wszelkie roboty towarzyszące powinny być wykonywane na podstawie takiego właśnie projektu.

W przypadku ocieplania od wewnątrz kluczowe znaczenie ma układ materiałów, dla których wcześniej wykonano obliczenia cieplno-wilgotnościowe. W celu uzyskania założonych rezultatów konieczne jest zachowanie materiałów, ich grubości i kolejności warstw oraz ich dokładny montaż (izolacja termiczna ułożona bez pustek i mostków termicznych; szczelna warstwa paroizolacyjna). W każdym przypadku należy również pamiętać o skutecznym zabezpieczeniu budynku przed wilgocią (szczelna warstwa elewacyjna, gwarantująca brak istotnego zewnętrznego oddziaływania wilgoci – ulewny deszcz; podciąganie kapilarne z podłoża) i zapewnieniu wymaganej wymiany powietrza wewnętrznego [7].

## Metody ociepleń

Na rynku jest wiele dostępnych technologii ociepleń przegród zewnętrznych umożliwiających ocieplenie praktycznie każdego rodzaju przegrody. Dotyczy to ociepleń zarówno przegród wykonywanych w technologiach tradycyjnych, jak

i wysoce zaawansowanych technologicznie przegród w budynkach przemysłowych. W każdym przypadku audytor energetyczny (lub projektant) jest w stanie dobrać odpowiednie rozwiązania. Generalnie dostępne są metody mokre – wymagające użycia zapraw klejowych i tynków oraz metody suche.

## METODA MOKRA

Metoda mokra ocieplenia (zwana też metodą ETICS z ang. *External Thermal Insulation Composite Systems* lub metodą lekką-moką) polega na zamocowaniu do ścian zewnętrznych budynku warstwy izolacji termicznej, a następnie zabezpieczeniu tej izolacji siatką wykonaną z włókna szklanego zatopioną w zaprawie klejowo-szpachlowej. Całość pokrywana jest zaprawą tynkarską produkowaną w różnych technologiach, granulacjach i strukturach. Za trwałe połączenie zarówno poszczególnych elementów, jak i za trwałe połączenie warstwy termoizolacyjnej z podłożem odpowiedzialne są zaprawy: klejąca i klejąco-szpachlowa. Naprężenia termiczne wynikające z ekspozycji ściany elewacji wystawionej na działanie czynników zewnętrznych (głównie skutek promieniowania ciepłego słońca, skokowych wahań temperatur, rozmarzania/zamarzania lub ochłodzenia górnej warstwy w wyniku opadów np. gradu) przejmują warstwa zbrojona siatką z włókna szklanego. Całość systemu ocieplenia zamyka warstwa wykończeniowa, dekoracyjno-ochronna. Najważniejszym zadaniem tego składnika jest ochrona materiałów znajdujących się pod warstwą tynku nawierzchniowego oraz spełnienie wszystkich oczekiwań związanych z estetyką elewacji. Elementami uzupełniającymi są listwy i kołki. Warstwę izolacji termicznej stanowią płyty styropianowe lub wełna mineralna, rzadziej pianka PUR/PIR.

Metoda ciężka mokra – to technologia, opracowana w Polsce w latach 70. XX wieku, aby zabezpieczyć ściany budynków wielkopłytowych przed przemarzaniem i przeciekami. Metoda ta została prawie całkowicie wyparta przez metodę lekką moką, lecz można ją czasem spotkać na starych budynkach. Różnica w stosunku do metody lekkiej polega na stosowaniu ciężkich tynków cementowo-wapiennych o grubości 1,5-2,5 cm oraz stalowej siatki wzmacniającej z prętów zbrojeniowych fi 4,5 mm, zawieszonych na stalowych bolcach.

Za metodę ciężką moką można też uznać stosowaną w latach 80. metodę POSS/70, gdzie materiałem izolacyjnym były płyty dwuwarstwowe ze styropianu i supremy. Na początku lat 90. zaniechano wykonywania dociepleń tą metodą.

## METODA SUCHA

Metody suche można podzielić na dwie grupy:

- metody wykorzystujące uformowane materiały izolacyjne – takie, w których system mocowań izolacji wymaga użycia łączników mechanicznych, a wykończenie ściany jest wykonywane z gotowych systemów elewacyjnych (blacha, płyty osłonowe, płyty panwiowe etc.).
- metody izolacji „in-situ”, gdzie warstwa izolacyjna formowana jest przy wykorzystaniu nieuformowanego, luźnego materiału.





**Rysunek 04-1** Ocieplenie budynku metodą lekką-mokrą (ETICS). Źródło: opracowanie własne.

Metoda lekka sucha to metoda, w której do montażu ocieplenia i wykończenia ścian budynków nie używa się kleju, zaprawy, a tym samym wody. Wszystkie warstwy mocowane są mechanicznie przy użyciu, śrub, gwoździ, zszywek. Metoda ta polega na ułożeniu izolacji termicznej na ścianach budynków, pomiędzy listwami rusztu konstrukcyjnego z zaimpregnowanego drewna lub metalowych profili, do których mocowana jest warstwa elewacyjna – siding winylowy, deski, blachę trapezową lub inny materiał elewacyjny.

Głównym materiałem termoizolacyjnym wykorzystywanym w tej metodzie jest wełna mineralna, ale stosuje się także styropian [8].

Metoda wykonywania izolacji „in-situ” polega na uformowaniu warstwy izolacyjnej na budowie poprzez wdmuchnięcie luźnego materiału do izolowanej przestrzeni / na izolowane podłoże lub natryśnięciu materiału tworzącego izolacyjną warstwę.

Obecnie w Europie do izolacji cieplnej budynków stosuje się głównie wyroby z:

- wełny mineralnej szklanej i skalnej (MW),
- styropianu (EPS),
- polistyrenu ekstrudowanego (XPS),
- sztywnej pianki poliuretanowej (PIR i PUR),
- pianki fenolowej (PF),
- szkła piankowego (CG),
- wełny drzewnej (WW).



**Rysunek 04-2** Ocieplenie budynku metodą lekką-suchą. Źródło: opracowanie własne.

Większość z nich występuje w postaci fabrycznie ukształtowanych mat bądź płyt, a część dodatkowo również w postaci luźnej do uformowania na miejscu (wdmuchiwanie) lub do natryskiwania.

Wybór izolacji każdorazowo odbywa się ze względu na szereg kryteriów, których zestaw i wagę determinują miejsce wbudowania materiału izolacyjnego i wymagania projektowe. Do najistotniejszych cech należą:

- właściwości termoizolacyjne (określone wartością deklarowanego współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda$  D – im niższa wartość tym lepszym izolatorem jest materiał);
- palność materiału (określana klasą reakcji na ogień, którą opisuje się literami A-F, gdzie klasa A jest klasą najwyższą i opisuje materiał niepalny);
- właściwości mechaniczne (dla różnych materiałów określone są przy wykorzystaniu różnych parametrów określających np. wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na zginanie, wytrzymałość na rozrywanie);
- cechy związane z trwałością, jak np. stabilność wymiarów, trwałość właściwości izolacyjnych, czy klasy reakcji na ogień;
- paroprzepuszczalność.

Wymienione materiały można nazwać materiałami tradycyjnymi, gdyż są bardzo dobrze znane, zarówno pod względem ich cech jak również technologii montażu.

Na rynku można znaleźć również inne, nowoczesne materiały do izolacji cieplnej **jak aerozele lub izolacje próżniowe** (panele VIP – vacuum insulation panel).

**Aerozele są obecnie najlżejszymi substancjami stałymi**, powstałymi z krzemionki. Typowy aerożel jest półprzezroczystym ciałem stałym o strukturze sztywnej piany. Na jego masę składa się w 90–99,8% powietrze, resztę stanowi porowaty materiał tworzący jego strukturę.

Aerozele poza bardzo małą gęstością cechują się bardzo niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła, dobrą izolacyjnością akustyczną i stabilnością postaciową w wysokich temperaturach. Odpowiednio uformowane i wzmocnione włóknem szklanym występują w budownictwie w postaci giętkich mat o bardzo dobrych właściwościach termoizolacyjnych i akustycznych. Mała grubość materiału (zwykle 5 lub 10 mm) ma swoje wady i zalety. Uzyskanie warstwy izolacyjnej o dużym oporze cieplnym przy wykorzystaniu mat aerożelowych jest bardzo trudne (wiąże się z koniecznością wykorzystania materiału wielowarstwowo i należy liczyć się ze wzrostem współczynnika przewodzenia ciepła). Maty aerożelowe sprawdzają się natomiast znakomicie jako izolacja przestrzeni o ograniczonej grubości, np. jako izolacja ościeży okiennych, drzwiowych, izolacja lukarn, wnęk podokiennych itp.

**Próżniowe panele izolacyjne (VIP)** to materiał wciąż nowy (choć pojawił się na rynku kilkanaście lat temu) i nadal wąsko wykorzystywany. Panel składa się z dwóch podstawowych elementów: rdzenia i warstwy zewnętrznej, membrany otaczającej rdzeń. Rdzeniem są zwykle włókna szklane, pianka poliuretanowa, otwartokomórkowa pianka polistyrenowa, krzemionka pirogeniczna i nanozele oraz osuszacze i pochłaniacze, umieszczane tam ze względu na konieczność absorpcji pary wodnej i gazów.

Wybór materiału rdzenia decyduje o właściwościach mechanicznych panelu. Membranę panelu VIP stanowi wielowarstwowa folia. Wewnątrz panelu w rdzeniu panuje podciśnienie. Taka budowa umożliwia uzyskanie przez ten materiał bardzo dobrych właściwości izolacyjnych (bardzo niskiej wartości współczynnika przewodzenia ciepła). Jednocześnie jednak sam panel VIP jest materiałem bardzo podatnym na uszkodzenia i nie dającym możliwości obróbki mechanicznej na budowie (wymagane bardzo dokładne wykonanie planu montażu przed zamówieniem materiału). To sprawia, że panele VIP wciąż nie są materiałem powszechnym i spotkać je można na budowach niezwykle rzadko.

## OCENA JAKOŚCI DOCIEPLENIA BUDYNKU

Zaleca się, aby ocena jakości wykonanego na budynku docieplenia każdorazowo odbywała się zgodnie z instrukcją wydaną przez Instytut Techniki Budowlanej [9].

Określa ona szczegółowo odbiór robót międzyoperacyjnych i końcowych, nie wspomina jednak o możliwości oceny jakości wykonanego na budynku docieplenia przy użyciu termowizji. Metoda termowizyjna (opisana szerzej w dedykowanym rozdziale niniejszej publikacji) jest uznana i szeroko stosowana w innych krajach UE, a zwłaszcza w państwach skandynawskich. Polega ona na wizualizacji temperatury powierzchni docieplenia z wykorzystaniem podczerwieni.

## Bezpieczeństwo pożarowe budynków

Projektowanie i wznoszenie, czy modernizacja budynków poza aspektami związanymi z energooszczędnością powinna uwzględniać również wszelkie aspekty związane z bezpieczeństwem pożarowym. Wymagania w tym zakresie zawarte są w Dziale VI rozporządzenia WT [1].

Przepisy te ustanawiają pięć klas odporności pożarowej budynków lub ich części stanowiących odrębną strefę pożarową: A, B, C, D, E. Przy czym klasa A jest klasą najwyższą.

Budynki oraz części budynków, będących odrębnymi strefami pożarowymi dzieli się na:

- Budynki ZL - mieszkalne, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej charakteryzowane kategorią zagrożenia ludzi,
- Budynki PM - produkcyjne i magazynowe,
- Budynki IN - inwentarskie (służące do hodowli inwentarza).

Klasa odporności pożarowej określa się w zależności od wysokości budynku i ilości kondygnacji nadziemnych oraz od stopnia zagrożenia pożarowego dla osób i mienia. Dla budynków mieszkalnych (ZL) klasa odporności pożarowej zależy od ich kategorii (I do V) oraz grupy wysokościowej budynku. Budynki mieszkalne należą tylko do kategorii ZL IV. Odpowiednie wymagane klasy odporności pożarowej dla konkretnej wysokości budynku mieszkalnego znajdują się w rozdziale 6 WT [1].

Przepisy wprowadzają również pojęcie odporności ogniowej. Klasa odporności pożarowej dotyczy budynku, natomiast klasa odporności ogniowej jego elementów. Obie ze sobą ściśle powiązane, bowiem by zapewnić daną klasę odporności pożarowej całego budynku, należy wykonać jego elementy w odpowiedniej klasie odporności ogniowej. Dotyczy to głównej konstrukcji nośnej, konstrukcji dachu i jego przykrycia, stropu, ścian zewnętrznych oraz ścian wewnętrznych [10].

Klasa odporności ogniowej określana jest za pomocą litery i cyfr. Litery R, E oraz I określają zakres odporności ogniowej:

- R - nośność ogniowa,
- E - szczelność ogniowa,
- I - izolacyjność ogniowa.

Cyfry natomiast określają czas w minutach, w jakim element budynku powinien utrzymać swoje właściwości ogniowe w warunkach pożaru standardowego. Szczegółowe wymagania dla poszczególnych przegród zewnętrznych znajdują się w rozdziale 6 WT [1].

Przestrzeganie przepisów bezpieczeństwa pożarowego budynków w ramach modernizacji poszczególnych przegród budowlanych jest integralnym elementem efektywnej termomodernizacji.

## Źródła

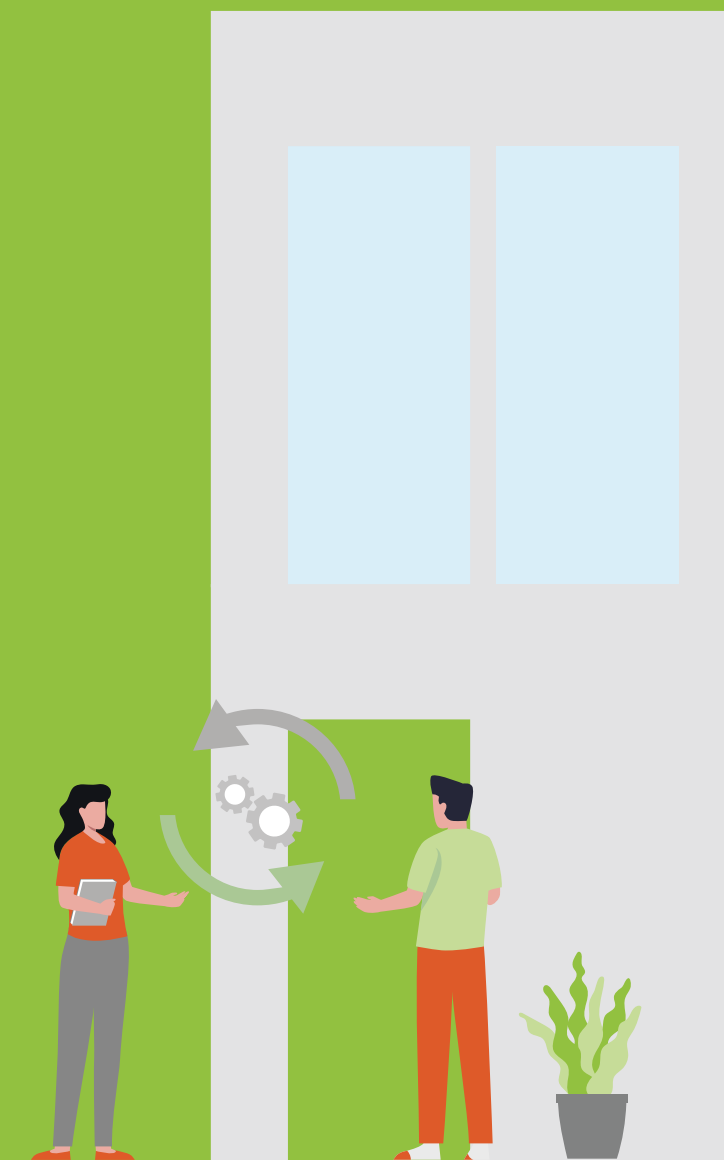
1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r., poz. 1065).
2. Długoterminowa strategia renowacji budynków. Wspieranie renowacji krajowego zasobu budowlanego. Załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z dnia 9 lutego 2022 r.
3. Długoterminowa Strategia Renowacji, Redakcja miesięcznika IZOLACJE nr 1/2022.
4. „VADEMECUM AUDYTY ENERGETYCZNE” Maciej Robakiewicz, BIBLIOTEKA FUNDACJI POSZANOWANIA ENERGII Warszawa, 2021 r.
5. PN-ISO 6946:2017-10 Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metody obliczania.
6. [www.strefa-projektanta.pl](http://www.strefa-projektanta.pl)
7. [www.isover.pl](http://www.isover.pl)
8. dr Tomasz Steidl „Docieplanie budynków” Inżynier Budownictwa <https://inzynierbudownictwa.pl/docieplanie-budynkow/>.
9. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część c: Zabezpieczenia i izolacje, Zeszyt 7: Izolacje cieplne, Instrukcja ITB 422/2006.
10. „Czym jest klasa odporności pożarowej i jak ją określić?” <https://jakbudowac.pl/Czym-jest-klasa-odpornosci-pozarowej-i-jak-ja-okreslic>
11. <https://www.izolacje.com.pl/artukul/ekologia-w-budownictwie/262374,dlugoterminowa-strategia-renowacji>



05

# MODERNIZACJA SYSTEMÓW WENTYLACJI

dr inż. Dorota Bartosz  
PLGBC



Budynki mieszkalne zazwyczaj wyposażone są w system wentylacji naturalnej lub mechanicznej wywiewnej. Przeprowadzanie kompleksowych działań termomodernizacyjnych, które poprawiają w znacznym stopniu izolacyjność przegród zewnętrznych i szczelność budynków, wpływa bezpośrednio na strukturę bilansu cieplnego gdzie głównym udziałowcem w bilansie strat ciepła są właśnie straty ponoszone z tytułu podgrzewania powietrza wentylacyjnego przez dowolny system ogrzewania. Często spotykaną jednak sytuacją jest brak odpowiedniego przepływu powietrza w pomieszczeniach na skutek wymiany na szczelną stolarkę okiennej niewyposażonej w odpowiednio dobrane nawiewniki. W efekcie użytkownicy przebywają w słabo wentylowanych pomieszczeniach, bez zapewnienia odpowiedniej jakości powietrza narażając się na negatywne skutki zdrowotne, często określane jako syndrom chorego budynku (ang. *sick building syndrome*, SBS).

**Przeprowadzanie kompleksowych działań w zakresie termomodernizacji wpływa bezpośrednio na strukturę bilansu cieplnego gdzie głównym udziałowcem w bilansie strat ciepła są właśnie straty ponoszone z tytułu podgrzewania powietrza wentylacyjnego przez dowolny system ogrzewania.**

W celu zapewnienia odpowiedniego komfortu życia użytkowników, niezbędna jest skuteczna wentylacja, zwłaszcza w pomieszczeniach, w których spędzamy dużo czasu, czyli także w domach i mieszkaniach. Odpowiednio dobrany do danych potrzeb system wentylacyjny, zapewnia nie tylko stały dopływ świeżego powietrza, ale również usuwa nadmierną wilgoć z pomieszczeń, powstałą w wyniku oddychania, gotowania czy kąpieli. Skuteczna wentylacja musi gwarantować świeże powietrze niezależnie od warunków pogodowych i pory roku oraz obejmować swoim zasięgiem wszystkie pomieszczenia w mieszkaniu. Dlatego tak ważny jest dobór odpowiedniego rodzaju wentylacji dla danych potrzeb, który nie tylko zapewni stały dopływ świeżego powietrza, usuwanie nadmiernej wilgoci z pomieszczeń, brak przeciągów i hałasu ulicznego, ale również sprawi, że ciepło w postaci usuwanego powietrza nie będzie nadmiernie marnowane.

## Strumień powietrza wentylacyjnego w przepisach

Zagadnienie związane z zapewnieniem odpowiedniej wentylacji można podzielić na dwa etapy: pierwszy – zapewnienie odpowiedniego strumienia wentylacyjnego w pomieszczeniu zgodnie z jego przeznaczeniem oraz drugi – zaprojektowanie i wykonanie instalacji wentylacyjnej zapewniającej projektowany strumień wentylacyjny. Podczas określania niezbędnego strumienia objętościowego powietrza wentylacyjnego napotyka się na pewną nieścisłość, która wiąże się z problemem współistnienia aż trzech wytycznych/norm:

- PN-EN 12831 [10] Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego – strumień powietrza wentylacyjnego zależy od kubatury pomieszczenia wentylowanego;
- PN-83/B-03430/Az3:2000 [9] Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – strumień ten jest sumą strumieni powietrza usuwanych z pomieszczeń tzw. brudnych (łazienka, kuchnia, WC);



- metodologia sporządzania charakterystyki energetycznej budynku – strumień powietrza wentylacyjnego zależy od wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na wentylację, odniesionego do  $\text{m}^2$  powierzchni ogrzewanej, dla wentylacji grawitacyjnej i mechanicznej.

**Norma PN-EN 12831** proponuje przyjęcie do obliczeń strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego minimalnej krotności wymiany powietrza zewnętrznego, zgodnie z tabelą poniżej.

**Tabela 05-1** Minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego [10].

Typ pomieszczenia	$n_{\min}, \text{h}^{-1}$
Pomieszczenie mieszkalne	0,5
Kuchnia lub łazienka z oknem	1,5

**Norma PN-83-B-03430** wskazuje, że system wentylacji w budynkach mieszkalnych powinien zapewniać: doprowadzenie powietrza z zewnątrz do pokoi mieszkalnych oraz kuchni z oknem zewnętrznym, a także usuwanie zużytego powietrza z kuchni, łazienki, oddzielnej toalety oraz z pomieszczenia pomocniczego, jeżeli takowe występuje. Zmiana Az3 do normy całkowicie odrzuciła stosowanie zbiorczych przewodów wentylacji grawitacyjnej, eliminując tym samym zjawisko napływu do pomieszczeń zużytego powietrza z innych pomieszczeń (mieszkań) podłączonych do tego samego pionu. Ilość nawiewanego powietrza określona jest przez sumę strumieni powietrza wywiewanych z pomieszczeń brudnych. Niezależnie od rodzaju zastosowanej wentylacji powinien on wynosić nie mniej niż:

- $70 \text{ m}^3/\text{h}$  – dla kuchni z oknem zewnętrznym, wyposażonej w kuchnię gazową lub węglową,
- $30 \text{ m}^3/\text{h}$  – dla kuchni z oknem zewnętrznym, wyposażonej w kuchnię elektryczną, w mieszkaniu do 3 osób,
- $50 \text{ m}^3/\text{h}$  – dla kuchni z oknem zewnętrznym, wyposażonej w kuchnię elektryczną, w mieszkaniu powyżej 3 osób,
- $50 \text{ m}^3/\text{h}$  – dla kuchni bez okna zewnętrznego lub dla wnęki kuchennej wyposażonej w kuchnię elektryczną,
- $50 \text{ m}^3/\text{h}$  – dla łazienki (z toaletą lub bez),
- $30 \text{ m}^3/\text{h}$  – dla oddzielnej toalety,
- $15 \text{ m}^3/\text{h}$  – dla pomieszczenia pomocniczego bez okien.

Metodologia sporządzania charakterystyki energetycznej [5] uzależnia wielkość strumienia powietrza wentylacyjnego od zastosowanego systemu wentylacji (grawitacyjna lub mechaniczna wywiewna), co przedstawia tabela poniżej.

**Tabela 05-2** Wielkość strumienia powietrza wentylacyjnego w zależności od zastosowania systemu wentylacji [5].

Typ budynku/rodzaj pomieszczenia/system wentylacji	$V_{ve}$ , $m^3/(s \cdot m^2)$
Budynki wielorodzinne – grawitacyjna i mechaniczna:	
Lokale mieszkalne:	
ciągła	$0,32 \cdot 10^{-3}$
mechaniczna z osłabieniem w nocy	$0,28 \cdot 10^{-3}$
Klatki schodowe:	
z wiatrołapem	$0,22 \cdot 10^{-3}$
bez wiatrołapu	$0,07 \cdot 10^{-3}$
Budynki jednorodzinne – grawitacyjna i mechaniczna:	
ciągła	$0,31 \cdot 10^{-3}$
mechaniczna z osłabieniem w nocy	$0,27 \cdot 10^{-3}$

Spełnienie powyższych wymagań, w celu zapewnienia odpowiedniego komfortu, generuje duże straty ciepła, które przy dzisiejszej izolacyjności przegród dominują w bilansie ciepła budynku. Ponadto polskie przepisy, a dokładnie Warunki Techniczne, dokładnie precyzują wymagania ogólne i szczegółowe w dziale IV Wentylacja i Klimatyzacja [6], a mianowicie:

- § 147. 1. Wentylacja i klimatyzacja powinny zapewnić odpowiednią jakość środowiska wewnętrznego, w tym wielkość wymiany powietrza, jego czystość, temperaturę, wilgotność względną, prędkość ruchu w pomieszczeniu, przy zachowaniu przepisów odrębnych i wymagań Polskich Norm dotyczących wentylacji, a także warunków bezpieczeństwa pożarowego i wymagań akustycznych określonych w rozporządzeniu.
2. Wentylację mechaniczną i grawitacyjną należy zapewnić w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, w pomieszczeniach bez otwieranych okien, a także w innych pomieszczeniach, w których ze względów zdrowotnych, technologicznych lub bezpieczeństwa konieczne jest zapewnienie wymiany powietrza.
- § 149. 1. Strumień powietrza zewnętrznego doprowadzanego do pomieszczeń niebędących pomieszczeniami pracy, powinien odpowiadać wymaganiom Polskiej Normy dotyczącej wentylacji, przy czym w mieszkaniach strumień ten powinien wynikać z wielkości strumienia powietrza wywiewanego, lecz być nie mniejszy niż  $20 m^3/h$  na osobę przewidywaną w projekcie budowlanym na pobyt stały.
2. Strumień powietrza zewnętrznego doprowadzanego do pomieszczeń pracy powinien odpowiadać wymaganiom określonym w przepisach o bezpieczeństwie i higienie pracy.
3. Powietrze zewnętrzne doprowadzane do pomieszczeń za pomocą wentylacji mechanicznej lub klimatyzacji, zanieczyszczone w stopniu przekraczającym wymagania określone dla powietrza wewnętrznego

w przepisach odrębnych w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, powinno być oczyszczone przed wprowadzeniem do wentylowanych pomieszczeń, z uwzględnieniem zanieczyszczeń występujących w pomieszczeniu. Wymaganie to nie dotyczy budynków jednorodzinnych, mieszkalnych w zabudowie zagrodowej i rekreacji indywidualnej.

4. W pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi, wentylowanych w sposób mechaniczny lub klimatyzowanych, należy przyjmować do obliczeń, zgodnie z Polską Normą dotyczącą parametrów obliczeniowych powietrza wewnętrznego, wartości temperatury, wilgotności względnej i prędkości ruchu powietrza w pomieszczeniach.
5. Dla pomieszczeń przeznaczonych na stały pobyt ludzi, wentylowanych w sposób naturalny, należy przyjmować do obliczeń wartości temperatury wewnętrznej w okresach grzewczych zgodnie z tabelą w § 134 ust. 2.

Dodatkowe wytyczne i wymagania związane z wentylacją mieszkań znajdują się w Dz.U. 2022 poz. 1225, Dział IV Wentylacja i Klimatyzacja Rozdział 6 WENTYLACJA – wymagania wg WT [6]:

- § 155. 1. W budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego, oświaty, wychowania, opieki zdrowotnej i opieki społecznej, a także w pomieszczeniach biurowych przeznaczonych na pobyt ludzi, niewyposażonych w wentylację mechaniczną lub klimatyzację, okna, w celu okresowego przewietrzania, **powinny mieć konstrukcję umożliwiającą otwieranie co najmniej 50%** powierzchni wymaganej zgodnie z § 57 dla danego pomieszczenia.
2. Skrzydła okien, świetliki oraz nawietrzaki okienne, wykorzystywane do przewietrzania pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, powinny być zaopatrzone w urządzenia pozwalające **na łatwe ich otwieranie i regulowanie wielkości otwarcia z poziomu podłogi lub pomostu** także przez osoby niepełnosprawne, jeżeli nie przewiduje się korzystania z pomocy innych współużytkowników.
  3. W przypadku zastosowania w pomieszczeniach innego rodzaju wentylacji niż wentylacja mechaniczna nawiewna lub nawiewno-wywiewna, **dopływ powietrza zewnętrznego, w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych, należy zapewnić przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach, drzwiach balkonowych lub w innych częściach przegród zewnętrznych.**
  4. Urządzenia nawiewne, o których mowa w ust. 3 powinny być stosowane zgodnie z wymaganiami określonymi w Polskiej Normie dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej.

## SZCZELNOŚĆ NA PRZENIKANIE POWIETRZA

Wymagania związane ze szczelnością budynku na przenikanie powietrza zawarte są w Dz.U. 2022 poz. 1225 Załącznik 2 [6].

### 2.3 Szczelność na przenikanie powietrza

- 2.3.1. W budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej i produkcyjnym przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród (m.in. połączenie stropodachów lub dachów ze ścianami zewnętrznymi), przejścia elementów instalacji (takie jak kanały instalacji wentylacyjnej i spalinowej przez przegrody zewnętrzne) oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonywać pod kątem osiągnięcia ich całkowitej szczelności na przenikanie powietrza.
- 2.3.2. W budynkach niskich, średniowysokich i wysokich przepuszczalność powietrza dla okien i drzwi balkonowych przy ciśnieniu równym 100 Pa wynosi nie więcej niż  $2,25 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$  w odniesieniu do długości linii stykowej lub  $9 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  w odniesieniu do pola powierzchni, co odpowiada klasie 3 Polskiej Normy dotyczącej przepuszczalności powietrza okien i drzwi. Dla okien i drzwi balkonowych w budynkach wysokościowych przepuszczalność powietrza przy ciśnieniu równym 100 Pa wynosi nie więcej niż  $0,75 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$  w odniesieniu do długości linii stykowej lub  $3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  w odniesieniu do pola powierzchni, co odpowiada klasie 4 Polskiej Normy dotyczącej przepuszczalności powietrza okien i drzwi.
- 2.3.3. Zalecana szczelność powietrzna budynków wynosi:
  - W budynkach z wentylacją grawitacyjną lub wentylacją hybrydową:  $n_{50} < 3,0 \text{ l/h}$ ;
  - w budynkach z wentylacją mechaniczną lub klimatyzacją:  $n_{50} < 1,5 \text{ l/h}$ .
- 2.3.4. Zalecane jest, by po zakończeniu budowy budynek mieszkalny, zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej i produkcyjny został poddany próbie szczelności przeprowadzonej zgodnie z Polską Normą dotyczącą określania przepuszczalności powietrznej budynków w celu uzyskania zalecanej szczelności budynków określonej w pkt 2.3.3.

### Prawidłowy system wentylacji mieszkań powinien:

- zapewniać w trybie ciągłym odpowiedni mikroklimat i dobrą jakość powietrza,
- mieć regulowaną wydajność, czyli możliwość zwiększania lub zmniejszania strumienia powietrza według aktualnego zapotrzebowania,
- zapobiegać powstawaniu przeciągów,
- usuwać z pomieszczeń szkodliwe substancje oraz nieprzyjemne zapachy,
- powstrzymywać rozwój pleśni i grzybów,
- ograniczać zapotrzebowanie na energię cieplną.

## Wybrane systemy wentylacyjne w budynkach

Mając powyższe na uwadze, należy zaprojektować, a następnie zrealizować odpowiedni system wentylacyjny. Poniżej scharakteryzowano podstawowe rodzaje wentylacji stosowane w budownictwie wielorodzinnym.

### WENTYLACJA NATURALNA

Jednym z najbardziej popularnych systemów wentylacyjnych w budynkach mieszkalnych jest system wentylacji naturalnej:

- najprostszy system wymiany powietrza w polskich mieszkaniach;
- idea tego rozwiązania oparta jest na przepływie powietrza, wymuszonym przez ciśnienie czynne w kanale wentylacyjnym, zależne od różnicy gęstości powietrza zewnętrznego i wewnętrznego (podgrzanego) oraz wysokości przewodu wentylacyjnego (od położenia kratki wentylacyjnej w pomieszczeniu do zwieńczenia kanału wentylacyjnego);
- ruch powietrza determinuje różnica ciśnienia wywołana działaniem wiatru na budynek. W celu zachowania równowagi ciśnień świeże powietrze zewnętrzne przedostaje się do wnętrza budynku przez nieszczelności w drzwiach lub oknach (tzw. infiltracja), a także przez nawiewniki okienne i kratki ściennie umieszczone pod oknami;
- powietrze ogrzewa się dzięki obecności grzejników lub ogrzewania podłogowego i cyrkuluje po pomieszczeniu. Intensywność wymiany powietrza zależy również od siły wiatru (często stosowane są nasadki kominowe ograniczające jego oddziaływanie lub wykorzystujące go do wspomaganie wentylacji) oraz od wysokości kanałów wentylacyjnych – im wyższe tym wentylacja działa sprawniej;
- straty ciepła często są wyższe od zamierzonych, opartych na nominalnych przepływach powietrza.

W dzisiejszym budownictwie o wysokiej izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych, bardzo często można się spotkać z sytuacją braku montażu nawiewników okiennych, a nawet jeśli są one stosowane, to pozostają często zamknięte. Oszczędność energii w takiej sytuacji jest tylko pozorna, bo z powodu braku wymiany powietrza w pomieszczeniach nie jest zapewniony komfort użytkowania oraz występuje możliwość zawilgocenia przegród i rozwój grzybów i pleśni.

Reasumując, w przypadku wentylacji grawitacyjnej obserwujemy brak stabilnej w czasie wymiany powietrza oraz brak możliwości wpływu na jej intensywność, dostosowaną do chwilowych potrzeb. Równocześnie dochodzi do marnotrawstwa energii poprzez usuwanie kanałami wentylacyjnymi ogrzanego powietrza wentylacyjnego.

## WENTYLACJA MECHANICZNA

- Nazywany również systemem wentylacji wymuszonej, gdyż wymiana powietrza jest skutkiem działania wentylatorów nawiewnych i/lub wywiewnych, co daje możliwość kontroli i sterowania systemem.
- Znacznie skuteczniejszy od grawitacyjnego, lecz nadal rzadko stosowany przez inwestorów. System składa się z wentylatora kanałowego, kanałów, kratki wywiewnych zlokalizowanych w pomieszczeniach wymagających wentylacji (łazienki, kuchnie, pomieszczenia bez okien) oraz wyrzutu powietrza zużytego na zewnątrz budynku, który znajduje się w ścianie zewnętrznej lub w dachu (dachówka wywiewna).
- Może mieć różne odmiany, zależne od sposobu wymiany powietrza, kierunku ruchu powietrza w stosunku do wentylowanego pomieszczenia, różnicy ciśnienia wewnątrz i na zewnątrz pomieszczenia.
- Podstawowy podział na:
  - wentylację nawiewną – wentylator zapewnia dopływ świeżego powietrza do pomieszczenia,
  - wentylację wywiewną – wentylator usuwa zanieczyszczenia z pomieszczenia a świeże powietrze napływa w sposób naturalny,
  - wentylację nawiewno-wywiewną – układ wentylatora nawiewnego i wywiewnego zapewnia przepływ powietrza w pomieszczeniu.

W nowoczesnym budownictwie wielorodzinnym często stosuje się **wentylację mechaniczną centralną**, ze wspólnym przewodem zbiorczym, do którego podłączone są pomieszczenia z wielu mieszkań. Rozwiązanie takie jest korzystne ze względu na niewielką powierzchnię zajmowaną przez instalację wentylacyjną. Dla prawidłowego funkcjonowania systemu, z uwagi na właściwe zabezpieczenie akustyczne, jak również wyeliminowanie przenikania zapachów, wymagana jest praca ciągła. W związku z tym, w instalacjach centralnych z zastosowaniem konwencjonalnych wentylatorów dachowych lub kanałowych, odprowadzana jest duża ilość ogrzanego powietrza wentylacyjnego na zewnątrz, co wiąże się z dużymi stratami energii. Wadami tego systemu są: trudności regulacji instalacji, niska odporność na nieuprawnione ingerencje użytkowników w okresie eksploatacji oraz hałas wewnątrz i na zewnątrz budynku.

Zalety wentylacji mechanicznej to stała i skuteczna wymiana powietrza, jednak jest to rozwiązanie droższe od wentylacji naturalnej. Wykorzystując zalety obu systemów, coraz częściej w nowo powstających budynkach mieszkalnych stosuje się system wentylacji hybrydowej.

## WENTYLACJI HYBRYDOWA

- Naprzemienne działanie instalacji w sposób mechaniczny i grawitacyjny.
- W przypadku zbyt niskiego ciśnienia wynikającego z warunków atmosferycznych włączany jest system wentylacji wywiewnej poprawiający przepływ powietrza.

- Na kominie, który kończy kanał wentylacyjny, montowane są specjalne nasady kominowe (wentylatory niskociśnieniowe) połączone z układem sterującym.
- Zapewnia skuteczną i wymaganą wymianę powietrza.
- Generuje straty ciepła na skutek wyrzucania podgrzanego powietrza na zewnątrz, niezależnie od chwilowej pracy systemu grawitacyjnego czy mechanicznego.

Bardziej zaawansowanym rozwiązaniem, stosowanym coraz częściej w budownictwie mieszkalnym wielorodzinnym, jest system wentylacji higrosterowanej.

## WENTYLACJI HIGROSTEROWANA

- Może być stosowany w nowych, jak również w istniejących budynkach.
- Polega na dostosowaniu ilości świeżego powietrza do aktualnych potrzeb danego mieszkania, a wskaźnikiem decydującym o wielkości strumienia nawiewanego i wywiewanego powietrza jest wilgotność względna powietrza w pomieszczeniach.
- System składa się przede wszystkim z higrosterowanych nawiewników zlokalizowanych w pokojach, które umożliwiają dostarczanie powietrza zewnętrznego oraz higrosterowanych kratki wywiewnych lub wyciągowych, montowanych w pomieszczeniach tzw. brudnych (kuchnia, łazienka, WC), służących do regulowania ilości powietrza usuwanego.
- Każdy element tego systemu reaguje samoczynnie i ustala przepływ powietrza w zależności od aktualnych potrzeb danego pomieszczenia, co jest realizowane poprzez wyposażenie elementów nawiewnych i wywiewnych w czujniki składające się z wiązki taśm wykonanych z poliamidu (zdolności zmiany długości w zależności od poziomu wilgoci). Pod wpływem zmiany wilgotności taśma wydłuża się lub skraca, następnie za pomocą układu mechanicznego przekładane jest to na ruch otwierający lub zamykający przepustnice, powodując tym samym powiększanie lub dławienie strumienia napływającego powietrza.
- Minimalna liczba nawiewników to 1 nawiewnik w każdym pokoju i kuchni, natomiast prawidłowo liczbę nawiewników dobiera się na podstawie  $V_n$  (z Polskiej Normy PN-B-03430:1983 ze zmianą Az3:2000, która określa ilość powietrza jaką należy usunąć z poszczególnych pomieszczeń) oraz nominalnego strumienia powietrza, jaki może przepłynąć przez nawiewnik przy  $\Delta p = 10 \text{ Pa}$ .
- Kratki higrosterowane, umieszczone w każdym pomieszczeniu tzw. brudnym (łazienka, toaleta kuchnia), regulują strumień usuwanego powietrza poprzez stopień ich otwarcia, na podobnej zasadzie jak nawiewniki higrosterowane.
- Wymiana powietrza realizowana poprzez stopień otwarcia nawiewników jest metodą uproszczoną, uwzględniającą zmienny strumień nawiewanego powietrza.
- Często systemy higrosterowane pozwalają na współpracę kratki higrosterowanych z wentylacją mechaniczną wywiewną.

Reasumując, rozwiązanie scharakteryzowane powyżej jest rozwiązaniem skuteczniejszym od systemu wentylacji grawitacyjnej czy mechanicznej, dzięki możliwości regulacji przepływu powietrza, a tym samym dostosowania go do aktualnych potrzeb przy równoczesnym minimalizowaniu strat ciepła.

Obecnie najlepszym sposobem kontrolowania strumienia powietrza wentylacyjnego jest system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

## WENTYLACJA NAWIEWNO-WYWIEWNA Z ODZYSKIEM CIEPŁA

- System z powodzeniem stosowany w budynkach biurowych czy przemysłowych, wciąż jest rzadkością w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych (coraz częściej stosowany w budynkach jednorodzinnych).
- Zasada działania podobna jest do systemu wentylacji mechanicznej, rozbudowanej o rekuperator odpowiedzialny za odzysk ciepła z powietrza wywiewanego z mieszkania.
- Najlepszy, najskuteczniejszy i najbardziej wydajny system wentylacyjny pod względem ekologicznym i ekonomicznym.
- Zapewnia lepszy komfort użytkowników w stosunku do innych systemów wentylacyjnych.
- Pozwala na kontrolowany przepływ powietrza: usuwa zużyte powietrze, nawiewa świeże.
- Do podgrzania powietrza zewnętrznego wykorzystuje ciepło powietrza usuwanego, zapewniając oszczędność energii.

Za odzysk ciepła z powietrza wywiewanego odpowiedzialny jest rekuperator (wymienник) ciepła. Na rynku dostępny jest szeroki wybór rekuperatorów, które można podzielić według różnych kryteriów np. krzyżowe, krzyżowo-płytowe, przeciwprądowe, współprądowe z czynnikiem pośredniczącym itd.

Najistotniejsze elementy rekuperatora:

- obudowa, która jest jego istotnym elementem, ma wpływ na komfort użytkowników - powinna być izolowana termicznie i akustycznie, aby ograniczyć straty energii i obniżyć poziom hałasu emitowanego przez wentylatory;
- wymiennik ciepła, który stanowi serce rekuperatora, gdyż to właśnie on odpowiedzialny jest za spełnienie podstawowej funkcji urządzenia, czyli odzysk energii cieplnej;
- filtry, których zadaniem jest oczyszczanie powietrza z zanieczyszczeń i pyłków, aby nie dostawały się do pomieszczeń (można ponadto zamontować dodatkowe filtry wyższej jakości, zabezpieczające powietrze przed drobnoustrojami i bakteriami);
- wentylatory: wywiewne i nawiewne, których praca powinna być sterowana automatycznie; wysokiej klasy urządzenia zapewniające niski poziom hałasu i długą żywotność urządzenia;
- sterownik, który reguluje pracę wentylatorów i temperaturę powietrza oraz jego strumień objętościowy, wraz z zainstalowanymi czujnikami włączającymi lub wyłączającymi działanie wentylatorów w odpowiednim momencie;



- wyposażenie dodatkowe, poprawiające pracę rekuperatora, np.:
  - dodatkowe filtry;
  - urządzenia, które zabezpieczają przed oszronieniem wymiennika – bypass z filtrem, nagrzewnica elektryczna lub automatyczne zmniejszanie przepływu powietrza nawiewanego, nagrzewnica wtórna, która służy do ogrzania powietrza nawiewanego przy bardzo niskich temperaturach na zewnątrz;
  - czujniki zabrudzenia filtrów, zapobiegające napływowi zanieczyszczonego powietrza;
  - dodatkowe obejście letnie, czyli drugi obieg powietrza wyłączający z użytku wymiennik ciepła, w czasie, kiedy temperatury wewnętrzna i zewnętrzna są do siebie zbliżone lub gdy na zewnątrz notowana jest wysoka temperatura powietrza;
  - nawilżacz parowy, który jest stosowany w okresie zimowym do nawilżenia suchego powietrza nawiewanego.

Najistotniejszym parametrem charakteryzującym pracę rekuperatora jest jego sprawność, definiowana jako stosunek ciepła odzyskanego w wymienniku do ciepła usuwanego na zewnątrz wraz z powietrzem wywiewanym, zwanego ciepłem traconym. Sprawność odzysku zależy od rodzaju wymiennika, jego budowy, strumienia objętości powietrza zewnętrznego, stosunku strumieni powietrza nawiewanego i wywiewanego (gdy nie są sobie równe) oraz różnicy temperatury tych strumieni powietrza. Z punktu widzenia oszczędności energii system wentylacyjny z odzyskiem ciepła pozwala zmniejszyć straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego nawet o 50%, co przekłada się na całkowite oszczędności energii z tytułu ogrzewania i wentylację na poziomie około 25%.

## Modernizacja systemów wentylacyjnych

Budynki mieszkalne w Polsce wyposażone są najczęściej w system wentylacji naturalnej lub w wentylację mechaniczną wywiewną. W wyniku działań modernizacyjnych budynków polegających do zwiększeniu izolacyjności przegród zewnętrznych, straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego stanowią nawet 70% wszystkich strat ciepła. Modernizacja systemów wentylacyjnych powinna być podyktowana zarówno zapewnieniem odpowiedniego strumienia wentylacyjnego, który zapewnia odpowiednią jakość powietrza, jak koniecznością ograniczania strat ciepła, które przekładają się bezpośrednio na zużycie energii. W przypadku budynków istniejących zakres modernizacji systemów wentylacyjnych jest często ograniczony przez geometrię budynku, rozmieszczenie i wysokość pomieszczeń, krajowe przepisy budowlane oraz koszty. Z punktu widzenia użytkowników istotne jest minimalizowanie zakłóceń w trakcie działań modernizacyjnych, co często wyklucza inwazyjne rozwiązania techniczne, jak np. budowa instalacji wentylacji mechanicznej nawiewo-wywiewnej z odzyskiem ciepła.

Przeprowadzenie działań modernizacyjnych polegających na ociepleniu przegród zewnętrznych nie tylko poprawia ich izolacyjność, ale także eliminuje mostki cieplne i niepożądane nieszczelności.

W efekcie w mieszkaniach obserwujemy brak dopływu świeżego powietrza i wysoki poziom zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego. Nadmierne zmniejszanie strumienia powietrza wentylacyjnego przegrody może prowadzić do występowania tzw. syndromu chorego budynku (ang. *Sick Building Syndrome*, SBS). Objawy SBS odczuwalne przez ludzi, a związane ze zbyt małą ilością powietrza wentylacyjnego to: bóle i zawroty głowy, wysychanie śluzówki, senność, duszność i omdlenia.

## NAWIEWNIKI

W przypadku modernizacji systemu wentylacji naturalnej (grawitacyjnej) należy zapewnić drożność przewodów wentylacyjnych w pomieszczeniach tzw. brudnych: kuchnia, łazienka, toaleta. Warunkiem działania każdego typu wentylacji jest doprowadzenie niezbędnej ilości powietrza do budynku, która zapewniana jest poprzez odpowiednio dobrane nawiewniki - to niewielkie, najczęściej nieskomplikowane urządzenia przeznaczone do montażu w oknach lub w ścianach budynku, które najczęściej klasyfikowane są ze względu na ich budowę i sposób regulacji ilości doprowadzanego powietrza.

Wymagania dla nawiewników określone są w normie PN B 03430:1983 (ze zmianą AZ3:2000)[9].

2.1.5. Dopływ powietrza zewnętrznego do pomieszczeń powinien być zapewniony w sposób:

a. W przypadku zastosowania okien charakteryzujących się współczynnikiem infiltracji powietrza "a" mniejszym niż  $0,3 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$ , przez nawiewniki powietrza o regulowanym stopniu otwarcia usytuowane:

- w górnej części okna (w ościeżnicy, ramie skrzydła, między ramą skrzydła a górną krawędzią szyby zespolonej)
- lub
- w otworze okiennym (między nadprożem a górną krawędzią ościeżnicy, w obudowie rolety zewnętrznej)
- lub
- w przegrodzie zewnętrznej ponad oknem.

Strumień objętości powietrza przepływającego przez całkowicie otwarty nawiewnik, przy różnicy ciśnienia po obu jego stronach równej 10 Pa, powinien wynosić:

- $20\text{--}50 \text{ m}^3/\text{h}$  w przypadku wentylacji grawitacyjnej,
- $5\text{--}30 \text{ m}^3/\text{h}$  w przypadku wentylacji mechanicznej wywiewnej.

Strumień objętości powietrza przepływającego przez nawiewnik, którego element znajduje się w pozycji maksymalnego zamknięcia powinien wynosić 20–30% strumienia przepływającego przez nawiewnik przy całkowitym otwarciu. W budynkach o wysokości do dziewięciu kondygnacji włącznie dopuszcza się do prowadzenia powietrza przez okna charakteryzujące się współczynnikiem infiltracji a wyższym niż 0,5, lecz nie większym niż  $1,0 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$ , pod warunkiem że okna wyposażone są w skrzydło uchylno-rotacyjne, górny wywietrznik uchylny lub górne skrzydło uchylne.

b. Przez otwory nawiewne wentylacji mechanicznej.



**Rysunek 05-1** Regulacja przepływu nawiewnika EXR - katalog „Nawiewniki Aereco-oryginalnie higrosterowane”. Źródło: <https://www.aereco.com.pl>.

## NASADY KOMINOWE

Istotnym rozwiązaniem wspomagającym działanie wentylacji grawitacyjnej są niskociśnieniowe nasady kominowe montowane na szczycie kanałów wentylacyjnych. Nasady te zużywają zdecydowanie mniej prądu niż tradycyjna wentylacja mechaniczna i możliwe jest wykorzystanie automatyki, która dostosowuje tryb pracy do panujących warunków atmosferycznych. Popularne są trzy typy tych urządzeń, a ich wspólną cechą jest niskie podciśnienie wytwarzane w kanałach wywiewnych zbliżone do podciśnienia wytwarzanego w sposób naturalny.

**Nasada Fenko** – wentylator znajdujący się we wnętrzu obudowy jest wyłączany gdy warunki do działania wentylacji naturalnej są sprzyjające i pełni ona wówczas funkcję nasady stałej. Ma do wyboru dwa biegi zapewniające usuwanie 120 lub 180 m<sup>3</sup> powietrza w ciągu godziny. W nasadzie wyposażonej w moduł sterujący włączenie następuje automatycznie – czujnik prędkości przepływu powietrza umieszczony w kanale wywiewnym, daje sygnał do sterownika uruchamiającego wentylator. Można ją montować na wszystkich rodzajach kanałów wentylacyjnych.



**Rysunek 05-2** Nasada kominowa Fenko firmy Uniwersal. Źródło: <http://www.uniwersal.com.pl>.



**Rysunek 05-3** Nasada kominowa Turbowent Hybrydowy o kształcie kulistym firmy Darco. Źródło: <http://www.darco.com.pl>.

**Nasada Turbowent Hybrydowy** – jest urządzeniem dynamicznie wykorzystującym siłę wiatru stosowany do wspomagania ciągu kominowego. Nasady powodują wytwarzanie podciśnienia a tym samym wspomagają wywiew zanieczyszczonego powietrza z budynku. Montowany na wylotach kominów wentylacyjnych o działaniu grawitacyjnym z możliwością dodatkowego wyposażenia w silnik bezszczotkowy małej mocy do skutecznej stabilizacji ciągu kominowego.

**Nasada VBP** jest to nasada niskociśnieniowa, stosowana głównie przy modernizacji budynków z niewłaściwie działająca wentylacją naturalną. Parametry pracy takie jak podciśnienie i prędkość przepływu powietrza są takie same jak w wentylacji naturalnej. Nasada posiada specjalnie opracowaną konstrukcję korpusu oraz kształt łopatek wentylatora co powoduje bardzo małe opory przepływu powietrza w nasadzie.



**Rysunek 05-4** Nasada kominowa VBP firmy Aereco. Źródło: <http://www.aereco.com.pl/product/vbp>.

Istniejące instalacje wentylacji mechanicznej wywiewnej w budynkach mieszkalnych mimo skutecznego działania z punktu widzenia przepływów powietrza często odbiegają od współczesnych wymagań w zakresie regulacji, adaptacji do bieżących warunków pracy i energooszczędności. Dlatego w wielu obiektach konieczna jest modernizacja i wymiana wentylatorów na efektywniejsze. Często dopiero sporządzany audyt energetyczny uświadamia zarządom obiektów ile tak naprawdę energii zużywają wentylatory na istniejących instalacjach wentylacji wywiewnej w budynkach mieszkalnych. Należy zastosować rozwiązania, dzięki którym można w prosty, stosunkowo szybki i relatywnie tani sposób zmodernizować istniejące systemy wentylacji mechanicznej – producenci specjalizujący się w modernizacjach instalacji pod kątem oszczędności energii, oceniają na podstawie swoich doświadczeń, że dzięki modernizacji instalacji wentylacyjnej klienci **zużywają średnio o 25-30% energii mniej** [10].

W przypadku modernizacji istniejącej wentylacji mechanicznej wywiewnej warto rozważyć centralny **odzysk ciepła z usuwanego powietrza wentylacyjnego poprzez wykorzystanie pompy ciepła**. Odzyskane ciepło w pompie ciepła (z powietrza usuwanego kanałami wywiewnymi) wykorzystane może być do podgrzania wody na cele grzewcze lub przygotowania ciepłej wody użytkowej. Współczynnik efektywności SCOP wynosi ok. 3-4 w zależności od rozwiązania instalacji i krzywej grzewczej pompy ciepła. Koniecznością może się okazać wprowadzenie nowych kanałów w istniejące kanały wentylacyjne ze względu na ich nieszczelność, która prowadzi do nie zrównoważonego przepływu powietrza i nadmiernego hałasu.

W niektórych przypadkach budynki mieszkalne mogą być poddawane głębokiej renowacji z uwzględnieniem modernizacji systemu wentylacyjnego obejmującego swoim zakresem prace wewnątrz budynku, które czasami wymagają czasowego przekwaterowania mieszkańców. Efektywnymi systemami pod względem zapewnienia odpowiedniej ilości powietrza wentylacyjnego oraz oszczędności energii są:

- centralne instalacje wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła,
- zdecentralizowane instalacje wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (niezależny zrównoważony system w każdym mieszkaniu).

**Modernizacje uwzględniające centralną wentylację nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła** warto rozważyć w przypadku ocieplenia przegród zewnętrznych poprzez dodanie 20 cm izolacji, w której można umieścić instalację nowych kanałów nawiewnych. Jako kanały wywiewne można wykorzystać istniejące kanały wywiewne (jeśli są nieszczelne, wprowadzić nowe kanały z tworzywa sztucznego) lub umieścić je w dodanej izolacji, odprowadzając powietrze z toalet, łazienek i kuchni. Szczegółowe schematy rozwiązań można znaleźć w publikacji Rehva *Energy Efficient Renovation of Existing Buildings for HVAC professionals* [11].

## Źródła

1. Budownictwo ogólne, Fizyka budowli, red. P. Klemm, t.2, Arkady, Warszawa 2006.
2. Firląg S., Buduje z głową – buduje energooszczędnie, Fundacja Ziemia i Ludzie, Warszawa 2014.
3. Kaliszuk-Witecka A., Węglarz A., Nowoczesne budynki energoefektywne, Polcen Sp. z o. o., Warszawa 2019.
4. Praca zbiorowa pod redakcją Jerzego Sowy, Budynki o niemal zerowym zużyciu energii, Warszawa 2017.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376).
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422, z późn. zm.).
7. ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 1253/2014 z dnia 7 lipca 2014 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla systemów wentylacyjnych.
8. ROZPORZĄDZENIE DELEGOWANE KOMISJI (UE) NR 1254/2014 z dnia 11 lipca 2014 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej systemów wentylacyjnych przeznaczonych do budynków mieszkalnych.
9. PN-83/B-03430 Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej - Wymagania wraz ze zmianą PN-83/B-03430/Az3 2000.
10. PN-EN 12831:2006, Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
11. Energy Efficient Renovation of Existing Buildings for HVAC professionals, Rehva NO. 32, Brussels, 2022



06

# BŁĘDY W PRZEPROWADZANIU MODERNIZACJI BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH

dr hab. inż. Paweł Krause  
STEKRA



W rozdziale omówiono podstawowe błędy przy modernizacji budynków wielorodzinnych. Przedstawiono problematykę odnoszącą się przede wszystkim do zagadnień modernizacji energetycznej budynków. Nieprawidłowości w trakcie realizacji procesu termomodernizacji budynków mogą występować na wszystkich jego etapach. Najwięcej błędów pojawia się w trakcie prowadzenia robót budowlanych oraz na etapie przygotowania inwestycji, w tym podczas projektowania ma miejsce wiele błędów rzutujących na końcowy efekt modernizacji.

**Największy potencjał oszczędności energii w przypadku budynków wielorodzinnych opiera się na ograniczeniu jej zużycia na cele ogrzewania i chłodzenia.**

W dzisiejszych czasach nie można przecenić znaczenia ograniczania zużycia energii. Jej zapotrzebowanie rośnie na całym świecie. Wzrost kosztów wytwarzania energii oraz konieczność ochrony środowiska spowodowały, że europejska strategia dąży do neutralnych dla klimatu gospodarek. Szczególną uwagę poświęca się ograniczeniu zużycia energii przez sektor budowlany, zmierzając do osiągnięcia standardów niemal zerowego zużycia energii przez budynki. Największy potencjał oszczędności energii w przypadku budynków wielorodzinnych opiera się na ograniczeniu jej zużycia na cele ogrzewania i chłodzenia. Punktem wyjścia jest zmniejszenie strat ciepła przez przegrody zewnętrzne. Wielkość tych strat jest uzależniona nie tylko od izolacyjności cieplnej przegród, lecz także od sposobu ich zaprojektowania i wykonania.

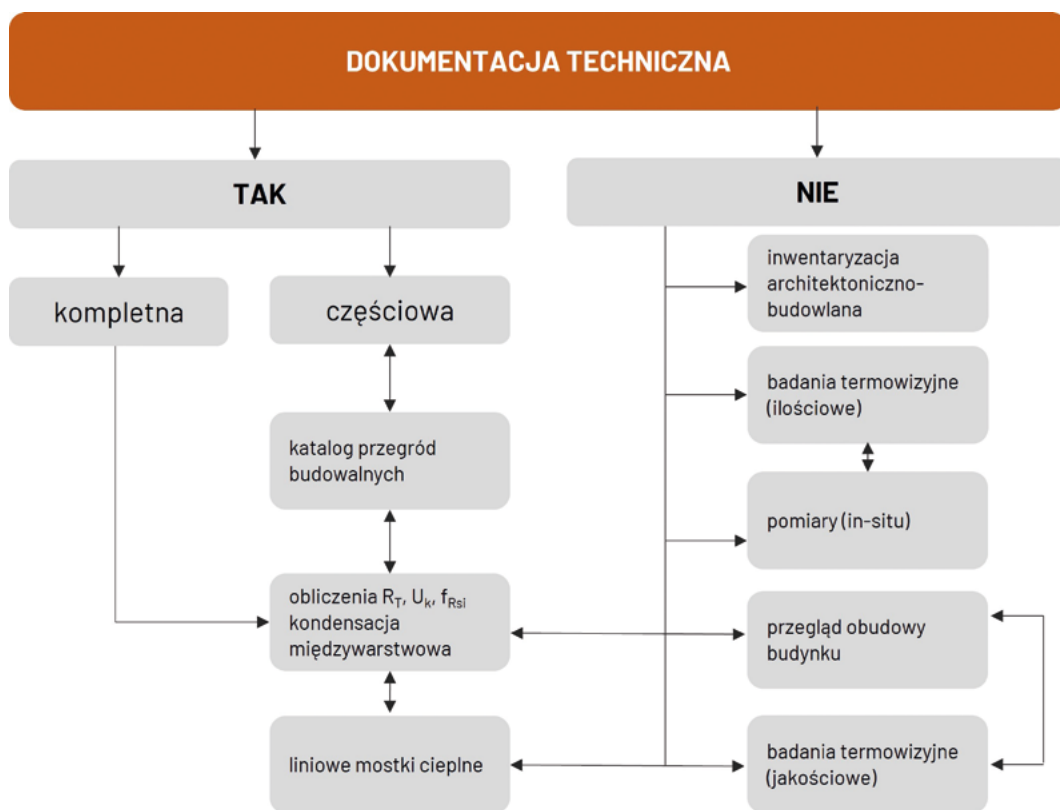
Istotnym problemem w skali globalnej są nadmierne straty ciepła spowodowane błędami wykonawczymi, z których znaczna liczba związana jest z wykonaniem warstwy termoizolacyjnej. To ona jest odpowiedzialna za zapewnienie odpowiedniej izolacyjności cieplnej i jej prawidłowe wykonanie determinuje zużycie energii w budynkach. Między innymi sposób przytwierdzenia izolacji termicznej do podłoża i wzajemne połączenie poszczególnych jej elementów wpływają na stan ochrony cieplnej ścian zewnętrznych. Ma to swoje odzwierciedlenie w parametrach termicznych przegrody.

## **Błędy przygotowania inwestycji**

Przygotowanie procesu termomodernizacji wymaga podjęcia szeregu działań na różnych etapach realizacji inwestycji. Pierwszym krokiem jest przygotowanie przez inwestora założeń i wytycznych dotyczących przygotowania inwestycji. Opracowywany jest program funkcjonalno-użytkowy modernizowanego obiektu lub założenia bądź wytyczne wykonania dokumentacji projektowej. W wybranych przypadkach przed opracowaniem dokumentacji technicznej w pierwszym etapie realizowany jest projekt koncepcyjny, który stanowi podstawę dla opracowania późniejszego zasadniczego projektu architektoniczno-budowlanego. Innym opracowaniem przed projektowym może być audyt energetyczny. Zawiera on analizę techniczno-ekonomiczną opłacalności wykonywania poszczególnych usprawnień termomodernizacyjnych. Audyt energetyczny bardzo często jest wykonywany równolegle z dokumentacją projektową. Niestety w wybranych przypadkach audytorzy przyjmują określone technologie prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków, które nie są poprawne (audytor energetyczny nie zawsze musi być inżynierem budownictwa lub architektem).



Ze względu na konieczność zapewnienia zgodności audytu i projektu na etapie realizacji projektu architektoniczno-budowlanego i technicznego powielane są błędy, które zostały poczynione w audycie energetycznym. Inną nieprawidłowością związaną z przygotowaniem inwestycji jest brak poprawnie wykonanej oceny stanu technicznego budynku, który jest poddawany termomodernizacji. W wielu przypadkach nie jest oceniana rzeczywista izolacyjność cieplna poszczególnych elementów budynku. Błąd popełniony na tym etapie rzutuje w istotny sposób na konsekwencje, które później pojawiają się już na etapie eksploatacji budynku. Przykładowy schemat prawidłowego prowadzenia diagnostyki izolacyjności cieplnej przegród budowlanych przedstawiono na **Rysunek 06-1**.



**Rysunek 06-1** Schemat prowadzenia diagnostyki izolacyjności cieplnej przegród budowlanych [3].

Błędy w przygotowaniu inwestycji bardzo często wynikają z niewystarczających kompetencji merytorycznych osób je przygotowujących. W wielu przypadkach brak jest w zespołach odpowiedzialnych za poprawny ich przebieg inżynierów posiadających stosowne uprawnienia budowlane. Niestety czasami błędne zapisy pojawiające się w pierwotnych założeniach modernizacji danego obiektu powielają się w kolejnych etapach prac i nie zostają skorygowane przez kolejnych uczestników procesu budowlanego.

## Błędy projektowe

W przypadku wystąpienia nieprawidłowości w zakresie realizacji robót termomodernizacyjnych ich przyczyną mogą być błędy dokumentacji projektowej budynku. Analiza w tym zakresie powinna być przeprowadzona zarówno dla projektu architektoniczno-budowlanego, jak i projektu technicznego i/lub wykonawczego (taka dokumentacja jeszcze też się pojawia). Projekt architektoniczno-budowlany, ze względu na szczegółowe wymagania zawarte w rozporządzeniu w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [1], powinien zawierać dane umożliwiające weryfikację poprawności założeń przyjętych m.in. do obliczeń ciepłno-wilgotnościowych. W dokumentacji projektowej powinny wystąpić następujące elementy:

- ogólny opis techniczny konstrukcji budynku,
- opis techniczny i uwarstwienie wszystkich przegród zewnętrznych,
- obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród zewnętrznych oraz przegród wewnętrznych oddzielających zróżnicowane strefy temperaturowe,
- obliczenie poprawek do współczynnika przenikania ciepła 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,
- obliczenie kondensacji na wewnętrznej powierzchni przegrody,
- obliczenie kondensacji wewnątrz przegrody,
- obliczenie przyrostu kondensatu w kolejnych miesiącach,
- obliczenie czynnika temperaturowego  $f_{Rsi}$ ,
- rysunki elewacji,
- rzuty kondygnacji,
- przekroje poprzeczne i podłużne,
- detale projektowe.

Gdy oprócz dokumentacji projektowych występuje specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych, ona także powinna podlegać szczegółowej weryfikacji w zakresie rozwiązań i technologii wykonania przegród budowlanych i ich połączeń odpowiedzialnych m. in. za stan ochrony cieplnej budynku. Weryfikacja rozwiązań projektowych może umożliwić wyspecyfikowanie błędów, które powstały już na etapie dokumentacji technicznej. Błędy te mogą być związane z nieprawidłowo wykonanymi obliczeniami, wadliwie przyjętymi technologiami lub, co także ma miejsce, błędnymi założeniami w zakresie ustaleń sposobu eksploatacji pomieszczeń. Analizując każdorazowo dokumentację projektową, sprawdzeniu powinien podlegać ogólny opis techniczny konstrukcji budynku, w tym opis budowy materiałowej wszystkich przegród zewnętrznych i wewnętrznych oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych. Jest to istotne z punktu widzenia doboru poprawnych rozwiązań fizykalnych materiałów termoizolacyjnych, których wybór nierzadko zależy od przyjętych założeń konstrukcyjnych. Nieco inaczej trzeba podejść do analizy stanu ochrony ciepłno-wilgotnościowej budynku wykonanego w konstrukcji stalowej niż budynku

wykonanego na przykład z bali drewnianych. W przypadku konstrukcji stalowej newralgicznymi rozwiązaniami są mostki termiczne związane z wysoką przewodnością cieplną stali, co skutkuje występowaniem kondensacji pary wodnej. Ze względu na rozwiązania projektowe związane z modernizacją budynków istniejących bardzo istotną informacją są zapisy dotyczące konieczności zachowania zabytkowego charakteru budynku, na przykład w myśl Ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami. W takich przypadkach – ze względu na zabytkowy charakter elewacji – najczęściej jedyną możliwością jest zaprojektowanie i wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych od strony wewnętrznej (od strony pomieszczeń).

Opis techniczny zawarty w dokumentacji projektowej powinien być wykonany w sposób szczegółowy, umożliwiający jednoznaczne przyjęcie rozwiązań projektowych. Należy sprawdzić rodzaj i typ przyjętych materiałów termoizolacyjnych, ich grubości, sposób połączenia z materiałami sąsiadującymi oraz pozostałe materiały budowlane występujące w analizowanej przegrodzie budowlanej. Może się zdarzyć, że mimo poprawnego zaprojektowania izolacji termicznej, w połączeniu z pozostałymi materiałami, na przykład materiałami elewacyjnymi, rozwiązanie przegrody będzie nieprawidłowe (jako całości z punktu widzenia ochrony cieplno-wilgotnościowej). Dlatego wszystkie zaprojektowane składowe materiały przegród budowlanych powinny być dobrane w sposób jednoznaczny, nie dając możliwości własnej interpretacji na etapie prowadzenia robót budowlanych.

**Przyczyną wystąpienia  
nieprawidłowości  
w zakresie  
realizacji robót  
termomodernizacyjnych  
mogą być błędy  
dokumentacji  
projektowej budynku.**

## Błędy wykonawcze

Nieprawidłowości w zakresie ochrony cieplno-wilgotnościowej budynków powstałe na etapie wykonawstwa mogą wynikać z różnych błędów realizacyjnych. Błędy te mogą być związane z nieprawidłowym przygotowaniem podłoża pod wykonywane termoizolacje, złym połączeniem elementów izolacji cieplnej z przegrodą budowlaną, zastosowaniem niewłaściwych materiałów termoizolacyjnych lub pozostałych składowych materiałów przegrody budowlanej, uniemożliwiając spełnienie zakładanych wymogów technicznych. Kolejną wadą są imperfekcje wykonawcze związane z niedbalstwem lub brakiem właściwych kompetencji ekip budowlanych. Częste nieprawidłowości realizacyjne mogą być także związane z prowadzeniem prac w niesprzyjających warunkach meteorologicznych. Realizacja robót ociepleniowych powinna przebiegać pod ścisłym nadzorem inspektorskim i w warunkach technologicznych zalecanych dla określonego systemu bądź rodzaju ocieplenia.

Nieprawidłowości wykonawcze dotyczą wszystkich przegród budowlanych pełniących funkcję termoizolacyjną. Ściany zewnętrzne i ściany oddzielające pomieszczenia o zróżnicowanych strefach cieplnych, dachy i stropodachy, stropy nad nieogrzewanymi pomieszczeniami i stropy nad przejazdem oraz podłogi w ogrzewanych pomieszczeniach powinny być projektowane i wykonywane w aspekcie wymaganej izolacyjności termicznej, a także pod kątem osiągnięcia prognozowanej trwałości.

Na podstawie wieloletnich badań niszczących i nieniszczących można stwierdzić, że znaczna ilość nieprawidłowości wykonawczych dotyczy systemów ociepleń ścian zewnętrznych ETICS (złożony systemem zewnętrznej izolacji termicznej ścian, w skład którego wchodzi komponenty o zróżnicowanych właściwościach fizycznych). Ocieplenie wraz z warstwą zbrojoną i tynkiem stanowi zewnętrzną obudowę budynku. Jest ona narażona na oddziaływanie zmiennych warunków środowiska zewnętrznego i wewnętrznego. Może to powodować negatywne zmiany właściwości fizycznych, mechanicznych i chemicznych poszczególnych komponentów systemu ociepleń oraz wzajemnych ich połączeń. Uwzględniając badania własne autor zaproponował usystematyzowanie imperfekcji złożonych systemów ociepleń ścian zewnętrznych budynków ETICS z podziałem na siedem głównych grup (**Rysunek 06-2**).



**Rysunek 06-2** Grupy imperfekcji systemu ETICS na poszczególnych etapach ich realizacji.  
Źródło: opracowanie własne.

Są one związane z poszczególnymi etapami wykonania ocieplenia i dotyczą przygotowania podłoża (G1), klejenia izolacji termicznej do ściany (G2), mocowania izolacji termicznej za pomocą łączników mechanicznych (G3), przygotowania zewnętrznej powierzchni izolacji termicznej pod kolejne warstwy systemu (G4), wzajemnych połączeń elementów termoizolacji (G5), wykonania warstwy zbrojonej (G6), a także warstwy szczepnej i wyprawy tynkarskiej (G7).

Podłoże pod system ociepleń powinno być nośne, równe i przygotowane we właściwy sposób, tak aby zapewnić odpowiednią przyczepność układu ociepleń do warstwy nośnej. W grupie G1 (**Rysunek 06-2**) widać przykłady nieprawidłowego przygotowania podłoża tzn. odpajającego się tynku i liczne nierówności. Klejenie izolacji termicznej powinno się odbywać przy zastosowaniu pasmowo-punktowego nanoszenia zaprawy klejącej o odpowiedniej grubości, zwyczajowo nieprzekraczającej 10 mm.

Jak można zauważyć w grupie G2 występują liczne błędy w tym zakresie, a także co niedopuszczalne stosowanie kilku rodzajów klejów w obrębie jednego systemu ociepleń. Również w przypadku mocowania mechanicznego (G3) izolacji termicznej popełniane są liczne błędy wykonawcze, takie jak nieodpowiednie zagłębienie łącznika lub nadmierne średnice otworów w warstwie termoizolacji. Kolejnym błędem może być nieprawidłowo przygotowana powierzchnia styropianu przed wykonaniem warstwy zbrojonej (G4). Zdarzają się sytuacje braku szlifowania warstwy EPS lub pozostawienie niezabezpieczonej powierzchni styropianu przez długi okres czasu, co jest niedopuszczalne. Jednym z częściej występujących problemów jest brak zapewnienia szczelnych połączeń pomiędzy płytami termoizolacji, co stanowi liniowe mostki termiczne (G5).

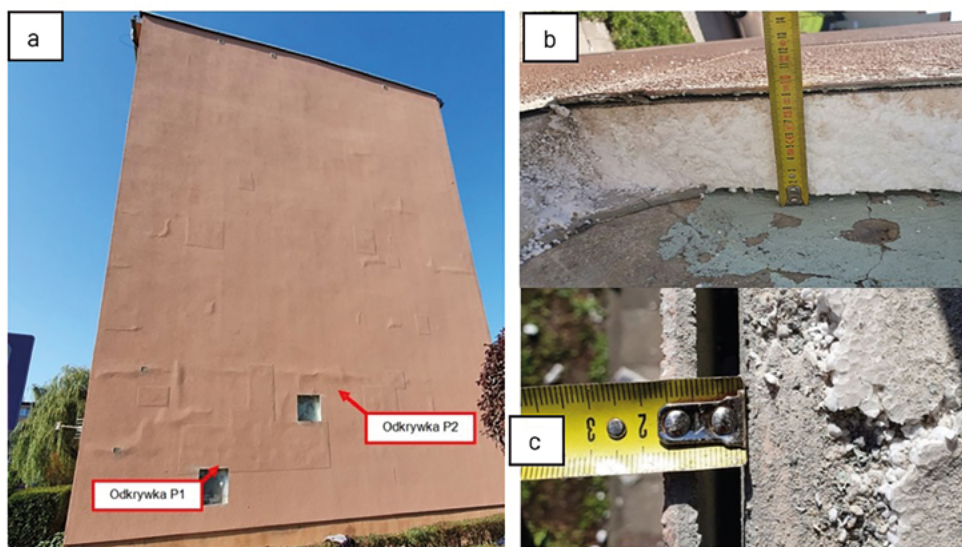
Z kolei nieprawidłowo wykonana warstwa zbrojona objawia się w wielu przypadkach brakiem zakładów siatki zbrojącej lub pocienieniem zaprawy klejącej, a także niewłaściwym wtopieniem siatki, często stykającej się z izolacją termiczną (G6). Problemem wykonawczym jest także pocienienie warstwy tynku lub brak wykonania pod nim warstwy szczepnej (G7).

W wybranych przypadkach prowadzenia modernizacji budynków wielorodzinnych dochodzi do nieprawidłowości związanych z wadliwym przygotowaniem podłoża. Przykładem tego jest ściana szczytowa budynku wielorodzinnego, którą poddano modernizacji (**Rysunek 06-3a**). W skutek występujących uszkodzeń warstwy elewacyjnej postanowiono wykonać nowy tynk zewnętrzny. Nieprawidłowo przygotowane podłoże pod nową warstwę zbrojoną spowodowało odspojenie zrealizowanego przez zarządcę fragmentu systemu naprawczego. W konsekwencji naprawiany układ ocieplenia uległ dalszej degradacji, co skutkowało koniecznością poniesienia dodatkowych kosztów inwestycyjnych związanych z modernizacją obiektu.

**Klejenie izolacji termicznej powinno się odbywać przy zastosowaniu pasmowo-punktowego nanoszenia zaprawy klejącej o odpowiedniej grubości, zwykle nieprzekraczającej 10 mm. W grupie G2 występują liczne błędy w tym zakresie, a także, co niedopuszczalne, stosowanie kilku rodzajów klejów w obrębie jednego systemu ociepleń.**



Zrealizowane odkrywki (**Rysunek 06-3a,b**) wykazały występowanie odspojenia nowo naniesionej warstwy składającej się z tynku i warstwy zbrojonej od podłoża, które stanowił pierwotnie wykonany system ociepleń. W trakcie prowadzenia remontu nowe warstwy zostały nałożone na stary tynk. W trakcie tych prac nie zapewniono wymaganej przyczepności układu. W konsekwencji po kilku latach doszło do odspojenia nowej warstwy zbrojonej z tynkiem od starego tynku cienkowarstwowego (**Rysunek 06-3c**).



**Rysunek 06-3** Widok uszkodzonej ściany z ociepleniem ETICS wraz z fragmentem odkrywki P1 i P2.  
Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie zrealizowanych badań i analiz należy stwierdzić, że błędy i nieprawidłowości występujące na wszystkich etapach procesu modernizacji budynków stanowią istotny problem dla zarządców, właścicieli i mieszkańców. W konsekwencji ich występowania następuje bardzo często wzrost kosztów eksploatacji, związany ze zwiększeniem strat ciepła w budynkach i koniecznością poniesienia nieprzewidzianych nakładów inwestycyjnych. Zapewnienie doświadczonego nadzoru na wszystkich etapach inwestycji może zapobiegać występowaniu opisywanych problemów podczas modernizacji budynków.

**Źródła**

1. Krause Paweł. Analiza imperfekcji cieplnych systemów ETICS z uwzględnieniem konwekcji wewnątrz ściany. Monografia, [Politechnika Śląska], vol. 890, 2021, Politechnika Śląska, 285 s., ISBN 978-83-7880-762-9.
2. Krause Paweł, Steidl Tomasz. Uszkodzenia i naprawy przegród budowlanych w aspekcie izolacyjności termicznej. Warszawa 2017, Wydawnictwo Naukowe PWN, 366 s., ISBN 978-83-01-18834-4.
3. Pozostałe opracowania własne lub współautorskie Autora.
4. Rozporządzenie z dnia 12 lipca 2022 r. ws. szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.
5. Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 grudnia 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
6. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 23 marca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami.





# ZALETY STOSOWANIA BADAŃ TERMOWIZYJNYCH W DIAGNOSTYCE BUDYNKÓW

dr inż. Agnieszka Palmowska  
Politechnika Śląska

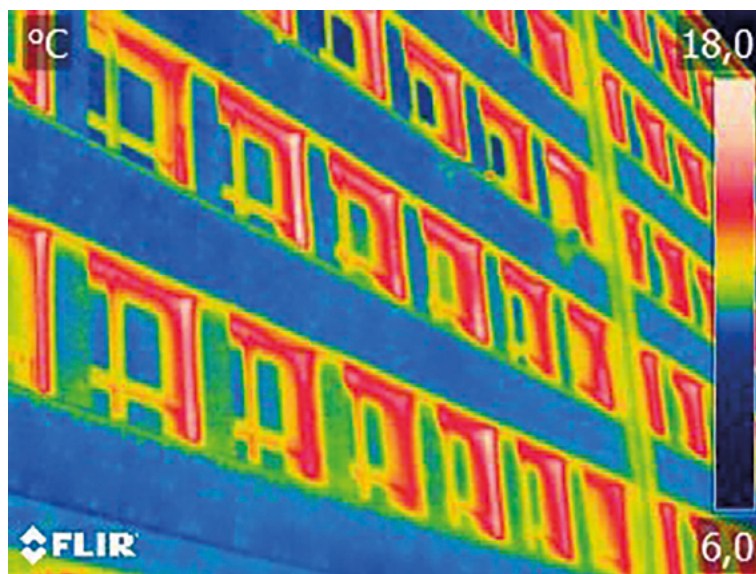


## Termowizja - informacje podstawowe

Termowizja (termografia) jest to dziedzina techniki zajmująca się detekcją, rejestracją, przetwarzaniem oraz wizualizacją niewidzialnego promieniowania podczerwonego emitowanego przez obiekty [1].

Promieniowanie podczerwone, określane również jako podczerwień, a także IR (skrót z języka angielskiego od *infrared*), to niewidzialne promieniowanie elektromagnetyczne. Charakteryzuje się długością fal między światłem widzialnym a falami radiowym. Podstawowym źródłem promieniowania podczerwonego jest ciepło lub promieniowanie cieplne. Każde ciało jest źródłem takiego promieniowania, jeśli jego temperatura jest wyższa od zera bezwzględnego ( $-273,15^{\circ}\text{C}$ ). Im obiekt jest cieplejszy, tym więcej promieniowania podczerwonego emituje [1, 2].

Celem badań termowizyjnych jest uzyskanie odwzorowania rozkładu temperatury na powierzchni badanego obiektu. Otrzymany obraz (najczęściej kolorowy) nazywany jest termogramem (**Rysunek 07-1**). Temperatura obiektu (pozorna temperatura promieniowania jego powierzchni) ma swoje kolorystyczne odzwierciedlenie (wizualizację) na termogramie, gdzie po jego prawej stronie znajduje się skala przypisująca określonej temperaturze konkretny kolor.



**Rysunek 07-1** Przykładowy termogram elewacji budynku. Źródło: materiały własne.

Termowizję można zdefiniować również jako sztukę zamiany obrazu w podczerwieni na obraz, który możemy przeanalizować. Jest to możliwe dzięki użyciu kamery termowizyjnej. Odbywa się to w następujący sposób: promieniowane podczerwone emitowane przez obiekt skupiane jest przez optykę urządzenia na detektorze podczerwonym, który przesyła informacje do elektroniki celem przetworzenia sygnału. Elektronika przetwarza dane z detektora na obraz [2].

Co ważne, kamera termowizyjna nie umożliwia spojrzenia do wewnątrz lub przez badany obiekt.

Analiza termogramów umożliwia wykrycie niesprawności stanu obiektu. Polega ona na wyodrębnieniu miejsc o różnym stopniu jasności obrazu. W celu właściwej interpretacji wyników wymagana jest wiedza i doświadczenie operatora kamery termowizyjnej.

W badaniach termowizyjnych bardzo ważną rolę odgrywa emisyjność obiektu. Parametr ten służy do określenia zdolności danego ciała (materiału) do emitowania promieniowania podczerwonego. Inaczej mówiąc, jest to miara tego, jak skutecznie dane ciało wypromieniowuje ciepło. W diagnostyce termowizyjnej oznacza to również to, jak dobrze powierzchnia obiektu „mówi prawdę” o jego temperaturze.

Maksymalna emisyjność ciała wynosi 1 ( $\varepsilon = 1$ ) i nigdy nie pojawia się w rzeczywistości. Ciała rzeczywiste mają emisyjność mniejszą od wartości 1 ( $\varepsilon < 1$ ). Wysoka emisyjność materiału ( $\varepsilon \approx 0,95$ ) pozwala mierzyć rozkład temperatury na jego powierzchni ze stosunkowo małym błędem pomiarowym, z kolei niska emisyjność ( $\varepsilon \approx 0$ ) oznacza, że obiekt jest trudno „mierzalny” przez kamerę [3].

Materiały obiektów i ich obrobione powierzchnie charakteryzują się emisyjnością w zakresie od 0,1 do 0,95. Wartości dla różnych materiałów można znaleźć w tabelach emisyjności. Niską emisyjność, poniżej wartości 0,1, mają dobrze wypolerowane (lustrzane) powierzchnie (np. z aluminium). Większe wartości emisyjności mają powierzchnie oksydowane lub pomalowane. Przykładowo farba olejna (wszystkie kolory) ma w obszarze podczerwieni emisyjność wynoszącą ponad 0,9. Czarna, matowa farba czy tynk wapienny również mają wartość współczynnika emisyjności powyżej 0,9. Wysoką emisyjność ma także skóra ludzka [4].

## Zastosowanie termowizji w budownictwie

Termowizja ma zastosowanie wówczas, gdy występowanie niesprawności stanu obiektu może ujawnić się wraz ze zmianą rozkładu temperatury na jego powierzchni [5]. Badania termograficzne powszechnie wykorzystywane są w budownictwie, energetyce, w praktyce przemysłowej, diagnostyce medycznej i w badaniach naukowych [1] oraz wszędzie tam, gdzie informacja o rozkładzie temperatury jest istotna dla zdrowia, życia i bezpieczeństwa oraz z punktu widzenia oszczędności.

Współczesne budownictwo jest nastawione coraz bardziej na oszczędzanie energii, a zarazem na zapewnienie użytkownikom budynków odpowiedniego komfortu cieplnego wewnątrz pomieszczeń niezależnie od warunków atmosferycznych. Konsekwencją działań legislacyjnych jest projektowanie i wykonywanie budynków cechujących się bardzo dobrą izolacyjnością przegród [6].

Obniżona jakość cieplna przegród budowlanych w efekcie wadliwego wykonawstwa skutkuje tym, że nowy budynek może mieć gorsze parametry izolacyjności cieplnej od tych projektowych [6]. To w praktyce przekłada się na następujące problemy:

- pogorszenie komfortu termicznego użytkowników budynku,
- występowanie wykroplenia wilgoci na powierzchni mostków cieplnych,
- korozja materiałów izolacyjnych i wykończeniowych, a nawet elementów konstrukcyjnych przegród budowlanych,
- zwiększone zużycie energii do ogrzewania budynku [6].

O tym, że stan izolacji budynku przekłada się bezpośrednio na zwiększone zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, nie trzeba dziś już nikogo przekonywać.

Technika termografii pozwala przeprowadzać różnorodne badania obiektów budowlanych, zarówno jakościowe jak i ilościowe. Możliwości jej zastosowania są bardzo duże – trudno określić wyraźną granicę potencjalnych zastosowań [1].

W czym może pomóc zatem użycie kamery termowizyjnej podczas przeglądu budynku? Odpowiadając na to pytanie, możemy wymienić następujące obszary zastosowania diagnostyki termowizyjnej w budownictwie:

- wizualizacja strat energii,
- wykrywanie uszkodzonej lub brakującej izolacji,
- zlokalizowanie miejsc niepoprawnie zaizolowanych,
- wykrywanie pleśni,
- wskazanie miejsc występowania przenikania ciepła, w tym identyfikacja mostków termicznych,
- zlokalizowanie przecieków np. w dachach,
- wykrywanie wad budynku, w tym wad konstrukcyjnych,
- zidentyfikowanie zawilgocenia izolacji w dachach, w ścianach oraz w strukturach zewnętrznych,
- wykrywanie wad w instalacjach centralnego ogrzewania,
- przegląd systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji,
- badania szczelności budynków,
- sprawdzenie pracy zainstalowanych paneli słonecznych,
- wykrywanie wad w instalacjach elektrycznych [2].

Badania termograficzne są również dobrą podstawą do przeprowadzenia audytu energetycznego mającego na celu wyliczenie ekonomiczne strat (w złotych) oraz zysków i stopę zwrotu nakładów na wykonanie termomodernizacji. Powinien on uwzględniać faktyczny stan izolacyjności cieplnej budynku, różniący się nieraz znacznie od stanu projektowego. W praktyce, rzetelnie wykonane badania termowizyjne są jedyną podstawą do pełnej i rzeczywistej oceny cieplnej przegród obiektu. Ocena cieplna stanu wyjściowego budynku dzięki zastosowaniu badania termowizyjnego pozwala na właściwe zaprojektowanie jego termomodernizacji oraz oszacowanie efektów proponowanego rozwiązania [6]. Ponadto termowizja jest dobrym sposobem na ocenę wykonanej pracy podczas odbioru prac termomodernizacyjnych budynku.

Na całym świecie problemy w budownictwie przyczyniają się też do procesów sądowych. W dotarciu do prawdy kluczową rolę odgrywają niezbite dowody.

W wielu procesach dotyczących budynków badania termowizyjne są niezbędne do rozstrzygnięcia sporów [2].

## Zalety i ograniczenia termowizji

Wykorzystanie termowizji w diagnostyce pomiarowej ma szereg zalet w stosunku do konwencjonalnych sposobów pomiaru temperatury (np. za pomocą termometrów na podczerwień – pirometrów). Wymieniony wcześniej szeroki obszar możliwości zastosowania termowizji w budownictwie stanowi niewątpliwą atut tej metody.

Jedną z głównych cech charakterystycznych termografii, oprócz tego, że pokazuje to czego oko ludzkie nie widzi, jest bezkontaktowość. Metoda ta jest zatem bezpieczna dla operatora kamery oraz pozwala na wykonywanie pomiarów bez zakłóceń pracy obiektu. Termowizja nie zaburza też badanego rozkładu temperatury. Należy w tym miejscu wspomnieć, że pirometry również pozwalają na bezkontaktowy pomiar temperatury, jednak są one skuteczne w zakresie punktowego odczytu temperatury. Przy badaniu dużych obszarów czy obiektów istnieje ryzyko pominięcia niektórych potencjalnych problemów, np. brakującej izolacji czy występowanie miejsca przeciekania wody albo przenikania powietrza. Z użyciem kamery termowizyjnej nigdy nie przeoczy się nawet najmniejszych nieprawidłowości [2].

***Badania termograficzne są dobrą podstawą do przeprowadzenia audytu energetycznego mającego na celu wyliczenie ekonomicznych strat oraz zysków i stopę zwrotu nakładów na wykonanie termomodernizacji.***

Diagnostyka termowizyjna umożliwia archiwizację danych dotyczących stanu obiektu. Budynek pracuje, zatem jego stan się zmienia i z zastosowaniem kamery termowizyjnej możliwe jest wychwycenie jego stanu przed i po. Ponadto termowizja działa w czasie rzeczywistym i pokazuje stan faktyczny. Wyraźnie identyfikuje wady budynków. Nie bez powodu mówi się, że termowizji nie da się oszukać. Termografia pozwala też rejestrować szybkie zmiany temperatury na powierzchni obiektu. Umożliwia również wykrycie stanu nieprawidłowości jeszcze przed awarią [7, 8].

Diagnostyka termowizyjna ma jednak swoje ograniczenia, które są istotne przy planowaniu badania termograficznego:

- rozdzielczość w podczerwieni kamery termowizyjnej – definiuje liczbę pikseli pomiarowych (więcej pikseli = więcej szczegółów),
- pogoda – ograniczenia pogodowe stanowią wiatr, słońce, chmury, opady, mgła,
- dostępność optyczna – kamera nie widzi przez przeszkody,
- emisyjność obiektu – niska emisyjność utrudnia pomiar [7].

Na część ograniczeń operatorzy kamery mają wpływ (jak np. wybór urządzenia o lepszej rozdzielczości), a część z nich jest od nich niezależna (jak np. warunki pogodowe).

## Przebieg badania termowizyjnego

Badanie termowizyjne składa się zasadniczo z trzech etapów:

- A. Określenie rozkładu temperatury na powierzchni badanego obiektu.
- B. Stwierdzenie czy rozkład ten jest prawidłowy czy nieprawidłowy.
- C. Oszacowanie typu i stopnia występowania ewentualnych niesprawności stanu badanego obiektu.

Standardowa usługa diagnostyczna obejmuje:

- wykonanie pomiaru termowizyjnego,
- wykonanie zdjęcia obiektu (w paśmie widzialnym),
- zarejestrowanie obrazu termalnego,
- obróbka termogramów,
- analiza i interpretacja wyników pomiarów (do ciekawych funkcji stosowanych przy analizie termogramów należą: alarm punktu rosy i alarm izolacji),
- raport wraz z wnioskami i zaleceniami remontowymi [5, 9].

Raport termowizyjny obejmuje dane ogólne takie jak data, godzina wykonania termogramu, model kamery termowizyjnej, ustawioną emisyjność. Umieszcza się również dane na temat warunków pomiarowych. W raporcie najważniejsze są uwagi. Wraz ze zgromadzonymi danymi stanowią one podstawę do podjęcia działań profilaktycznych lub remontowych [9].

Wyniki pomiarów są gromadzone i przechowywane za pomocą specjalnego oprogramowania. Jest to komputerowa baza danych termogramów, która umożliwia ich uporządkowane przechowywanie wraz z dokumentacją zdjęciową i opisem [5, 9].

Raport termowizyjny powinien potwierdzać, że pomiary wykonano z uwzględnieniem obowiązujących norm i przepisów. Podstawą normatywną do przeprowadzania badania termowizyjnego jest norma PN-EN 13187 [10], która opisuje jakościową metodę wykrywania wad cieplnych w obudowach budynku metodą podczerwieni. Metodę tę stosuje się do wstępnej identyfikacji zmian właściwości cieplnych ale niniejszej normy [10] nie stosuje się do ilościowego określania cieplnych właściwości przegród budowlanych. Metody obliczeniowe zastosowania pomiarów termowizyjnych do ilościowej oceny parametrów cieplnych budynków można znaleźć w źródłach w literaturze [6, 11]. Ilościowe obliczenia przy wykorzystaniu kamery termowizyjnej stosowane są w praktyce, należy jednak podchodzić do nich rozważnie.

Zgodnie z procedurą według normy PN-EN 13187 [10] pomiary termowizyjne należy poprzedzić analizą dokumentacji projektowej obiektu (w przypadku jej dostępności). Usługa termowizji powinna zatem być kompleksową ekspertyzą obejmującą:

- analizę dokumentacji technicznej budynku,
- wykonanie badania termowizyjnego,
- zarejestrowanie miejsc z wadami termicznymi,
- opis i analizę termogramów,

- sporządzenie raportu z potwierdzeniem, że badanie przeprowadzono zgodnie z obowiązującą normą PN-EN 13187 [10],
- przedstawienie wniosków.

Choć dostęp do kamer termowizyjnych nie stanowi dziś problemu, to rekomenduje się, aby badanie termowizyjne było wykonane przez osobę z uprawnieniami budowlanymi albo audytora energetycznego z odpowiednimi uprawnieniami, których potwierdzeniem jest wpis w rejestrze prowadzonym przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii [12]. Samodzielne wykonanie pomiarów termowizyjnych stwarza ryzyko wyciągnięcia błędnych wniosków. Poprawne wykonanie badania termowizyjnego budynku i właściwa interpretacja wyników wymaga wiedzy i doświadczenia operatora kamery.

### PODSTAWOWE ZASADY WYKONYWANIA POMIARÓW TERMOWIZYJNYCH

Generalnie pomiary termowizyjne w budownictwie w większości przypadków przeprowadza się jesienią, zimą oraz wczesną wiosną. Pomiary wykonuje się zarówno od zewnątrz jak i od wewnątrz badanego budynku. Ze względu na fakt, że badania przeprowadzane od zewnątrz zależne są od czynników atmosferycznych, większość pomiarów w budownictwie przeprowadza się wewnątrz budynków [13].

Diagnostykę termowizyjną należy przeprowadzać, kiedy:

- występują ustabilizowane warunki pomiaru,
- różnica temperatury powietrza między wnętrzem obiektu a otoczeniem wynosi minimum  $15^{\circ}\text{C}$ ,
- występuje pełne zachmurzenie i brak opadów (dotyczy to pomiarów na zewnątrz budynku),
- występuje brak wiatru lub wiatr jest słaby (dotyczy to pomiarów na zewnątrz budynku),
- badana powierzchnia jest dostępna optycznie (tj. nie znajduje się np. za osłoną),
- badana powierzchnia ma wysoki współczynnik emisyjności o znanej wartości [8].

Nie należy przeprowadzać pomiarów termowizyjnych na zewnątrz budynku w trakcie występowania silnych opadów atmosferycznych ani kiedy elewacja budynku może być wilgotna oraz kiedy występuje bezpośrednie działanie światła słonecznego przed i podczas wykonywania pomiarów [3].



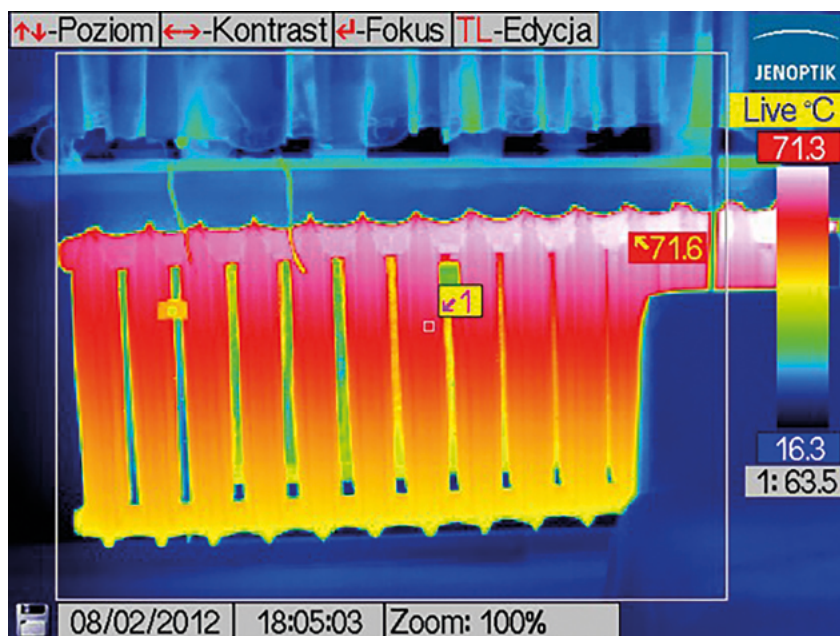
## Diagnostyka termowizyjna w budownictwie – przykłady

Poniżej zostały omówione wybrane przykłady zastosowania badań termowizyjnych w budownictwie.

### WYKRYWANIE WAD W INSTALACJACH CENTRALNEGO OGRZEWANIA

Badanie termowizyjne można przeprowadzić celem sprawdzenia, czy w instalacjach centralnego ogrzewania nie występują wady, jak np. zapowietrzenie grzejników. To problem, który może się pojawić w każdej instalacji centralnego ogrzewania i skutkować nieefektywnym oddawaniem ciepła oraz korozją instalacji.

Termogram (**Rysunek 07-2**) przedstawia rozkład temperatury na powierzchni grzejnika centralnego ogrzewania w trakcie sezonu grzewczego. Widać wyraźnie, że grzejnik jest cieplejszy w górnej jego części co związane jest z zasilaniem grzejnika w tej strefie. Jest to prawidłowy rozkład temperatury, który nie sygnalizuje zapowietrzenia grzejnika. W przeciwnym wypadku na termogramie na powierzchni grzejnika widoczny byłby nierównomierny rozkład temperatury z uwidocznionymi strefami wyraźnie cieplejszymi i znacząco chłodniejszymi.



**Rysunek 07-2** Termogram powierzchni grzejnika centralnego ogrzewania. Źródło: materiały własne.

### Wizualizacja strat energii

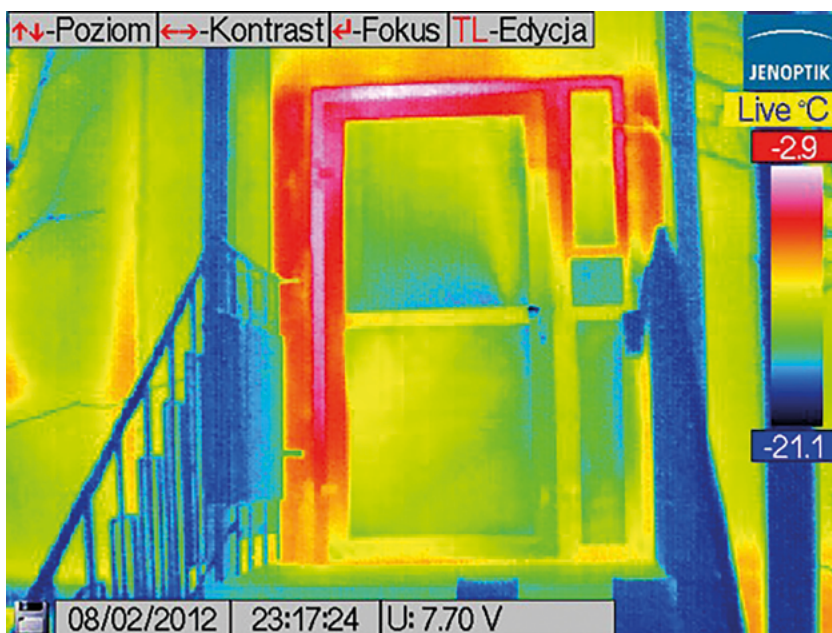
Stolarka zewnętrzna budynku przyczynia się do znaczących strat energii. Obiektywnym kamery termowizyjnej można zwizualizować straty energii przez elementy takie jak drzwi, okna oraz bramy.



Drzwi zewnętrzne stanowią miejsce strat ciepła w budynku. Stolarka drzwiowa charakteryzuje się zwykle niższą izolacyjnością niż ściana pełna. Szczególnie istotny jest stan uszczeliek, właściwości cieplne metalowej ramy, na której są osadzone drzwi oraz poprawność zamontowania w przegrodzie [13].

Termogram (**Rysunek 07-3**) przedstawia występowanie nieszczelności wokół drzwi wejściowych do klatki schodowej budynku mieszkalnego wielorodzinnego związane z zastosowaniem niewłaściwego uszczelnienia. Badanie termowizyjne zostało wykonane zimą od strony zewnętrznej budynku. Miejsce występowania strat ciepła po stronie „zimnej” (na zewnątrz) jest ciepłe. Oznacza to, że obszar ucieczki ciepła z budynku uwidocznił się polem temperatury w kolorze przypisanym do najwyższej wartości – w tym wypadku czerwonym i białym. W badanym przypadku zjawisko strat ciepła występuje głównie w górnej i bocznej części drzwi wejściowych.

Okna również mają znaczący wpływ na straty ciepła w budynku. Podobnie jak drzwi, stolarka okienna charakteryzuje się zwykle niższą izolacyjnością niż ściana pełna. Stanowić może ona jednak znaczną powierzchnię przegród zewnętrznych budynku. Straty ciepła przez okna mogą zatem w dużym stopniu przekraczać wielkość strat w stosunku do ścian czy dachu o niewystarczającej izolacyjności. Ważna jest konstrukcja okien a przede wszystkim jakość ich montażu [13]. Istotna jest zarówno izolacyjność samej szyby jak i ramy. Słabe parametry cieplne tych elementów w budynku powodują nieprzyjemne dla użytkowników uczucie przeciągu, powodując tym samym obniżenie komfortu.

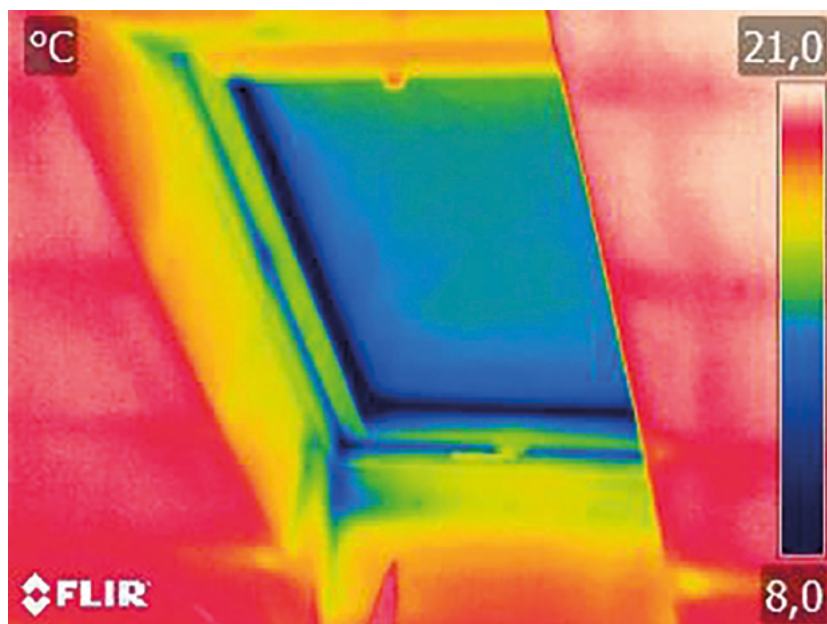


**Rysunek 07-3** Termogram drzwi do klatki schodowej budynku mieszkalnego wielorodzinnego.  
Źródło: materiały własne.

Termogram (**Rysunek 07-4**) przedstawia okno dachowe poddasza użytkowego budynku, który został wybudowany w 2008 roku. Pomiar został wykonany od środka domu w okresie zimowym. Miejsce występowania strat ciepła po stronie „cieplej” (wewnątrz budynku) jest zimne, zatem uwidocznione jest pole temperatury o kolorze odpowiadającym najniższej wartości skali (w tym wypadku granatowym i niebieskim).

Na termogramie (**Rysunek 07-4**) widać wyraźnie różnicę między rozkładem temperatury na powierzchni dachu i okna. Powierzchnia przegród ma zbliżoną temperaturę do temperatury powietrza w pomieszczeniu (tj.  $21^{\circ}\text{C}$ ), z kolei powierzchnia okna ma temperaturę bliską wartości równej  $8^{\circ}\text{C}$ . Świadczy to o słabej jakości izolacyjności cieplnej okna, co przekłada się na zwiększenie strat ciepła w budynku, dyskomfort cieplny jego użytkowników i wzrost kosztów ogrzewania oraz ryzyko wykoplenia wilgoci w obszarze wychłodzonej wokół wnęki okiennej przegrody.

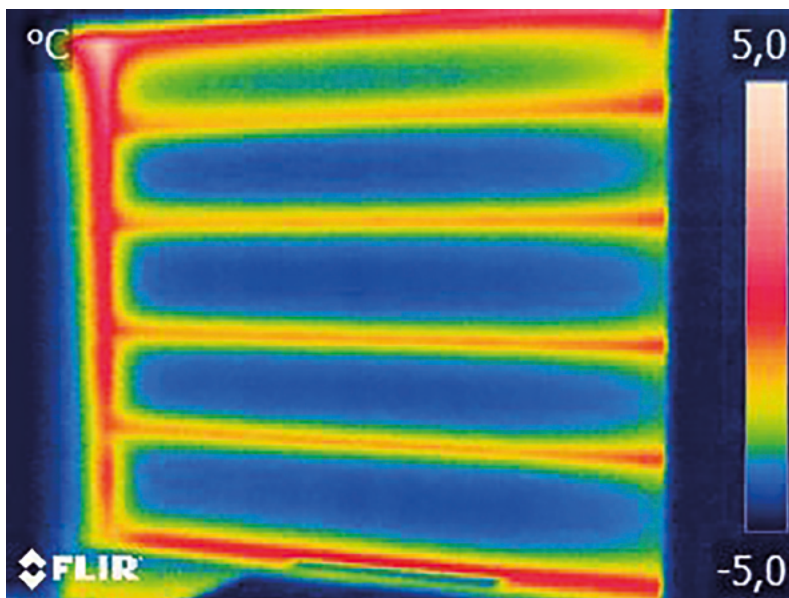
Słabą izolacyjność cieplną okien można zaobserwować również na wcześniej przedstawionym termogramie na **Rysunku 07-1** – od strony zewnętrznej budynku o konstrukcji zbliżonej do budynku wielorodzinnego z liczną stolarką okienną.



**Rysunek 07-4** Termogram przedstawiający okno dachowe o słabej izolacyjności cieplnej.  
Źródło: materiały własne.

Oprócz drzwi i okien elementem odpowiedzialnym za straty ciepła przez wewnętrzną strukturę budynku jest brama garażowa, powszechnie stosowana zarówno w budownictwie jedno- i wielorodzinnym.

Termogram (**Rysunek 07-5**) wykonano w okresie zimy od zewnętrznej strony garażu przynależącego do budynku mieszkalnego. Widoczna na termogramie różnica temperatury pomiędzy najcieplejszymi a najzimniejszymi obszarami segmentów bramy może wynosić nawet kilka stopni Celsjusza wpływając na sumaryczną wielkość strat przez obudowę budynku.



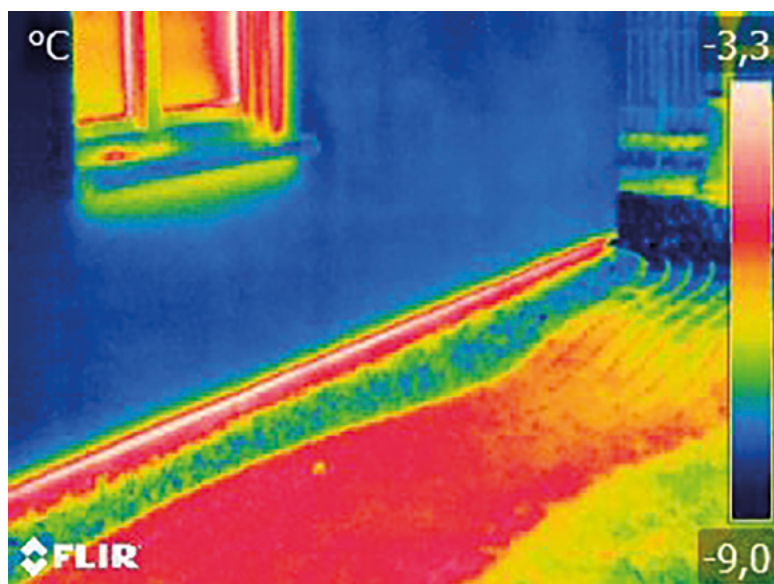
**Rysunek 07-5** Termogram bramy garażowej. Źródło: materiały własne.

## Wskazanie miejsc występowania przenikania ciepła, w tym identyfikacja mostków termicznych

Badanie termowizyjne pozwala wykryć, gdzie w budynku występują miejsca przenikania ciepła, w tym mostki termiczne.

Przenikanie ciepła przez niedostatecznie ocieplone lub nieocieplone ściany fundamentowe powoduje znaczące straty ciepła w budynku. Skutkuje to zwiększeniem kosztów ogrzewania i pogorszeniem komfortu cieplnego mieszkańców budynku ze względu na pojawienie się wewnątrz pomieszczeń zimnej posadzki [13].

Termogram (**Rysunek 07-6**) przedstawia ścianę budynku mieszkalnego posadowioną na ławie fundamentowej. Pomiar termowizyjny wykonano zimą. Widać wyraźnie różnicę między temperaturą na powierzchni ściany i fundamentu, przez który na całej jego długości następuje znaczne przenikanie ciepła.



**Rysunek 07-6** Termogram obrazujący przenikanie ciepła przez fundamenty budynku.

Źródło: materiały własne.

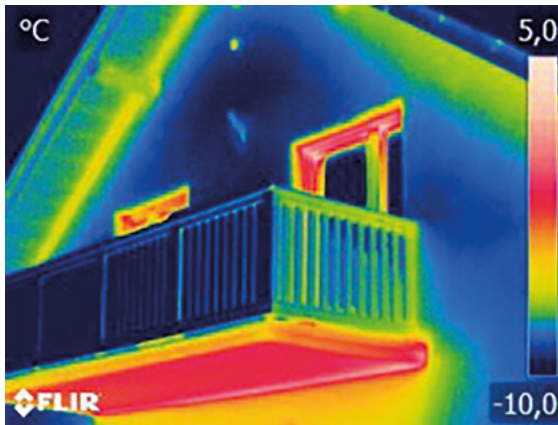
Przenikanie ciepła obejmuje również miejsca występowania mostków cieplnych. Mostki termiczne są zatem źródłem strat ciepła w budynkach. Występują w miejscach elementów konstrukcyjnych budynku jak nadproża, stropy czy płyty balkonowe lub w miejscu występowania elementów geometrycznych, np. naroży. Powstają one najczęściej w wyniku wadliwego wykonawstwa prac budowlanych [13].

Jednym z klasycznych przykładów mostków termicznych jest płyta balkonowa, którą przedstawiono na termogramie (**Rysunek 07-7**) na przykładzie budynku jednorodzinny. Badanie termowizyjne wykonano zimą. Najbardziej problematycznym miejscem jest połączenie płyty balkonowej ze ścianą budynku. W tym obszarze na termogramie widać największą różnicę w rozkładzie temperatury. Wada ta generuje znaczne straty ciepła i oddziałuje na pomieszczenia po drugiej stronie przegrody. Analogiczne zjawisko można zaobserwować w budownictwie wielorodzinnym. W tym wypadku jednak skala zjawiska będzie większa.

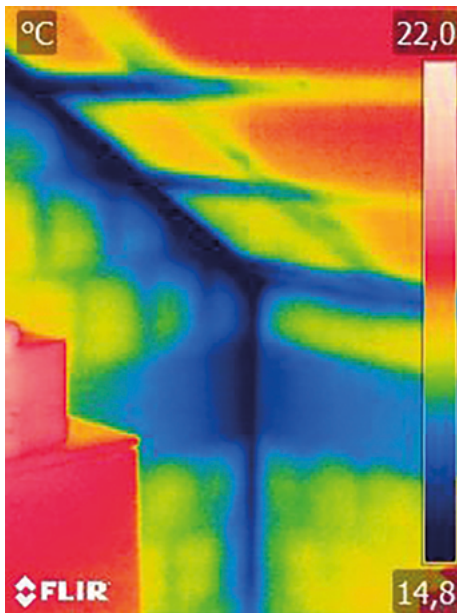
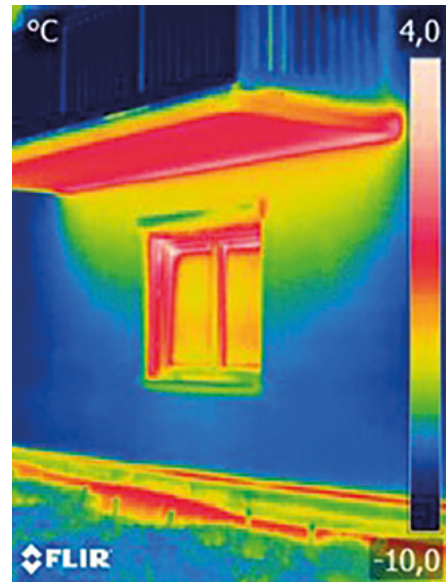
Innym przykładem występowania w budynkach mostków termicznych jest połączenie dachu ze ścianą kolankową czy szczytową. Przykład przedstawiono na termogramie (**Rysunek 07-8**), który obrazuje zdecydowanie niższą temperaturę w miejscach łączenia przegród, co powoduje zwiększenie strat ciepła. Badanie wykonano od strony wewnętrznej pomieszczenia zimą.

W budownictwie wielorodzinnym mostki termiczne występują również w miejscach, gdzie pionowe przegrody oddzielają sąsiadujące balkony, bądź balkony od klatek schodowych, co zobrazowane zostało na termogramie (**Rysunek 07-9**) wykonanym dla budynku mieszkalnego w zimie. Wzdłuż długości tych ścian widać cieplejsze obszary, w miejscu których następuje ucieczka ciepła z pomieszczeń.

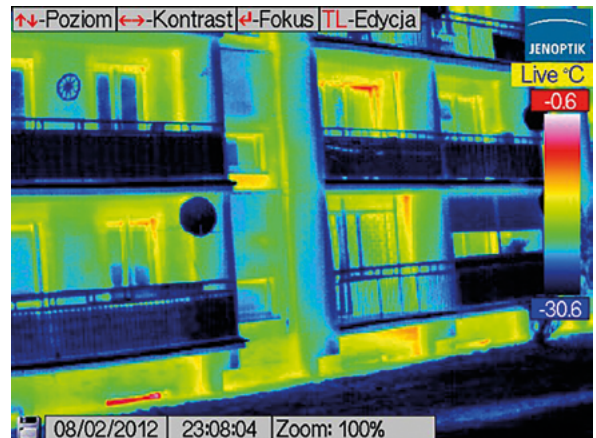




**Rysunek 07-7** Termogram przedstawiający płytę balkonową na przykładzie budynku jednorodzinnego – jeden z klasycznych przykładów występowania mostków termicznych w budynkach. Źródło: materiały własne.



**Rysunek 07-8** Termogram z widocznym połączeniem dachu ze ścianami budynku – przykład występowania mostków termicznych w budynkach. Źródło: materiały własne.

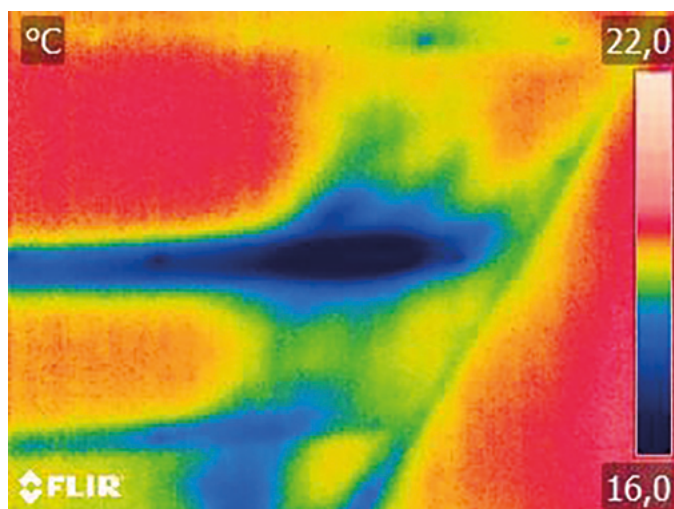


**Rysunek 07-9** Termogram elewacji zewnętrznej budynku mieszkalnego wielorodzinnego – przykład występowania mostków termicznych w budynkach. Źródło: materiały własne.

## WYKRYWANIE USZKODZONEJ LUB BRAKUJĄCEJ IZOLACJI

W wyniku wadliwie przeprowadzonych prac budowlanych może okazać się, że w budynku brakuje izolacji lub jest ona uszkodzona. Wykrycie takich nieprawidłowości w istniejącym obiekcie możliwe jest dzięki przeprowadzeniu diagnostyki termowizyjnej budynku.

Termogram (**Rysunek 07-10**) przedstawia część skośnego dachu budynku mieszkalnego z brakującym fragmentem izolacji cieplnej w postaci wełny mineralnej w matach. Badanie wykonano od strony wewnętrznej pomieszczenia zimą. Termogram wyraźnie wskazuje wadliwe miejsce znajdujące się w obszarze o znacząco niższej temperaturze. Tego typu wady mogą wystąpić, jeśli do wykonania izolacji dachu wykorzystano ruszt, który nie został poprawnie zaizolowany i w efekcie powstał mostek termiczny.



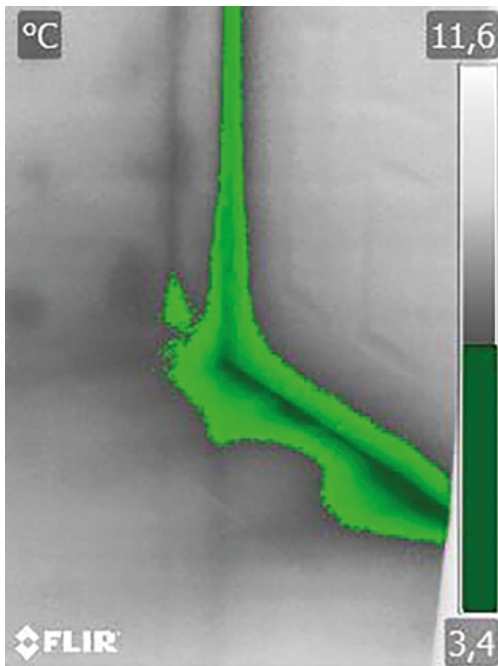
**Rysunek 07-10** Termogram przedstawiający brakujący fragment izolacji w dachu budynku. Źródło: materiały własne.

## ZIDENTYFIKOWANIE ZAWILGOCENIA IZOLACJI W DACHACH, W ŚCIANACH ORAZ W STRUKTURACH ZEWNĘTRZNYCH

W parze z pogorszeniem izolacyjności cieplnej przegród budynku idzie ryzyko występowania wykroplenia wilgoci. Skraplanie pary wodnej zawartej w powietrzu na powierzchni przegród o obniżonej temperaturze skutkuje nie tylko nieestetycznym wyglądem, ale także ryzykiem rozwoju grzybów i pleśni. Wykrywanie zawilgocenia w budynku: w dachu, ścianach oraz jego strukturze zewnętrznej, możliwe jest z użyciem kamery termowizyjnej.

Termogram (**Rysunek 07-11**) przedstawia jako przykład występowanie obszarów zagrożonych wykropleniem wilgoci wokół nieszczelnych drzwi wewnętrznych między pomieszczeniem a wiatrołapem budynku mieszkalnego. Występowanie nieprawidłowości zwizualizowano z użyciem alarmu punktu rosy.

W tym wypadku otrzymany termogram różni się od wcześniejszych przykładów przedstawionych na rysunkach 1-10. Alarm punktu rosy jest funkcją kamery termowizyjnej umożliwiającą obliczenie temperatury punktu rosy i zwizualizowanie w postaci obrazu termicznego tylko obiektów o temperaturze równej lub niższej od punktu rosy. Dzięki tej funkcji można dokładnie wyodrębnić obszary występowania zawilgocenia za pomocą jednolitego koloru (w tym wypadku zielonego) - w obszarze narożnika i wzdłuż wnęki drzwiowej. Pozostałe obiekty, o temperaturze wyższej niż temperatura punktu rosy, są wyświetlane w postaci obrazu w paśmie światła widzialnego (w tym wypadku w odcieniach szarości).

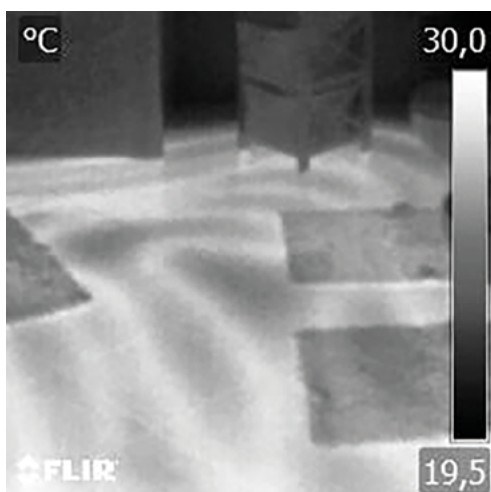


**Rysunek 07-11** Wykrywanie miejsc zawilgocenia w budynku – termogram z użyciem alarmu punktu rosy. Źródło: materiały własne.

## PRZEGLĄD SYSTEMÓW OGRZEWANIA, WENTYLACJI I KLIMATYZACJI

Dzięki wykorzystaniu kamery termowizyjnej można dokonać przeglądu systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji.

Przykładowo można ustalić, gdzie znajduje się podłogowa instalacja centralnego ogrzewania, co może pomóc w wykryciu ewentualnych nieprawidłowości jej działania (nieszczelności, nierównomierny rozkład temperatury). Na termogramach przedstawionych w czarno-białym kolorze (**Rysunek 07-12**) widać przewody ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach budynku mieszkalnego działające w sposób prawidłowy.

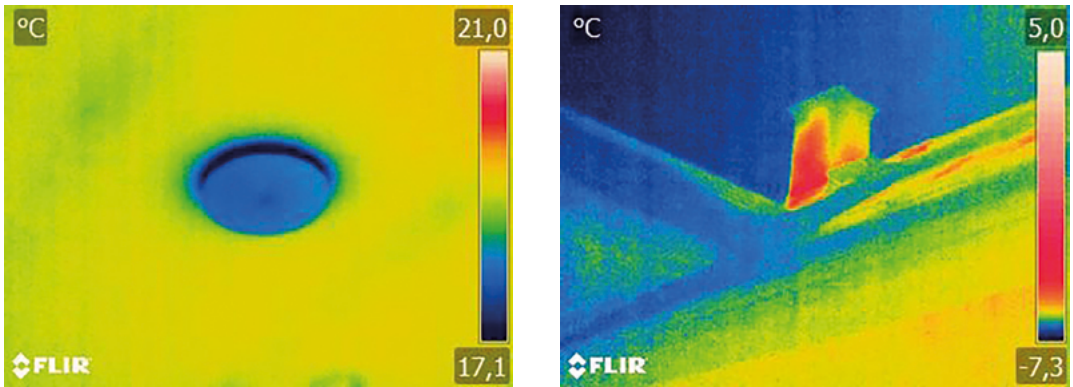


**Rysunek 07-12** Przegląd systemu ogrzewania podłogowego w budynku – termogramy. Źródło: materiały własne.

Badanie termowizyjne pozwala również ustalić czy działają w budynku systemy wentylacyjne bądź klimatyzacyjne poprzez identyfikację temperatury powierzchni elementów nawiewnych, wywiewnych czy kominów.

Przykładowe termogramy przedstawiono na **Rysunku 07-13**. Dzięki uwidocznieniu na obrazie termowizyjnym różnicy temperatury w obszarach występowania wspomnianych wcześniej części instalacji można stwierdzić, czy spełniają one swoją funkcję poprzez obserwację chłodniejszego obszaru anemostatu w wyniku nawiewania zimnego powietrza albo cieplejszego obszaru komina w wyniku usuwania ciepłego powietrza z budynku.

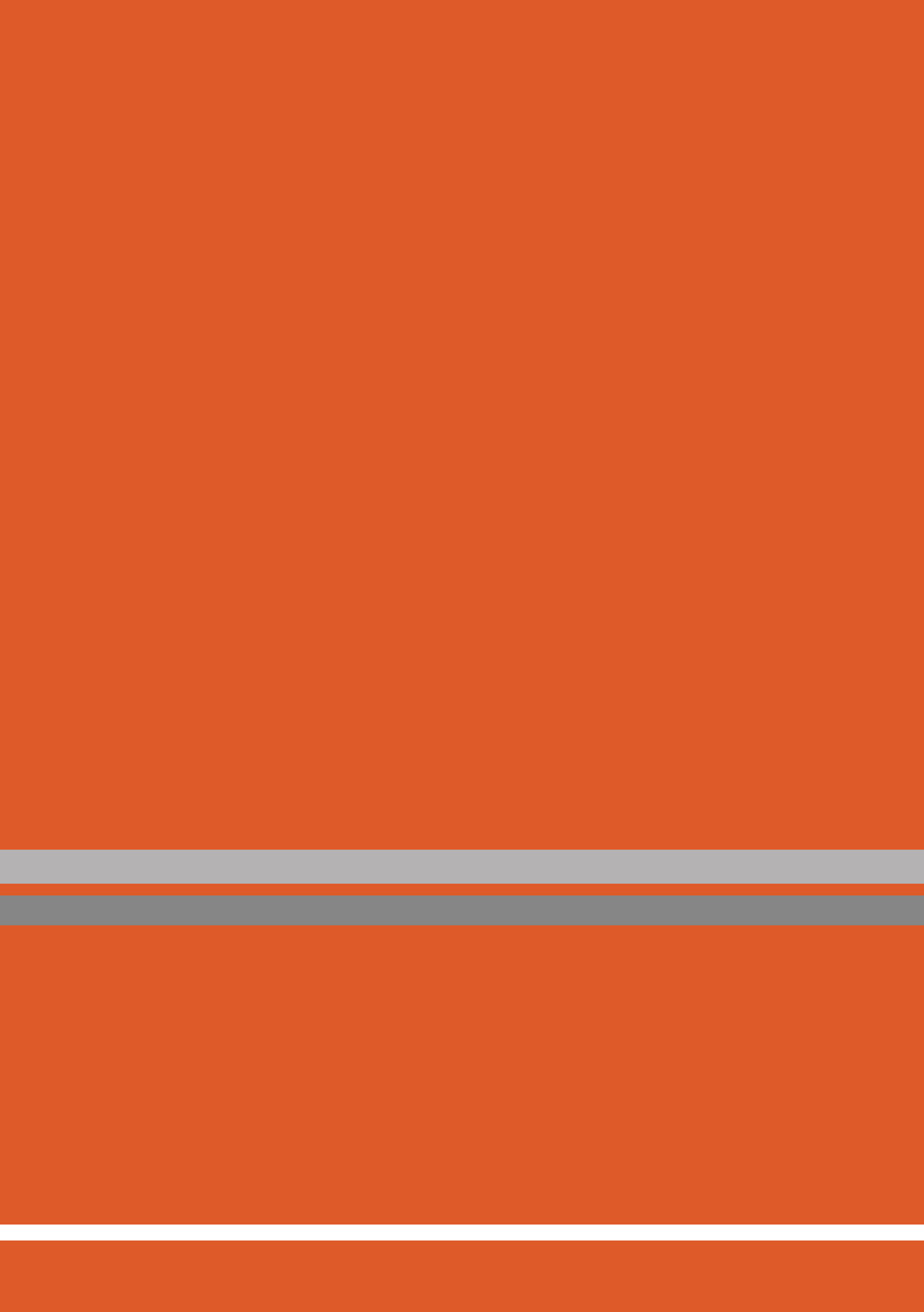




**Rysunek 07-13** Przegląd systemów wentylacji w budynku – w zakresie elementów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych (termogram po lewej) oraz kominów (termogram po prawej).  
Źródło: materiały własne.

### Źródła

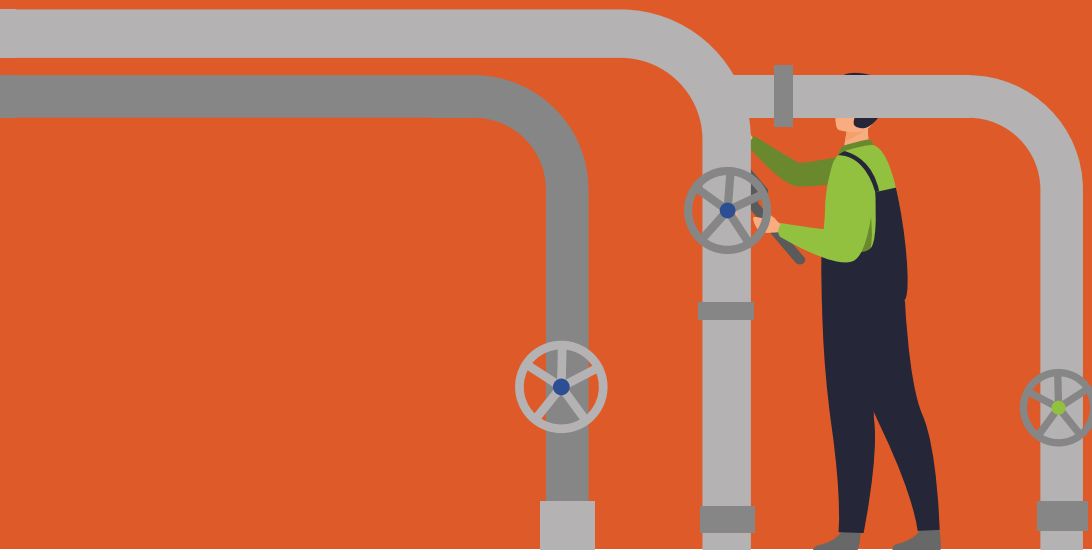
1. Praca zbiorowa pod red. Madury H.: Pomiary termowizyjne w praktyce. Agencja Wydawnicza PAK-u, Warszawa 2004.
2. Kamery termowizyjne w diagnostyce budowlanej – materiały FLIR, 2012.
3. Kieszonkowy przewodnik. Termografia. Teoria – Zastosowania praktyczne – Porady i sztuczki – materiały firmy TESTO.
4. Instrukcja obsługi kamer FLIR b40/b50/b60, 2008.
5. <http://www.powerauditing.com/pomiary-termowizyjne/> dostęp: 10.2023.
6. Pod red. Wróbel A.: Ilościowe określanie cieplnych właściwości przegród budowlanych z wykorzystaniem techniki termograficznej. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2011.
7. Wprowadzenie do podczerwieni – materiały szkoleniowe FLIR, seminarium termowizyjne, Kraków 2014.
8. Termowizja w budownictwie – materiały szkoleniowe FLIR, seminarium termowizyjne, Kraków 2014.
9. Miczka G.: Diagnostyka termograficzna. Przegląd zastosowań. Wydanie 1/03, Gabriel Miczka Przedsiębiorstwo.
10. PN-EN 13187:2001 Właściwości cieplne budynków – Jakościowa detekcja wad cieplnych w obudowie budynku – Metoda podczerwieni.
11. Więcek B., De Mey G.: Termowizja w podczerwieni, podstawy i zastosowania. Wydawnictwo PAK, Warszawa 2011.
12. Centralny rejestr charakterystyki energetycznej budynków: <https://rejestrcheb.mrit.gov.pl/>
13. Wiśniewski H.: Zastosowanie termowizji w budownictwie. Fibis-Term, 2011.



08

# **MODERNIZACJA INSTALACJI C.O. I C.W.U. – ZASTOSOWANIE AUTOMATYKI I REGULACJI**

**Sebastian Brzoza**  
Danfoss



**Zastosowanie automatyki i regulacji modernizacji instalacji c.o. i c.w.u. (automatyczne równoważenie hydrauliczne i termiczne, znaczenie regulacji cieplnej i hydraulicznej instalacji, automatyczne równoważenie hydrauliczne zmodernizowanej instalacji c.o., regulacja instalacji cyrkularnej c.w.u., korzyści jakie przynosi regulacja w modernizacji instalacji).**

Termomodernizacja budynków powinna być przeprowadzona kompleksowo, gdyż uzyskanie oszczędności energii możliwe jest tylko wtedy, gdy wraz z działaniami powodującymi ograniczenie strat ciepła ze struktury budynku, będą przeprowadzone działania zapewniające właściwe warunki komfortu cieplnego w pomieszczeniach. Poprawa izolacyjności budynków bez równoczesnej modernizacji systemów grzewczych może spowodować brak widocznych oszczędności energii (zmniejszenia się zapotrzebowania na ciepło), a w skrajnych przypadkach nawet zwiększenie potrzeb cieplnych obiektów. Stan taki może wynikać z braku możliwości odpowiedniej regulacji dostawy ciepła do pomieszczeń i w efekcie ze wzrostu strat ciepła związanych z otwieraniem okien przez użytkowników w celu uniknięcia przegrzewania pomieszczeń.

Z tego względu racjonalizacja zużycia energii w budynkach poddawanych termorenowacji musi uwzględniać modernizację instalacji ogrzewania – dostosowaniu jej do stanu zgodnego z aktualnymi wymaganiami technicznymi przy uwzględnieniu zmniejszonych potrzeb cieplnych budynków. Szczególnie należy zwrócić uwagę na właściwe sposoby regulacji ciepła dostarczanego do obiektu i pomieszczeń ogrzewanych, w zależności od parametrów zewnętrznych oraz warunków pracy instalacji.

## **Automatyka bezpośredniego działania w instalacjach centralnego ogrzewania w budynkach mieszkaniowych – jakie rozwiązanie wybrać w zależności od typu i wieku instalacji**

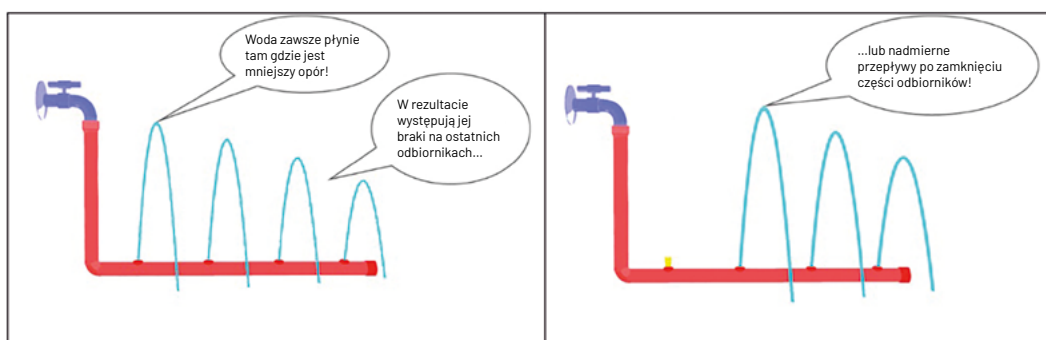
Poprawnie działająca instalacja centralnego ogrzewania to nie tylko gwarancja komfortu i niskich rachunków za jej użytkowanie dla właścicieli czy najemców ogrzewanych pomieszczeń, ale także zapewnienie dbałości o klimat i środowisko naturalne. W ujęciu globalnym blisko 30% całkowitego zużycia energii w Unii Europejskiej jest dedykowane dla ogrzewania lub chłodzenia budynków, a tym samym ogrzewanie i chłodzenie ma wysoki udział w globalnej emisji CO<sub>2</sub>. W ujęciu indywidualnym około 70% kosztów energii zużywanej w budynkach to koszty ogrzewania i chłodzenia. W tym kontekście szczególnej wagi nabierają kolejne dane mówiące o tym, że aż 75% budynków wielorodzinnych w Europie jest wyposażone w instalacje grzewcze, które działają niepoprawnie z powodu braku zrównoważenia hydraulicznego oraz możliwości regulacji temperatury w pomieszczeniach. Mieszkańcy tych budynków skarżą się na: brak komfortu cieplnego przejawiającego się w przegrzaniu lub niedogrzaniu pomieszczeń, problemy z hałasem, który jest generowany przez instalację centralnego ogrzewania oraz na wysokie opłaty za ogrzewanie.

Patrząc od strony technicznej rozwiązanie tych wyzwań nie jest skomplikowane, a żeby tego dokonać należy zastosować się to **trzech prostych zasad**:

1. Zapewnić właściwy rozptyw medium grzewczego.
2. Zagwarantować poprawną pracę zaworów regulacyjnych.
3. Umożliwić regulację temperatury w pomieszczeniach.

### Zasada 1, czyli właściwy rozptyw medium grzewczego

Medium grzewcze w instalacji płynie zawsze tam, gdzie występują najmniejsze opory, a to powoduje, że w odbiornikach na końcówkach instalacji przepływy są mniejsze niż zakładane w projekcie a w skrajnych warunkach mogą nawet całkowicie zaniknąć. Opisaną sytuację ilustruje **Rysunek 08-1**.



**Rysunek 08-1** Poglądowy obraz przepływu medium. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

Kolejnym zjawiskiem są nadmierne przepływy, gdy część odbiorników jest zamknięta, a także czynniki, które stosunkowo trudno zdefiniować czy przewidzieć na etapie projektowania instalacji, takie jak: różnice w nasłonecznieniu stron budynku i tym samym różne zyski temperatury, oddziaływanie wiatru, różne potrzeby mieszkańców w zakresie komfortu cieplnego, konieczność rozbudowy czy zmiany instalacji.

Nie bez znaczenia, także na wpływ na jakość pracy instalacji centralnego ogrzewania, jest reakcja głowic termostatycznych (o ile zostały zamontowane) lub reakcja użytkownika na spadek temperatury w danym pomieszczeniu (głowica lub użytkownik otwiera zawór grzejnikowy), co prowadzi do wzrostu ciśnienia i nadprzepływów w pozostałych częściach instalacji grzewczej. Skutkiem tego będzie ogólny dyskomfort spowodowany hałasem i nieprzyjemne odgłosami z instalacji, które są powodowane dużymi spadkami ciśnienia na zaworach regulacyjnych, dyskomfort z powodu odczuwania za niskiej lub za wysokiej temperatury spowodowany złą dystrybucją ciepła, przegrzew pionów położonych blisko źródła ciepła oraz większe zużycie ciepła, niż to jest potrzebne.

## Zasada 2, czyli poprawna praca zaworów regulacyjnych

W instalacji centralnego ogrzewania czynniki wewnętrzne i zewnętrzne mające wpływ na jej pracę zmieniają się nieustannie. Aby przerwać to błędne koło (bo odczuwanie dyskomfortu prowadzi do dalszych zmian nastaw temperatury) i utrzymać żądany przepływ na każdym odbiorniku potrzebna jest niezależna kontrola ciśnienia która zapewni sprawne funkcjonowanie systemu grzewczego oraz wpłynie na eliminację skarg użytkowników na działanie instalacji centralnego ogrzewania. Należy zapewnić równowagę w systemie grzewczym, czyli na wszystkich odbiornikach niezależnie od warunków pracy (także przy częściowym obciążeniu systemu, a nie tylko przy obciążeniu projektowym) zagwarantować prawidłowy przepływ i ciśnienie różnicowe. Właściwe zrównoważenie hydrauliczne jest bezsprzecznie podstawą prawidłowego i oszczędnego działania instalacji a także zapewnienia właściwego komfortu cieplnego.

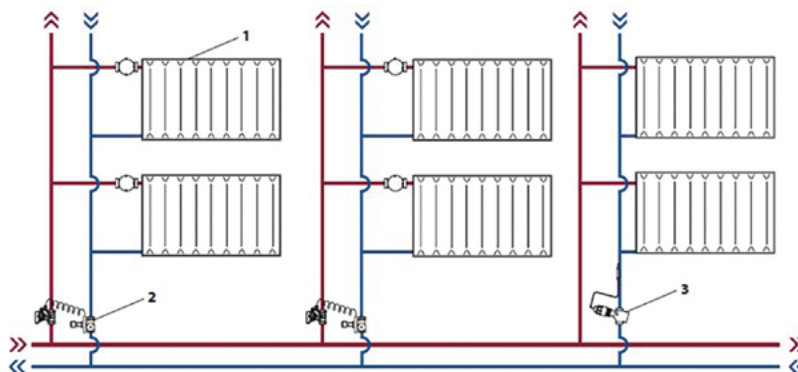
## Zasada 3, czyli regulacja temperatury w pomieszczeniach

Montaż na odbiornikach ciepła zaworów termostatycznych z głowicami termostatycznymi umożliwia indywidualną regulację temperatury w pomieszczeniach, a to z kolei pozwala zaoszczędzić co najmniej 20% energii.

Wymienione wyżej trzy zasady powinny być stosowane łącznie przy projektowaniu nowych instalacji oraz ich modernizacji. Powstaje pytanie, **jak te założenia zrealizować technicznie? Scenariuszy rozwiązań jest kilka, a wszystkie przedstawione poniżej zagwarantują, że założenia zostaną spełnione i efekt będzie zgodny z oczekiwaniami.**

**Scenariusz 1 – częściowa modernizacja instalacji, w której wcześniej zostały już zainstalowane lub wymienione zawory termostatyczne wraz z głowicami termostatycznymi, ale brak jest równoważenia automatycznego (Rysunek 08-2).**

Zadanie polega na zapewnieniu właściwego rozptywu medium grzewczego i zagwarantowaniu poprawnej pracy zaworów regulacyjnych oraz umożliwieniu właściwej regulacji temperatury w pomieszczeniach. Dodajemy zestaw regulatora ciśnienia montowany na pionie oraz zawór regulacyjny montowany na grzejniku. Stosujemy tu automatyczne równoważenie na pionach zaworami ASV i równoważenie systemu dzięki zaworom termostatycznym RA-N z nastawą wstępną (**Rysunek 08-3**).



#### Komponenty zastosowania w aplikacji:

##### Regulacja przepływu

1. **Grzejnik wyposażony w zawór termostatyczny** – odpowiada za zapewnienie odpowiedniej ilości ciepła w pomieszczeniu, dzięki zastosowaniu głowicy termostatycznej umożliwia regulację temperatury.

##### Równoważenie

2. **ASV-PV + ASV-BD** – automatyczne zawory równoważące ASV zapewniają optymalne ciśnienie różnicowe dla zaworów regulacyjnych, a także prawidłowy przepływ w poszczególnych obiegach.
3. **AB-QT** – automatyczny zawór równoważący z ogranicznikiem przepływu AB-QM, wyposażony w element bezpośredniego działania QT umożliwiające ograniczenie temperatury wody powracającej z nieregulowanego pionu.

#### Uwagi:

Regulacja temperatury w pomieszczeniu za pomocą głowicy termostatycznej RA 2000/RAW lub programowalnej elektronicznej głowicy Danfoss Eco™.

**Rysunek 08-2** Schemat systemu wodnego ogrzewania grzejnikowego. Rozkład pionowy instalacji. Regulacja przepływu i temperatury w pomieszczeniu za pomocą zaworów termostatycznych. Prawidłowy przepływ zapewniony dzięki zastosowaniu automatycznych zaworów równoważących u podstawy pionu. W pionach wyposażonych w grzejniki bez zaworów termostatycznych przepływ regulowany jest przez zastosowanie ogranicznika temperatury powrotu. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

- |  |  |
|--|--|
| <p><b>1.</b><br/><b>Zapewnić</b><br/>właściwy rozpył<br/>medium grzewczego</p> | <p><b>2.</b><br/><b>Zagwarantować</b><br/>poprawną pracę<br/>zaworów<br/>regulacyjnych</p> |
|--|--|

#### Równoważenie automatyczne modernizacja

##### Termostaty już zmodernizowane Tylko równoważenie instalacji

##### Zestaw regulatora różnicy montowany na pionie + zawór regulacyjny montowany przy grzejniku:

- Automatyczne równoważenie na pionach zaworami ASV
- Równoważenie systemu dzięki zaworom termostatycznym RA-N z nastawą wstępną



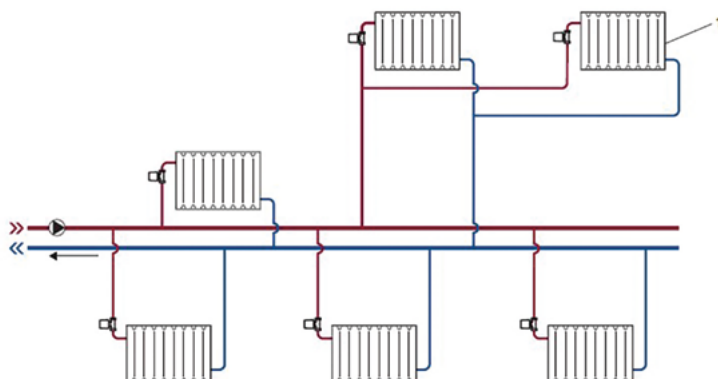
##### Modernizacja termostatów wraz z równoważeniem instalacji

##### Montowany przy grzejniku dynamiczny zawór regulacyjny:

- Automatyczne równoważenie hydrauliczne przy każdym grzejniku dynamicznym zaworem termostatycznym RA-DV

**Rysunek 08-3** Równoważenie automatyczne – modernizacja. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

**Scenariusz 2 - całkowita modernizacja instalacji, gdzie należy wymienić lub dodać zawory termostatyczne z głowicami termostatycznymi oraz zapewnić równowagę automatyczną (Rysunek 08-4).**



**Komponenty zastosowania w aplikacji:**

**Sterowanie**

1. **RA 2000/RAW**, regulacja temperatury w pomieszczeniu poprzez głowicę termostatyczną lub za pomocą elementu bezpośredniego działania.

**Regulacja przepływu  
Równoważenie**

2. **Grzejnik wyposażony w zawór dynamiczny RA-DV\***, grzejnikowy zawór termostatyczny nastawą wstępną, niezależny od zmian ciśnienia, odpowiada za zapewnienie właściwej ilości ciepła w pomieszczeniu, dzięki zastosowaniu głowicy termostatycznej umożliwia regulację temperatury.

**Uwagi:**

- W przypadku grzejników dolnozasilanych zastosowanie mają dynamiczne zawory przyłączeniowe **RLV-KDV**.
- Możliwość zastosowania systemu sterowania Danfoss Ally™.
- Nie ma konieczności stosowania automatycznych zaworów równoważących ASV.

**Rysunek 08-4** Schemat systemu wodnego ogrzewania grzejnikowego. Rozkład poziomy/mieszany instalacji. Instalacja o nieznanym przebiegu. Regulacja przepływu i temperatury w pomieszczeniu za pomocą dynamicznych zaworów termostatycznych. Nie ma konieczności stosowania zaworów równoważących, zapewniony jest prawidłowy przepływ medium przez wszystkie grzejniki. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

Na grzejnikach wymieniamy lub montujemy dynamiczne zawory regulacyjne. Stosujemy automatyczne równoważenie hydrauliczne przy każdym grzejniku za pomocą dynamicznych zaworów termostatycznych RA-DV (**Rysunek 08-4** – powyżej oraz **Rysunek 08-5** – poniżej). Dynamiczne zawory RA-DV są idealnym rozwiązaniem dla instalacji o nieznanym przebiegu.



**Rysunek 08-5** Dynamiczny zawór termostatyczny RA-DV. Źródło: opracowanie własne Danfoss.



### Scenariusz 3 – modernizacja pionów klatkowych i łazienkowych (**Rysunek 08-2**).

Na tych pionach stosuje się niezależne od zmian ciśnienia zawory równoważące z termostatem bezpośredniego działania typu AB-QT (**Rysunek 08-6**) zapewniają one ograniczenie przegrzewów klatek schodowych oraz pionów świecowych w łazienkach (lub innych pomieszczeniach, gdzie piony tego typu są częścią instalacji centralnego ogrzewania) a także zapewniają schłodzenie wody w instalacji na optymalnym poziomie co zwiększa sprawność instalacji grzewczej. Ponadto likwiduje się uciążliwy dla użytkowników hałas pochodzący z instalacji centralnego ogrzewania.



#### Równoważenie automatyczne modernizacja

##### Piony klatkowe i łazienkowe

**Niezależny od zmian ciśnienia zawór równoważący z termostatem bezpośredniego działania montowany za pionie typu AB-QT:**

- Ograniczenia przegrzewów klatek schodowych
- Ograniczenia przegrzewów pionów świecowych w łazienkach i toaletach
- Utrzymania schłodzenia wody w instalacji c.o. na najwyższym poziomie co skutkuje zwiększeniem sprawności instalacji grzewczej
- Likwidacja uciążliwych dla użytkowników szumów i gwizdów instalacji centralnego ogrzewania

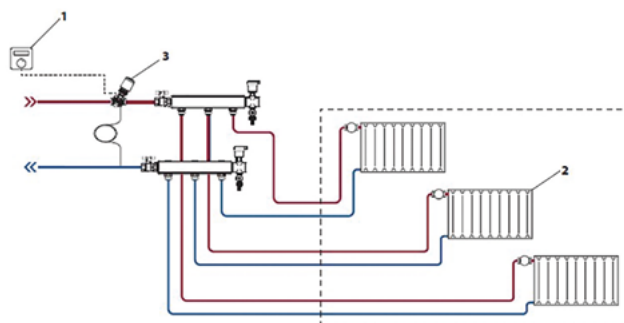
**Rysunek 08-6** Równoważenie automatyczne – modernizacja – piony klatkowe i łazienkowe.  
Źródło: opracowanie własne Danfoss.

### Scenariusz 4 – nowo projektowana instalacja z rozdziałem poziomym (**Rysunek 08-7**).

- zadaniem jest zapewnienie właściwego rozptywu medium w instalacji i zagwarantowanie poprawnej pracy zaworów regulacyjnych oraz umożliwienie regulacji temperatury w pomieszczeniach;
- montaż wielofunkcyjnych automatycznych zaworów równoważący AB-PM i zaworów termostatyczny z nastawą wstępną przy grzejniku (**Rysunek 08-8**).

### Scenariusz 5 – nowo projektowana instalacja z grzejnikami zasilanymi od dołu.

W grzejnikach zasilanych od dołu stosujemy dynamiczny zestaw przyłączeniowy i wkładkę termostatyczną będącą integralną częścią grzejnika. W dynamicznym zestawie przyłączeniowym RLV-KDV wbudowany jest regulator ciśnienia różnicowego dzięki czemu zapewniamy stałe ciśnienie na wkładce termostatycznej. Żądany przepływ projektowy realizowany jest dzięki nastawie wstępnej na wbudowanej w grzejnik wkładce zaworowej z nastawą wstępną (**Rysunek 08-9**).



#### Komponenty zastosowania w aplikacji:

##### Sterowanie

1. **Danfoss™ 230 V**, termostat programowalny, możliwość wyboru jednego z 7 wstępnie zdefiniowanych schematów ogrzewania.

##### Regulacja przepływu

2. **Grzejnik wyposażony w zawór termostatyczny RA-N**, odpowiada za zapewnienie odpowiedniej ilości ciepła w pomieszczeniu, dzięki zastosowaniu głowicy termostatycznej umożliwia regulację temperatury.

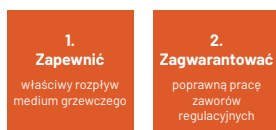
##### Równoważenie

3. **AB-PM**, automatyczny zawór równoważąco-regulacyjny, regulator ciśnienia różnicowego utrzymuje stałe ciśnienie różnicowe w regulowanej pętli ogrzewania; zawór regulacyjny umożliwia regulację strefową Zamknij/Otwórz.

#### Uwagi:

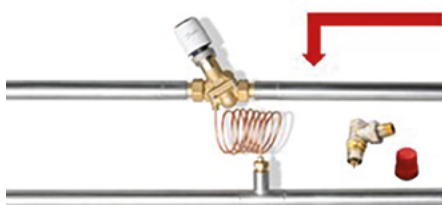
- W przypadku domów wielorodzinnych należy stosować automatyczne zawory równoważące AB-PM lub ASV.
- Możliwość zastosowania termostatu programowanego TPOne.

**Rysunek 08-7** Schemat systemu wodnego ogrzewania grzejnikowego. Zapewnienie prawidłowego przepływu w systemie grzewczym dla poszczególnych mieszkań oraz regulacja temperatury powietrza w pomieszczeniu referencyjnym dzięki zastosowaniu zaworów równoważąco-regulacyjnych. Źródło: opracowanie własne Danfoss.



## Równoważenie automatyczne nowa instalacja

### Poziomy rozdział instalacji



#### Wielofunkcyjny zawór równoważący montowany na poziomie + zawór termostatyczny montowany przy grzejniku:

- Automatyczne równoważenie na poziomach zaworem AB-PM
- Równoważenie systemu dzięki zaworom termostatycznym z nastawą wstępną

**Rysunek 08-8** Równoważenie automatyczne – nowa instalacja. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

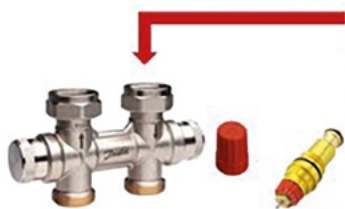
Powyżej opisano możliwości rozwiązań dotyczących regulacji i równoważenia automatycznego w obrębie instalacji centralnego ogrzewania ze szczególnym uwzględnieniem tej drugiej funkcji, natomiast należy również pamiętać o fakcie, iż indywidualna regulacji temperatury w pomieszczeniach odbywa się za pomocą głowic termostatycznych i również one są ważną częścią instalacji wpływającą na ostateczne możliwości ograniczenia zużycia energii oraz zapewnienia komfortu użytkownika.

**1.  
Zapewnić**  
właściwy rozprływ  
medium grzewczego

**2.  
Zagwarantować**  
poprawną pracę  
zaworów  
regulacyjnych

## Równoważenie automatyczne nowa instalacja

### Grzejniki zasilane od dołu



#### **Dynamiczny zestaw przyłączeniowy do grzejników dolnozasilanych + zawór termostatyczny montowany przy grzejniku:**

- Wbudowany w zawór PLV-KDV regulator ciśnienia różnicowego
- Stałe ciśnienie na zaworze termostatycznym
- Równoważenie systemu dzięki zaworom termostatycznym z nastawą wstępną

**Rysunek 08-9** Równoważenie automatyczne – nowa instalacja. Źródło: opracowanie własne Danfoss.



**Rysunek 08-10** Głowica cieczowa REDIA / głowica gazowa AERO / głowica elektroniczna ALLY. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

Na etapie decyzji o wyborze głowicy termostatycznej warto zapoznać się z cechami głowic w wersji cieczowej, gazowej czy elektronicznej (**Rysunek 08-10** – powyżej). Jedną ze wskazówek przy wyborze powinien być czas reakcji głowicy na zmianę temperatury – im jest on krótszy tym większe oszczędności uzyskamy. Na podstawie informacji z eksploatacji instalacji przyjmuje się, że wzrost temperatury zadanej o 1 stopień Celsjusza to wzrost o ok. 5-8% kosztów energii na ogrzewanie. Zatem bardzo ważne jest budowanie świadomości o tym fakcie wśród użytkowników i danie im takiej możliwości przez wybór właściwego rozwiązania – w perspektywie długofalowej przyczyni się to do zmniejszenia wydatków na energię do ogrzewania mieszkań. Warty podkreślenia jest również fakt, że wymierne efekty oszczędności energii przynosi także, zwłaszcza w instalacjach modernizowanych, wymiana starej, używanej głowicy termostatycznej na nową.

Podsumowując: możliwości techniczne dotyczące właściwego wyposażenia instalacji centralnego ogrzewania w zakresie regulacji i równoważenia są ogólnie dostępne, a korzyści wynikające z ich zastosowania w nowo budowanych czy modernizowanych instalacjach centralnego ogrzewania jak najbardziej wymierne – pozostaje tylko dopasować rozwiązanie do zastanej sytuacji i zacząć oszczędzać, jednocześnie dbając o środowisko naturalne.

## Automatyka bezpośredniego działania w instalacjach ciepłej wody użytkowej budynków mieszkaniowych – równoważenie termiczne oraz dezynfekcja

Duże zużycie wody i energii, zła dystrybucja wody czy też rozwój bakterii Legionella to tylko niektóre z problemów pojawiających się w przypadku niepoprawnie zrównoważonej instalacji ciepłej wody użytkowej.

Wielofunkcyjny termostatyczny zawór cyrkulacyjny MTCV (**Rysunek 08-11**) to proste i niezawodne rozwiązanie, które zapewni wzrost wydajności energetycznej oraz stabilizację temperatury w instalacjach ciepłej wody użytkowej, zapobiegając jednocześnie rozwojowi bakterii Legionella.



**Rysunek 08-11** Zawór cyrkulacyjny MTCV – wersja podstawowa – A. Źródło: opracowanie własne Danfoss.



**Rysunek 08-12\*** Zawór cyrkulacyjny MTCV – wersja z automatyczną dezynfekcją termiczną – B  
\*termometr jest wyposażeniem dodatkowym. Źródło: opracowanie własne Danfoss.



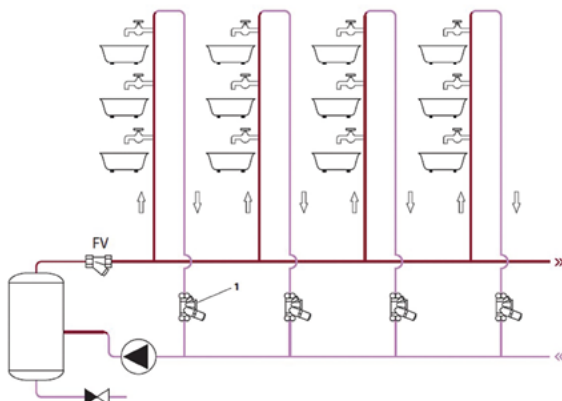
**Rysunek 08-13** Zawór cyrkulacyjny MTCV – wersja z elektronicznym sterowaniem procesu dezynfekcji – C. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

Zawór MTCV zapewnia termiczne równoważenie w instalacji cyrkulacyjnej (**Rysunek 08-14**), utrzymując jednakowy poziom temperatury w całym układzie, jednocześnie ograniczając przepływ cyrkulacyjny w rurociągu do minimalnego wymaganego poziomu.

### Główne funkcje zaworu MTCV:

- termostatyczna regulacja temperatury wody w instalacji cyrkulacyjnej w zakresie 35–60°C – wersja A;
- automatyczna dezynfekcja realizowana w stałej temperaturze > 65°C z jednoczesnym zabezpieczeniem instalacji cyrkulacyjnej przed przekroczeniem temperatury 75°C (automatyczne odcięcie cyrkulacji) – wersja B;
- automatyczna dezynfekcja sterowana elektronicznie z możliwością wyboru temperatury i czasu trwania dezynfekcji – wersja C;
- możliwość automatycznego płukania systemu poprzez tymczasowe obniżenie nastawy temperatury w celu uzyskania pełnego otwarcia zaworu MTCV i maksymalnego przepływu;
- funkcja pomiaru i rejestracji temperatury (opcjonalnie: czujnik temperatury, rejestrator jako wyposażenie dodatkowe);

- możliwość zabezpieczenia nastawy temperatury;
- stały pomiar i monitorowanie temperatury – wersja C;
- możliwość odcięcia obiegu w pionie dzięki opcjonalnym złączkom montażowym z wbudowanym zaworem kulowym;
- adaptacja zaworu przez zmianę jego funkcji w warunkach pracy, przy zachowaniu ciśnienia w instalacji.



#### Komponenty zastosowania w aplikacji:

##### Sterowanie Regulacja przepływu

1. **Zawór termostatyczny MTCV**, dostosowanie przepływów do strat i rozbiorów w instalacji, ograniczanie przepływów do wartości niezbędnej do utrzymania jednakowej temperatury w instalacji.

#### Uwagi:

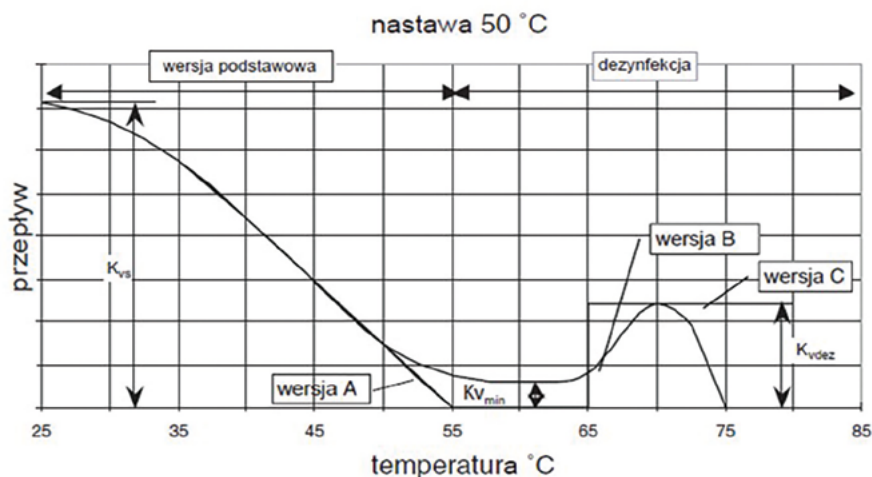
- W celu zabezpieczenia użytkowników przed poparzeniem stosuje się termostatyczne zawory mieszające **TVM-W** przez wylewką.
- Możliwość uzyskania funkcji samoczynnej dezynfekcji termicznej poprzez rozbudowę zaworu o moduł dezynfekcyjny B.
- Możliwość uzyskania funkcji dezynfekcji termicznej sterowanej elektronicznie poprzez rozbudowę zaworu o komponenty umożliwiające zastosowanie sterownika CCR2+ oraz rejestracji temperatury.

#### Rysunek 08-14 Schemat instalacji cyrkulacji w budynku wielorodzinnym z pionami cyrkulacyjnymi.

Regulacja jakościowa przepływu cyrkulacyjnego dzięki zastosowaniu zaworów termostatycznych umożliwiającą zapewnienie prawidłowej temperatury wody w każdym punkcie czerpalnym. Oszczędność energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Skrócony czas oczekiwania na ciepłą wodę. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

### Zasada działania zaworu MTCV

Zawór MTCV to termostatyczny zawór proporcjonalny bezpośredniego działania. Sercem urządzenia jest termoelement znajdujący się w grzybku zaworu – reaguje on zmiany temperatury. W przypadku wzrostu temperatury wody powyżej wartości zadanej termoelement powiększa swoją objętość, powodując przemieszczenie grzybka zaworu w stronę gniazda zaworu, a w konsekwencji doprowadzając do ograniczenia przepływu wody cyrkulacyjnej. W przypadku spadku temperatury wody poniżej wartości zadanej, termoelement spowoduje otwarcie zaworu, zapewniając wzrost przepływu przez pion cyrkulacyjny. Zawór znajduje się w stanie równowagi, gdy temperatura wody osiąga wartość zadaną na zaworze. **Rysunek 08-15** przedstawia charakterystykę regulacji zaworu MTCV (wersja A). Gdy temperatura wody przekroczy wartość zadaną o 5°C, nastąpi odcięcie przepływu przez zawór.



**Rysunek 08-15** Charakterystyka zaworu MTCV. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

### Warianty rozbudowy o funkcję dezynfekcji

MTCV umożliwia przeprowadzenie dezynfekcji termicznej, może ona być realizowana dwoma metodami:

- za pomocą dezynfekcyjnego modułu termicznego wersja B (**Rysunek 08-12**),
- za pomocą elektronicznego regulatora CCR2+ (**Rysunek 08-10**) współpracującego z napędami termicznymi TWA i czujnikami temperatury PT1000 (**Rysunek 08-13**).

Standardową wersję A zaworu MTCV można łatwo i szybko rozbudować do wersji z funkcją dezynfekcji termicznej (wersja B), chroniącej przed pojawieniem się bakterii Legionella w instalacjach ciepłej wody. Po wykręceniu zaślepki gniazda modułu dezynfekcyjnego (można to przeprowadzić w warunkach pracy instalacji pod ciśnieniem) należy zamontować moduł dezynfekcji termicznej. Moduł dezynfekcyjny w sposób automatyczny zgodnie z wykresem regulacyjnym (**Rysunek 08-15**, wersja B), będzie realizował przegrzew danego pionu instalacji c.w.u. Zawór regulacyjny MTCV pracuje w zakresie temperatury 35–60°C. Gdy temperatura ciepłej wody przekroczy 65°C, nastąpi rozpoczęcie procesu dezynfekcji. Oznacza to przerwanie przepływu kierowanego przez główne gniazdo zaworu MTCV i otwarcie obejścia na potrzeby „przepływu dezynfekcyjnego”. W tym momencie za funkcję regulacji odpowiada moduł dezynfekcyjny, który otwiera obejście wraz z przekroczeniem progu temperatury wynoszącego 65°C.

Proces dezynfekcji trwa do momentu osiągnięcia temperatury 70°C. W przypadku dalszego wzrostu temperatury ciepłej wody nastąpi ograniczenie przepływu przez gniazdo dezynfekcyjne (proces równoważenia termicznego instalacji w czasie dezynfekcji), a gdy temperatura osiągnie 75°C, przepływ zostanie odcięty. Zabezpiecza to rury instalacji z ciepłą wodą przed korozją i osadzaniem się kamienia, jak również zmniejsza ryzyko poparzenia się wodą z instalacji. Zarówno w wersji A, jak i w wersji B można opcjonalnie zainstalować termometr, który umożliwi pomiar i regulację temperatury ciepłej wody.



**Rysunek 08-16** Regulator CCR2+. Źródło: opracowanie własne Danfoss.

Wersję A i B zaworu MTCV można rozbudować do wersji z elektronicznym sterowaniem procesu dezynfekcji (wersja C). Po usunięciu zaślepki gniazda modułu dezynfekcyjnego należy zamontować adapter oraz napęd termiczny TWA-A.

Czujnik temperatury PT 1000 należy zamontować w gniazdo pomiaru temperatury. Napęd termiczny oraz czujnik należy podłączyć z elektronicznym regulatorem CCR2+ (**Rysunek 08-16**), który umożliwia wydajne i skuteczne przeprowadzenie procesu dezynfekcji dla każdego pionu obiegowego. Zawór regulacyjny MTCV pracuje w zakresie temperatury 35-60°C. Po rozpoczęciu procesu dezynfekcji (termicznego uzdatniania wody) przepływ jest regulowany przez CCR2+ poprzez napęd TWA-A zamontowany na zaworze MTCV. Sterownik CCR2+ w połączeniu z termostatycznym zaworem cyrkulacyjnym MTCV-C stanowi kompletne rozwiązanie termicznego równoważenia zapewniając pełną kontrolę nad układem ciepłej wody użytkowej. Jest to zaawansowane, energooszczędne rozwiązanie zabezpieczające przed rozwojem bakterii Legionella dzięki funkcjom monitorowania oraz rejestracji danych temperatur, alarmów oraz funkcji automatycznej dezynfekcji termicznej. Sterownik CCR2+ automatycznie monitoruje i rejestruje dane dotyczące temperatury wody. Dane są dostępne w dowolnym momencie za pomocą komputera, tabletu lub telefonu podłączonego do sieci Wi-Fi bądź LAN. Oprócz funkcji monitorowania temperatury, sterownik może być również wykorzystany do automatycznej dezynfekcji układu poprzez przepłukanie go wodą o czasowo podwyższonej temperaturze. Dzięki funkcjom rejestracji oraz dezynfekcji termicznej można uzyskać następujące korzyści:

- zminimalizowanie ryzyka wystąpienia bakterii Legionella,
- obniżenie kosztów,
- pełny wgląd w dane i zdalne sterowanie,
- obsługa z pomocą smartfona, komputera lub systemu BMS.

W niniejszym rozdziale opisano rozwiązania automatycznego równoważenia i regulacji centralnego ogrzewania oraz wody użytkowej, które gwarantują poprawną pracę tychże instalacji nie tylko w warunkach projektowych, ale także warunkach niepełnego obciążenia instalacji. Rozwiązania te umożliwiają ekonomiczne, bezobsługowe i wolne od awarii użytkowanie instalacji niezależnie od preferencji użytkownika.





09

# ZASTOSOWANIE POMP CIEPŁA W WIELORODZINNYCH BUDYNKACH MIESZKALNYCH

Łukasz Sajewicz  
Viessmann  
Zespół PLGBC



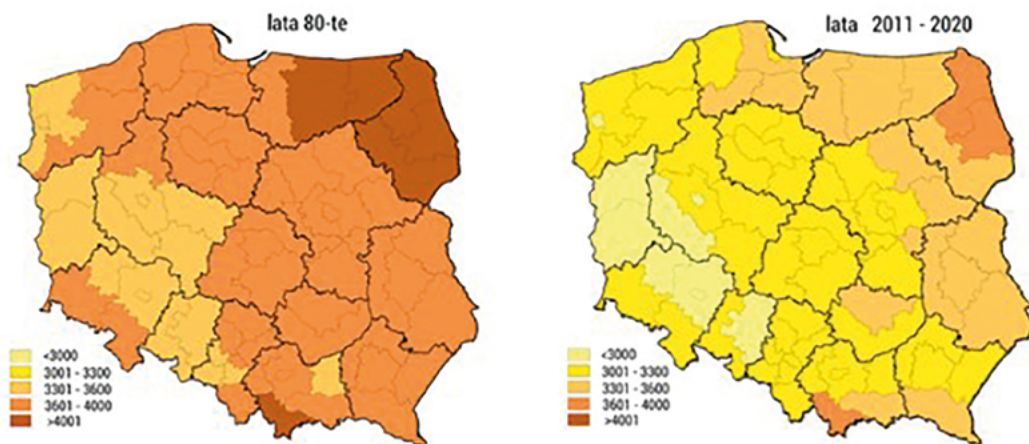
Sektor budownictwa stoi przed ogromnym wyzwaniem związanym ze zmianami klimatu, w związku z czym konieczne jest nie tylko wprowadzanie rozwiązań umożliwiających adaptację do tych zmian, ale również, a może przede wszystkim, ich łagodzenie. Kluczowa w tym kontekście jest dekarbonizacja zasobów budowlanych, czyli zmniejszanie emisji CO<sub>2</sub>, zarówno operacyjnych (związanych ze zużyciem energii) jak i wbudowanych (związanych z procesem produkcji materiałów używanych do budowy i modernizacji). Ostatecznym celem jest tworzenie budynków o niemal zerowym zużyciu energii, które wg. definicji oznaczają budynki „o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej. Niemal zerowa lub bardzo niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w bardzo wysokim stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, w tym energii ze źródeł odnawialnych wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu” [1]. Nowo powstające i rozwijające się technologie pozwalają wspierać ten proces.

W związku z koniecznością dekarbonizowania zasobów budowlanych niezbędne jest odejście od paliw kopalnych. Pompy ciepła stanowią doskonałą alternatywę dla źródeł ciepła wykorzystujących takie nośniki energii jak gaz czy węgiel i mogą wykorzystywane w budynkach jednorodzinnych oraz wielorodzinnych, a także w procesie dekarbonizacji sieci ciepłowniczych.

Pompy ciepła, które większość energii pobierają z otoczenia, odgrywają w budynkach o niemal zerowym zużyciu energii kluczową rolę, zarówno w kwestii ogrzewania, przygotowywania ciepłej wody użytkowej, jak i chłodzenia, w niektórych przypadkach wskazane są rozwiązania hybrydowe, a więc w połączeniu z innymi źródłami ciepła. Pompy ciepła wraz instalacjami fotowoltaicznymi stanowią jedyną technologią umożliwiającą realizację neutralnych pod względem emisji CO<sub>2</sub>, samodzielnych energetycznie budynków wielorodzinnych czy też lokalnych społeczności energetycznych (klastry, spółdzielnie).

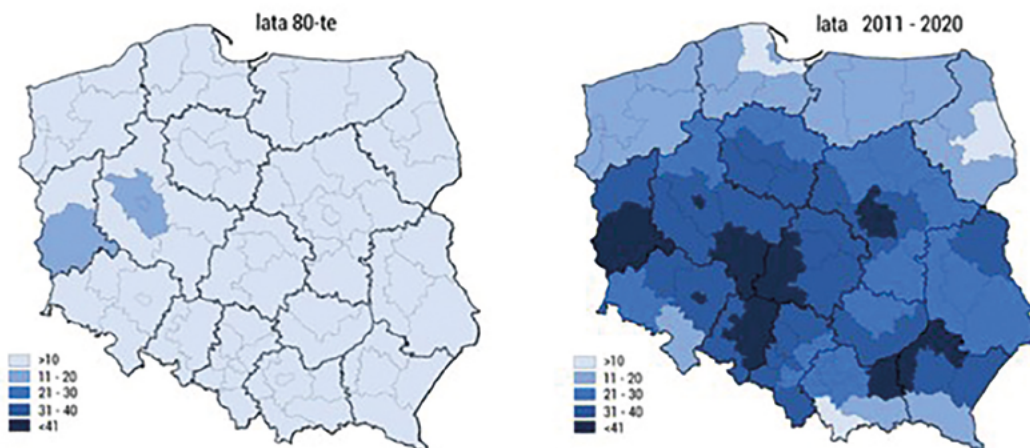
Kluczowym problemem, który dotyka budownictwo są zmiany klimatyczne, warunkujące zapotrzebowanie na ogrzewanie i chłodzenie budynków. Na przestrzeni ostatnich 40 lat potrzeby związane ze sposobem ogrzewania budynków w naszym kraju zmieniły się w sposób znaczący, głównie z powodu występujących temperatur powietrza w okresie zimy, które kształtują się na znacznie wyższym poziomie (**Rysunek 09-1**). Najczęściej sezon grzewczy charakteryzowany jest przez liczby stopniodni w poszczególnych regionach Polski. Obecnie bardzo niewielki region Polski objęty jest wskaźnikiem tzw. stopniodni grzania na poziomie 3601-4000, podczas gdy w latach 80. obszar wymagający tego typu ogrzewania obejmował znaczną część kraju. W efekcie wiele budynków projektowanych i budowanych lata temu zasilanych jest przewymiarowanym źródłem ciepła, biorąc pod uwagę ich aktualne potrzeby.

Jeszcze poważniejszy problem dotyczy chłodzenia budynków (**Rysunek 09-2**). W latach 80. jedynie dwa niewielkie obszary na zachodzie kraju charakteryzowały się liczbą dni, w których występowało zapotrzebowanie na chłodzenie w przedziale 11-20 w ciągu roku. Obecnie niemal 80% Polski jest obszarem wymagającym chłodzenia budynków przez okres ponad 21 dni, a znaczna część nawet ponad 40 dni w ciągu roku. Przykładowo, w 1980 r. w Warszawie odnotowano 11 dni w roku z temperaturą powyżej 32°C, podczas gdy w 2018 r. liczba ta wzrosła do 23 dni. We Wrocławiu odnotowano wzrost z 5 do 11 dni w tych samych latach.



**Rysunek 09-1** Zmiana wskaźnika stopniodni ogrzewania budynków w Polsce na przestrzeni 40 lat.  
Źródło: dane Eurostatu.

Niestety obecnie kwestie chłodzenia w budynkach wielorodzinnych są bagatelizowane. Tymczasem wiele z nich dla zapewnienia optymalnych warunków bytowych, a więc komfortu cieplnego, potrzebuje tyle samo (lub więcej) energii na chłodzenie, co na potrzeby grzewcze. Obecnie wznoszone i modernizowane budynki, zwłaszcza te niemal zeroenergetyczne (NZEB), powinny być więc obowiązkowo wyposażone w odpowiednie systemy komfortowego chłodzenia (płaszczynowego).



**Rysunek 09-2** Zmiana wskaźnika stopniodni chłodzenia budynków w Polsce na przestrzeni 40 lat.  
Źródło: dane Eurostatu.

## Pompa ciepła – elastyczny konsument energii

Pompy ciepła są kluczem do stworzenia efektywnego, zdrowego i ekonomicznego sposobu ogrzewania i chłodzenia budynków, ponieważ są niezwykle elastycznym konsumentem zielonej energii. Po pierwsze doskonale integrują magazynowanie energii z innymi technologiami OZE, np. fotowoltaiką. Po drugie umożliwiają precyzyjne zarządzanie energią eklektyczną w systemach Smart Grid. Co niezwykle ważne, są jedynym źródłem, które realizuje ogrzewanie i chłodzenie pomieszczeń, a także przygotowuje ciepłą wodę użytkową. Stanowią także kluczowy element instalacji samodzielnych energetycznie, takich jak wyspy energetyczne, klastry energii oraz spółdzielnie energetyczne. Zastosowanie pompy ciepła jest również najszybszym sposobem dekarbonizacji ogrzewnictwa, czyli zastąpienia paliw kopalnych zieloną energią odnawialną oraz technologiami, które pozwalają zredukować tzw. ślad węglowy.

Obecnie pompy ciepła 75% energii (w niektórych przypadkach nawet 80%) pobierają z otoczenia (gruntu, powietrza, wody). Pozostałe 25% stanowi energia elektryczna, która może pochodzić z paliw kopalnych lub ze źródeł odnawialnych (należy jednak pamiętać, że z tych drugich nie ma zysków zimą). Aby pompy ciepła pracowały w 100% ekologicznie i były jak najbardziej „zielone”, kluczowe jest, aby również energia, której nie pobierają bezpośrednio z otoczenia była energią z OZE. Realizacja tego założenia będzie uzależniona od kompleksowego systemu zarządzania energią elektryczną. Warto pamiętać, że w określonych parametrach pracy pompy ciepła możliwe jest uzyskanie 1 kWh energii elektrycznej 3 kWh lub więcej energii cieplnej lub chłodniczej.

Jednym ze sposobów konsumowania nadwyżek zielonej energii jest zastosowanie technologii Power-To-Heat (wytworzenia ciepła w źródłach elektrycznych), bardzo mocno związanej z technologią Smart Energy i stanowi duży potencjał do szybkiego zagospodarowania i czerpania korzyści z obu technologii. Kolejnym rozwiązaniem, które pozwala konsumować nadwyżki zielonej energii są magazyny energii elektrycznej, czy to w postaci akumulatora czy chociażby samochodu elektrycznego, który również może być ładowany takimi nadwyżkami. Innym rozwiązaniem jest ich eksportowanie. Możliwości w tym zakresie są jednak ograniczone ze względu na warunki atmosferyczne. Ostatnim rozwiązaniem jest technologia elektrolizy, obecnie realizowana pilotażowo na dość wielu inwestycjach.

Wykorzystanie ogromnego potencjału OZE poprzez stosowanie pomp ciepła musi być uzupełnione w bilansie konsumpcji i podaży energii o magazyny energii, systemy kogeneracyjne z częściowym wykorzystaniem paliw kopalnych, biogazowni a przyszłości energię z planowanych elektrowni atomowych.

Instalacje ogrzewania i chłodzenia wykorzystujące pompy ciepła zyskują w ostatnich latach na znaczeniu, zdobywając rynek budownictwa jednorodzinne. Niestety w Polsce potencjał zastosowania pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych jest niedostatecznie wykorzystany, w przeciwieństwie do krajów Europy zachodniej. Pompa ciepła jest urządzeniem zmieniającym energię z otoczenia na ciepło. Pompa ciepła przetwarza energię pochodzącą ze źródeł odnawialnych, takich jak powietrze, grunt czy woda, na ciepło użytkowe wykorzystywane do ogrzewania czy przygotowania ciepłej wody użytkowej. Układ termodynamiczny pompy ciepła pozwala na bardzo efektywne wykorzystanie tej energii.

System z pompą ciepła składa się z dolnego źródła ciepła, jednostki pompy ciepła oraz z górnego źródła ciepła, czyli systemu dystrybucji ciepła/chłodu w budynku.

Jednym z podstawowych kryteriów podziału pomp ciepła jest źródło pozyskiwania energii (dolne źródło ciepła): powietrze, woda oraz grunt. Czynniki robocze przekazują ciepło z dolnego źródła ciepła do górnego źródła ciepła. Dodatkowa energia potrzebna jest do zasilenia sprężarki i pomp. Istnieje możliwość odwrócenia kierunku obiegu pompy ciepła, aby wykorzystać to samo urządzenie zarówno do ogrzewania jak i chłodzenia. Przy ogrzewaniu, dolne źródło ciepła jest zlokalizowane poza budynkiem (ciepło z powietrza, wody, gruntu). W przypadku chłodzenia, cykl jest odwrócony: budynek sam w sobie jest źródłem ciepła podczas gdy powietrze, woda lub grunt przejmują ciepło.

## Pompy ciepła w budownictwie wielorodzinnym

Instalacje ogrzewania i chłodzenia wykorzystujące pompy ciepła zyskują w ostatnich latach na znaczeniu, zdobywając rynek budownictwa jednorodzinne. Niestety w Polsce potencjał zastosowania pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych jest niedostatecznie wykorzystany, w przeciwieństwie do krajów Europy zachodniej. Pompa ciepła jest urządzeniem zmieniającym energię z otoczenia na ciepło. Pompa ciepła przetwarza energię pochodzącą ze źródeł odnawialnych, takich jak powietrze, grunt czy woda, na ciepło użytkowe wykorzystywane do ogrzewania czy przygotowania ciepłej wody użytkowej. Układ termodynamiczny pompy ciepła pozwala na bardzo efektywne wykorzystanie tej energii. System z pompą ciepła składa się z dolnego źródła ciepła, jednostki pompy ciepła oraz z górnego źródła ciepła, czyli systemu dystrybucji ciepła/chłodu w budynku.

Jednym z podstawowych kryteriów podziału pomp ciepła jest źródło pozyskiwania energii (dolne źródło ciepła): powietrze, woda oraz grunt. Czynniki robocze przekazują ciepło z dolnego źródła ciepła do górnego źródła ciepła. Dodatkowa energia potrzebna jest do zasilania sprężarki i pomp. Istnieje możliwość odwrócenia kierunku obiegu pompy ciepła, aby wykorzystać to samo urządzenie zarówno do ogrzewania jak i chłodzenia. Przy ogrzewaniu, dolne źródło ciepła jest zlokalizowane poza budynkiem (ciepło z powietrza, wody, gruntu). W przypadku chłodzenia, cykl jest odwrócony: budynek sam w sobie jest źródłem ciepła podczas gdy powietrze, woda lub grunt przejmują ciepło.

Rodzaje pomp ciepła ze względu na źródło pozyskiwania energii:

- Powietrzne pompy ciepła - wykorzystują energię zgromadzoną w powietrzu otoczenia budynku lub powietrzu wyrzutowym do ogrzewania, chłodzenia lub przygotowania ciepłej wody użytkowej. Mogą być zainstalowane jako kompaktowe jednostki wewnątrz lub na zewnątrz domu. Systemy typu split składają się z jednej jednostki wewnątrz i jednej na zewnątrz budynku. Ciepło jest najczęściej rozprowadzane w domu przez wodny system centralnego ogrzewania bądź powietrzny, wykorzystujący klimakonwektory lub instalacje wentylacyjne.
- Pompy ciepła korzystające z energii hydrotermalnej - wykorzystują energię skumulowaną w wodach podziemnych, powierzchniowych lub morskich.

Tam gdzie wody podziemne są łatwo dostępne wykonuje się dwa odwier-ty. Pierwszy z nich stanowi studnię czerpalną, drugi spełnia funkcję studni zrzutowej, do której oddawana jest woda. Pompa ciepła pobiera ciepło z wody i wykorzystuje je do ogrzewania, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Ciepło jest najczęściej rozprowadzane w domu przez wodny system centralnego ogrzewania bądź powietrzny, wykorzystujący klimakonwektory lub instalacje wentylacyjne. Zaletą wodnych pomp ciepła jest szczególnie wysoka efektywność, ze względu na wysokie temperatury wody jako nośnika ciepła.

- Pompy ciepła korzystające z energii geotermalnej – wykorzystują energię skumulowaną w gruncie do ogrzewania, chłodzenia i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Ciepło jest pobierane z gruntu za pomocą pionowych i poziomych gruntowych wymienników ciepła i jest zwykle rozprowadzane przez system hydrauliczny lub powietrzny. Gruntowe pompy ciepła mogą pracować bardzo efektywnie, dzięki stabilnym i stosunkowo wysokim temperaturom gruntu.

Wydajność cieplna pomp ciepła zależy od różnicy temperatury pomiędzy źródłem dolnym i górnym. Tym samym, pompy ciepła powietrze – woda, mimo powszechnej dostępności i dość niskich kosztów, charakteryzują się niestabilnością (zmienna temperatura powietrza w trakcie sezonu) i takie instalacje grzewcze warto wyposażać w szczytowe lub wspomagające źródło ciepła. Zdecydowanie bardziej stabilnym rozwiązaniem jest zastosowanie gruntowej pompy ciepła, wykorzystującej względnie stałą temperaturę gruntu w trakcie roku. Jednak o możliwości wykorzystania gruntu decydują jego parametry termiczne i fizyczne. Pompy powietrze – woda często pełnią funkcje ogrzewania w okresie zimowym i chłodzenia w okresie letnim.

Inny podział pomp ciepła wynika ze sposobu ich zasilania, a są to: pompy sprężarkowe (najbardziej popularne), absorpcyjne i adsorpcyjne.

Pompa sprężarkowa pracuje na zasadzie parowego, sprężarkowego obiegu termodynamicznego, w skład którego wchodzi parownik, skraplacz, sprężarka i zawór rozprężny. Zasadę działania na przykładzie sprężarkowej pompy ciepła opisują poniższe procesy:

- czynnik niskowrzący obiegu dolnego źródła, płynąc w węzownicy odbiera energię cieplną z gruntu, powietrza lub wody, dopływając do parownika;
- w parowniku podgrzany czynnik odparowuje bez zmiany temperatury, stając się gazem o niskim ciśnieniu;
- następnie gaz ten w sprężarce podlega sprężeniu, co powoduje wzrost jego ciśnienia i temperatury;
- gaz o wysokim ciśnieniu ulega skropleniu w skraplaczu, oddając ciepło do górnego źródła otaczającego skraplacz, czyli do wody grzewczej lub powietrza wentylacyjnego;
- po skropleniu, ciecz przepływa do zaworu rozprężnego, gdzie następuje obniżenie ciśnienia, a następnie przepływa do parownika, gdzie ponownie odbiera ciepło od dolnego źródła ciepła i proces się powtarza.

Oszczędność energii w wyniku zastosowania takiej pompy ciepła wyrażana jest przez współczynnik wydajności pompy ciepła COP, definiowany jako stosunek



strumienia ciepła przekazanego do otoczenia przez skraplacz pompy do mocy włożonej do napędu sprężarki. Typowy współczynnik efektywności dla gruntowych pomp ciepła wynosi od 3,5 do 5. Przykładowo przyjmując, że  $COP = 4$  oznacza to, że za pomocą 1 kWh pobranej energii elektrycznej zużytej do napędu pompy ciepła przekazane zostaje 4 kWh użytecznego ciepła. Czym wyższy jest współczynnik efektywności, tym niższe koszty eksploatacji ponosi użytkownik. Przy wyborze i dobrze pompy ciepła, głównie powietrze-woda, należy zwrócić uwagę na współczynnik SCOP (metoda wyznaczania określona przez normę PN-EN 14511-1:2014-02), który jest średniorocznym współczynnikiem efektywności, odzwierciedlającym pracę pompy ciepła w całym sezonie zimowym, w którym przy bardzo niskich temperaturach powietrza zewnętrznego efektywność pomp ciepła spada.

Systemy z pompami ciepła w budynkach wielorodzinnych bazują na dwóch najpopularniejszych rodzajach urządzeń tego typu - powietrznych pompach ciepła (typu powietrze/woda) i gruntowych pompach ciepła, których dolnym źródłem może być bezpośrednio grunt, ale również podziemne magazyny energii w postaci wody bądź lodu. Jakże są wady i zalety obu rozwiązań?

Powietrzne pompy ciepła (**Rysunek 09-3**) są rozwiązaniem tańszym, wymagającym niższych nakładów inwestycyjnych. Niskie koszty inwestycyjne wiążą się m.in. z zasadą działania tych urządzeń, która nie wymaga wykonywania instalacji dolnego źródła ciepła, ponieważ jest nim otaczające pompę ciepła powietrze. Należy jednak pamiętać, że pompy powietrzne tracą na swojej wydajności (mocy) wraz ze spadkiem temperatury zewnętrznej. Oznacza to, że w niektórych strefach klimatycznych naszego kraju (gdzie temperatura powietrza sięga  $-20^{\circ}\text{C}$  lub jest jeszcze niższa) instalacja z takimi pompami będzie wymagała zastosowania tzw. szczytowego źródła ciepła, które pokryje w 100% zapotrzebowanie na energię cieplną budynku. Takim szczytowym źródłem może być np. ciepłownia (PEC) lub kotłownia gazowa.



**Rysunek 09-3** Powietrzna pompa ciepła na dachu płaskim budynku wielorodzinnego.  
Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym bardzo ważnym aspektem w przypadku powietrznych pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych jest kwestia związana z hałasem generowanym przez te urządzenia. Niestety jest on nieunikniony nawet w przypadku bardzo

korzystnie umiejscowionej pompy ciepła, która znajduje się na dachu płaskim, jest osłonięta odpowiednim ekranem, a w jej najbliższym sąsiedztwie nie ma żadnych wyższych budynków. Generowany przez urządzenie hałas może być jednak uciążliwy dla mieszkańców sąsiednich, wyższych budynków, które pojawią się obok w przyszłości. Decydując się na montaż powietrznej pompy ciepła na dachu budynku wielorodzinnego należy więc podjąć do tego tematu w sposób rozważny i przemyślany.

Gruntowe pompy ciepła (**Rysunek 09-4**) są zdecydowanie cichszym rozwiązaniem, wymagają jednak większej powierzchni na zewnątrz budynku ze względu na konieczność wykonania dolnego źródła. Z reguły w budynkach wielorodzinnych stosuje się dwie gruntowe pompy ciepła w układzie kaskadowym ze względu na elastyczność pracy i pewien rodzaj bezpieczeństwa. Takie rozwiązanie wymaga pomieszczenia, które pomieści nie tylko dodatkowy osprzęt, chociażby w postaci buforów ciepła, ale również same pompy ciepła, które w przeciwieństwie do urządzeń powietrznych, montuje się wewnątrz budynku. Gruntowe pompy ciepła nie wymagają zastosowania szczytowego źródła ciepła, jednak warto je zastosować w udziale ok. 50% zapotrzebowania na ciepło w budynku. Ten udział jest zależny od analizy i symulacji, która jednoznacznie wskaże proporcje zapotrzebowania na ciepło z pompy ciepła i ciepłowni czy też kotłowni gazowej (np. biometan, LPG). **Bardzo ważną zaletą przemawiającą na korzyść gruntowych pomp ciepła jest funkcja pasywnego, czyli bezpłatnego chłodzenia, co ma duże znaczenie zarówno w przypadku budynków jedno- jak i wielorodzinnych.** Zastosowanie gruntowych pomp ciepła w budownictwie wielorodzinnym wymaga jednak większych nakładów finansowych, związanych z koniecznością wykonania dolnego źródła (odwiertów - wymienników pionowych). Koszty te zależą jednak od sposobu doboru pomp ciepła, tj. w jakim stopniu zostaną zminimalizowane opłaty stałe, przyłączeniowe związane ze szczytowym źródłem, np. w postaci ciepła systemowego. Jeżeli pompy będą dobrane w taki sposób, aby graniczną temperaturą uruchamiającą szczytowe źródło była temperatura  $-10^{\circ}\text{C}$ , wówczas moc powietrznych pomp ciepła będzie musiała być znacznie większa niż pomp gruntowych. Wraz ze zmniejszeniem zapotrzebowania na ciepło ze źródła szczytowego różnice w cenie obu typów urządzeń będą się wyrównywać.



**Rysunek 09-4** Hybrydowa maszynownia z kaskadowymi, gruntowymi pompami ciepła.  
Źródło: opracowanie własne.



## POMPY CIEPŁA Z MAGAZYNEM ENERGII W LODZIE

Sprawdzonym rozwiązaniem, szczególnie w przypadku większych inwestycji, do których zalicza się m.in. budynki wielorodzinne, jest wariant pompy ciepła z dolnym źródłem w postaci magazynu energii w lodzie (**Rysunek 09-6**). Umożliwia on korzystanie z energii przemiany fazowej, a jednocześnie z bezpłatnego chłodzenia budynku. Największe korzyści z magazynu energii czerpie się wówczas, gdy pompa ciepła zapewnia nie tylko ogrzewanie, ale również chłodzenie pomieszczeń, a wręcz, gdy chłodzenie realizowane jest w większym stopniu niż ogrzewanie.

System z pompą ciepła i dolnym źródłem w postaci magazynu energii składa się z kilku elementów. Podstawowym jest gruntowa pompa ciepła zainstalowana w odpowiednio przygotowanej maszynowni. W skład systemu wchodzi również podziemny zbiornik lodu oraz różnego rodzaju absorbery powietrzne, np. w postaci instalacji fotowoltaicznej PVT. Zbiornik i absorbery powietrzne stanowią w tym przypadku podwójne źródło pompy ciepła. Połączenie tych dwóch elementów w jednym systemie jest ważne z uwagi na to, że ilość energii, jaką często odbieramy z magazynu energii w lodzie jest mniejsza niż ilość energii dostarczanej przez absorbery powietrzne (PVT). Czym jest magazyn energii w lodzie? To prosty, betonowy, szczelny zbiornik, jednorazowo napełniony wodą wodociągową. W zbiorniku znajduje się system rur z cienkościennej polietylenu (**Rysunek 09-5**), którymi odbierana jest energia z wody, co doprowadza do jej zamrożenia.



**Rysunek 09-5** Wymiennik znajdujący się w magazynie energii. Źródło: opracowanie własne.



**Rysunek 09-6** Magazyn energii w lodzie. Źródło: opracowanie własne.

## Klasyfikacja systemowych rozwiązań z wykorzystaniem pomp ciepła

Kluczowym punktem klasyfikacji systemów pomp ciepła jest określenie poziomu, na którym realizowana jest integracja instalacji. Obejmuje to wszystkie instalacje scentralizowane lub całkowicie zdecentralizowane z różnymi rodzajami rozwiązań pośrednich. W raporcie opracowanym przez Technology Collaboration Program on Heat Pumping Technologies (HPT TCP) "Załącznik 50. Pompy ciepła w budynkach wielorodzinnych do ogrzewania pomieszczeń i przygotowanie ciepłej wody użytkowej" [1] wyróżnia się pięć rozwiązań zastosowania pomp ciepła

w budynkach wielorodzinnych, uszeregowanych według poziomu centralizacji systemu (**Rysunek 09-7**).



**Rysunek 09-7** Przykłady rozwiązań zastosowania pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych [1].

Poniżej znajduje się kilka z dostępnych dla budynków wielorodzinnych rozwiązań.

**Rozwiązanie 1** – jedna pompa ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej dla wszystkich mieszkań

- Jedna, centralna pompa ciepła dla całego budynku, zarówno do ogrzewania pomieszczeń, jak i przygotowania ciepłej wody użytkowej może mieć powszechne zastosowanie w budynkach wielorodzinnych z małą liczbą mieszkań.
- W przypadku dużych budynków może być konieczne zamontowanie więcej niż jednej pompy ciepła, aby zapewnić wymaganą wydajność grzewczą (tzw. rozwiązanie kaskadowe). Takie rozwiązanie sprawdzi się w budynkach o wysokim standardzie energetycznym (nowe budynki), jednak można zastosować je także w przypadku budynków o średnim standardzie energetycznym.
- W przypadku przeprowadzania modernizacji można zachować stary system dystrybucji ciepła, choć należy liczyć się z tym, że w niektórych przypadkach może zaistnieć konieczność częściowej lub całkowitej wymiany grzejników w każdym mieszkaniu.
- W przypadku nowych budynków konieczne jest przeprowadzenie długich rurociągów przez cały budynek.



**Rysunek 09-8** Jedna pompa ciepła do ogrzewania i przygotowania c.w.u. dla wszystkich mieszkań [1].

**Rozwiązanie 2** – jedna pompa ciepła do ogrzewania mieszkań, druga do przygotowania c.w.u.

- Rozwiązanie to nadaje się do budynków każdej wielkości, ale najczęściej jest stosowane w przypadku większych budynków.
- Zastosowanie dwóch osobnych pomp ciepła pozwala na wykorzystanie dwóch różnych źródeł ciepła.
- W przypadku dużych budynków o dużym zapotrzebowaniu na energię moc grzewcza może stanowić czynnik ograniczający wykorzystanie powietrza zewnętrznego jako źródła ciepła. Jeżeli jako źródło ciepła wykorzystywane jest powietrze zewnętrzne, najlepiej jest zainstalować je na dachu, jednak należy mieć na uwadze, szczególnie w przypadku budynków dużych, zwiększony poziom zanieczyszczenia hałasem.
- W przypadku przygotowania ciepłej wody użytkowej potrzebne są zbiorniki magazynujące, natomiast sama pompa ciepła musi spełniać wymagania dotyczące wysokiej temperatury c.w.u. Centralna dystrybucja c.w.u. wiąże się z dużymi stratami energii na dostarczenie wody do poszczególnych mieszkań. Konieczne jest także osobne rozważenie kwestii związanej z bakteriami, np. legionelli (na przykład ultrafiltracja).
- W przypadku przeprowadzania modernizacji można zachować stary system dystrybucji ciepła, choć należy liczyć się z tym, że w niektórych przypadkach może zaistnieć konieczność częściowej lub całkowitej wymiany grzejników w każdym mieszkaniu – przypadku nowych budynków konieczne jest przeprowadzenie długich rurociągów przez cały budynek.

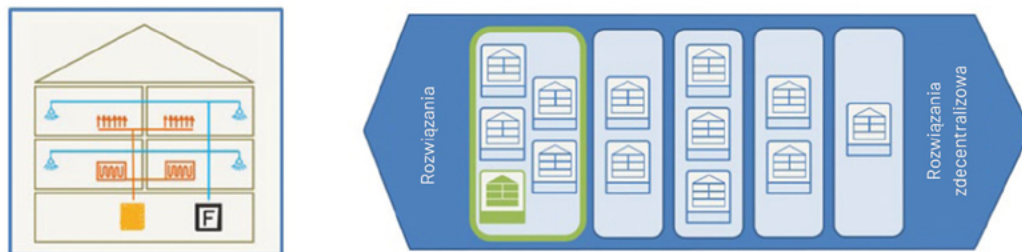


**Rysunek 09-9** Jedna pompa ciepła do ogrzewania mieszkań, druga do przygotowania c.w.u. [1].

**Rozwiązanie 3** – Pompa ciepła do ogrzewania wszystkich mieszkań, inne urządzenie do przygotowania ciepłej wody użytkowej

- Rozwiązanie można znaleźć zastosowanie we wszystkich rozmiarach budynków, ale często stosowane jest w większych budynkach.
- Możliwość pokrycia za pomocą pompy ciepła tylko zapotrzebowania na ciepło, bez uwzględnienia przygotowania c.w.u., co jest korzystne w sytuacji, gdy źródło ciepła dla pompy ciepła jest ograniczone. Jednocześnie generator ciepła na paliwa kopalne lub biomasę może z łatwością zapewnić wysoką temperaturę wody użytkowej, co pozwoli uniknąć problemu legionelli.

- Zalecany jest montaż zbiornika magazynującego wodę, aby zapewnić niezawodność systemu i umożliwić bardziej stabilną pracę generatora.
- W przypadku modernizacji wymiana tylko jednego urządzenia (przejście na pompę ciepła do ogrzewania) zmniejszy złożoność planowanych prac budowlanych (przy założeniu, że system do przygotowania c.w.u. pozostaje bez zmian).



**Rysunek 09-10** Pompa ciepła do ogrzewania wszystkich mieszkań, inne urządzenie do przygotowania c.w.u. [1].

#### **Rozwiązanie 4** – Pompa ciepła do przygotowania c.w.u., inne urządzenia do ogrzewania

- Rozwiązanie nadaje się do budynków każdej wielkości, jednak polecane jest do budynków mniejszych, jednak nie zaleca się wdrażania go w budynkach nowych, ze względu na zastosowanie paliw kopalnych.
- Przy wyborze tego rozwiązania należy mieć na uwadze dotychczasowe stosowanie określonego źródła ciepła lub czynnika chłodniczego (na przykład pieca węglowego lub kotła gazowego).
- Pompa ciepła zapewnia w tym przypadku tylko ciepłą wodę użytkową, do czego niezbędne jest zastosowanie zbiorników akumulacyjnych.
- W zimnym klimacie może być konieczna dwustopniowa pompa ciepła.
- Rozwiązanie to może być praktyczne w przypadku modernizacji systemu składającego się z dwóch generatorów ciepła, np. jeśli inwestor chce wymienić tylko jeden.
- W przypadku modernizacji wymiana tylko jednego urządzenia (przejście na pompę ciepła do przygotowania c.w.u.) zmniejszy złożoność planowanych prac budowlanych (przy założeniu, że system grzewczy pozostaje bez zmian).



**Rysunek 09-11** Pompa ciepła do przygotowania c.w.u., inne urządzenia do ogrzewania [1].

## Przykłady zastosowania pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych - case study

W klasycznym modelu pracy fotowoltaiki ponad 70% produkowanej przez instalację energii jest oddawana do sieci. Powinna być ona wykorzystywana w późniejszym okresie, czyli w momentach największego zapotrzebowania na nią, co wymaga zastosowania magazynów energii. Pompy ciepła to urządzenia, które mogą konsumować nadwyżki prądu ładując nią bufor wody grzewczej lub bufor chłodu. Przyszłością racjonalnej konsumpcji pików zielonej energii elektrycznej jest technologia Smart Grid. Jest ona gotowa do wdrożenia, dlatego kupując pompy ciepła do inwestycji należy zwrócić uwagę, aby były one przystosowane do pracy w takich systemach. Smart Grid sprawdzi się również jako rozwiązanie lokalne, które zaczynają pojawiać się w Polsce. Kluczem do sukcesu w tego typu systemach jest sterowanie zapotrzebowaniem na energię według produkcji oraz powiązanie systemu np. z lokalnymi systemami kogeneracyjnymi (biogazowniami i biometanowniami), które będą mogły działać bardzo elastycznie i doskonale bilansować produkcję energii elektrycznej i ciepła z OZE. Obecnie procedowane są odpowiednie akty prawne, które pozwolą uczestnikom lokalnej społeczności rozliczać energię po korzystnych stawkach.

Energia elektryczna wykorzystywana do zasilania pomp ciepła może pochodzić z produkcji energii elektrycznej w systemach kogeneracyjnych opartych o biometan. W Polsce w 2021 r. wyprodukowano 11,3 mln m<sup>3</sup> biogazu i 22,6 GWh energii elektrycznej dzięki instalacjom fermentacji opierających się na bioodpadach komunalnych [6]. Według Biomethane Map 2022-2023 opublikowanej przez European Biomass Association [5], liczba instalacji fermentacji z produkcją biometanu w Europie wzrasta. Raport Biomethane Map 2022-2023 (<https://www.europeanbiogas.eu/biomethane-map-2022-2023/>) przedstawia skalę rozwoju produkcji biometanu jako alternatywnego źródła energii. Biometan jest otrzymywany z procesu fermentacji biomasy. Pozyskiwanie energii z biometanu ma pozytywny wpływ na redukcję emisji gazów cieplarnianych i ograniczenia zależności od paliw kopalnych.

W obecnych uwarunkowaniach prawnych, na obszarach gmin wiejskich i miejsko-wiejskich mogą już powstawać spółdzielnie energetyczne i tworzyć lokalną społeczność energetyczną. Przykładem takiej spółdzielni jest Łądek Zdrój, powołana do życia w 2023 r. i która wybudowała już 1 MWp instalacji fotowoltaicznej na potrzeby własne i swoich mieszkańców, a kolejne 6,7 MWp wraz z magazynami energii jest na etapie projektowania.

Przykładem modernizacji jest lokalny system energetyczny (ciepło i prąd) w Michałowie, składający się z kilku własnych elementów:

1. Własna sieć - gwarancja ceny i ilości sprzedaży energii elektrycznej i ciepłej (PPA).
2. Opłaty zmienne i stałe oraz przychody z tytułu usług DSR (Demand Side Response) i DSM (Demand Side Management) [8].



**Lokalny system elektroenergetyczny w Michałowie :**

- I Gwarancja ceny i ilości sprzedaży energii elektrycznej (PPA) i ciepłej (PPA)
- I Przychody z tytułu dystrybucji energii elektrycznej
- I Opłaty zmienne i stałe
- I Przychody z tytułu usług DSR, DSM (Zarządzanie Magazynem)


**VIESSMANN**

This project is part of the European Climate Initiative (EUKI) of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK).

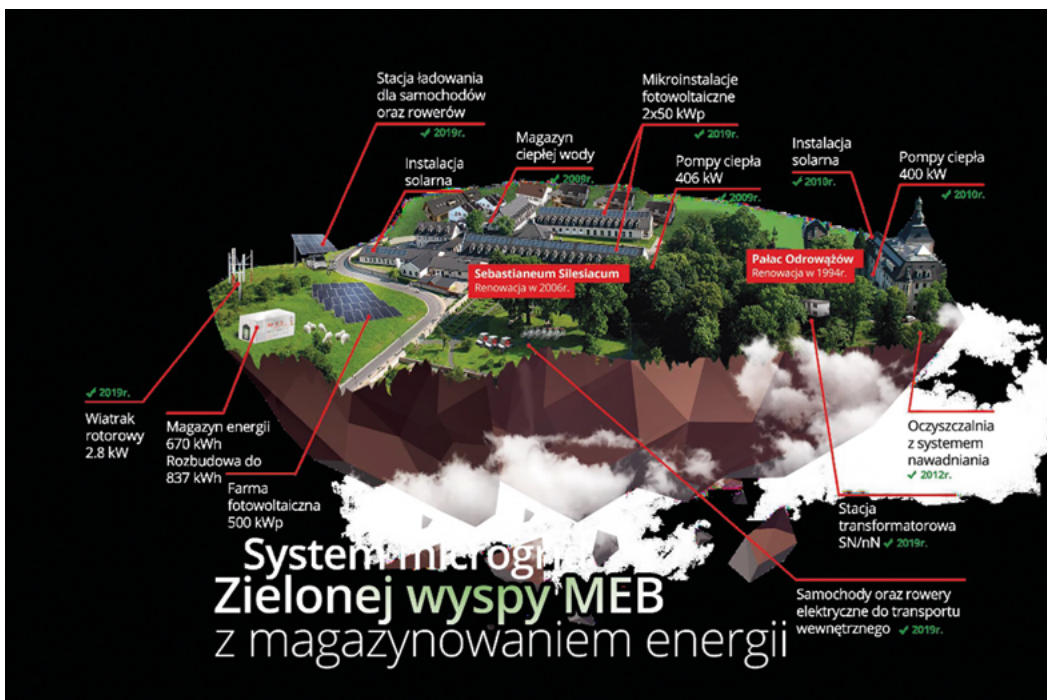
**Rysunek 09-12** Przykład lokalnego systemu energetycznego w Michałowie.  
Źródło: opracowanie Daniel Raczkiewicz, IEN Energy sp. z o.o.

Przykładem wielokrotnie nagradzanej inwestycji bazującej na odnawialnych źródłach energii (projekt i realizacja ostatnich etapów – MEB Energy Opole) jest obiekt w Kamieniu Śląskim składający się z dwóch kompleksów – Sebastianium, czyli sanatorium służącego lokalnej społeczności oraz Pałacu rodziny Odrowążów (centrum konferencyjne). Sanatorium zostało wyposażone w system gruntowych pomp ciepła Viessmann o mocy 406 kW oraz instalację fotowoltaiczną o mocy 2x50 kWp z ładowarkami do samochodów i rowerów firmy MEB. Na terenie obiektu znajduje się również kolejna instalacja fotowoltaiczna o mocy 500 kWp wraz z wiatrakami rotorowymi o mocy 2,8 kW. W Pałacu (Sanktuarium Św. Jacka) funkcjonuje maszynownia z gruntowymi pompami ciepła o mocy 420 kW oraz instalacja solarna do wspomagania c.w.u. Aby spiąć system w całość, tak aby stał się niemal samowystarczalny, rozbudowano go również o magazyn energii firmy MEB o pojemności 837 kWh, który wraz z autorskim systemem zarządzania energią daje możliwość optymalizacji wykorzystania źródeł energii z OZE.



**Rysunek 09-13** Inwestycja w Kamieniu Śląskim [7]. Źródło: MEB Energy.

Umożliwia on także przesunięcie w produkcji i oddawanie energii elektrycznej oraz jej sprzedaż, a tym samym czerpanie z tego tytułu korzyści finansowych. Zapewnia również zasilanie awaryjne (UPS). W przypadku inwestycji w Kamieniu Śląskim zastosowane rozwiązania i umiejętne zarządzanie energią pozwoliło uzyskać 9-miesięczną samowystarczalność zlokalizowanych tam obiektów. Ta niezależność energetyczna została przekuta na ponad dwuletni okres eksploatacji.



**Rysunek 09-14** Inwestycja w Kamieniu Śląskim [7]. Źródło: MEB Energy.

## Źródła

1. Annex 50, Heat Pumps in Multi-Family Buildings for Space Heating and Domestic Hot Water, HPT TCP, Report no. HPT-AN50-1, November 2022, <https://heatpumpingtechnologies.org/annex50/>
2. Dyrektywa EPBD w sprawie charakterystyki energetycznej budynków 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r.
3. Agentur für Erneuerbare Energien, RWTH JARA Energy 12/2018
4. Ministerstwo Rozwoju i Technologii
5. Biomethane Map 2022-2023 (EBA, maj 2023)
6. Andrzej Krzyśków, proGEO sp. z o.o., Wrocław
7. Pierwsza w Polsce Zielona Wyspa Energetyczna wybrana Budową XXI wieku, 2020, <https://www.gramwzielone.pl/energia-sloneczna/104289/pierwsza-w-polsce-zielona-wyspa-energetyczna-wybrana-budowa-xxi-wieku>
8. Ekspertyza. Analiza potencjału DSM/DSR odbiorców końcowych energii elektrycznej, R.Jędrzychowski, 2020, [https://lublin.eu/gfx/lublin/userfiles/\\_public/mieszkancy/srodowisko/energia/projekt\\_area\\_21/ekspertyza.pdf](https://lublin.eu/gfx/lublin/userfiles/_public/mieszkancy/srodowisko/energia/projekt_area_21/ekspertyza.pdf)





10

# FOTOWOLTAIKA W BUDYNKACH WIELORODZINNYCH – MOŻLIWOŚCI, KORZYŚCI, OSZCZĘDNOŚCI

Maciej Drobczyk

IBC Solar

Zespół PLGBC



Korzyści środowiskowe i finansowe wynikające z inwestycji w fotowoltaikę nie podlegają żadnym wątpliwościom. Rosnąca świadomość społeczeństwa oraz coraz większa dostępność własnych instalacji sprawiają, że do trendu produkcji energii ze słońca dołączają zarówno właściciele domów jednorodzinnych i spółdzielni mieszkaniowych, jak i fundusze inwestycyjne.

Instalacje fotowoltaiczne to urządzenia wytwarzające energię elektryczną z promieniowania słonecznego, wykorzystując zjawisko fotoelektryczne w materiałach półprzewodnikowych. Obecnie rozwój fotowoltaiki następuje bardzo dynamicznie, a słońce stanowi trzecie co do wielkości źródło energii odnawialnej na świecie. W ten sposób energia słoneczna może być wykorzystywana do zasilania niewielkich urządzeń przenośnych, domowych, oświetlenia, sygnalizacji drogowych, a także do ogrzewania pomieszczeń oraz podgrzewania wody w budynkach mieszkalnych.

**Instalacje  
fotowoltaiczne  
doskonale  
współpracują  
z budynkami  
wyposażonymi  
w sprężarkowe  
pompy ciepła czy  
systemy wentylacji  
mechanicznej  
z odzyskiem ciepła.**

Podstawowym elementem instalacji są ogniwa fotowoltaiczne, które, aby móc wytwarzać większą ilość energii, łączy się w moduły. W ogniwach zachodzi zjawisko fotowoltaiczne, dzięki któremu energia ze słońca zostaje przekształcona w prąd stały. Ogniwa są układami zbudowanymi z materiału półprzewodnikowego (najczęściej krzemu), który przewodzi ładunek elektryczny w wyniku działania czynników zewnętrznych m.in. w postaci temperatury lub promieniowania słonecznego. Ogniwo fotowoltaiczne produkuje prąd, który dzięki wykorzystaniu przetworników prądu stałego na zmienny, może być wykorzystany w instalacjach elektrycznych w budynkach. Grupa modułów zasilająca jeden falownik tworzy panel fotowoltaiczny, który dzięki odpowiedniej konstrukcji może być montowany na dachu lub gruncie.

Ogniwa fotowoltaiczne zbudowane są z materiału półprzewodnikowego, najczęściej krzemu, który pod wpływem dostarczania energii zamienia się z izolatora (ciała, które nie przewodzi elektryczności) w przewodnik. Ze względu na stopień uporządkowania struktury krystalicznej krzemu, wyróżniamy jego trzy odmiany:

- Krzem monokrystaliczny, który posiada silnie uporządkowaną strukturę pozbawioną licznych defektów. Ogniwa zbudowane z tego rodzaju krzemu charakteryzują się najwyższą efektywnością przetwarzania energii słonecznej w energię elektryczną (tzw. sprawnością). Sprawność modułu monokrystalicznego plasuje się na poziomie 15-19%. W praktyce oznacza to, że energia promieniowania słonecznego padająca na 1 m<sup>2</sup> ogniwa, zostaje w 15% przekształcona na energię elektryczną.
- Krzem polikrystaliczny, który charakteryzuje się mniej uporządkowaną strukturą oraz większą liczbą szkodliwych defektów. Z tego względu sprawność modułów zbudowanych z polikryształów krzemu osiąga 14-16%.
- Krzem amorficzny, który nie ma postaci kryształu, przez co posiada wysoce chaotyczną strukturę z bardzo dużą liczbą wad. Ma to bezpośredni wpływ na niską sprawność modułów, która wynosi zaledwie 9-14%.

Ze względu na wysoką sprawność, ogniwa mono- i polikrystaliczne z powrotem mogą być stosowane w instalacjach budowanych na dachach domów lub na gruncie. Ogniwa monokrystaliczne są o wiele trudniejsze w produkcji (przez co też i droższe), niż ogniwa zbudowane z polikryształów. Z tego też względu to właśnie te drugie najczęściej są wykorzystywane w przydomowych instalacjach fotowoltaicznych.

Instalacja fotowoltaiczna może pracować w dwóch układach:

- „On grid” – system przyłączenia instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej, która pełni rolę magazynu energii. Podłączenie paneli fotowoltaicznych do sieci polega na doprowadzeniu okablowania zmienoprądowego z falownika do rozdzielni niskiego napięcia o odpowiednich parametrach dla systemu elektroenergetycznego. Energia elektryczna wyprodukowana przez instalację w pierwszej kolejności zasila instalacje i urządzenia w budynku, a nadwyżka energii zostaje przekazana do sieci energetycznej. Przyłącze sieci elektroenergetycznej musi być wyposażone w licznik dwukierunkowy tzw. licznik energii oddanej i pobranej, aby umożliwić rozliczenie z siecią bilansu energii w określonym czasie.
- „Off grid” – instalacja fotowoltaiczna stanowi niezależną instalację elektryczną, nie przyłączoną do systemu elektroenergetycznego. Instalacja taka polega na podłączeniu instalacji fotowoltaicznej do akumulatora, który jest w stanie magazynować nadwyżki wyprodukowanej energii. Niewątpliwą zaletą tego systemu jest pełne niezależnienie się od sieci dystrybucyjnej. Istotnym elementem jest inwerter sterujący pracą ogniwa, zapewniający ich odpowiednią synchronizację oraz maksymalizowanie produkcji energii elektrycznej. Ma to niebagatelne znaczenie w sytuacji, gdy chcemy zasilić energią elektryczną obiekt znajdujący się w miejscu, gdzie nie ma dostępu do sieci lub jest on bardzo utrudniony. Energia czerpana z akumulatorów stanowi ogromną zaletę również, gdy zasilanie sieciowe charakteryzuje się częstymi awariami i przerwami w dostawach prądu.

Instalacje fotowoltaiczne doskonale współpracują z budynkami wyposażonymi w sprężarkowe pompy ciepła czy systemy wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Coraz częściej wspólnoty mieszkaniowe decydujące się na instalacje fotowoltaiczne przeznaczają wyprodukowaną energię elektryczną na potrzeby części wspólnych w budynkach.

Najczęściej o inwestycji decyduje możliwość ograniczenia kosztów produkcji energii oraz zwiększenia niezależności energetycznej. Ma to szczególne znaczenie w przypadku budynków wielorodzinnych, gdzie koszt utrzymania części wspólnych jest wysoki, zwłaszcza jeśli budynek wyposażony jest w windę, parking podziemny czy systemy wentylacji.

Dodatkowym czynnikiem zachęcającym do zainwestowania w fotowoltaikę są różne formy państwowego wsparcia, jak np. dotacja dla prosumenta lokatorskiego. Dzięki niej można wyposażyć budynek mieszkalny w instalację do zasilania części wspólnych (korytarzy, wentylacji, garaży, oświetlenia zewnętrznego).

Jednak należy pamiętać, że budynek, który otrzymuje dofinansowanie, powinien w głównej mierze służyć celom mieszkalnym. Moc instalacji nie może przekraczać mocy przyłączeniowej budynku, a wyprodukowana energia nie może być wykorzystywana do zasilania poszczególnych mieszkań, sklepów czy biur.

## Najważniejsze aspekty planowania instalacji

Budynki wielorodzinne charakteryzuje zazwyczaj znaczna wysokość oraz płaski dach o ograniczonej powierzchni, na której nierzadko znajduje się dodatkowa infrastruktura. Wszystkie te elementy mają wpływ na to, jaki system będziemy mogli ostatecznie zainstalować i ile energii będzie on w stanie wyprodukować.

Pamiętajmy również o wymogach bezpieczeństwa. W bliskim otoczeniu budynków wielorodzinnych znajdują się chodniki, place zabaw, parkingi i inna infrastruktura, z której korzysta wiele osób. W związku z tym musimy mieć pewność, że system znajdujący się na dachu nie stanowi zagrożenia dla osób przebywających w pobliżu budynku.

Zatem, aby planowana inwestycja w fotowoltaikę przyniosła oczekiwany zysk, należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

- nośność dachu,
- kondycja dachu,
- zapotrzebowanie energetyczne,
- dobór ułożenia paneli fotowoltaicznych,
- dobór odpowiedniej konstrukcji montażowej,
- analiza uzysków,
- wymogi bezpieczeństwa,
- dokumentacja,
- gwarancja i serwis.

O tym, w jaki sposób będzie wyglądała procedura projektowania i budowy instalacji decyduje także jej moc. Instalacje poniżej 50 kWp nie wymagają pozwolenia na budowę, a także przyłączane są przez operatora na tzw. zgłoszenie. Każda instalacja powyżej 50kWp wymaga uzyskania od operatora warunków przyłączenia, co obejmuje konieczność zgromadzenia dokumentacji, dodatkowy czas oczekiwania i spełnienie wymagań operatora. Natomiast każda instalacja powyżej 150 kWp, zgodnie z rozporządzeniem z 1.10.2023, wymaga uzyskania pozwolenia na budowę.

### NOŚNOŚĆ DACHU

Bardzo ważnym etapem inwestycji w dachowy system fotowoltaiczny jest określenie nośności dachu. W przypadku nowych budynków najczęściej dostępna jest odpowiednia dokumentacja, która jasno określa, jakie dodatkowe obciążenie może zostać zainstalowane na poszczególnych fragmentach dachu. Obiekty starsze często nie posiadają takiej dokumentacji albo zawarte w niej wyliczenia

nie spełniają aktualnych wymogów. W takim przypadku niezbędne jest wykonanie nowej ekspertyzy, która jasno określi, czy i jakie dodatkowe obciążenie możemy zainstalować. Ekspertyzę taką powinna wykonać osoba posiadająca stosowne uprawnienia (konstruktor).

## KONDYCJA DACHU

Stan techniczny dachu, a zwłaszcza jego hydroizolacji może być problemem, zwłaszcza w przypadku starszych budynków. Należy pamiętać, że planowany system fotowoltaiczny będzie pracować przez około 25 lat, dlatego nie powinno się instalować go na dachu, którego kondycja jest bardzo słaba, a warstwa hydroizolacji na tyle zużyta, że stanowi ryzyko pojawienia się przecieków.

Jeśli dach, który rozpatrujemy pod kątem instalacji fotowoltaicznej jest w złym stanie, należy przeprowadzić niezbędny remont, a przede wszystkim uszczelnić warstwę hydroizolacji. Dzięki temu ograniczymy ryzyko nieszczelności, podniesiemy stabilność i bezpieczeństwo instalacji i zaoszczędzimy sobie przyszłych kosztownych prac remontowych.

## ZAPOTRZEBOWANIE ENERGETYCZNE BUDYNKU

Planowana instalacja fotowoltaiczna budynku powinna w jak największym stopniu zaspokoić nasze zapotrzebowanie energetyczne, zarówno pod względem mocy, ale również ilości dostarczanej energii. W określeniu naszego zapotrzebowania pomocny będzie 15-minutowy raport zużycia, który możemy uzyskać od naszego dostawcy energii. Na jego podstawie bardzo łatwo określimy, w jakich godzinach mieszkańcy naszego budynku zużywają najwięcej energii i ile faktycznie jej potrzebujemy.

## DOBÓR UŁOŻENIA PANELI FOTOWOLTAICZNYCH

Panele na dachu płaskim układamy lekko uniesione (pod kątem 10-15 stopni), zazwyczaj względem kierunków świata, najczęściej kierując je na południe lub wschód-zachód. W niektórych przypadkach, ze względu na kształt dachu i usytuowanie samego budynku, nie jest to najkorzystniejsze rozwiązanie. Zdarza się, że aby efektywniej wykorzystać dostępną powierzchnię, najlepiej ułożyć panele tak, by ich krawędź była równoległa do jednej z krawędzi dachu.

Warto pamiętać, że ułożenie paneli ma spory wpływ na uzyski z instalacji. Moduły zorientowane na południe będą w stanie wyprodukować więcej energii niż ta sama liczba zorientowana w kierunku wschód-zachód. Co jednak istotne, na ograniczonej powierzchni dachu możemy zainstalować ok. 30-40% więcej paneli ułożonych w kierunku wschód-zachód, niż tych zorientowanych na południe, co finalnie przełoży się na większą moc instalacji. Dodatkowo należy mieć na uwadze, że produkcja energii z paneli ułożonych na wschód-zachód rozpoczyna się wcześniej i kończy później, niż w przypadku instalacji południowej, a to z kolei pozwala na łatwiejsze zagospodarowanie produkowanej energii. Przed montażem modułów wskazane jest wykonanie symulacji z planowanej instalacji, z uwzględ-

nieniem kilku wariantów ułożenia modułu i porównanie wyników z aktualnym zapotrzebowaniem (profilem zużycia energii elektrycznej). Takie działanie pozwoli oszacować energię, będziemy mogli wykorzystać do zasilenia części wspólnych, a ile sprzedać z zyskiem. Dzięki temu możliwe będzie określenie ułożenia paneli optymalnego pod kątem uzysków.

### DOBÓR ODPOWIEDNIEJ KONSTRUKCJI MONTAŻOWEJ

Mocowanie mechaniczne, czyli inwazyjne, ma miejsce wszędzie tam, gdzie konstrukcja montażowa jest mechanicznie, czyli za pomocą kotw, wkrętów lub innego rodzaju łączników przytwierdzona do dachu lub konstrukcji nośnej. Nazywamy je mocowaniem inwazyjnym, ponieważ wymaga przerywania ciągłości hydroizolacji dachu.

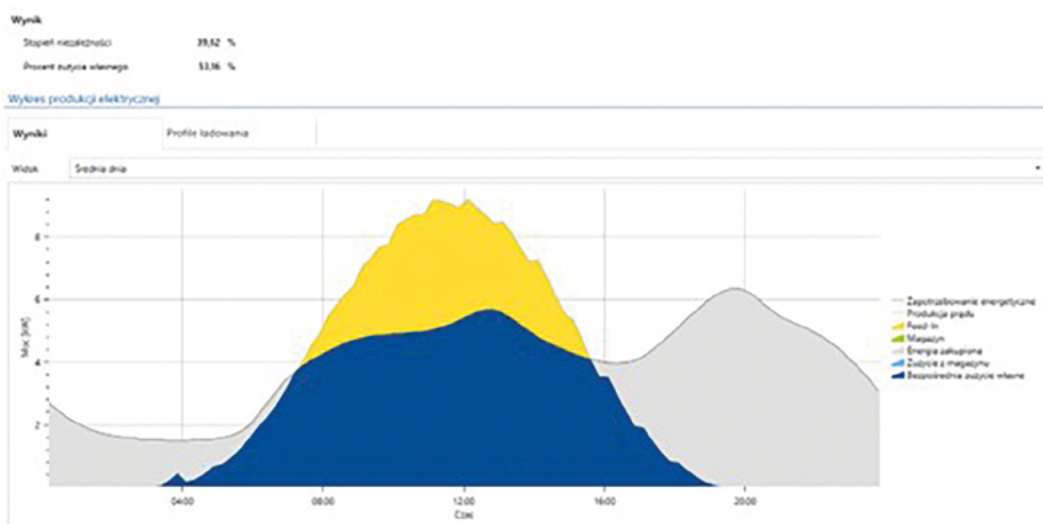
Z kolei mocowanie bezinwazyjne nie przerywa hydroizolacji dachu. Jego najpopularniejszym rodzajem jest system balastowy, który za pomocą odpowiednio wyliczonego balastu w sposób pewny stabilizuje konstrukcję. Alternatywą dla systemów balastowych jest rozwiązanie zgrzewane, pozwalające w bezpieczny sposób przytwierdzić konstrukcję nośną bezpośrednio do warstwy hydroizolacji, bez konieczności stosowania dodatkowego balastu.



**Rysunek 10-1** Przykładowe systemy montażu. Źródło: opracowanie własne.

## ANALIZA UZYSKÓW

Mając wystarczającą wiedzę na temat nośności dachu, zapotrzebowania energetycznego w budynku i dostępnych możliwości ułożenia oraz montażu paneli PV, kolejnym krokiem jest wykonanie symulacji uzysków. Tego typu analiza – jeśli poprawnie wykonana – bazuje na historycznych danych nasłonecznienia, a także uwzględnia kąt ułożenia modułów fotowoltaicznych i sprawność oraz wydajność wszystkich pozostałych elementów systemu. Wykonując taką symulację jesteśmy w stanie potwierdzić pierwotnie przyjęte założenia co do instalacji i dokładnie określić, w jakim stopniu projekt fotowoltaiczny zaspokoi nasze zapotrzebowanie energetyczne oraz jaka część wyprodukowanej energii będzie musiała zostać oddana do sieci.



**Rysunek 10-2** Przykład analizy uzysków w porównaniu do zapotrzebowania.

Źródło: opracowanie własne.

## WYMOGI BEZPIECZEŃSTWA

Ważnym aspektem planowania jakiejkolwiek inwestycji jest pogłębiona analiza wszystkich ewentualnych zagrożeń. To ważne działanie pozwalające na minimalizację ryzyka niepowodzenia już na wczesnym etapie prac. Jednocześnie warto pamiętać, że każdy projekt jest unikatowy, dlatego w kontekście zagrożenia każdy powinien być rozpatrywany osobno. Na co należy zwrócić uwagę podczas takiej analizy? Poza dość oczywistymi elementami, takimi jak stabilność umieszczenia jakichkolwiek urządzeń na dachach czy stopień obciążenia konstrukcji dachu trzeba także przemyśleć strefy pożarowe, system odgromowy, trasy kablowe, układy zabezpieczeń elektrycznych czy przeciwpożarowych, a także lokalizację komponentów. Do tego dochodzą również kwestie bezpieczeństwa ludzi, a zatem odpowiednie zabezpieczenie przed upadkiem osób pracujących na dachu (zarówno w trakcie montażu, jak i serwisowania instalacji w kolejnych latach) oraz uwzględnienie ekstremalnych warunków pogodowych, w tym zabezpieczenie przed zsuwającym się śniegiem i lodem czy silnymi wiatrami.



Warto w tym miejscu dodać, że wszystkie elementy instalowane na dachu muszą posiadać odpowiednie certyfikaty i dopuszczenia. Do każdego systemu powinny być stworzone wyliczenia statyczne i plan balastowania (w przypadku instalacji balastowych). Stosowanie sprawdzonych i pewnych rozwiązań minimalizuje ryzyko związane z inwestycją. W aktywnym ograniczeniu ryzyka kluczową rolę odgrywa instalator, który powinien legitymować się odpowiednią wiedzą i doświadczeniem, oraz opracować rozwiązanie techniczne, gwarantujące stabilną i bezpieczną pracę systemu na lata.

Oprócz audytu konstruktora (uzyskania opinii o nośności dachu) powinno wykonać się audyt przedstawiciela branży elektrycznej pod kątem stanu instalacji w budynku oraz możliwości przyłączenia i zaprojektowania PV, i instalacji urządzeń. Projekt instalacji i przyłączeń powinien zostać wykonany przez przedstawiciela branży PV z odpowiednimi uprawnieniami.

**Raz na pięć lat powinien zostać przeprowadzony okresowy przegląd instalacji elektrycznej w obiektach/ budynkach, w tym instalacji PV.**

Co więcej, po zakończeniu instalacji należy wykonać niezbędne pomiary, w tym pomiary rezystancji izolacji. Tę procedurę można poszerzyć o badanie termowizyjne, które pozwoli wykryć możliwe błędy instalatorskie bądź wady produktów (tzw. hotspoty w modułach).

Należy pamiętać że każda instalacja o mocy powyżej 6,5 kWp musi zostać zatwierdzona przez uprawnionego rzeczoznawcę pod kątem zgodności z przepisami przeciwpożarowymi, oraz że musi zostać zgłoszona do Państwowej Straży Pożarnej.

Ostatecznie, na koniec montażu należy przygotować protokół odbioru, w tym protokoły wykonanych pomiarów i dokumentację powykonawczą. Powinno się też przeprowadzić szkolenie wyznaczonych osób z podstawowej obsługi, dołączyć instrukcji, oraz zamieścić instrukcję w widocznym miejscu (np. w głównej rozdzielni czy przy falowniku), oraz oznaczeń zgodnie z przepisami, że w/na budynku znajduje się instalacja PV.

## DOKUMENTACJA

Zakres dokumentacji należy każdorazowo dostosować do wielkości i stopnia złożoności inwestycji oraz wymogów prawnych. Doświadczony wykonawca dostarczy nie tylko wymagane przez prawo dokumenty, ale również zapewni swobodny dostęp do wszystkich wymienionych wyżej certyfikatów oraz szczegółowych wyliczeń technicznych.

## GWARANCJA I SERWIS

Zwyczajowo większość używanych na rynku komponentów PV ma gwarancję producenta, choć jej zakres i związany z tym czas ochrony może różnić się w zależności od konkretnego produktu. Wybierając dostawców warto decydować się na takich, którzy oferują lokalny serwis i podlegają pod prawodawstwo unijne. Dla nas to pewność, że w razie ewentualnych trudności, problem zostanie szybko

rozwiązany bez konieczności odwoływania się do wielu instancji w różnych krajach. Sami instalatorzy również zazwyczaj udzielają dodatkowej gwarancji na swoje wykonawstwo, ale znowu: zakres i czas obowiązywania takiego zabezpieczenia może różnić się w zależności od fachowca. W dokumentacji końcowej/powykonawczej zawarta jest także informacja dotycząca zakresu i wymogów przeglądów okresowych. Jak każda instalacja, również ta fotowoltaiczna, powinna być regularnie serwisowana. Częstotliwość przeglądów zależy w dużej mierze od użytych komponentów oraz warunków, w jakich instalacja jest użytkowana.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami raz na pięć lat powinien zostać przeprowadzony okresowy przegląd instalacji elektrycznej w obiektach/budynkach. Instalacja PV jako część instalacji elektrycznej również jest weryfikowana w ramach tego przeglądu.

Pamiętajmy też, że producenci modułów, falowników i innych komponentów zazwyczaj nie wymagają dodatkowych przeglądów. Jednak warto je robić np. w ramach umowy serwisowej na przegląd całej instalacji PV.

## Case study - na każdy dach znajdzie się odpowiednie rozwiązanie

Przystępując do planowania inwestycji w dachową instalację fotowoltaiczną warto podejść do tego procesu z otwartą głową i optymizmem. Nasze ponad 40-letnie doświadczenie w IBC SOLAR dowodzi, że nawet przy bardzo niekorzystnych warunkach, takich jak duża wysokość budynku czy występujące silne wiatry, znalezienie rozwiązania, które pozwoli korzystać z dobrodziejstw energii słonecznej, jest możliwe. Co więcej, w tych trudniejszych przypadkach średni czas zwrotu z inwestycji wciąż wynosi kilka lat.

Przykładem instalacji, która ze względu na swoje skomplikowane założenia wymagała niestandardowego podejścia jest inwestycja w Poznańskiej Spółdzielni Mieszkaniowej Winogrady, zrealizowana przez Multisun Wielkopolska (Preferowanego Partnera Premium IBC SOLAR) w 2021 roku. Analiza założeń wstępnych tego projektu wykazała, że:

- 17-piętrowe budynki o wysokości 55 m,
- ograniczona nośność i powierzchnia dachu,
- dach jest w złej kondycji,
- rozwiązanie ze szczególną uwagą na zapotrzebowanie energetyczne nastawione na maksymalizację autokonsumpcji,
- należy uwzględnić kwestie związane z bezpieczeństwem,
- uwzględnić w projekcie rozwiązania sytuacji kiedy prędkość wiatru dochodząca kilka razy w roku do 115 km/h.

Po przeprowadzeniu wszystkich niezbędnych analiz, w tym dotyczących nośności i kondycji dachu, inwestor zdecydował na remont dachu przed instalacją systemu fotowoltaicznego. Uwzględniając zapotrzebowanie energetyczne wybrano innowacyjne rozwiązanie w systemie bezinwazyjnym i bezbalastowym z ekspozycją wschód-zachód. Ze względu na ograniczone miejsce na dachu instalacja jest

mniej niż pierwotnie wymagane zapotrzebowanie inwestora, finalnie zainstalowano 164 kWp na 4 budynkach (Etap 1 inwestycji).

Mimo wielu czynników niekorzystnych, które miały wpływ na końcową wartość inwestycji, szacowano, że planowany zwrot miał nastąpić w około dziewięć lat. Jednak już po pierwszym roku działania instalacji inwestor odnotował o 65% niższe koszty energii. W drugim roku działania instalacji po zmianie cennika energii (uwzględniającej zamrożone stawki energii) i powtórnych przeliczeniach okazuje się, że inwestycja zwróci się w sześć lat. Potwierdzeniem ekonomicznej opłacalności są dalsze inwestycje SM Poznań – Winogrody, które w 2023 obejmują już łączną moc 457 kWp zainstalowaną na dwunastu wieżowcach.

Dane udostępnione dzięki uprzejmości Poznańskiej SM Winogrody i wykonawcy Multisun Wielkopolska.



**Rysunek 10-3** Realizacja inwestycji na SM Winogrody, realizacja Multisun Wielkopolska.  
Źródło: opracowanie własne.

**Źródła**

1. Scenariusze elektryfikacji ogrzewania w budynkach jednorodzinnych w Polsce do 2030 roku, PORT PC, 2020, [http://portpc.pl/pdf/raporty/01-70\\_Raport\\_2020\\_P.pdf](http://portpc.pl/pdf/raporty/01-70_Raport_2020_P.pdf)
2. Portal o odnawialnych źródłach energii, E.ON, <https://www.innogy.pl/pl/portal-o-energii-slonecznej>
3. <http://mieszkajenergooszczednie.pl>



# MODERNIZACJA BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH WPISANYCH DO REJESTRU ZABYTKÓW

**dr inż. Tomasz Jeleński**

Politechnika Krakowska, Fundacja Sendzimira,  
INTBAU College of Chapters



Nie wszystkie rozwiązania pozytywnie wpływające na oszczędności eksploatacyjne, komfort i ochronę klimatu są możliwe do zastosowania w konkretnym budynku, zwłaszcza, jeżeli jest to zabytek. Każdy obiekt posiada inne uwarunkowania konserwatorskie, konstrukcyjne i zewnętrzne, dlatego projektant modernizacji powinien analizować problemy związane z ustaleniem zakresu prac indywidualnie. W doborze rozwiązań odpowiednich dla danego budynku pomóc mogą opracowania upowszechniające wiedzę o rewaloryzacji zabytków. Jednym z takich źródeł jest podręcznik „Rewaloryzacja i modernizacja budynków historycznych w dobie kryzysu klimatycznego”, z którego obszernie cytaty wykorzystane są w niniejszym rozdziale [1].

## Konserwacja budynków zabytkowych – podstawowe zasady

Konserwacja zabytków to wszelkie działania i zabiegi mające na celu ochronę dóbr kultury, m.in.: **zachowanie integralności ich substancji, poszanowanie znaczenia kulturowego, historycznego, estetycznego lub artystycznego.**

Dla konserwacji zabytków fundamentalne są dwie zasady:

- minimalnej interwencji, czyli ograniczenia środków wpływających na tkankę zabytkową,
- odwracalności interwencji, czyli zachowania możliwości powrotu do stanu sprzed interwencji.

Podstawowym celem ochrony zabytków jest ich zachowanie w formie możliwie niezmienionej względem pierwotnej i w jak w najlepszym stanie architektoniczno-materialnym. W tym właśnie kontekście zaznacza się szczególna odpowiedzialność właścicieli, dzierżawców lub zarządców za stan poszczególnych zabytków oraz prawne umocowanie służb konserwatorskich [2].

**Podstawowym celem ochrony zabytków jest ich zachowanie w formie możliwie niezmienionej względem pierwotnej i w jak najlepszym stanie architektoniczno-materialnym.**

Osoba, która posiada tytuł prawny do korzystania z zabytku, może zwrócić się do Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków (WKZ) z prośbą o wydanie zaleceń dotyczących zagospodarowania obiektu, jego użytkowania, prac konserwatorskich, remontowych, zabezpieczenia, itp. Z drugiej strony WKZ może wydać decyzję nakazującą osobie posiadającej tytuł prawny do zabytku przeprowadzenie prac konserwatorskich lub robót budowlanych, jeżeli ich wykonanie jest niezbędne ze względu na zagrożenie zniszczeniem lub istotnym uszkodzeniem obiektu.

Konserwację przeprowadza się po dokładnym zinventoryowaniu obiektu, przeprowadzeniu badań archiwalnych, historycznych i technicznych, mających na celu **ustalenie stanu, wieku i wartości zabytkowej** poszczególnych elementów budynku. Następnie określa się zakres prac i zabiegów konserwatorskich niezbędnych dla realizacji celów projektu.



Złożoność zadań podejmowanych przez służby konserwatorskie powoduje, że prawo jest przez nie (w sensie merytorycznym) wypełniane w dużym stopniu intuicyjnie. Nie sposób bowiem zapisać w prawie wszystkich kryteriów ochrony wartości historycznych, naukowych, a szczególnie artystycznych poszczególnych zabytków i krajobrazu kulturowego. Ochrona zabytków nie jest nauką ścisłą, w której hipotezy można weryfikować za pomocą doświadczeń i dowodów matematycznych, ale opiera się na wartościach humanistycznych i wymaga zrozumienia, dlaczego dany obiekt ma wartość społeczną, więc wymaga szczególnej ochrony.

Dobór kryteriów wynika więc z wiedzy w zakresie estetyki, historii architektury, konserwatorskiego doświadczenia zawodowego, a w ostateczności także intuicji historyczno-estetycznej. Każdy przypadek jest inny, wymaga indywidualnego rozpatrzenia, ale też prowadzenia negocjacji z właścicielami oraz **użytkownikami zabytków**. Na ten aspekt konserwatorzy zwracają szczególną uwagę. Inwestorzy powinni częściej korzystać z możliwości uzgadniania z urzędem optymalnych rozwiązań. Uzgodnienia należy prowadzić już na etapie projektowania rewaloryzacji albo modernizacji.

Rolę pośredników uzgadniających szczegółowe rozwiązania powinni pełnić architekci projektujący działania rewaloryzacyjne lub modernizacyjne oraz osoby zajmujące się praktyczną konserwacją danego obiektu, odpowiadające za przebieg prac. Ważne jest, aby wybrać takich projektantów i wykonawców, którzy mają odpowiednią wiedzę i doświadczenie w pracy z zabytkami.

## Co może zaszkodzić budynkom zabytkowym

Modernizacja budynku oznacza jego modyfikację, unowocześnienie, czyli poprawę jego stanu technicznego, użytkowego, poszerzenie jego funkcjonalności oraz zmianę cech i właściwości budynku poprzez np. **montaż nowych instalacji, adaptację** do nowej funkcji, **rozbudowę lub przystosowanie do nowych warunków funkcjonowania**.

Modernizacja może też oznaczać przekształcenie budynku w celu nadania mu wyglądu obiektu nowego lub odpowiadającego współczesnej stylistyce. Taka modernizacja **w przypadku obiektów zabytkowych jest całkowicie niedopuszczalna**.

Pojęciem stosowanym przez konserwatorów, które pozwala odróżnić ingerencje szkodliwe od dopuszczalnych jest rewaloryzacja. Oznacza ono wyeksponowanie, a nawet przywrócenie wartości artystycznych i kulturowych zabytku, a w szczególności jego walorów użytkowych. Rewaloryzacja służy podtrzymaniu pierwotnego sposobu użytkowania zabytku albo przystosowaniu go do pełnienia nowej funkcji, przy spełnieniu potrzeb współczesnych użytkowników, w sposób nienaruszający najważniejszych wartości zabytkowych.

Efektem niewłaściwej modernizacji (lub termomodernizacji) budynków historycznych jest często utrata ich wartości architektonicznej: zakrycie elementów sztukatorskich, zmiana głębokości osadzenia stolarki otworowej i ziarnistości lub faktury tynków albo zastąpienie oryginalnych materiałów konstrukcyjnych, takich jak kamień lub cegła. Zmiana grubości i szerokości ocieplonych ścian zaburza ich proporcje w stosunku do cokołu, gzymsu podokapowego i kalenicy.

Nieodpowiednia instalacja urządzeń grzewczych, wentylacyjnych klimatyzacyjnych lub pozyskujących energię z otoczenia powodować może uszkodzenia lub zakrycie historycznych elementów budynku.

Modernizacja wykonana w sposób wadliwy lub nieprzemyślany często prowadzi też do przyspieszonej degradacji obiektu oraz może narazić właściciela na wysokie koszty naprawy powstałych przez to uszkodzeń.

Do najczęściej popełnianych błędów przy modernizacji budynków historycznych zalicza się:

- skuwanie i wymianę oryginalnych tynków;
- stosowanie zapraw zawierających dodatki cementu w miejscach, w których nie stosowano zapraw cementowych lub cementowo-wapiennych;
- stosowanie nowoczesnych barier przeciwwilgociowych i izolacji zamkniętych kapilarnie: styropianu, folii i membran paroizolacyjnych (które są standardem w nowoczesnym budownictwie, ale nie pozwalają na naturalne odparowanie wilgoci i zaburzają równowagę ciepłno-wilgotnościową budynku historycznego);
- stosowanie farb i gładzi dyfuzyjnie zamkniętych (akryle, lamperie olejne) albo o niskiej paroprzepuszczalności;
- stosowanie wełen mineralnych do ocieplania budynków zawilgoconych (przeniknięcie wilgoci do wełny mineralnej trwale obniża jej izolacyjność termiczną);
- wymianę oryginalnej stolarki okiennej na nową, wykonaną w nowych technologiach bez usprawnienia systemu wentylacyjnego (powoduje zmianę mikroklimatu wewnątrz i ich zagrzybienie);
- stosowanie niewłaściwie zaprojektowanej izolacji od wewnątrz (grozi przemarzaniem elewacji lub akumulacją wilgoci).

Najczęściej popełniane błędy przy modernizacji wewnątrz historycznych to:

- wymiana oryginalnych podłóg na gruncie i stosowanie posadzek lub klejów z dodatkiem cementu, które szczelnie izolują podłoże i uniemożliwiają odparowanie wilgoci (dawne posadzki ceramiczne i kamienne były układane na podsypce z piasku, niekiedy z dodatkiem chudej zaprawy wapiennej lub gliny);
- adaptacja piwnic na cele użytkowe bez odpowiedniej wentylacji.

Wszystkie wymienione tu błędy powodować mogą zaburzenie równowagi ciepłno-wilgotnościowej, które przyczynia się do zawilgocenia budynku.

Na zachowanie budynku i jego wartości zabytkowej znaczny wpływ mają też działania w jego otoczeniu. Bliskie otoczenie budynku stanowi integralną część zabytku i wymaga takiej samej dbałości i ochrony, jak zabytkowy budynek.

Szczególną uwagę należy zwrócić na:

- właściwą pielęgnację drzewostanu,
- odtwarzanie zabytkowej kompozycji zieleni,
- zachowanie i prawidłowe utrzymanie historycznej nawierzchni.

Najczęściej popełniane błędy w otoczeniu budynku to:

- niewłaściwe odprowadzenie wód opadowych (z rur spustowych i powierzchni otaczających),
- zmiana wysokości/profilu otoczenia budynku (spływ w stronę budynku),
- kopanie wokół budynku – uszkodzenie oryginalnej izolacji fundamentów (z „tłustej” gliny),
- stosowanie w pobliżu fundamentów niewłaściwie zaprojektowanego drenażu,
- wycinanie drzew, utwardzanie i uszczelnianie gruntu wokół budynku,
- stosowanie twardych opasek przycokołowych.

Usunięcie drzew lub innych nasadzeń, a także uszczelnienie nawierzchni wokół budynku prowadzi do zmian wilgotności gruntu i może skutkować zawilgoceniem budynku.

Problemem są też pokutujące w społeczeństwie mity, np. domniemana kosztowność zabiegów konserwatorskich. Tymczasem konserwatorski paradygmat minimalnej interwencji powoduje zasadnicze ograniczenie zabiegów i zarazem kosztów. Znacznie bardziej kosztowna, a do tego nietrwała lub szkodliwa, może być modernizacja realizowana przy zastosowaniu popularnych, szeroko reklamowanych „nowoczesnych” metod, materiałów lub systemów renowacyjnych.

## Jak odnawiać budynki zabytkowe

Pomiędzy podejściem ortodoksyjnie konserwatorskim a głęboką termomodernizacją istnieje kontinuum metod, które pozwala na dobór właściwych działań, odpowiednich do zastosowania w konkretnych przypadkach budynków zabytkowych.

Aby uniknąć niepotrzebnych wydatków i kosztownych błędów, warto na etapie projektu i przed zleceniem prac wykonać analizy i porównać kosztorysy działań w różnych wariantach, od nowoczesnych rozwiązań renowacyjnych, po rozwiązania ortodoksyjnie konserwatorskie.

**Doświadczenia pokazują, że zachowawczy wariant konserwatorski, który jest zawsze rozwiązaniem najbardziej bezpiecznym i estetycznym, może też okazać się zdecydowanie najmniej kosztowny.**

***Aby uniknąć  
niepotrzebnych  
wydatków  
i kosztownych  
błędów, warto na  
etapie projektu  
i przed zleceniem  
prac wykonać analizy  
i porównać kosztorysy  
działań w różnych  
wariantach.***

### Czy konserwacja zabytków jest kosztowna?

Przykład:

Wycenienia kosztów prac wykonano dla zabytkowej budowli, w której całkowita powierzchnia tynków zewnętrznych wynosi ok. 1000 m<sup>2</sup>, w tym **20% tynku jest nieodwracalnie zniszczone.**

Koszty prac zostały obliczone dla trzech wariantów realizacji prac:

- **Wariant A** – radykalnie modernizacyjny – zakładał skucie całości starego tynku, położenie nowego, malowanie współczesnymi farbami, np. silikatowymi.
- **Wariant B** – modernizacyjny, ogólnie zgodny z teorią konserwacji – wymiana tynków tylko w obszarze zniszczeń na systemowe, malowanie całości współczesnymi farbami, np. silikatowymi.
- **Wariant C** – zachowawczy, w pełni zgodny z teorią konserwatorską – wymiana tynków tylko w obszarze zniszczeń na tradycyjne (wapienno-piaskowe lub szlachetne), uzupełnienie kolorystyki tylko w obszarze rekonstruowanych tynków, z ewentualną korektą estetyki całości.

Wycenienia, przygotowane przez profesjonalnego kosztorysanta, uwzględniły wszystkie koszty (rusztowań, zabezpieczeń, materiałów, sprzętania, utylizacji odpadów itd.) oraz różnice cen usług w kilku polskich miastach.

Wynik:

**Wariant C** – konserwatorski zachowawczy (najbezpieczniejszy, najtrwalszy i zachowujący estetykę oryginału) okazał się, wbrew powszechnie panującym przesądom, dwukrotnie tańszy od Wariantu B i czterokrotnie tańszy od Wariantu A [3].

## TERMOMODERNIZACJA BUDYNKÓW ZABYTKOWYCH

Termin „termomodernizacja” jest często błędnie rozumiany i kojarzony przede wszystkim z ocieplaniem elewacji. Wg prawa pojęcie termomodernizacji oznacza każdą inwestycję, służącą redukcji zużycia energii pierwotnej na potrzeby ogrzewania budynku i podgrzewania ciepłej wody użytkowej [4]. Można to realizować poprzez szereg powiązanych ze sobą działań, poprawiających parametry cieplno-wilgotnościowe budynku i sprawność jego systemów, np.:

- naprawę lub korektę systemu odprowadzenia wód opadowych i zabezpieczenie przeciwwilgociowe budynku – osuszenie ścian i zabezpieczenie ich przed zawilgoceniem na skutek podsiąkania kapilarnego;
- docieplanie dachu, stropów oraz podłóg;
- likwidację mostków termicznych, m.in. wokół okien i drzwi;

- konserwację albo modernizację stolarki otworowej;
- ocieplenie ścian zewnętrznych;
- rekuperację ciepła wentylacyjnego;
- modernizację systemu grzewczego, w tym przyłączenie budynku do scentralizowanego źródła ciepła (np. miejskiej sieci ciepłowniczej) albo wymianę (całkowitą lub częściową) źródła energii na zero- lub nisko-emisyjne, w miarę możliwości odnawialne;
- nasadzenia zieleni, wspomagającej efektywność energetyczną budynku oraz poprawiającej klimat zewnętrzny i wewnętrzny.

Straty ciepłe budynku przez ściany zewnętrzne szacowane są średnio na ok. 20-30% ogólnych strat energetycznych. Pozostałe 70-80% ulatuje przez nieefektywny system wentylacji, nieszczelności stolarki otworowej (okien i drzwi), nieocieplone dachy lub stropy oraz mostki cieplne na połączeniach różnych elementów, np. w miejscach osadzenia okien lub płyt balkonowych. Całkowicie błędne jest więc takie podejście do termomodernizacji, które polega głównie na obłożeniu budynku grubą warstwą izolacji. Takie działanie może przynieść niewielkie oszczędności energii użytkowej, równocześnie deformując budynek wizualnie i narażając jego użytkowników na obniżenie jakości środowiska wewnętrznego.

Rozwiązaniem może być stosowanie dociepleń na wewnętrznej stronie ścian, stropów i połaci dachowych, jeśli pozwala na to brak historycznego wystroju wewnątrz lub bardzo zły stan jego zachowania.

**Termomodernizacja obiektów zabytkowych jest z perspektywy urzędów konserwatorskich trudna, ale nie jest wykluczona.** Dla istnienia zabytku istotne znaczenie ma jego funkcjonalne zagospodarowanie. Jeśli wprowadzane rozwiązania techniczne nie kolidują z celami ochrony i opieki nad zabytkami, służby konserwatorskie je akceptują. Co więcej – jeśli rozwiązania te pozwalają na lepsze wykorzystanie obiektów zabytkowych, a tym bardziej na przedłużenie ich istnienia – są one nie tylko akceptowalne, ale też zalecane. Podobnie jak akceptuje lub zaleca się zmianę funkcji, czyli sposobu użytkowania, jeśli przyczyni się do poprawy stanu i przedłużenia żywotności zabytku.

Przy wprowadzaniu do budynków zabytkowych innowacji technicznych większość zmian dotyczy wnętrza. Jeśli wnętrza i elementy ich wyposażenia zostały już w całości lub w części przekształcone i brak jest materiałów umożliwiających ich całkowite lub choćby częściowe odtworzenie, zasadniczo nie ma trudności z akceptacją urządzeń technicznych odpowiadających współczesnym standardom.

Co więcej, kiedy mamy do czynienia z wnętrzem pozbawionym oryginalnego wystroju, niezbędne staje się rozważenie w pierwszej kolejności rodzajów i metod wprowadzenia nowych technologii, w tym proekologicznych i oszczędzających energię, a dopiero w kolejnym kroku realizowana jest rekonstrukcja, bądź (jeśli determinuje to brak materiałów źródłowych) waloryzacja wnętrza.

Również tam, gdzie w znacznym stopniu zachowane są oryginalne wnętrza i elementy ich wyposażenia, nie wyklucza się możliwości wprowadzenia nowych technologii. Wzrasta natomiast skala trudności i koszty takich działań.

Duże, a nieraz determinujące znaczenie dla możliwości wprowadzania nowych technologii ma ranga zabytku (choć pojęcie to nie funkcjonuje już w obrocie prawnym).

## DOBÓR ZAKRESU I SPOSOBU TERMOMODERNIZACJI

Decyzja o zakresie i wyborze technologii termomodernizacji powinna być poprzedzona analizą, obejmującą m. in. stan zachowania obiektu, istniejące i projektowane rozwiązania architektoniczne i konstrukcyjne oraz potencjalną zmianę fizyki budynku i warunków klimatycznych we wnętrzach.

Bardzo pomocnym, chociaż kosztownym, elementem analizy jest **audyt energetyczny**.

Powinien on wykazać, jakie korzyści można uzyskać, stosując konkretne rozwiązania poprawiające właściwości użytkowe obiektu i ograniczające koszty finansowe i środowiskowe, w tym zużycie energii i ślad węglowy, przy jednoczesnym zachowaniu jego walorów historycznych i estetycznych.

Procedura audytu jest dość skomplikowana, ale jego efektem jest zestawienie kosztów, zysków, czasu zwrotu kosztów i innych wskaźników opłacalności każdego rodzaju modernizacji [5]. Audyt stanowi więc dobrą podstawę do podjęcia świadomej decyzji, dotyczącej sposobu modernizacji energetycznej. Przeprowadzenie audytu bywa też warunkiem otrzymania wsparcia finansowego, premii lub dotacji na modernizację budynku lub jego instalacji. Dotyczy to m.in. dofinansowań projektów w ramach Funduszy Europejskich.

Realizacja inwestycji bez wstępnych badań często prowadzi np. do izolowania obiektów zawilgoconych, co powoduje nieskuteczność ocieplenia oraz – w przypadku izolowania od zewnątrz – sprzyja zagrzybieniu ścian, a w przypadku izolowania od wewnątrz powoduje również niszczenie struktury elewacji w wyniku rozsadzania mrozowego. Zastosowanie styropianu i szczelnych okien przy braku odpowiedniej wentylacji wewnątrz może doprowadzić do szybkiej degradacji obiektu poprzez zawilgocenie.

Warunkiem **poprawnego zaprojektowania docieplenia** jest przeprowadzenie pełnej oceny rozwiązania według następujących kryteriów:

- izolacyjności i rozszerzalności termicznej przegród zewnętrznych,
- dyfuzji pary wodnej,
- głębokości przemarzania,
- pojemności cieplnej ścian,
- mostków termicznych i miejsc powierzchniowej kondensacji wilgoci.

Jeżeli nie możemy lub nie chcemy ocieplić elewacji ze względu na jej wartości architektoniczne, najlepiej pozostawić ją bez żadnej ingerencji poza naprawą uszkodzeń. Mury w budynkach historycznych, zwłaszcza zbudowanych przed I wojną światową, są masywne, cechuje je bardzo duża pojemność cieplna i dobra izolacyjność termiczna (opór cieplny zależy m.in. od grubości przegrody).

**Stare budynki, których grubość murów przekracza 40 cm, często nie wymagają docieplenia ścian zewnętrznych.** Należy natomiast rozważyć możliwość ingerencji w pozostałe elementy budynku: **renowację okien i uszczelnienie ich osadzenia w ścianie**, likwidację mostków termicznych i docieplenie przegród poziomych, czyli stropu nad piwnicą, stropodachu albo dachu.

Zawsze należy rozważyć możliwości wymiany źródeł ciepła, tj. podłączenia do sieci ciepłowniczej albo modernizacji instalacji wewnętrznych z użyciem energii ze źródeł odnawialnych: zastosowania pompy ciepła, paneli fotowoltaicznych lub kolektorów słonecznych.

Kolejnym krokiem znacząco ograniczającym zużycie energii, chociaż trudniejszym w realizacji, może być **modernizacja systemu wentylacji**, umożliwiająca odzysk energii z powietrza wywiewanego<sup>1</sup>. Korzystne może być wtedy docieplenie budynku od wewnątrz (taki zabieg jest bezpieczny tylko przy bardzo sprawnej wentylacji).

**Instalacja systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła** możliwa jest w kilku wariantach. Podstawą doboru optymalnego rozwiązania jest decyzja, czy dla danego budynku bardziej odpowiednia jest centrala wentylacyjna, czy system decentralny. Wybór powinien wynikać z analizy struktury i uwarunkowań konkretnego budynku.

**Centralny system wentylacji (CVS)** opiera się na wykorzystaniu dla całego budynku jednej centrali z wymiennikiem ciepła i dwoma wentylatorami do nawiewu i wywiewu powietrza. Należy wziąć pod uwagę wagę i wymiary centrali, a przede wszystkim możliwy przebieg przewodów nawiewnych i wywiewnych oraz lokalizację czerpni i wyrzutni powietrza.

Zalety CVS:

- liczba otworów, które należy wykonać w przegrodach zewnętrznych budynku, jest minimalna; jeżeli czerpnia powietrza z otoczenia i wyrzutnia powietrza wywiewanego znajdują się na dachu lub łączą się z budynkiem kanałami podziemnymi, wtedy nie są potrzebne żadne otwory w elewacji,
- jednostkę centralną można umieścić w pomieszczeniu technicznym, co ułatwia ochronę przed hałasem i konserwację urządzenia,
- wysokosprawne jednostki są dostępne w różnych opcjach wydajności i rozmiarach,
- w większości przypadków CVS charakteryzuje się niższymi kosztami inwestycyjnymi i konserwacyjnymi niż rozproszony (decentralny) system wentylacyjny (DVS).

---

<sup>1</sup> W budynkach mieszkalnych w Polsce przez wentylację jest tracone statystycznie 30-40% energii. Narodowy Instytut Dziedzictwa, Standardy termomodernizacji obiektów zabytkowych: Wytyczne Generalnego Konserwatora Zabytków dotyczące ochrony wartości dziedzictwa kulturowego w procesie poprawy charakterystyki energetycznej budowli zabytkowych, NID, Warszawa 2020, 32.



#### Wady CVS:

- koszty zaprojektowania wentylacji centralnej są stosunkowo wysokie, zwłaszcza w budynkach zabytkowych, dla których trzeba znaleźć zindywidualizowane rozwiązania;
- nie zawsze dostępne jest pomieszczenie techniczne do umieszczenia jednostki centralnej; jeszcze większym problemem może być znalezienie odpowiednich miejsc dla przebiegu przewodów wentylacyjnych; stare kominy mogą być czasami używane do poprowadzenia przewodów pionowych, ale konieczne jest również rozprawadzenie poziome;
- jeżeli przewód przechodzi przez granicę strefy pożarowej, konieczne są dodatkowe środki ochrony ppoż.

**Decentralny system wentylacji (DVS)** wykorzystuje zespół mniejszych jednostek wentylacyjnych, obsługujących poszczególne strefy, pomieszczenia lub pojedyncze mieszkania w budynku wielorodzinnym.

#### Zalety DVS:

- pozwala uniknąć rozprowadzania przewodów, jeśli urządzenia są umieszczone bezpośrednio przy elewacji lub innych przegród zewnętrznych;
- wydzielone pomieszczenie techniczne nie jest konieczne – rekuperatory można zainstalować bezpośrednio w wentylowanych pomieszczeniach;
- koszty planowania i budowy instalacji są niskie, ponieważ instaluje się urządzenia standardowe;
- każda jednostka może być sterowana indywidualnie, przez różnych użytkowników.

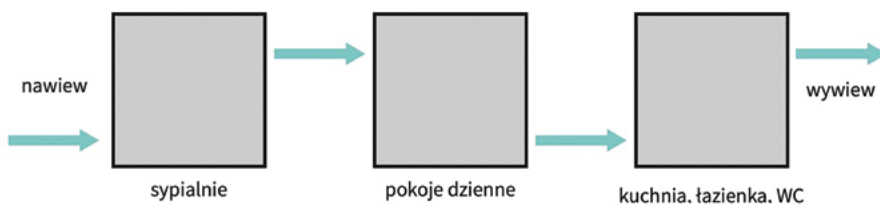
#### Wady DVS:

- każda jednostka wymaga zewnętrznego poboru i wywiewu powietrza, zazwyczaj przez elewację (ścianę albo okno); nie jest to często akceptowane w budynkach zabytkowych i strefach konserwatorskich;
- rekuperatory są umieszczone w pomieszczeniach użytkowych, należy więc zapewnić ochronę przed hałasem;
- dostępność urządzeń dla bieżącej konserwacji może być utrudniona, zwłaszcza w przypadku budynków mieszkalnych wielorodzinnych z wynajmowanymi mieszkaniami.

Jeżeli ze względów architektonicznych lub konserwatorskich nie można we wnętrzach zainstalować sieci przewodów wentylacyjnych, niezbędnych w systemie z centralą, ani wykonać w elewacji tylu otworów, ile wymaga system decentralny, odpowiednim rozwiązaniem może być wentylacja kaskadowa. Taki system sprawdza się zwłaszcza w budynkach mieszkalnych.

Zasada wentylacji kaskadowej pomaga znaleźć optymalną drogę przepływu powietrza. Ze stref nawiewu (sypialnie, salony, itp.) jest ono kierowane przez strefę transferu (korytarz, przedpokój) do stref wywiewu (kuchnia, łazienka, WC). W strefie transferu mogą znaleźć się też pokoje dzienne; wówczas świeże powietrze trzeba nawiewać tylko do sypialni, skąd przepływa przez pokoje dzienne do pomieszczeń mokrych i wilgotnych. Stamtąd jest usuwane (**Rysunek 11-1**).

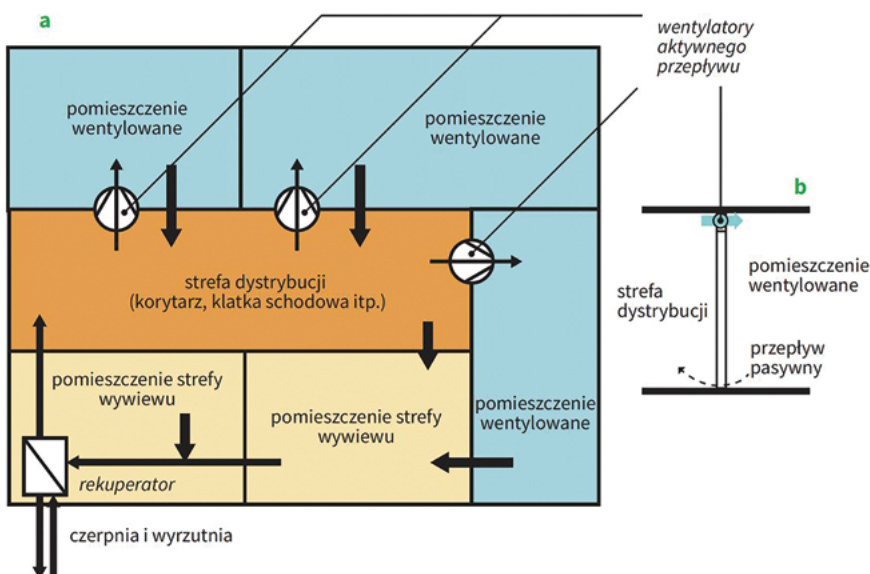
Zasada ta ułatwia budowę energooszczędnego i niedrogiego systemu wentylacji, pozwalając na redukcję liczby i długości przewodów, co jest szczególnie ważne w obiektach zabytkowych.



**Rysunek 11-1** Zasada wentylacji kaskadowej: nawiew tylko w sypialniach [6].

Jeżeli w elewacji nie można wykonać żadnych otworów wentylacyjnych, wtedy rozwiązaniem może być system aktywnego przepływu – z centralnym rekuperatorem i strefą dystrybucji powietrza. Taki system, podobnie jak kaskada, pozwala uniknąć budowania całej sieci przewodów wentylacyjnych, zarówno poziomych, jak i pionowych. Rekuperator umieszczony pod albo na dachu pobiera powietrze ze strefy wywiewu (toalet, kuchni itp.) przez niepotrzebne już kanały wentylacji grawitacyjnej. Świeże, podgrzane w rekuperatorze powietrze jest wdmuchiwane do strefy dystrybucji – korytarzy lub klatki schodowej. Jako uzupełnienie systemu niezbędne są małe wentylatory, które kierują powietrze z korytarzy do pomieszczeń wentylowanych.

Wadą takiego systemu w porównaniu z wentylacją kaskadową jest niższa wydajność wentylacji. Część zużytego powietrza trafia do strefy dystrybucji (wskutek przepływu pasywnego) gdzie miesza się z powietrzem świeżym (**Rysunek 11-2**).



**Rysunek 11-2** System aktywnego przepływu – świeże powietrze, podgrzane w rekuperatorze powietrzem usuwanym ze strefy wywiewu, jest wdmuchiwane do strefy dystrybucji; małe wentylatory nawiewają je do pomieszczeń wentylowanych [7].

W budynkach, w których nie ma możliwości zainstalowania kompleksowego systemu wentylacji mechanicznej, warto rozważyć zamontowanie jednego lub kilku małych rekuperatorów w wybranych pomieszczeniach, gdzie istnieją do tego odpowiednie warunki. Szczególnie poleca się je w kuchniach i łazienkach, gdzie mogą dać istotne oszczędności, odzyskując do 80% ciepła. Nie wymagają rozprowadzania przewodów wentylacyjnych i mogą wykorzystywać istniejące kominy, kanały wentylacyjne lub przepusty ściennie, co znacznie ułatwia instalację i minimalizuje inwazyjność montażu.

Przy wytyczaniu tras dla nowych instalacji należy poprowadzić je z poszanowaniem oryginalnej struktury budynku i wziąć pod uwagę istniejące kanały, nieużywane kominy, piony instalacyjne, wnęki, bruzdy i otwory po poprzednich instalacjach. Dodatkowe piony wentylacyjne i kanały powietrzne należy lokalizować przede wszystkim w dawnych pionach oddymiających, wyposażonych w odpowiednie wkłady. Przebieg instalacji powinien być dostosowany do formy architektonicznej budynku – zarówno jego wnętrza, jak i elewacji.

We wnętrzach budynków zabytkowych niedopuszczalne jest prowadzenie instalacji poza narożnikami pomieszczeń i płaszczyznami ścian. Montaż w grubości ścian powinien być poprzedzony przeglądem konserwatorskim w celu potwierdzenia braku polichromii.

Przy projektowaniu elementów zewnętrznych (czerpnie, wyrzutnie) należy wziąć pod uwagę kompozycję elewacji i dachu. Przewody należy poprowadzić w sposób umożliwiający ich ukrycie, np. wzdłuż gzymsów, okapów, rur spustowych, rynien, uskoków i innych elementów architektonicznych [8]. Kolorystyka nowych elementów powinna wtapiać się w paletę elewacji.

Jeżeli budynek jest objęty ochroną konserwatorską, ingerencja w oryginalny wystrój architektoniczny jest w zasadzie niedopuszczalna. Na widocznej elewacji nie są dozwolone żadne otwory wentylacyjne ani kanały. Warunkowo (o ile nie wskazano innych możliwości) dopuszcza się nieszpęcające elementy instalacji na elewacji tylnej, bez ingerencji w jej historyczną substancję. Urządzenia nawiewne i wywiewne mogą być umieszczone na dachu, jeśli są ukryte. Przede wszystkim jednak należy skorzystać z dostępnych rozwiązań, które pozwalają na ukrycie urządzeń technicznych poniżej poziomu gruntu lub w formie wolnostojącej, w odpowiedniej aranżacji architektonicznej.

## OGRANICZENIE ŚLADU WĘGLOWEGO MODERNIZACJI

Jeżeli celem modernizacji nie jest tylko ograniczenie zużycia energii, ale szerzej pojęta mitygacja zmian klimatu, wtedy oprócz podstawowego audytu energetycznego określającego skutki termomodernizacji należy przeprowadzić również analizę śladu węglowego samego procesu modernizacji.

Podstawowym zaleceniem jest redukcja udziału materiałów zawierających cement (głównie betonu i tynków cementowych) i zastępowanie ich materiałami o niskim śladzie węglowym.

Bardzo duży ślad węglowy ma też aluminium i stal, ale cement niechlubnie wyróżnia się wśród materiałów budowlanych, ponieważ jego produkcja odpowiada za aż 8% światowej emisji dwutlenku węgla. Jest to też materiał o niekorzystnych właściwościach z punktu widzenia fizyki budowli, zwłaszcza w zastosowaniach konserwatorskich, gdzie zaprawy, spoiny i tynki cementowe powodują często nieodwracalne uszkodzenia substancji historycznej.

Najniższy ślad węglowy mają materiały pochodzenia naturalnego, nieprzetworzone lub niskoprzetworzone, których produkcja i transport nie pochłaniają dużo energii. Materiały takie mają również właściwości fizyczne szczególnie pożądane w zastosowaniach renowacyjnych i konserwatorskich.

Z materiałów konstrukcyjnych najbardziej polecane jest drewno, m.in. jako niskoemisyjna, odnawialna alternatywa dla betonu, stali i aluminium. Drzewa podczas swojego życia pochłaniają CO<sub>2</sub> i przechowują go w swojej masie. Element z drewna mogą mieć niski, a nawet ujemny ślad węglowy.

Wybierając system lub materiał izolacyjny, oprócz wydajności operacyjnej (wydajność cieplna, wymagania klimatyczne, szczelność powietrzna, odporność na zawilgocenie) również należy rozważyć emisję generowaną w fazie produkcji, transportu, użytkowania i utylizacji materiałów użytych do izolowania budynku. Najpopularniejsze materiały izolacyjne, takie jak styropian, a w mniejszym (ale nadal znaczącym) stopniu wełna mineralna, cechują się największym śladem węglowym fazy produkcji. Tymczasem izolacje naturalne, z materiałów takich, jak celuloza, konopie i produkty ze słomy oraz wełna owcza i drzewna, akumulują więcej węgla niż emitują w całym cyklu życia (**Rysunek 11-3**). Ich zastosowanie w budynku zmniejsza jego całkowity ślad węglowy.

Podstawą wyboru rozwiązań o najniższym dla danego projektu całkowitym śladzie węglowym mogą być Deklaracje Środowiskowe Produktów (EPD)<sup>2</sup>.

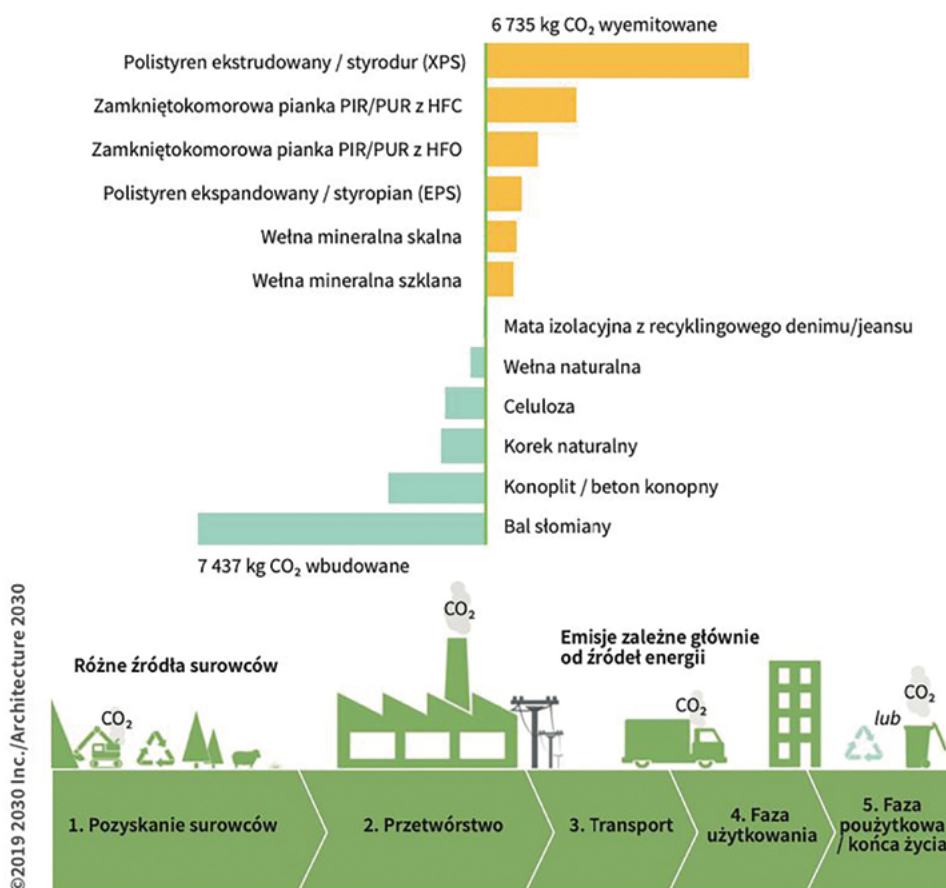
## PROJEKTOWANIE UNIWERSALNE (DLA WSZYSTKICH)

Równocześnie z aspektami energetycznymi, klimatycznymi i kulturowymi przy projektowaniu rewaloryzacji i modernizacji należy rozważyć inne aspekty związane z trwałością i użytecznością budynku, w tym przede wszystkim jego dostosowanie do użytkowania przez osoby ze specjalnymi potrzebami.

Podjazd dla wózków powinien być projektowany w sposób jednoznacznie zachowujący pełną widoczność, czytelność i integralność historycznej bryły budynku. Zaleca się zwykle konstrukcje ażurowe, nieprzylegające bezpośrednio do elewacji. W przypadku obiektów znajdujących się pod opieką służb konserwatorskich zaleca się wykończenie z materiałów szlachetnych, nawiązujących do zabytkowego charakteru budynku. Jeśli to możliwe i nie utrudnia dostępu, należy lokalizować podjazdy przy nieekspozowanych elewacjach.

---

2 Deklaracja Środowiskowa Produktu (EPD - Environmental Product Declaration) jest dokumentem szczegółowo opisującym oddziaływanie produktu na środowisko podczas całego cyklu jego życia (LCA). Jako deklaracja środowiskowa typu III jest definiowana według normy ISO/PN-EN 14025, co powinno umożliwić porównanie produktów spełniających tę samą funkcję.



**Rysunek 11-3** Ślad węglowy niektórych materiałów izolacyjnych na przykładzie przegrody docieplonej do standardu R=20 [9].

Ewentualny montaż windy powinien uwzględniać ochronę kompozycyjnych wartości bryły, artykulację i materiał elewacji, detal architektoniczny w postaci gzymsów, fryzów itp., oraz kształt i kąt nachylenia dachu. Z powodu tych ograniczeń montaż windy zalecany jest zazwyczaj wewnątrz budynku, z zastrzeżeniem, że realizacja tego przedsięwzięcia nie może zasadniczo naruszać substancji zabytkowej, układu komunikacyjnego oraz historycznych elementów wyposażenia budynku.

Projektowanie uniwersalne znosi ograniczenia dostępności, zatem zwiększa użyteczność budynku i przedłuża jego żywotność, zwłaszcza w kontekście starzejącego się społeczeństwa. Pozwala na pełniejsze wykorzystanie istniejących zasobów nieruchomości, zmniejsza więc zapotrzebowanie na nowe budynki i ogranicza w ten sposób ślad węglowy całego sektora budowlanego.

Materiały opublikowane w niniejszym rozdziale powstały w ramach projektu "Mitygacja zmian klimatu w budynkach zabytkowych" realizowanego przez Fundację Sendzimira w latach 2020-2022 (<https://sendzimir.org.pl/projekty/mitygacja-zmian-klimatu-w-budynkach-zabytkowych>).

## Źródła

1. Jeleński T. (red), Rewaloryzacja i modernizacja budynków historycznych w dobie kryzysu klimatycznego. Warszawa-Zagrzeb: Fundacja Sendzimira i Croatia Green Building Council 2022.
2. Konarzewski Ł., Jeleński T., Ochrona zabytków [w:] *ibid.* 27-44.
3. Źródło: Rouba, B. J., materiał opublikowany w: Jeleński T. (red), Rewaloryzacja i modernizacja budynków historycznych w dobie kryzysu klimatycznego. Warszawa-Zagrzeb: Fundacja Sendzimira i Croatia Green Building Council 2022, 35.
4. Dz.U. 2008 nr 223 poz. 1459, Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków (tekst jednolity: Dz.U. z 2018 r. poz. 966).
5. Dz.U. z 2009 r. nr 43, poz. 346, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego [...].
6. Ilustracja (aut. Marcelina Michalczyk) pochodzi z: Jeleński, T, op.cit., 103, za: Troi A., Bastian Z. (red.), *Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings: A Handbook*, Birkhäuser, Basel 2015, 159.
7. Ilustracja (aut. Marcelina Michalczyk) pochodzi z: *ibid.*, 104, za: Troi A., Bastian Z., op.cit., 160.
8. Bakalarczyk S., Zasady remontowania obiektów zabytkowych, WUOZ, Olsztyn, <https://www.wuoz.olsztyn.pl/zasady-remontowania-zabytkow> (sierpień 2021).
9. Ilustracja (aut. Marcelina Michalczyk) pochodzi z: Jeleński T. (red), Rewaloryzacja... op. cit. 23, za: Architecture2030, Why the building sector? [https://architecture2030.org/buildings\\_problem\\_why/](https://architecture2030.org/buildings_problem_why/) (sierpień 2021). Źródło danych: Builders for Climate Action – 2019 White Paper Low-Rise Buildings as a Climate Change Solution.





12

# **FINANSOWANIE MODERNIZACJI BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH – INSTRUMENTY WSPARCIA**

Zespół PLGBC



W Polsce istnieje kilka programów oferujących dopłaty do prac modernizacyjnych budynków wielorodzinnych mających na celu poprawę efektywności energetycznej budynku, a także ograniczenie emisji zanieczyszczeń do środowiska. O dofinansowanie projektów termomodernizacyjnych mogą ubiegać się właściciele prywatni jak i zarządcy nieruchomości budynków jedno- i wielorodzinnych, budynków zbiorowego zamieszkania, budynków użyteczności publicznej, itp. Kluczowym programem, który wspiera działania modernizacyjne to rządowy program **TERMO składający się z premii termomodernizacyjnej, premii remontowej, premii MZG, grant OZE, premia kompensacyjna.**

Aktem prawnym, który określa zasady finansowania projektów termomodernizacyjnych budynków finansowanych ze środków Funduszu Termomodernizacji i Remontów ulokowanego w Banku Gospodarstwa Krajowego zasilanego środkami budżetowymi oraz instrumenty jest ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz centralnej ewidencji emisyjności budynków. **1 grudnia 2022 r. weszła w życie nowelizacja ustawy z dnia 29 września 2022 roku o zmianie niektórych ustaw wspierających poprawę warunków mieszkaniowych.**

## PREMIA TERMOMODERNIZACYJNA

Premia termomodernizacyjna to forma wsparcia finansowego przeznaczona na spłatę kredytu komercyjnego zaciągniętego przez inwestora w banku współpracującym z Bankiem Gospodarstwa Krajowego. Dokumentem koniecznym do złożenia wniosku na skorzystanie z premii termomodernizacyjnej jest wykonanie audytu energetycznego budynku.

Beneficjentami premii termomodernizacyjnej mogą zostać jednostki samorządu terytorialnego, wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe, towarzystwa budownictwa społecznego, spółki prawa handlowego, osoby fizyczne. Z otrzymania premii wyłączone są jednostki budżetowe i samorządowe zakłady budżetowe.

Zakres prac jakie mogą być wykonywane z ramach premii termomodernizacyjnej w budynkach jednorodzinnych jak i budynkach wielorodzinnych, budynków zbiorowego zamieszkania przy czym ustawa szczegółowo określa, że muszą być to budynki pełniące ważne funkcje społeczne, np. domy opieki lub internaty. Poza budynkami można korzystać z premii przy modernizowaniu lokalnych sieci ciepłowniczych i źródeł ciepła. Wysokość premii termomodernizacyjnej zależy od działań jakie są planowane na inwestycji.



### Beneficjenci

Beneficjentami mogą być **właściciele lub zarządcy:**

- budynków mieszkalnych, zbiorowego zamieszkania oraz budynków stanowiących własność JST (do wykonywania przez nie zadań publicznych);
- lokalnych sieci ciepłowniczych i źródeł ciepła;

- bez względu na status prawny, a więc np.: JST, wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe, товариства будownицтва сполечного, spółki prawa handlowego, osoby fizyczne, **z wyłączeniem jednostek budżetowych i samorządowych zakładów budżetowych.**



### Wysokość premii

- **26% (poprzednio 16%)** kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego;
- **31% (poprzednio 21%)** kosztów obu przedsięwzięć w przypadku, gdy wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest realizowane przedsięwzięcie OZE lub
- **31%** kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w przypadku, gdy wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest realizowane przedsięwzięcie OZE i jeśli inwestor otrzymał grant OZE;
- **dotatkowe wsparcie w wysokości 50%** kosztów wzmocnienia budynku wielkopłytowego.



### Przeznaczenie

- na spłatę kredytu zaciągniętego w banku kredytującym na realizację inwestycji.

## PREMIA REMONTOWA

Kolejną formą wsparcia z jakiej mogą skorzystać właściciele prywatni lub zarządcy nieruchomości jest **premia remontowa**. Z premii remontowej mogą skorzystać budynki jednostek samorządu terytorialnego, wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe, товариства будownицтва сполечного, osoby fizyczne czy spółki prawa handlowego z wyjątkiem jednostek budżetowych i samorządowych. Zakres prac modernizacyjny jest określany w audycie remontowym. **Premia remontowa wynosi 25% kosztów przedsięwzięcia remontowego.** Podobnie jak w przypadku premii termomodernizacyjnej premia remontowa jest powiązana z kredytem komercyjnym, który należy uzyskać w banku kredytującym współpracującym z BGK. Zaciągnięty kredyt w banku komercyjnym musi finansować minimum 50% kosztów prac związanych z modernizacją budynku. Premia wypłacana jest po zakończeniu inwestycji jako częściowa spłata kredytu.



### Beneficjenci

Beneficjentami mogą być **właściciele lub zarządcy** budynków wielorodzinnych, których użytkowanie rozpoczęto:

- co najmniej 40 lat przed dniem złożenia wniosku o premię remontową lub
- co najmniej 20 lat przed dniem złożenia wniosku o premię remontową do banku kredytującego oraz należących do społecznej inicjatywy mieszkaniowej

lub towarzystwa budownictwa społecznego oraz wybudowanych przy wykorzystaniu kredytu udzielonego przez BGK na podstawie wniosków o kredyt złożonych do dnia 30 września 2009 r. lub przy wykorzystaniu finansowania zwrotnego,

Bez względu na status prawny, a więc np.: JST, wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe, towarzystwa budownictwa społecznego, spółki prawa handlowego, osoby fizyczne, **z wyłączeniem jednostek budżetowych i samorządowych zakładów budżetowych.**



#### Wysokość premii

- **25% (poprzednio 15%)** kosztów przedsięwzięcia remontowego.



#### Przeznaczenie

- na spłatę kredytu zaciągniętego w banku kredytującym na realizację inwestycji.

### PREMIA KOMPENSACYJNA

Premia kompensacyjna jest kolejną formą wsparcia ze środków publicznych różnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych.



#### Beneficjenci

- osoby fizyczne będące właścicielami budynków mieszkalnych oraz właścicielami części budynków mieszkalnych, w których od 12 listopada 1994 roku do 25 kwietnia 2005 roku znajdowały się lokale kwaterunkowe.



#### Wysokość premii

- kwota premii zależy od powierzchni lokali kwaterunkowych, okresu ich kwaterunku oraz lokalizacji budynku.



#### Przeznaczenie

- na spłatę kredytu z premią remontową zaciągniętego w banku kredytującym  
lub
- na refinansowanie poniesionych kosztów inwestycji.

## PREMIA MZG

**Premia Mieszkaniowego Zasobu Gminy** jest produktem wsparcia modernizacji budynków mieszkalnych wielorodzinnych dla gmin.



### Beneficjenci

- **gmina lub spółka** z ograniczoną odpowiedzialnością lub spółka akcyjna, w której gmina albo gmina wraz z innymi gminami, powiatami lub Skarbem Państwa dysponuje ponad 50% głosów na zgromadzeniu wspólników lub walnym zgromadzeniu będąca;
- **właściciele lub zarządcy budynku mieszkalnego**, w którym **wszystkie** lokale mieszkalne wchodzi w skład mieszkaniowego zasobu gminy oraz znajdującego się na obszarze, na którym obowiązuje tzw. uchwała anty-smogowa.



### Wysokość premii

- **60%** kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego/remontowego – budynki wpisane do rejestru zabytków lub znajdujące się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków lub przedsięwzięcie rewitalizacyjne opisane w gminnym programie rewitalizacji;
- **50%** kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego/ remontowego – pozostałe budynki.



### Przeznaczenie

- na sfinansowanie kosztów inwestycji.

## GRANT OZE

Innym programem jest **Grant OZE**, który skierowany jest do właścicieli i zarządców nieruchomości budynków wielorodzinnych, spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych, товариств будownицтва społecznego. Pozyskane środki mogą być przeznaczone na zakup, montaż, budowę lub modernizację instalacji odnawialnych źródeł energii. Dofinansowanie w tym programie wynosi 50% kosztów przedsięwzięcia modernizacyjnego.

Do innych form finansowego wsparcia termomodernizacji budynków mieszkalnych wielorodzinnych zalicza się program **Funduszy Europejskich na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021-2027 koordynowany przez Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej**. W ramach programu przewiduje się realizację działania **FENX.01.01 Efektywność energetyczna**, który obejmuje m.in. poprawę efektywności energetycznej w budynkach mieszkalnych, w tym wielorodzinnych (wraz z instalacją OZE). Beneficjentami tego programu mogą być spółdzielnie mieszkaniowe [2].

Informacje o aktualnych naborach wniosków o dofinansowanie zadań związanych z rewitalizacją nieruchomości należy szukać na stronach internetowych:

- Biuletynie Informacji Publicznej Urzędów Marszałkowskich, Urzędów Miasta lub Gminy,
- Wojewódzkich Konserwatorów Zabytków,
- Miejskich lub Gminnych Konserwatorów Zabytków.

Warto na bieżąco aktualizować swoją wiedzę na temat dostępnych możliwości finansowania modernizacji. Szansą na zwiększenie tempa modernizacji jest odblokowanie środków z Krajowego Planu Odbudowy, który będzie dużym wsparciem dla modernizacji budynków należących do spółdzielni mieszkaniowych oraz zasobów komunalnych. Podczas poszukiwań środków finansowych inwestor powinien zwrócić szczególną uwagę na listę uprawnionych beneficjentów, a także w przypadku wspólnoty mieszkaniowej często konieczne jest posiadanie uchwały upoważniającej zarząd do zaciągania kredytu lub pożyczki, a w przypadku składania wniosku o dotację niezbędna jest zgoda na ustanowienia zabezpieczenia.

### Źródła

1. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków.
2. Dofinansowanie termomodernizacji bloków mieszkalnych (budynków wielorodzinnych). Dostępne formy wsparcia finansowego - Infor.pl.
3. <https://www.bgk.pl/programy-i-fundusze/programy/program-termo/premia-remontowa/>
4. <https://www.bgk.pl/programy-i-fundusze/programy/program-termo/premia-termomodernizacyjna-z-opcja-grantu-termomodernizacyjnego/>
5. <https://www.bgk.pl/programy-i-fundusze/programy/program-termo/premia-mzg-z-opcja-grantu-mzg/>
6. <https://www.bgk.pl/programy-i-fundusze/programy/program-termo/premia-kompensacyjna/>
7. <https://www.bgk.pl/programy-i-fundusze/programy/program-termo/grant-oze/>
8. Ustawa z dnia 29 września 2022 r. o zmianie niektórych ustaw wspierających opravę warunków mieszkaniowych.
9. <https://www.bgk.pl/programy-i-fundusze/programy/program-termo/>
10. Odpowiedź z 3 sierpnia 2023 r. na interpelację poselską nr 6550.

13

# KOMUNIKACJA ZARZĄDCY Z MIESZKAŃCAMI

Zespół PLGBC



W poprzednich rozdziałach podręcznika szczegółowo omówiono różne nowoczesne i sprawdzone działania techniczne, które mogą być zastosowane w budynku w celu zwiększenia efektywności energetycznej i zmniejszenia zużycia energii. Przykłady takich działań to np. zastosowanie pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych oraz wprowadzenie regulacji i automatyzacji instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej w budynku. Jednakże nie należy zapominać, że edukacja użytkowników budynków w zakresie oszczędzania energii jest działaniem, która ma już udowodnioną skuteczność w zmniejszaniu zużycia energii dostarczanej do budynku. Zarządcy budynków od dawna zdają sobie sprawę z konieczności zaangażowania mieszkańców w działania mające na celu zwiększenie efektywności energetycznej budynków. To właśnie na zarządcach nieruchomości spoczywa zadanie edukacji i zapewnienia mieszkańcom dostępu do wiarygodnej, aktualnej wiedzy na temat racjonalnego zużywania energii, właściwej segregacji odpadów oraz oszczędzania zasobów wodnych.

## Oszczędność energii w budynku a edukacja mieszkańców

Popularnym działaniem edukacyjnym, organizowanym przez zarządcę nieruchomości, są spotkania i warsztaty dla mieszkańców, podczas których omawiane są proste i skuteczne sposoby oszczędzania energii w budynku. Te łatwe do wprowadzenia w życie zasady przyniosą wymierne korzyści finansowe, obniżając koszty mediów dla mieszkańców. Aktualnie dostępne są publikacje i podręczniki, które w obrazowy i przystępny sposób ułatwią wprowadzenie nowych nawyków w życie lokalnej społeczności. Jednym z takich opracowań jest *Podręcznik zrównoważonego domu/mieszkania*, stworzony przez PLGBC w ramach projektu "Budynki są jak ludzie. Zdrowe, zielone mieszkania i domy" [1].

Przykładowe proste zasady, które warto przekazać mieszkańcom to:

- Ustawienie temperatury w mieszkaniu na poziomie 18°C nocą.
- Na czas nieobecności w domu ustawienie zaworów termostatycznych na minimalny poziom.
- Wietrzenie pomieszczenia krótko i intensywnie pamiętając o zakręceniu przy tym grzejników.
- Wymiana oświetlenia na ledowe.
- Dobre wykorzystywanie światła dziennego.
- Gaszenie światła w pomieszczeniach, w których nie przebywają domownicy.
- Podczas gotowania na kuchni elektrycznej lub płycie indukcyjnej, stosowanie pokrywek do garnków.
- Wyłączanie nieużywanych sprzętów z kontaktu.
- Regularne odkamienianie sprzętów.
- Świadome wybieranie energooszczędnych sprzętów oraz korzystanie z ich trybów pracy o najmniejszym zużyciu wody i energii.



## FORMY KOMUNIKACJI ZARZĄDCY Z MIESZKAŃCAMI

Popularną formą komunikacji i przekazywania informacji pomiędzy zarządcą a mieszkańcami jest wysyłanie cyklicznych newsletterów. Taka forma wymaga zaangażowania zarządcy, ponieważ to on musi poświęcić czas na przygotowanie najważniejszych informacji dotyczących wspólnoty, takich jak planowane remonty, działania i decyzje podjęte przez administrację oraz zaproszenia na spotkania informacyjne dla mieszkańców. Warto przemyśleć, z jaką częstotliwością wysyłać takie newslettery, aby nie były one zbyt częste – raz lub dwa razy w miesiącu powinno być wystarczające. Dzięki takim informacjom mieszkańcy są zaangażowani w problemy i działania wspólnoty.

Wysyłanie informacji do mieszkańców za pośrednictwem poczty elektronicznej obecnie zastępuje tradycyjną pocztę. Poczta elektroniczna jest dużo szybsza i tańsza. Zarządca musi jedynie utworzyć dedykowaną skrzynkę odbiorczą i obsługiwać adresy mailowe mieszkańców. Jest to dobra droga do zgłaszania jakichkolwiek usterek lub problemów, dzięki temu problemy mogą być szybko rozwiązywane.

## STRONA INTERNETOWA

Aktualnie dobra strona internetowa jest niezbędnym narzędziem dla każdej firmy, także dla firmy zarządzającej nieruchomościami. Stanowi doskonałą platformę do komunikacji z mieszkańcami. W zakładce aktualności, zarządca może publikować wszelkie istotne informacje dla mieszkańców. Może być także stworzone forum dla mieszkańców, na którym mieszkańcy mogą wymieniać się uwagami i opiniami. Jest to idealne miejsce do prowadzenia dyskusji i budowania społeczności mieszkańców [2].

Możliwości komunikacji cały czas się zmieniają, dlatego warto śledzić na bieżąco co nowego oferuje rynek i jakie są potrzeby mieszkańców w tym zakresie. Warto wychodzić poza szablony i inicjować różne formy aktywności, które pomogą zbudować poczucie przynależności mieszkańców do lokalnej społeczności. Mamy wiele prężnie działających stowarzyszeń i innych organizacji pozarządowych, które mogą wesprzeć działania zarządcy nieruchomości w propagowaniu wiedzy na temat prawidłowego korzystania z mieszkania w zgodzie z zasadą optymalizacji zasobów.

## REWITALIZACJA LOKALNEJ PRZESTRZENI MIEJSKIEJ

Rewitalizowanie przestrzeni miejskiej sprzyja poczuciu wysokiego komfortu życia mieszkańców, a co za tym idzie wzrost wartości nieruchomości. Planowanie, projektowanie i zarządzanie przestrzeniami miejskimi, które są skoncentrowane na potrzebach, aspiracjach lokalnej społeczności nazywamy placemakingiem [3]. Opinie i spostrzeżenia mieszkańców są najcenniejszym źródłem tworzenia przestrzeni funkcjonalnych i wartościowych dla społeczności lokalnych. Dobrze zaplanowane i zaprojektowane otoczenie wokół nieruchomości staje się przyjazną strefą do życia, pracy, odpoczynku, relaksu, spotkań, rekreacji dla jej mieszkańców. Dla zarządcy nieruchomości jak i mieszkańców kluczowym staje

się zadbanie o tworzenie przyjaznej i funkcjonalnej przestrzeni w pobliżu miejsca zamieszkania.

Podsumowując, edukacja mieszkańców w zakresie racjonalnego wykorzystania energii, prawidłowej segregacji odpadów, oszczędzania wody oraz dbałości o właściwą wentylację mieszkań ma na celu osiągnięcie oszczędności, poprawy komfortu cieplnego i podniesienia jakości życia mieszkańców. Zarządcy nieruchomości, we współpracy z samymi mieszkańcami, powinni dążyć do budowania, rozwijania i dbania nie tylko o sam budynek, ale także o jego otoczenie. Efektywne i funkcjonalne przestrzenie miejskie przyniosą liczne korzyści dla całej społeczności lokalnej.

### **Źródła**

1. PLGBC, Podręcznik zrównoważonego domu/mieszkania, 2022, <https://budynekjakludzie.plgbc.org.pl/elementy/>
2. <https://www.nieruchomosci.egospodarka.pl/127556,Zarzadzanie-nieruchomosciami-postaw-na-komunikacje,1,81,1.html>
3. Placemaking, czyli jak zmienia się przestrzeń miejska w Polsce, P. Gajewicz, 2021, <https://www.morizon.pl/blog/placemaking/>
4. Rehva, European Guidebook: Energy Efficient Renovation of Existing Buildings for HVAC professionals, 2022, 90-93.
5. Chcemy mieszkać w zrównoważonym i przyjaznym otoczeniu, 2022, <https://klimat.rp.pl/walka-o-klimat/art37512341-chcemy-mieszkac-w-zrownowazonym-i-przyjaznym-otoczeniu>

## Autorzy

**dr inż. Dorota Bartosz** – Dyrektorka ds. Zrównoważonego Budownictwa w Polskim Stowarzyszeniu Budownictwa Ekologicznego PLGBC

Ponad 20-letnie doświadczenie naukowo-badawcze i dydaktyczne związane z efektywnością energetyczną budynków zdobyte na Politechnice Śląskiej. Odpowiedzialna za merytoryczne aspekty realizowanych przez PLGBC projektów krajowych i międzynarodowych.

**Sebastian Brzoza** – Dyrektor Działu Aplikacji i Wsparcia Technicznego Region Europa Wschodnia w Danfoss

Absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach i Akademii Ekonomicznej w Katowicach. Od 25 lat w branży HVAC. Od 18 lat związany z firmą Danfoss. Praktyk równoważenia hydraulicznego, regulacji oraz optymalizacji zużycia energii. Entuzjasta ochrony środowiska, minimalizmu i nowoczesnych technologii.

**Maciej Drobczyk** – Country Manager w IBC SOLAR Polska

Ekspert w dziedzinach analizy rynku i konkurencji, kontroli jakości oraz przygotowywania ofert do zamówień publicznych. W IBC Solar współtworzy strategię handlową przedsiębiorstwa w Polsce oraz szuka nowych perspektyw rozwoju firmy w oparciu o analizę i ocenę trendów w obszarze odnawialnych źródeł energii z naciskiem na fotowoltaikę.

**dr arch. Tomasz Jeleński** – Dyrektor w Międzynarodowym Centrum Kształcenia Politechniki Krakowskiej

Nauczyciel akademicki, urbanista, dyrektor Międzynarodowego Centrum Kształcenia Politechniki Krakowskiej. Naukowo zajmuje się w problematyką zarządzania rozwojem miast, dziedzictwa naturalnego i kulturowego, trwałości i resiliencji.

**dr hab inż. Paweł Krause** – Politechnika Śląska | STEKRA

W 2022 uzyskał stopień naukowy doktora habilitowanego. Od ukończenia studiów działa w Polskim Związku Inżynierów i Techników Budownictwa (PZITB). W roku 2006 uzyskał uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania w zakresie konstrukcyjno-budowlanym bez ograniczeń. Od roku 2014 rzeczoznawca budowlany GUNB.

**Katarzyna Mateja** – Powiatowy Inspektor Nadzoru Budowlanego w Piekarach Śląskich

Ukończyła studia w specjalności Inżyniera Procesów Budowlanych – Technologie i Zarządzanie w Budownictwie w stopniu magistra na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Od 2005 roku związana zawodowo ze śląskimi organami Nadzoru Budowlanego.

**dr inż. Agnieszka Palmowska** – Politechnika Śląska, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki

Od 2018 roku adiunkt badawczo-dydaktyczny w Katedrze Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania na Politechnice Śląskiej. Ma ukończone szkolenia z pomiarów termowizyjnych oraz posiada certyfikat Autodesk Revit MEP. Swoją wiedzę w zakresie termowizji i technologii BIM przekazuje na szkoleniach prowadzonych w ramach projektu "Politechnika Śląska jako Centrum Nowoczesnego Kształcenia opartego o badania".

**Łukasz Sajewicz** – Dyrektor ds. klientów strategicznych w VIESSMANN

Specjalista branży grzewczej z ponad 30-letnim doświadczeniem. Absolwent Politechniki Wrocławskiej wydz. Mechaniczno-energetycznego – kier. Termoenergetyka. Pasjonat innowacyjnych technologii z wykorzystaniem OZE (m.in. – magazynowania energii) i odważnych rozwiązań architektonicznych w budownictwie NZE i Zero Emisyjnym.

**dr inż. Aleksandra Specjał** – Politechnika Śląska, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania

Ukończyła studia magisterskie na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, a następnie sześć lat pracowała w Biurze Studiów i Projektów Górniczych w Gliwicach, gdzie uzyskała uprawnienia budowlane do pełnienia samodzielnych funkcji w budownictwie w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej. Posiada uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynków, zgodnie z Ustawą o charakterystyce energetycznej.

Pobierz elektroniczną wersję  
niniejszej publikacji

