



**MINISTERSTWO
INWESTYCJI I ROZWOJU**



Poradnik w zakresie poprawy charakterystyki energetycznej budynków

Warszawa, styczeń 2018 r.

Spis treści

1. Wstęp	5
2. Regulacje prawne i polityki ukierunkowane na poprawę efektywności energetycznej budynków	5
2.1. Polityka Unii Europejskiej w zakresie poprawy efektywności energetycznej i odnawialnych źródeł energii w budynkach	5
2.2. Ustawa o charakterystyce energetycznej budynków wraz z aktami wykonawczymi	7
2.3. Ustawa o odnawialnych źródłach energii	8
2.4. Zmiana przepisów techniczno-budowlanych oraz wymagań określających standardy projektowania	9
2.5. Zmiana przepisów rozporządzenia w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku oraz wzorów świadectw charakterystyki energetycznej	11
2.6. Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów	11
2.7. Krajowe plany oraz strategie wspierające poprawę efektywności energetycznej budynków	12
3. Cel sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej oraz przeprowadzania kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji w budynkach	14
3.1. Czemu służą i jak są sporządzane świadectwa charakterystyki energetycznej budynków?	14
3.2. Czemu służą i jak są przeprowadzane kontrole systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji?	16
4. Sposoby poprawy charakterystyki energetycznej budynków w podziale na ich rodzaj (mieszkalne jednorodzinne i wielorodzinne, użyteczności publicznej i inne)	17
4.1. Ogólne informacje o efektywności energetycznej budynków	17
4.1.1. Budynki nowe	19
4.1.2. Budynki użytkowane	19
4.1.3. Budynki zabytkowe	20
4.1.4. Budynki publiczne	21
4.2. Określenie opłacalnych sposobów poprawy efektywności energetycznej właściwych dla typów budynków	21
4.2.1. Kształt, orientacja i otoczenie budynku	22
4.2.2. Przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste	24
4.2.3. Przegrody zewnętrzne przezroczyste	28
4.2.3.1. Ramy okien	29
4.2.3.2. Oszklenia	29
4.2.4. Systemy przeciwsłoneczne	30
4.2.5. Szczelność powietrzna	31
4.2.6. Szczelność dyfuzyjna	32
4.2.7. Instalacje ogrzewania, wentylacji mechanicznej i ciepłej wody użytkowej	33
4.2.7.1. Budynki mieszkalne jednorodzinne (bez opcji chłodzenia)	37
4.2.7.2. Budynki mieszkalne wielorodzinne (bez opcji chłodzenia)	38
4.2.7.3. Budynki użyteczności publicznej (bez opcji chłodzenia)	38
4.2.8. Instalacja klimatyzacji	39
4.2.9. Instalacja oświetlenia	41
4.2.10. Systemy automatycznej regulacji dla instalacji	41
4.2.11. Akumulatory ciepłne	41

4.2.12. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii	45
4.2.12.1. Energia słoneczna	45
4.2.12.2. Energia geotermalna	46
4.2.12.3. Energia ze spalania biomasy	47
4.2.13. Inne środki poprawy	48
4.2.14. Budynki pasywne	48
4.3. Wskazówki dla jednostek samorządu terytorialnego w zakresie kształtowania i prowadzenia polityki przestrzennej w taki sposób, aby możliwe było projektowanie budynków efektywnych energetycznie i wykorzystanie w budynkach ciepła sieciowego lub OZE	50
4.3.1. Plan zagospodarowania przestrzennego albo decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu	50
4.3.2. Plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)	51
4.3.3. Plan gospodarki niskoemisyjnej	52
4.4. Wskazówki dla inwestorów, właścicieli, zarządców użytkowników budynków lub ich części m.in. w zakresie: termomodernizacji, wykorzystania OZE lub ciepła sieciowego, zmiany zachowań	53
4.5. Wskazówki dla projektantów i wykonawców w zakresie: projektowania i budowy budynków efektywnych energetycznie, termomodernizacji, wykorzystania OZE lub ciepła sieciowego, zmiany zachowań	54
4.6. Budynki o niskim zużyciu energii	54
4.7. Zasady wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku wyrobów budowlanych	56
4.7.1. System europejski – wyroby z oznakowaniem CE	57
4.7.2. System krajowy – wyroby oznakowane znakiem budowlanym	57
4.7.3. Wyroby budowlane wprowadzone do obrotu na podstawie tzw. „zasadzie wzajemnego uznawania”	58
5. Finansowe środki wsparcia w zakresie inwestycji wspierających rozwój budownictwa efektywnego energetycznie oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii	58
5.1. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW)	59
5.1.1. Środki krajowe	59
5.1.2. System zielonych inwestycji GIS	60
5.2. Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko	61
5.3. Regionalne Programy Operacyjne (RPO)	62
5.4. Fundusz Termomodernizacji i Remontów	73
5.5. Partnerstwo Publiczno-Prywatne (PPP)	75
5.6. Inne, wybrane źródła dofinansowania, w tym banki komercyjne	75
5.7. Łączne zestawienie źródeł finansowania (za wyjątkiem Regionalnych Programów Operacyjnych)	75
6. Przykłady zrealizowanych inwestycji z wykorzystaniem środków wsparcia	77
6.1. Gmina Mircze	77
6.1.1. Budynek Urzędu Gminy	77
6.1.2. Budynki Zespołu Szkół w Mirczu	78
6.1.3. Budynek remizo-światlicy	79
6.2. Laboratorium Edukacyjno-Badawcze Odnawialnych Źródeł i Poszanowania Energii WGGIOŚ AGH w Miękinii.	80
6.3. Gmina Libiąż	82
6.4. Gmina Nasielsk	82
6.5. Gmina Słomniki	83

6.5.1. Integracyjne Centrum Rozwoju Dziecka	83
6.5.2. Hala rekreacyjno-sportowa w Słomnikach	85
6.5.3. Sala gimnastyczna przy Zespole Szkół w Waganowicach	86
6.6. Gmina Karczew	87

1. Wstęp

Niniejszy poradnik stanowi zbiór informacji na temat efektywności energetycznej budynków, przydatnych na etapie projektowania, budowy, jak również podczas użytkowania budynków lub ich części. W dokumencie tym omówiono środki mające na celu poprawę charakterystyki energetycznej budynków oraz regulacje prawne w tym zakresie.

Opracowanie ma na celu podsumowanie informacji o dostępnych środkach poprawy charakterystyki energetycznej budynków wraz z podziałem na ich rodzaj, jak również upowszechnienie wiedzy w zakresie efektywności energetycznej budynków.

Poradnik jest kierowany do szerokiego grona odbiorców, m. in.: właścicieli i użytkowników budynków lub ich części, inwestorów, zarządców budynków, jednostek samorządu terytorialnego, przedsiębiorców budowlanych, architektów, inżynierów, osób uprawnionych do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej, osób uprawnionych do kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji oraz audytorów energetycznych.

Dla inwestorów, właścicieli, zarządców oraz użytkowników budynków lub ich części umieszczono informacje dotyczące m. in. wznoszenia, zakupu lub najmu budynków o wysokiej charakterystyce energetycznej, termomodernizacji, wykorzystania odnawialnych źródeł energii lub ciepła sieciowego, zmiany zachowań.

Dla projektantów i wykonawców skierowano wskazówki w zakresie: projektowania i budowy budynków efektywnych energetycznie, termomodernizacji, wykorzystania odnawialnych źródeł energii lub ciepła sieciowego, szerzenia idei zmiany zachowań.

W dokumencie zawarto również wskazówki dla jednostek samorządu terytorialnego dotyczące kształtowania i prowadzenia polityki przestrzennej w celu umożliwienia wykorzystania w budynkach ciepła sieciowego lub odnawialnych źródeł energii oraz odpowiedniego sytuowania budynków na działkach w sposób pozwalający na maksymalne wykorzystanie zysków słonecznych.

Dokument stanowi wypełnienie postanowień art. 20 *dyrektywy 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków* [1], zgodnie z którym państwa członkowskie Unii Europejskiej podejmują środki w celu zapewnienia wszystkim uczestnikom procesu budowlanego szerokiego zakresu informacji na temat różnych metod i praktyk służących poprawie charakterystyki energetycznej budynków. Dokument ten stanowi ponadto odpowiedź na wymaganie płynące z art. 12 *dyrektywy 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej* [2], obligującego państwa członkowskie UE do podejmowania stosownych działań (w tym informacyjnych) promujących i umożliwiających efektywne wykorzystanie energii przez małych odbiorców energii.

Postanowienia powyższych dyrektyw zostały wdrożone do polskiego porządku prawnego poprzez art. 11 ust. 1 *ustawy z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej* [3] oraz art. 40 *ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków* [4]. Przepisy te zobowiązują ministra właściwego do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa do prowadzenia działań informacyjno-edukacyjnych oraz szkoleniowych dotyczących dostępnych środków poprawy efektywności energetycznej, jak również do prowadzenia kampanii informacyjnej służącej poprawie charakterystyki energetycznej budynków.

2. Regulacje prawne i polityki ukierunkowane na poprawę efektywności energetycznej budynków

2.1. Polityka Unii Europejskiej w zakresie poprawy efektywności energetycznej i odnawialnych źródeł energii w budynkach

Właściwe kształtowanie polityki klimatyczno-energetycznej, zapewniającej między innymi redukcję emisji gazów cieplarnianych, wspierającej zwiększenie stosowania energii odnawialnej oraz wzrost efektywności wykorzystania energii dzięki bardziej energooszczędnym budynkom jest jednym

z istotnych wyzwań wynikających z członkostwa w Unii Europejskiej, a także sposobem na niezależność energetyczną kraju oraz zmniejszenie emisji dwutlenku węgla.

Prowadzone prace w zakresie tej polityki powinny jednocześnie przynieść wzrost innowacyjności, wdrożenie nowych technologii w budownictwie i technice instalacyjnej oraz zmniejszenie energochłonności, jak i generowanie nowych miejsc pracy, a w konsekwencji wzrost konkurencyjności gospodarki i zamożności obywateli.

Obecnie głównym instrumentem prawa europejskiego, który reguluje obszar efektywnego wykorzystania energii w budynkach, jest dyrektywa 2010/31/UE [1]. Dyrektywa ta zastąpiła **dyrektywę 2002/91/WE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków** [5].

Wymienione wyżej regulacje mają charakter ramowy, co oznacza, że nie ustanowiono w nich poziomów wymagań obowiązujących jednolicie we wszystkich krajach UE, a jedynie zobowiązano państwa członkowskie do ustalenia konkretnych wymagań i wprowadzenia odpowiednich mechanizmów w odniesieniu do charakterystyki energetycznej budynków, które będą miały zastosowanie na ich terytorium. W ocenie Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej, które przyjęły te dyrektywy, elementy takie, jak certyfikacja energetyczna budynków lub ich części, podlegających obrotowi, zwiększenie wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków oraz regularna kontrola systemów ogrzewania i klimatyzacji przyczyniają się do poprawy charakterystyki całego sektora budynków, z punktu widzenia redukcji zużycia paliw nieodnawialnych, ochrony środowiska, bezpieczeństwa i zapewnienia komfortu cieplnego ich użytkownikom.

Oprócz tego, podkreślona została szczególna rola sektora publicznego, jako tego, który powinien dawać przykład i wskazywać nowe kierunki w obszarze efektywności energetycznej, szczególnie mając na uwadze fakt, że powierzchnia budynków będących własnością publiczną lub zajmowanych przez instytucje publiczne stanowi około 12% całkowitej powierzchni budynków w UE.

Postanowienia ww. dyrektyw obejmują kwestie związane z ograniczeniem zapotrzebowania na energię przez nowo wznoszone oraz użytkowane budynki poprzez wprowadzenie zróżnicowanych instrumentów regulacyjnych. Należą do nich między innymi:

- wymóg ustanowienia optymalnych kosztowo wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej dla nowo wznoszonych oraz użytkowanych budynków,
- wymóg rozpatrzenia, o ile są dostępne, techniczne, środowiskowe i ekonomiczne możliwości realizacji wysoko efektywnych systemów alternatywnych,
- wymóg określenia przez państwa członkowskie wymagań skutkujących niemal zerowym zużyciem energii przez nowo wznoszone budynki.

Postanowienia dyrektyw wprowadzają też instrumenty oparte na informacji (świadczenia charakterystyki energetycznej oraz przeglądy systemów ogrzewania i systemów klimatyzacji, kampanie informacyjne w zakresie poprawy charakterystyki energetycznej budynków).

Dodatkowo należy wskazać dwie dyrektywy, które odnoszą się do kwestii energochłonności budynków: dyrektywę 2012/27/UE [2], oraz **dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych** [6].

Dyrektywa 2012/27/UE wprowadza wymóg ustanowienia długoterminowej strategii wspierania inwestycji w renowację krajowych zasobów budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej. Ponadto każde państwo członkowskie powinno zapewnić, aby od dnia 1 stycznia 2014 r. 3% całkowitej powierzchni ogrzewanych lub chłodzonych w budynkach będących własnością jego instytucji rządowych oraz przez nie zajmowanych było poddawane co roku renowacji w celu spełnienia przynajmniej wymogów minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej, które ustaliło przy zastosowaniu dyrektywy 2010/31/UE [1].

Z kolei dyrektywa 2009/28/WE [6] stanowi, że: „Państwa członkowskie wprowadzają w swoich przepisach i kodeksach prawa budowlanego odpowiednie środki służące zwiększeniu udziału energii ze źródeł odnawialnych w sektorze budownictwa. Przy ustanawianiu tych środków lub systemów wsparcia regionalnego, państwa członkowskie mogą uwzględniać środki krajowe związane ze znacznym wzrostem wydajności energetycznej i kogeneracją oraz pasywnymi budynkami o niskim lub zerowym zużyciu energii. Najpóźniej do dnia 31 grudnia 2014 r. państwa członkowskie wprowadzają w swoich przepisach i kodeksach prawa budowlanego wymogi wykorzystania w nowych budynkach i budynkach już istniejących poddawanych generalnemu remontowi minimalnego poziomu energii ze źródeł odnawialnych”.

W opinii Komisji Europejskiej, kluczowe elementy nowych ram dotyczących klimatu i energii do roku 2030 powinny obejmować cele w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych na poziomie UE, rozdzielone równomiernie między państwa członkowskie w formie wiążących celów krajowych. Do kluczowych elementów nowych ram należy reforma systemu handlu uprawnieniami do emisji; unijny poziom docelowy udziału energii odnawialnej oraz nowy europejski proces zarządzania polityką w zakresie energii i klimatu. Zarządzanie to będzie się odbywało w oparciu o plany państw członkowskich na rzecz konkurencyjnej, bezpiecznej i zrównoważonej energii. Efektywność energetyczna będzie nadal odgrywać znaczącą rolę w osiąganiu unijnych celów klimatycznych i energetycznych [8].



2.2. Ustawa o charakterystyce energetycznej budynków wraz z aktami wykonawczymi

Do dnia 9 marca 2015 r. zagadnienia związane z wymaganiami dotyczącymi energooszczędności budynków oraz poprawą standardu energetycznego budynków – z uwzględnieniem postanowień dyrektywy 2002/91/WE – regulowały przepisy *ustawy – Prawo budowlane* [7] oraz aktów wykonawczych do tej ustawy. Od dnia 9 marca 2015 r. zmodernizowany – z uwzględnieniem postanowień dyrektywy 2010/31/UE – system oceny i poprawy efektywności energetycznej budynków funkcjonuje również w oparciu o przepisy ustawy o charakterystyce energetycznej budynków [4] oraz aktów wykonawczych do tej ustawy. Oznacza to, że przepisy z zakresu charakterystyki energetycznej budynków, dotychczas zawarte w ustawie – Prawo budowlane [7], w większości zostały uchylone i ujęte w osobnym akcie prawnym, tj. w ustawie o charakterystyce energetycznej budynków.

Celem ustawy o charakterystyce energetycznej budynków jest promocja poprawy charakterystyki energetycznej budynków, a także udoskonalenie istniejącego systemu oceny charakterystyki energetycznej budynków przy uwzględnieniu dotychczasowego doświadczenia.

Ustawa zawiera regulacje obejmujące:

- system oceny energetycznej budynków,
- wymagania dla osób uprawnionych do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej,
- wymagania dla osób uprawnionych do kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji,
- obowiązek przeglądów systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji,
- weryfikację świadectw charakterystyki energetycznej oraz protokołów z przeglądów systemu ogrzewania i systemu klimatyzacji przez ministra właściwego do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa,
- upoważnienie dla ministra właściwego do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa do opracowania krajowego planu mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii,

- obowiązek sporządzenia świadectwa charakterystyki energetycznej dla budynków, w których organy wymiaru sprawiedliwości, prokuratura oraz organy administracji publicznej zajmują powierzchnię użytkową powyżej 250 m² i w których dokonywana jest obsługa interesantów, oraz umieszczania ich w widocznym miejscu,
- obowiązek podawania informacji w zakresie efektywności energetycznej budynków lub ich części, w reklamach dotyczących ich wynajmu lub sprzedaży, w przypadku gdy dla budynku lub jego części sporządzono już świadectwo.

Ponadto w wyniku wejścia w życie powyższej ustawy utworzono centralny rejestr charakterystyki energetycznej budynków, obejmujący wykazy:

- 1) Osób uprawnionych do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej;
- 2) Osób uprawnionych do kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji;
- 3) Świadectw charakterystyki energetycznej;
- 4) Protokołów z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji;
- 5) Budynków, których powierzchnia użytkowa zajmowana przez organy wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę oraz organy administracji publicznej przekracza 250 m² i w których dokonywana jest obsługa interesantów.

Wykazy wymienione powyżej w punktach 1, 2 i 5 są udostępniane za pośrednictwem strony internetowej <https://rejestrchebmib.gov.pl/>, aby ułatwić swobodny dostęp do aktualnej listy ekspertów sporządzających świadectwa charakterystyki energetycznej i wykonujących kontrole systemu ogrzewania i systemu klimatyzacji.

W rezultacie zmodernizowany system oceny i poprawy efektywności energetycznej budynków objął modyfikację istniejących oraz wprowadził nowe regulacje, w celu ekonomicznie uzasadnionej poprawy charakterystyki energetycznej budynków. Poprawa ta wynika ze zmniejszenia zapotrzebowania na energię wykorzystywaną na potrzeby ogrzewania, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia, a także zapewnienia odpowiedniego standardu energetycznego budynków wznoszonych oraz podlegających przebudowie.

2.3. Ustawa o odnawialnych źródłach energii

Podstawowym narzędziem promowania wykorzystania odnawialnych źródeł energii jest **ustawa o odnawialnych źródłach energii** [9]. Celem tej ustawy jest zrównoważony rozwój energii odnawialnej w Polsce, poprzez dostosowanie sposobów finansowania poszczególnych technologii OZE oraz ich stabilizację w okresie 15-letnim. Ustawa o odnawialnych źródłach energii zawiera kompleksowe rozwiązania porządkujące system wsparcia dla odnawialnych źródeł energii, polegające na:

- 1) utrzymaniu obecnego systemu wsparcia dla istniejących instalacji OZE, co zagwarantuje poszanowanie praw nabytych dla wszystkich, którzy byli wytwórcami energii elektrycznej z OZE przed wejściem w życie ustawy;
- 2) wprowadzeniu nowych możliwości dla istniejących instalacji odnawialnych źródeł energii, w celu optymalizacji rachunku ekonomicznego (dedykowane aukcje);
- 3) wdrożeniu nowoczesnego systemu aukcji dla nowych i zmodernizowanych instalacji OZE;

W punkcie 2.4. poradnika omówiono nowelizację przepisów techniczno-budowlanych w zakresie oszczędności energii i izolacyjności cieplnej budynków oraz nowelizację przepisów w zakresie opisu technicznego projektu budowlanego polegającego na wprowadzeniu obowiązku sporządzania analizy możliwości racjonalnego wykorzystania wysokoefektywnych systemów alternatywnych z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii dla wszystkich budynków. Natomiast w punkcie 2.5.

poradnika omówiono metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku, która zakłada promowanie wykorzystania energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych.

2.4. Zmiana przepisów techniczno-budowlanych oraz wymagań określających standardy projektowania

Kwestie związane z wyposażeniem technicznym budynku, oszczędnością energii i izolacyjnością cieplną, w odniesieniu do budynków projektowanych, budowanych i podlegających przebudowie lub przy zmianie sposobu użytkowania, reguluje **rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie** [10].



W wyniku nowelizacji ww. rozporządzenia, od dnia 1 stycznia 2014 r. zmianie i uzupełnieniu uległy wymagania dotyczące wyposażenia technicznego budynku, parametrów wpływających na jego energooszczędność oraz jakość ochrony cieplnej.

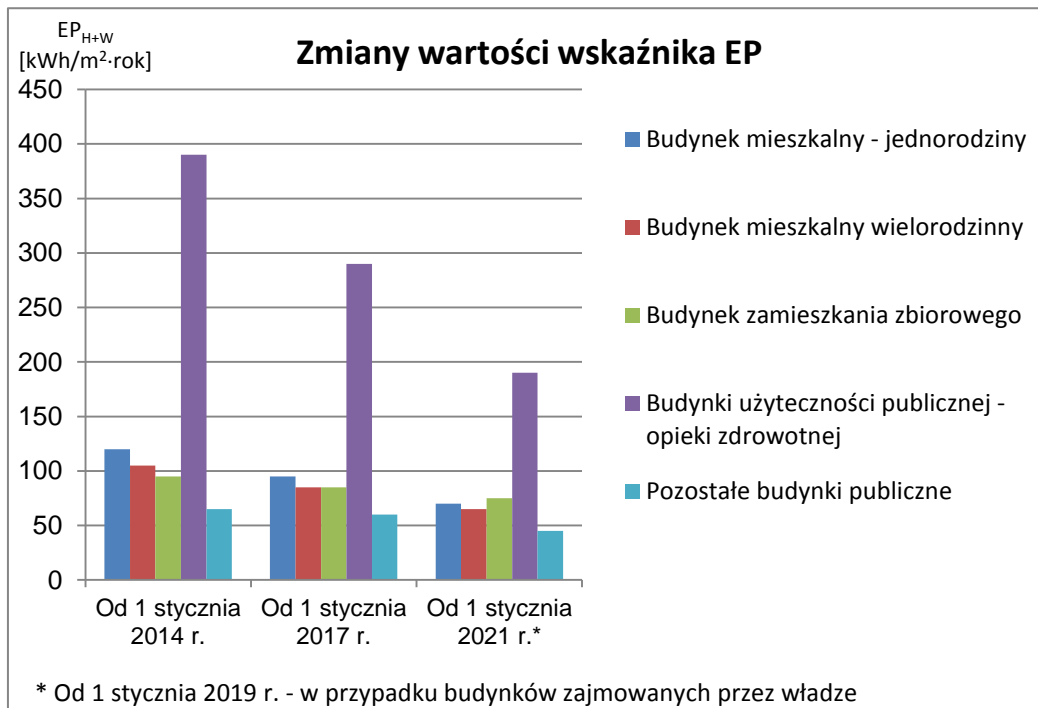
Zgodnie ze znowelizowanymi przepisami budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych – również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający spełnienie wymagań minimalnych.

Przez wymagania minimalne dla budynku projektowanego rozumie się:

- zapewnienie wartości wskaźnika EP [kWh/(m²·rok)], określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych – również do oświetlenia wbudowanego, obliczonej według przepisów dotyczących metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków, mniejszej od wartości granicznej określonej w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie;
- spełnienie wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej przegród (np. ścian zewnętrznych, ścian wewnętrznych, okien, drzwi, dachów) oraz wyposażenia technicznego budynku, określonych w załączniku nr 2 do rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Dla budynku podlegającego przebudowie, wymagania minimalne uznaje się za spełnione, jeżeli przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej, określonym w załączniku nr 2 do ww. rozporządzenia.

Warto zwrócić uwagę, że poziom wymagań w zakresie oszczędności energii i izolacyjności cieplnej będzie stopniowo podnoszony (najbliższa zmiana nastąpi dnia 1 stycznia 2017 r. – patrz Rysunek 1) do roku 2021. Takie etapowe zmiany pozwolą m. in. na płynne dostosowanie się wszystkich uczestników rynku budowlanego (np. inwestorów, projektantów, inżynierów, producentów wyrobów budowlanych) do obowiązujących wymogów prawnych.



Rysunek 1. Zmiany w zakresie wartości wskaźnika EP w najbliższych latach.

Znowelizowano także przepisy dotyczące projektu budowlanego – od 3 października 2013 r. zaczęło obowiązywać **rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego** [11] w nowym brzmieniu.

Nowelizacja objęła zmiany przepisów w zakresie opisu technicznego projektu budowlanego przez rozszerzenie obowiązku przeprowadzania analizy możliwości racjonalnego wykorzystania wysokoefektywnych systemów alternatywnych dla wszystkich budynków (do tej pory obowiązek ten dotyczył budynków o powierzchni użytkowej większej niż 1000 m²) oraz zmianę zakresu analizy.

Zgodnie z nowym brzmieniem § 11 ust. 2 pkt 12 ww. rozporządzenia, opis techniczny projektu architektoniczno-budowlanego powinien zawierać analizę możliwości racjonalnego wykorzystania wysokoefektywnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło. Zalicza się do nich zdecentralizowane (rozproszone) systemy dostawy energii oparte na energii ze źródeł odnawialnych, kogenerację, ogrzewanie lub chłodzenie lokalne lub blokowe, w szczególności gdy opiera się ono całkowicie lub częściowo na energii ze źródeł odnawialnych, oraz pompy ciepła. Zastosowanie tych systemów powinno być rozważane na etapie sporządzania projektu budowlanego, który jest zatwierdzany w decyzji o pozwoleniu na budowę lub decyzji o zatwierdzeniu projektu budowlanego, lub jest składany do właściwego urzędu podczas zgłaszania budowy. Ponadto określono, co taka analiza powinna zawierać.

Przedmiotowa analiza może zostać przeprowadzona dla wszystkich znajdujących się na tym samym obszarze budynków o tym samym przeznaczeniu i o podobnych parametrach techniczno-użytkowych. Powyższe regulacje mają na celu upowszechnienie stosowania rozwiązań alternatywnych tam, gdzie ma to ekonomiczne, techniczne i środowiskowe uzasadnienie.

2.5. Zmiana przepisów rozporządzenia w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku oraz wzorów świadectw charakterystyki energetycznej

W dniu 18 kwietnia 2015 r. weszły w życie przepisy *rozporządzenia w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej* [13], wydane na podstawie art. 15 ustawy o charakterystyce energetycznej budynków [4]. Rozporządzenie to dostosowało sposób wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz wzory świadectw charakterystyki energetycznej do brzmienia ww. ustawy.

W rozporządzeniu uregulowano sposób wyznaczania charakterystyki energetycznej, również metodą opartą o faktycznie zużytą ilość energii, obliczenia dotyczące wielkości emisji CO₂ oraz udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową, a także wzór świadectwa charakterystyki energetycznej. Ponadto wskazano, że w karcie świadectwa charakterystyki energetycznej należy podać zalecenia w zakresie opłacalnych ekonomicznie i technicznie wykonalnych środków poprawy charakterystyki energetycznej. Osoba sporządzająca świadectwo, poprzez sformułowanie tych zaleceń ma obowiązek podzielenia się swoją fachową wiedzą, która może w istotny sposób wpłynąć na zmianę świadomości zarówno właściciela, jak i użytkownika budynku w zakresie możliwych ulepszeń i związanych z nimi oszczędności.

W związku z tym, zaleca się, aby władze publiczne pełniące rolę wzorcową w zakresie poprawy charakterystyki energetycznej, w prowadzonych działaniach zmierzających do poprawy charakterystyki energetycznej budynków, których są właścicielami, brały pod uwagę rekomendacje ujęte w świadectwie charakterystyki energetycznej.

2.6. Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów

Kolejnym aktem prawnym, który dotyczy spraw związanych z efektywnością energetyczną budynków jest *ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów* [14], regulująca rządowy program wsparcia remontów i termomodernizacji..

Celem tego programu jest poprawa stanu technicznego istniejących budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego oraz budynków stanowiących własność jednostek samorządu terytorialnego służących do wykonywania przez nie zadań publicznych. Program przyczynia się do zmniejszenia rocznego zapotrzebowania na energię, zmniejszenia rocznych strat energii, zmniejszenia rocznych kosztów pozyskania ciepła oraz zamiany źródła energii na źródło odnawialne lub zastosowania wysokosprawnej kogeneracji.

Jako beneficjentów tego programu należy wskazać właścicieli zasobów mieszkaniowych (gminy, spółdzielnie mieszkaniowe, właściciele mieszkań zakładowych i prywatni właściciele), właścicieli budynków zamieszkania zbiorowego oraz jednostki samorządu terytorialnego.

Program obejmuje dwa główne moduły: wsparcie przedsięwzięć termomodernizacyjnych i wsparcie przedsięwzięć remontowych. Wprowadza on także dodatkowe wsparcie dla właścicieli budynków mieszkalnych, objętych w przeszłości czynszem regulowanym. Wsparcie jest udzielane w postaci tzw. premii, czyli spłaty części zobowiązań zaciągniętych na realizację przedsięwzięcia. Spłata jest dokonywana ze środków Funduszu Termomodernizacji i Remontów, obsługiwanego przez Bank Gospodarstwa Krajowego i zasilanego ze środków budżetu państwa.

Od początku istnienia do 31 grudnia 2014 r. Fundusz został zasilony kwotą ok. 1885 mln zł, z kolei w okresie od 1999 r. do III kwartału 2015 r. przyznano 34892 premii [36].

Na podstawie ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów zostały wydane następujące akty wykonawcze:

- *rozporządzenie 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* [15],
- *rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego* [16].

W powyższych rozporządzeniach unormowano sposób sporządzania audytów na potrzeby premii oraz sposób ich weryfikacji.

2.7. Krajowe plany oraz strategie wspierające poprawę efektywności energetycznej budynków

Jednym z elementów strategii państwa jest promocja oraz tworzenie odpowiednich regulacji i polityk ukierunkowanych na poprawę efektywności energetycznej budynków oraz ochronę środowiska, pozostających w zgodzie z dalszą integracją rynku europejskiego, zwiększoną konkurencją i osiągnięciem celów dotyczących klimatu i energii na poziomie unijnym.

Kierując się powyższymi dążeniami oraz realizując upoważnienie ustawowe zawarte w art. 39 ustawy o charakterystyce energetycznej budynków, opracowano „*Krajowy plan mający na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii*” [17], który w dniu 22 czerwca 2015 r. w drodze uchwały został przyjęty przez Radę Ministrów.

Krajowy plan zawiera w szczególności: definicję budynków o niskim zużyciu energii oraz ich szczegółowe cechy, działania administracji rządowej podejmowane w celu promowania budynków o niskim zużyciu energii, w tym w zakresie projektowania, budowy i przebudowy budynków w sposób zapewniający energooszczędność, oraz zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych w nowych oraz istniejących budynkach. Uwzględniony został także harmonogram osiągania tych celów, co odpowiada art. 9 ust. 3 dyrektywy 2010/31/UE [1].

Krajowy plan zawiera wiele bardzo ważnych informacji i wskazówek zarówno dla inwestorów, jak również projektantów oraz wykonawców. W Krajowym planie omówiono cel główny oraz cele pośrednie związane z poprawą efektywności energetycznej budynków, wraz z harmonogramem ich osiągnięcia. Przedstawiono charakterystykę działań, głównie administracji rządowej, podejmowanych w celu promowania budynków o niskim zużyciu energii,

w tym w zakresie projektowania, budowy i przebudowy budynków w sposób zapewniający ich energooszczędność oraz zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych w nowych oraz istniejących budynkach. Ponadto w dokumencie tym omówiono zmiany przepisów wpływających na efektywność energetyczną budynków, wskazano też szereg mechanizmów finansowych kierowanych do różnych grup beneficjentów, np. wspólnot mieszkaniowych, osób fizycznych, jednostek samorządu terytorialnego, przedsiębiorstw i innych.

Krajowy plan podnosi również kwestie promowania wykorzystania odnawialnych źródeł energii w budynkach, potrzeby poprawy stanu technicznego zabudowy istniejącej oraz wskazuje aspekty kompleksowego podejścia do efektywności energetycznej, mając na uwadze spełnienie celu głównego jakim jest dążenie do osiągnięcia postanowień zawartych w art. 9 ust. 1 dyrektywy 2010/31/UE [1].



Treść tych postanowień stanowi aby:

- do dnia 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii oraz
- po dniu 31 grudnia 2018 r. nowe budynki zajmowane przez władze publiczne oraz będące ich własnością były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii.

Ponadto w 2014 r. w Ministerstwie Infrastruktury i Rozwoju został opracowany dokument „**Wspieranie Inwestycji w Modernizację Budynków**”. Dokument ten stanowi załącznik do „Krajowego Planu Działania dotyczącego efektywności energetycznej dla Polski 2014” [18] opracowanego przez ówczesne Ministerstwo Gospodarki, w związku z obowiązkiem przekazywania Komisji Europejskiej sprawozdań z wdrażania dyrektywy 2012/27/UE [2], a także na podstawie obowiązku nałożonego na ministra do spraw gospodarki na podstawie art. 6 ust. 1 ustawy o efektywności energetycznej [3]. Dokument ten zawiera m. in. opis planowanych środków poprawy efektywności energetycznej określających działania mające na celu poprawę efektywności energetycznej w poszczególnych sektorach gospodarki. Działania te są niezbędne do realizacji krajowego celu w zakresie oszczędnego gospodarowania energią na 2016 r., a także przeglądu oszczędności energii finalnej przewidzianej do osiągnięcia w 2020 r.

Zgodnie z art. 4 dyrektywy 2012/27/UE [2], państwa członkowskie ustanawiają „długoterminową strategię wspierania inwestycji w renowację krajowych zasobów budynków mieszkaniowych i użytkowych, zarówno publicznych, jak i prywatnych”, która obejmuje:

- a) przegląd krajowych zasobów budowlanych oparty, w stosownych przypadkach, na próbkach statystycznych,
- b) określenie opłacalnych sposobów renowacji właściwych dla typu budynków i strefy klimatycznej,
- c) polityki i środki mające stymulować opłacalne gruntowne renowacje budynków, w tym gruntowne renowacje prowadzone etapami,
- d) przyjęcie przyszłościowej perspektywy w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych przez podmioty fizyczne, sektor budowlany i instytucje finansowe,
- e) oparte na faktach szacunki oczekiwanej oszczędności energii i szerszych korzyści.



energetycznej budynków. Odbiorcami dokumentu mogą być także projektanci oraz wykonawcy zaangażowani w wyżej wymienione działania.

Głównym celem dokumentu pt. „**Wspieranie Inwestycji w Modernizację Budynków**” [18] jest wskazanie możliwych do realizacji działań w użytkowanych budynkach, z myślą o poprawie ich charakterystyki energetycznej oraz inwentaryzacja dostępnych instrumentów finansowych, które prowadzą do redukcji rocznego zapotrzebowania na energię na cele związane z ogrzewaniem i wentylacją, przygotowaniem ciepłej wody użytkowej, chłodzeniem oraz oświetleniem wbudowanym budynków. Adresatami dokumentu są właściciele i zarządcy budynków, przede wszystkim osoby fizyczne, wspólnoty mieszkaniowe, spółdzielnie mieszkaniowe, zakłady pracy oraz podmioty sektora finansów publicznych, planujące podjęcie działań w zakresie poprawy efektywności

Innym dokumentem, który uwzględnia zagadnienia efektywności energetycznej budynków jest przyjęta w drodze uchwały przez Radę Ministrów w dniu 20 października 2015 r. „**Krajowa Polityka Miejska**” (KPM) [19]. Strategicznym celem, określonym w tym dokumencie jest wzmocnienie zdolności miast i obszarów zurbanizowanych do zrównoważonego rozwoju i tworzenia miejsc pracy oraz poprawa jakości życia mieszkańców, a jako jedno z istotnych narzędzi realizacji tego celu wskazano poprawę efektywności wykorzystania energii w budynkach.

Ponadto w dniu 18 listopada 2015 r. weszła w życie **ustawa o rewitalizacji** [20], która wprowadza nowe rozwiązania pozwalające m. in. pełnić samorządom bardziej aktywną rolę w przeprowadzaniu remontów i termomodernizacji w budynkach. Zgodnie z art. 9 tej ustawy, stwierdzona na pewnym obszarze degradacja stanu technicznego obiektów budowlanych oraz brak funkcjonujących rozwiązań technicznych pozwalających na efektywne korzystanie z obiektów budowlanych w zakresie energooszczędności i ochrony środowiska stanowi jedną z przesłanek do wyznaczenia tego obszaru jako obszaru zdegradowanego i objęcia go gminnym programem rewitalizacji.

Działania zmierzające do poprawy efektywności energetycznej w budynkach wpływają również na rozwój gospodarki niskoemisyjnej. Ministerstwo Rozwoju opracowuje **Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej** (NPRGN). Opracowanie NPRGN wynika z potrzeby dokonania redukcji emisji gazów cieplarnianych i innych substancji wprowadzanych do powietrza we wszystkich obszarach gospodarki. Osiągnięcie efektu redukcyjnego będzie powiązane z racjonalnym wydatkowaniem środków. Istotą Programu jest zapewnienie korzyści ekonomicznych, społecznych i środowiskowych (zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju) płynących z działań zmniejszających emisje, osiąganych m. in. poprzez wzrost innowacyjności i wdrożenie nowych technologii (w zakresie projektowania, wznoszenia konstrukcji, stosowanych wyrobów budowlanych czy sposobów pozyskiwania energii), zmniejszenie energochłonności, utworzenie nowych miejsc pracy, a w konsekwencji sprzyjających wzrostowi konkurencyjności gospodarki.

3. Cel sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej oraz przeprowadzania kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji w budynkach

3.1. Czemu służą i jak są sporządzane świadectwa charakterystyki energetycznej budynków?

Głównym celem wprowadzenia obowiązku sporządzania i przekazywania świadectw jest promowanie budownictwa efektywnego energetycznie i zwiększanie świadomości społecznej w zakresie możliwości uzyskania oszczędności energii w budynkach.

Świadectwo charakterystyki energetycznej zawiera podstawowe dane w zakresie charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku (lokal mieszkalny lub lokal użytkowy). W dokumencie tym podawane są informacje dotyczące zastosowanych rozwiązań materiałowych, technicznych oraz takie wartości jak:

- 1) obliczeniowa roczna ilość zużywanego paliwa (określa przybliżoną ilość zużywanej energii rocznie – im niższa wartość, tym niższe zużycie nośnika energii);
- 2) wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową (określa ilość energii przenoszonej z budynku do jego otoczenia przez przenikanie przez przegrody lub z powietrzem wentylacyjnym, pomniejszoną o zyski ciepła, oraz ze ściekami - niskie wartości sygnalizują bardzo dobrą charakterystykę energetyczną przegród, niewielkie straty ciepła przez wentylację oraz optymalne zarządzanie zyskami słonecznymi);
- 3) wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową (określa roczną ilość energii dostarczaną do budynku na potrzeby: ogrzewania, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia wbudowanego - niskie wartości sygnalizują zastosowanie wysokosprawnych systemów technicznych w budynku i jego wysoką efektywność energetyczną);
- 4) wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, EP (uwzględnia obok energii końcowej dodatkowe nakłady nieodnawialnej energii pierwotnej na dostarczenie do budynku każdego wykorzystanego nośnika energii lub energii – uzyskane niskie wartości wskazują na niskie zużycie nośników energii i tym samym racjonalne korzystanie z nieodnawialnych zasobów naturalnych i środowiska);
- 5) udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową (wskazuje jak duży udział mają OZE przy wytwarzaniu energii w budynku – im wyższa wartość, tym budynek można uznać za bardziej przyjazny środowisku);

- 6) wielkość emisji dwutlenku węgla (CO₂) odniesiona do powierzchni budynku (w zależności od rodzaju wykorzystywanego paliwa wskazuje wielkość emisji CO₂ – im niższa wartość, tym budynek emituje mniej CO₂ i można go uznać za bardziej przyjazny środowisku).

W świadectwie powinny być również zawarte zalecenia w zakresie poprawy charakterystyki energetycznej budynku lub jego części, sformułowane przez osobę, która je sporządza. Celem przedmiotowych zaleceń jest ocena zasadności i możliwości zastosowania określonych środków, w tym przeprowadzenie odpowiednich robót budowlanych, mogących poprawić charakterystykę energetyczną budynku lub jego części.

Jak już wyżej wskazano, świadectwo zawiera dane dotyczące udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową U_{oze} [%], co stanowi cenne źródło informacji, jak również pewną formę monitoringu udziału wykorzystania OZE w poszczególnych kategoriach budynków. Warto podkreślić, że skuteczne zebranie tych danych umożliwi potencjalną modyfikację istniejących przepisów prawa w zakresie sformułowania zalecanej wartości U_{oze} w budynku.



Dzięki danym przedstawionym w świadectwie otrzymuje się pełną informację na temat stanu budynku lub części budynku pod kątem jego energooszczędności oraz można określić koszt jego utrzymania. Istotne jest to w przypadku poszukiwania np. mieszkania do kupna lub najmu. Wówczas potencjalny kupujący albo najemca może porównać koszty utrzymania np. dwóch mieszkań o takim samym metrażu i rozkładzie, jednak inaczej położonych w bryle budynku.

Dlatego też, w świetle przepisów ustawy o charakterystyce energetycznej budynków, sporządzanie oraz przekazanie świadectw charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku jest wymagane w każdym z przypadków, w którym następuje sprzedaż lub najem budynku albo części budynku, np. lokalu mieszkalnego lub użytkowego.

Należy mieć na uwadze, że w myśl art. 11 ust. 3 i 4 ww. ustawy, zobowiązani (tj. zbywca albo wynajmujący) przekazują świadectwa charakterystyki energetycznej nabywcy albo najemcy, a w razie niewywiązania się z tego obowiązku, nabywcy lub najemcy przysługuje prawo do wykonania świadectwa na koszt zbywcy albo wynajmującego. Podkreślić należy, że nabywca albo najemca nie mogą zrzec się prawa do otrzymania świadectwa.

Jednocześnie art. 3 ust. 2 ww. ustawy, wprowadza obowiązek sporządzenia świadectwa dla budynków, których powierzchnia użytkowa zajmowana przez organy wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę oraz organy administracji publicznej przekracza 250 m² i w których dokonywana jest obsługa interesantów. Niniejszy obowiązek, wraz z koniecznością zamieszczenia kopii takiego świadectwa w widocznym miejscu, o którym mowa w art. 3 ust. 3 ustawy, ma na celu zapewnienie wzorcowej roli władz publicznych w zakresie zapewnienia stosowania i promowania rozwiązań energooszczędnych w budynkach zajmowanych przez te organy.

Wzór świadectwa został określony w *rozporządzeniu w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej* [13].

Świadectwa charakterystyki energetycznej powinny być sporządzane przez osoby do tego uprawnione. Wymagania dla osób sporządzających świadectwa określono w art. 17 ww. ustawy. Minister Infrastruktury i Budownictwa prowadzi wykaz osób uprawnionych do sporządzania świadectw

charakterystyki energetycznej w *centralnym rejestrze charakterystyki energetycznej budynków* i publikuje go na stronie: <https://rejestrcheb.mib.gov.pl/> Wykaz ten jest na bieżąco aktualizowany.

Należy zaznaczyć, że osoby uprawnione sporządzają świadectwa charakterystyki energetycznej z wykorzystaniem ww. rejestru. Oznacza to, że osoba, która zleciła sporządzenie świadectwa, powinna otrzymać dokument wygenerowany z centralnego rejestru (wraz z nadanym przez ten rejestr numerem) i podpisany przez osobę uprawnioną.

Zatwierdzone i wydrukowane świadectwo charakterystyki energetycznej jest zapisywane w wykazie świadectw charakterystyki energetycznej. Warto wiedzieć, że otrzymane świadectwo może być zweryfikowane pod kątem prawidłowości i rzetelności jego sporządzenia. Weryfikacja taka może zostać przeprowadzona z urzędu (rocznie kilkaset losowo wybranych świadectw charakterystyki energetycznej jest weryfikowanych przez pracowników Ministerstwa) albo na wniosek właściciela lub zarządcy budynku lub części budynku, osoby, której przysługuje spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu, osoby, której przysługuje spółdzielcze lokatorskie prawo do lokalu mieszkalnego, podmiotu, który zlecił sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej, lub podmiotu, który je otrzymał w związku ze zbyciem lub najmem budynku lub części budynku. W celu przeprowadzenia takiej weryfikacji niezbędne jest przesłanie wniosku ministrowi właściwemu do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa.

3.2. Czemu służą i jak są przeprowadzane kontrole systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji?

Przeprowadzanie regularnych kontroli systemu ogrzewania oraz systemu klimatyzacji ma na celu poprawę stanu technicznego i bezpieczeństwa użytkowania tych instalacji, ograniczenie zużycia energii oraz redukcję emisji gazów cieplarnianych. Okresowy przegląd instalacji ogrzewania obejmuje sprawdzenie stanu technicznego instalacji wraz z uwzględnieniem jej efektywności energetycznej oraz ocenę dobrania systemu do potrzeb użytkowych budynku. Kontrola systemu klimatyzacji obejmuje sprawdzenie efektywności energetycznej oraz ocenę dobrania systemu do potrzeb użytkowych budynku.



Opinia eksperta dokonującego kontroli pozwala podjąć działania (niekiedy bezinwestycyjne), które dają przy tym samym komforcie cieplnym niższe roczne koszty eksploatacyjne, a także zapewniają dłuższą żywotność oraz mniejszą awaryjność urządzeń i instalacji.

Obowiązek przeprowadzania kontroli ww. systemów został wprowadzony przepisami ustawy o charakterystyce energetycznej budynków. Zgodnie z art. 23 ust. 1 tej ustawy, właściciel lub zarządca budynku jest obowiązany poddać budynki w czasie ich użytkowania kontroli:

- 1) okresowej, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego systemu ogrzewania, z uwzględnieniem efektywności energetycznej kotłów oraz dostosowania ich mocy do potrzeb użytkowych:

- a) co najmniej raz na 5 lat - dla kotłów o nominalnej mocy cieplnej od 20 kW do 100 kW,

- b) co najmniej raz na 2 lata - dla kotłów opalanych paliwem ciekłym lub stałym o nominalnej mocy cieplnej ponad 100 kW,

- c) co najmniej raz na 4 lata - dla kotłów opalanych gazem o nominalnej mocy cieplnej ponad 100 kW;

- 2) okresowej, co najmniej raz na 5 lat, polegającej



na ocenie efektywności energetycznej zastosowanych urządzeń chłodniczych o mocy chłodniczej nominalnej większej niż 12 kW.

Nie dokonuje się kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji, w których od ostatniej takiej kontroli nie dokonano zmian mających wpływ na ich efektywność energetyczną.

Z przeprowadzonej kontroli sporządza się protokół, którego wzór został określony w **rozporządzeniu w sprawie wzorów protokołów z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji** [21].

Wzory protokołów z kontroli sformułowano w oparciu o wymagania Polskich Norm:

- PN-EN 15378:2009 Systemy ogrzewcze w budynkach - Inspekcje kotłów i systemów ogrzewczych,
- PN-EN 15240:2009 Wentylacja budynków - Charakterystyka energetyczna budynków - Wytyczne inspekcji systemów klimatyzacji.

Kontrole powinny być przeprowadzane przez osoby do tego uprawnione. Wymagania dla osób dokonujących kontroli określono w art. 24 ustawy o charakterystyce energetycznej budynków[4]. Minister Infrastruktury i Budownictwa prowadzi wykaz osób uprawnionych do kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji w **centralnym rejestrze charakterystyki energetycznej budynków**. Wykaz ten jest na bieżąco aktualizowany.

Osoby uprawnione sporządzają protokoły z kontroli z wykorzystaniem ww. rejestru. Oznacza to, że osoba, która zleciła dokonanie kontroli, powinna otrzymać dokument wygenerowany z rejestru (wraz z nadanym przez ten rejestr numerem) i podpisany przez osobę uprawnioną. Zatwierdzony i wydrukowany protokół z kontroli jest zapisywany w wykazie protokołów z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji.

Warto wiedzieć, że protokół z kontroli, podobnie jak opisane w rozdziale 3.1. świadectwo charakterystyki energetycznej budynków, może być zweryfikowany pod kątem prawdziwości i rzetelności jego sporządzenia. Weryfikacja taka może zostać przeprowadzona z urzędu albo na wniosek właściciela lub zarządcy budynku. W celu przeprowadzenia takiej weryfikacji niezbędne jest przesłanie wniosku ministrowi właściwemu do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa.

4. Sposoby poprawy charakterystyki energetycznej budynków w podziale na ich rodzaj (mieszkalne jednorodzinne i wielorodzinne, użyteczności publicznej i inne)

4.1. Ogólne informacje o efektywności energetycznej budynków [37]

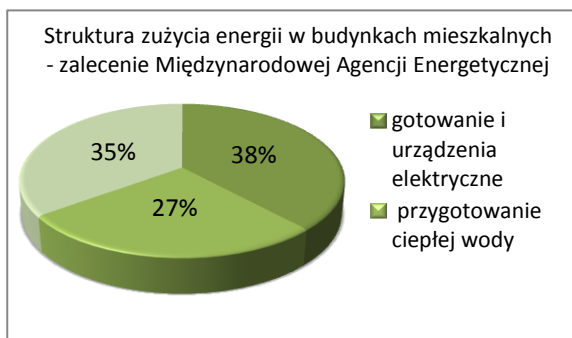
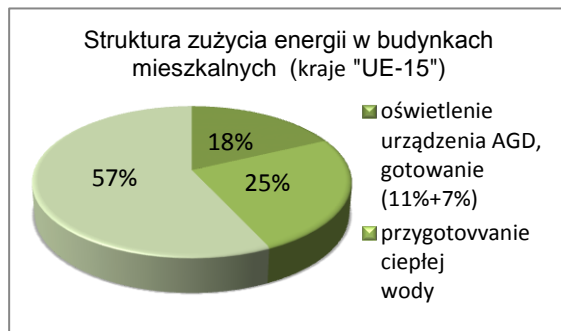
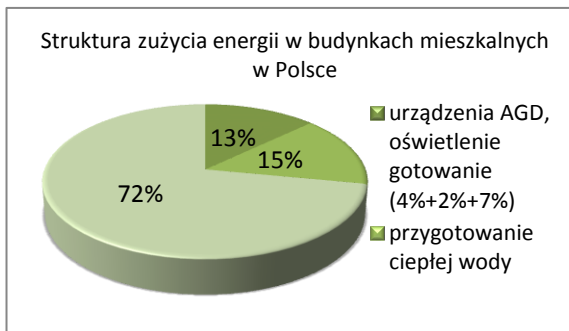
Szacuje się, że na terenie Unii Europejskiej sektor budynków odpowiada za około 40% całkowitego zużycia energii, zatem kwestie efektywności energetycznej budynków należy traktować priorytetowo, ponieważ właśnie w tym sektorze uzyskane efekty w zakresie oszczędności energii mogą być największe.

Charakterystyka energetyczna budynku zależy od szeregu czynników. Jest ściśle związana z konstrukcją budynku i zastosowanymi rozwiązaniami technicznymi, położeniem i otoczeniem budynku oraz jego przeznaczeniem i sposobem użytkowania. Warto, aby działania zmierzające do ograniczenia zużycia energii były ukierunkowane na aspekty związane z:

- geometrią budynku, sytuowaniem budynku na działce, układem pomieszczeń i rozwiązaniami funkcjonalnymi,
- sposobem użytkowania,
- sposobem zasilania budynku w energię,
- zastosowanymi systemami ogrzewania, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej, wbudowanej instalacji oświetlenia, izolacyjnością cieplną przegród.

Na poniższych wykresach przedstawiono strukturę zużycia energii w budynkach mieszkalnych.

Wykresy 1-3. Struktura zużycia energii w budynkach mieszkalnych [23]



Jednym z narzędzi możliwych do wykorzystania w celu określenia opłacalnych pod względem kosztów sposobów poprawy charakterystyki energetycznej dla konkretnego istniejącego budynku jest audyt energetyczny wykonany na podstawie rozporządzenia 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** [16]. Wówczas na podstawie przeprowadzonych obliczeń, mogą być wybrane te działania, które pozwolą uzyskać największe oszczędności energii przy możliwie najkrótszym czasie zwrotu poniesionych nakładów.

Przy planowaniu modernizacji warto skupić się na:

- 1) poprawie izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku;
- 2) zwiększeniu sprawności działania instalacji: ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, wentylacji, chłodzenia i oświetlenia;
- 3) wymianie lub modernizacji źródła ciepła.

Określenie najlepszych dostępnych technik (ang. BAT, *best available techniques*) opłacalnych sposobów renowacji właściwych dla typu budynków przeprowadzono w oparciu o następujące źródła:

- 1) „Analiza wymagań techniczno-budowlanych dotyczących ochrony cieplnej budynków, celem ustalenia minimalnych wymagań w zakresie charakterystyki energetycznej i przedstawienia propozycji zmian zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków – Etap II Opracowanie końcowe”;
- 2) „Opracowanie optymalnych energetycznie typowych rozwiązań strukturalno-materiałowych i instalacyjnych budynków”, tom trzeci, część B, Katalog zoptymalizowanych energetycznie rozwiązań instalacyjnych budynków [24];

- 3) „Opracowanie optymalnych energetycznie typowych rozwiązań strukturalno-materiałowych i instalacyjnych budynków”, tom drugi, część A, Rekomendacje w zakresie projektowania i optymalizacji energetycznej struktury budynku i rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych” [25];
- 4) „Opracowanie optymalnych energetycznie typowych rozwiązań strukturalno-materiałowych i instalacyjnych budynków”, tom trzeci, część A, Rekomendacje w zakresie projektowania i optymalizacji energetycznej rozwiązań instalacyjnych budynków” [26].

4.1.1. Budynki nowe

W 2014 r. wydano 214.699 pozwoleń na budowę, z czego 82.474 dotyczyło budynków mieszkalnych [27]. Budynki te, w myśl znowelizowanych przepisów techniczno-budowlanych, powinny charakteryzować się niższym zapotrzebowaniem na energię niż budynki wznoszone przed 2014 r.

Kształtowanie parametrów, które mają wpływ na poziom wartości wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej (EP) lub wskaźnika energii końcowej (EK) dla potrzeb ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia (za wyjątkiem budynków mieszkalnych) w nowych budynkach jest zazwyczaj łatwiejsze, niż ma to miejsce w przypadku budynków istniejących, a prowadzone działania są bardziej kompleksowe, efektywne energetycznie oraz uzasadnione ekonomicznie.



Ponadto należy mieć na uwadze, że nowe budynki zazwyczaj nie są poddawane pracom modernizacyjnym przez okres około 30 lat, zatem przyjęte na etapie projektowania rozwiązania mają decydujący i długotrwały wpływ na ich charakterystykę energetyczną. Warto więc, w celu ograniczenia zużycia energii, którego efekty będą widoczne w długim okresie, zastosować rozwiązania możliwie najbardziej korzystne pod względem charakterystyki energetycznej. Realizacja powyższego celu powinna rozpoczynać się już na etapie planowania budowy (np. wybór terenu inwestycji) i być konsekwentnie realizowana na etapie projektowania i wznoszenia nowego budynku.

Należy mieć na uwadze, że rzeczywista charakterystyka energetyczna budynku może ulec pogorszeniu, jeżeli wykonawcy inwestycji będą odbiegać od założeń przyjętych w projekcie, a użytkownicy poprzez swoje dotychczasowe przyzwyczajenia i zachowania będą generować dodatkowe straty energii. Warto więc organizować szkolenia dla projektantów, wykonawców, właścicieli i zarządców budynków w celu zaprezentowania, jak różne sposoby korzystania z urządzeń czy instalacji, mają wpływ na ilość zużywanej energii, a co za tym idzie na koszty eksploatacji budynku.

W odniesieniu do budynków nowych, dla których sporządzany jest projekt budowlany, zastosowanie mają omówione już w niniejszym poradniku przepisy rozporządzenia *w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego*, które zobowiązuje projektanta do zawarcia w opisie technicznym projektowanego budynku m. in. charakterystyki energetycznej budynku i analizy możliwości racjonalnego wykorzystania wysokoefektywnych systemów alternatywnych zaopatrzenia w energię i ciepło, o ile są dostępne techniczne, środowiskowe i ekonomiczne możliwości,...

4.1.2. Budynki użytkowane

Szacuje się, że co roku modernizacji poddawanych jest średnio od 1,5% do 3% [28] istniejących budynków. Jeżeli podczas prac modernizacyjnych zostałyby wzięta pod uwagę poprawa charakterystyki energetycznej tych budynków, w ciągu kilku lat należałoby spodziewać się znacznej oszczędności energii.

Dla budynków poddawanych przebudowie lub termomodernizacji oraz przy zmianie sposobu użytkowania, w przypadku robót budowlanych polegających na dociepleniu budynku, obejmujących ponad 25% powierzchni przegród zewnętrznych tego budynku, należy spełnić wymagania minimalne dotyczące energooszczędności i ochrony cieplnej przewidziane w przepisach techniczno-budowlanych dla przebudowy budynku.

Przed przystąpieniem do prac termomodernizacyjnych zaleca się wykonanie audytu energetycznego, który pozwoli na wybranie najbardziej korzystnych rozwiązań zarówno pod względem kosztów inwestycji, jak również czasu jej zwrotu.

Zakres prowadzonych prac może być bardzo szeroki. Inwestycje mogą ograniczać się jedynie do wybranego elementu budynku lub instalacji (np. docieplenie ścian lub wymiana nieefektywnego kotła) lub wiązać się z całkowitą renowacją budynku.

Istotne jest odpowiednie zaplanowanie etapów inwestycji tak, aby zainstalowanie efektywnego systemu grzewczego zostało poprzedzone ograniczeniem zapotrzebowania na ciepło np. poprzez poprawę izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych (np. ścian, okien, stropodachu). Nieuwzględnienie powyższego może skutkować niewłaściwie wymiarowanym systemem grzewczym i związanymi z tym zbyt wysokimi kosztami inwestycyjnymi oraz wyższym zużyciem energii.

4.1.3. Budynki zabytkowe

Należy pamiętać, aby działania zmierzające do poprawy efektywności energetycznej budynków istniejących, przy osiągnięciu założonych celów technicznych i ekonomicznych, uwzględniały walory historyczne i architektoniczne budynków, ze szczególnym uwzględnieniem budynków zabytkowych i budynków objętych innymi formami ochrony. Należy mieć na uwadze, że w przypadku takich obiektów możliwości poprawy charakterystyki energetycznej mogą być ograniczone i utrudnione.



Warto wiedzieć, że przy termomodernizacji budynków zabytkowych często zalecaną i propagowaną przez konserwatorów zabytków, ze względu na minimalną ingerencję w strukturę zabytkową, jest metoda docieplania „od wewnątrz”. Metoda ta polega na umieszczeniu warstwy izolacyjnej wewnątrz budynku. Więcej szczegółów dotyczących tej technologii zostało omówione w rozdziale 4.2.2.

Trzeba mieć jednak na uwadze, że metoda ta wiąże się m. in. z koniecznością zastosowania sprawnie działającej wentylacji, co w praktyce oznacza system wentylacji hybrydowej lub mechanicznej, oraz pomniejszenie powierzchni użytkowej pomieszczeń w budynku poddawany termomodernizacji. Ponadto przegrody ocieplane od wewnątrz należy odpowiednio zabezpieczyć przed wilgocią, która może doprowadzić do degradacji przegrody i wystąpienia zagrzybienia.

4.1.4. Budynki publiczne

Z postanowień dyrektywy 2010/31/UE wynika, że władze publiczne powinny dawać przykład w zakresie charakterystyki energetycznej budynków przez nie zajmowanych i dążyć do realizacji zaleceń zawartych w świadectwach charakterystyki energetycznej dla tych budynków.

Rozpowszechnienie informacji dotyczącej charakterystyki energetycznej budynku powinno być poparte wykonaniem świadectwa charakterystyki energetycznej i umieszczeniem jego kopii w widocznym miejscu.

Obowiązek ten dotyczy budynków określonej wielkości, zajmowanych przez władze publiczne (organy wymienione w ustawie o charakterystyce energetycznej budynków), w których są świadczone usługi dla ludności. Z tego obowiązku są jednak wyłączone m. in. budynki zabytkowe.

Obowiązek wywieszenia w widocznym miejscu świadectwa (o ile zostało ono wykonane) dotyczy także budynków nie należących do władz publicznych, lecz o określonej wielkości i często odwiedzanych przez ludność, takich jak np.: sklepy, centra handlowe, supermarkety, teatry i banki.

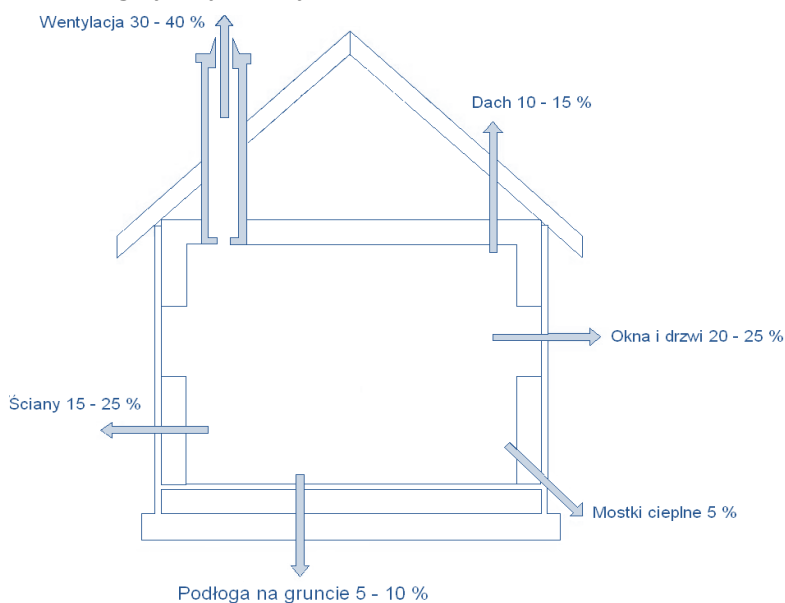
Omówione we wcześniejszej części poradnika regulacje prawne uwzględniają wskazane powyżej postanowienia i podkreślają wagę postawy, jaką powinny przyjąć władze publiczne w kształtowaniu efektywności energetycznej budynków.

Zatem władze publiczne planując budowę, bądź termomodernizację budynku, który stanowi ich własność lub też jest przez nie zajmowany, powinny szczególną uwagę zwrócić na wymagania dotyczące oszczędności energii i izolacyjności cieplnej.

4.2. Określenie opłacalnych sposobów poprawy efektywności energetycznej właściwych dla typów budynków

Szacuje się, że ogrzewanie i chłodzenie pomieszczeń odpowiada za niemal 70% [29] całkowitego zużycia energii w budynkach w Europie. Zatem działania zmierzające do ograniczenia strat energii i zwiększenia jej zysków będą miały znaczący wpływ na poprawę charakterystyki energetycznej budynków.

Poniżej wskazano rozkład poszczególnych strat ciepła przez przenikanie przez przegrody i przez wentylację w bilansie energetycznym budynku.



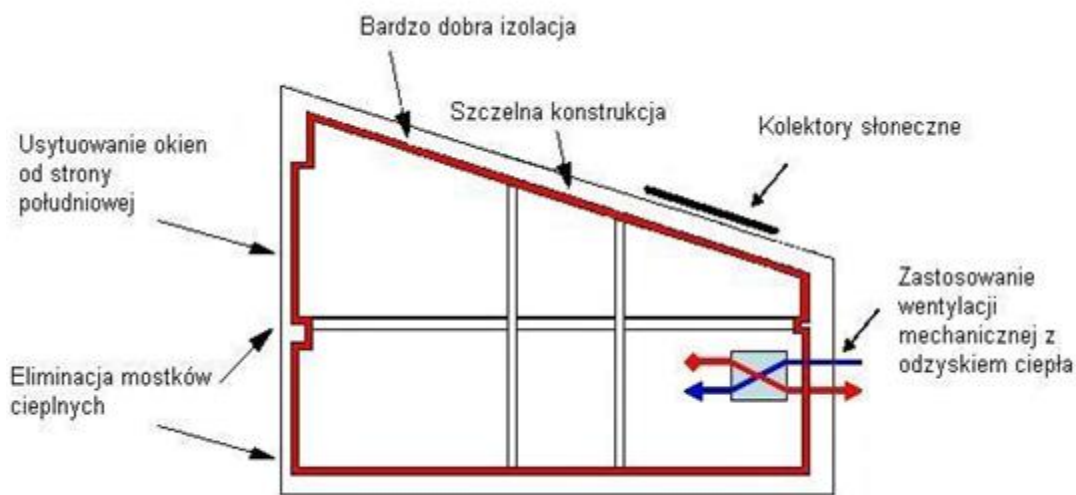
Rysunek 2. Struktura strat ciepła przez przenikanie przez przegrody i przez wentylację w budynkach [30]

Można zaobserwować, że największe straty ciepła w budynku związane są z przenikaniem ciepła przez przegrody budowlane (największe są straty przez przegrody przeszklone, takie jak okna i drzwi) w udziale ok. 60-70% bilansu.

Z kolei wentylacja powoduje straty rzędu 30-40%. W związku z tym, konieczna jest minimalizacja strat ciepła, przy jednoczesnym maksymalnym wykorzystaniu zysków energii.

Straty ciepła można zmniejszyć stosując następujące usprawnienia w zakresie:

- wentylacji – zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (rekuperacji) i wysokiej szczelności budynku,
- okien i drzwi – zastosowanie energooszczędnej stolarki,
- ścian zewnętrznych – odpowiednie ocieplenie ścian,
- dachu – odpowiednie ocieplenie dachu,
- podłogi na gruncie – odpowiednie ocieplenie podłogi na gruncie,
- mostków cieplnych – wykorzystanie rozwiązań minimalizujących występowanie mostków cieplnych.



Rysunek 3. Przykład minimalizacji strat ciepła

4.2.1. Kształt, orientacja i otoczenie budynku

Kształt, orientacja i otoczenie budynku odgrywają istotną rolę w kształtowaniu jego charakterystyki energetycznej. Najlepiej, jeśli bierze się te czynniki pod uwagę już na najwcześniejszym etapie tworzenia projektu budynku.

Chcąc poprawić charakterystykę energetyczną budynku, należy zadbać, by możliwe było uzyskanie jak największych zysków energetycznych przy jak najmniejszych stratach. W uzyskaniu tego wyniku pomaga nie tylko samo ukierunkowanie bryły budynku względem stron świata, ale także zagospodarowanie otoczenia budynku.

W sezonie zimowym otoczenie powinno zapewniać jak najwięcej światła od strony południowej, a w sezonie letnim chronić przed nadmiernym przegrzewaniem. Dodatkowo od strony północnej, gdzie nie wstępują zyski z promieniowania słonecznego, powinna się znajdować strefa buforowa, chroniąca budynek przed stratami ciepła.

Przykładem otoczenia, które umożliwia spełnienie tych wymagań jest np. umieszczenie od strony południowej strefy drzew liściastych, które w sezonie letnim gwarantują odpowiednie zacienienie, a w sezonie zimowym, gdy tracą liście, umożliwiają dostęp promieni słonecznych do wnętrza budynku.

Natomiast od strony północnej wskazane jest umieszczenie drzew iglastych, które przez cały rok tworzą strefę buforową chroniącą przed wiatrem, minimalizując w ten sposób straty ciepła. Istotną rolę w spełnieniu wyżej wymienionych wymagań pełni również geometria budynku, wewnętrzny rozkład pomieszczeń oraz specjalne wyposażenie i elementy konstrukcyjne, takie jak np. rolety, okapy czy ogrody zimowe.

Na ograniczanie strat ciepła nie wpływają wyłącznie parametry zastosowanej izolacji termicznej, ale także geometria budynku. By uzyskać korzystną charakterystykę energetyczną stosunek powierzchni przegród zewnętrznych budynku do jego ogrzewanej kubatury powinien być jak najmniejszy. Im mniejsza jest powierzchnia, przez którą budynek traci ciepło tym lepiej. W związku z tym, optymalnym rozwiązaniem jest bryła budynku, która jest jak najbardziej zwarta. W budynku powinno się też unikać dodatkowych elementów zewnętrznych (technicznych i dekoracyjnych) takich jak wykusze czy lukarny, które zwiększają powierzchnię strat ciepła przez przegrody zewnętrzne oraz zwiększają prawdopodobieństwo występowania mostków cieplnych. Jeżeli nie da się uniknąć takich elementów, należy zadbać, aby ich izolacja termiczna była bardzo starannie wykonana.

Mostek cieplny to fragment przegrody budowlanej, która ma znacznie wyższy, niż jej pozostała część, współczynnik przenikania ciepła. Powoduje to, przy znacznej różnicy temperatur wewnątrz i na zewnątrz, że w budynku dochodzi do punktowego przemarzania przegrody. Zjawisko to ma bardzo negatywny wpływ na bilans cieplny budynku, ponieważ często może doprowadzać do bardzo dużych strat energii. Ponadto przemarzanie przegrody może doprowadzić do jej zawilgocenia na skutek wykraplania się pary wodnej, co może skutkować z kolei powstawaniem grzybów pleśniowych, a nawet zniszczeniem przegrody. Usunięcie istniejącego mostka termicznego jest bardzo trudne, a w niektórych sytuacjach nawet niemożliwe. Ze względu na te konsekwencje bardzo istotne jest, żeby na etapie projektowania i realizacji projektu przeanalizować wszystkie miejsca, które mogą skutkować powstawaniem mostków termicznych.

W normie PN EN ISO 10211 *Mostki cieplne w budynkach – Strumienie ciepła i temperatury powierzchni – Obliczenia szczegółowe*, mostek cieplny jest zdefiniowany jako część obudowy budynku, w której jednolity opór cieplny jest znacznie zmieniony przez:

- a) całkowite lub częściowe przebicie obudowy budynku przez materiały o innej przewodności cieplnej lub
- b) zmianę grubości warstw materiałów lub
- c) różnicę między wewnętrznymi i zewnętrznymi powierzchniami przegród, jak to ma miejsce w przypadku połączeń: ściana/podłoga/sufit [31].



Miejscami w konstrukcji, w których najczęściej można zaobserwować mostki cieplne są np. połączenia balkonów ze stropem, wieńce, nadproża, krawędzie otworów okiennych i drzwi balkonowych.

Jedną z dodatkowych możliwości poprawy charakterystyki energetycznej jest wyposażenie budynku w ciepłą strefę buforową po stronie południowej np. w postaci ogrodu zimowego. Strefa taka powinna charakteryzować się dużą ilością powierzchni przeszklonych. Rozwiązanie tonie powoduje strat ciepła, ponieważ ogród zimowy nie wymaga ogrzewania a jest on jednocześnie źródłem zysków pochodzących z energii słonecznej.

Przy planowaniu rozmieszczenia pomieszczeń należy brać pod uwagę dostęp do światła słonecznego i związanego z nim zyskami energii. Kształtowanie bryły budynku, jej umiejscowienie i kierunek,

w którym jest zwrócona mają za zadanie umożliwić oświetlenie jak największej liczby pomieszczeń światłem słonecznym pochodzącym ze strony południowej. Ideałem jest, aby wszystkie pomieszczenia budynku były w ten sposób oświetlone. Jednak dostępność światła dziennego nie jest jedynym czynnikiem wpływającym na rozmieszczenie pomieszczeń – istotna jest także ich charakterystyka cieplna. Pomieszczenia, w których zazwyczaj utrzymuje się wyższą temperaturę (np. łazienki) powinny być umieszczone z dala od przegród zewnętrznych, ponieważ wyższa różnica temperatur na tych przegrodach może zwiększać straty ciepła. W pomieszczeniach gospodarczych, w których mieszkańcy nie spędzają wiele czasu, (garaże, klatki schodowe, spiżarnie) panuje relatywnie najniższa temperatura ze wszystkich pomieszczeń. Dodatkowo oświetlenie słoneczne nie jest w nich niezbędne. Z tego powodu pomieszczenia takie powinno się umieszczać przy północnej ścianie budynku. Taki układ tworzy dodatkową strefę bufora cieplnego od strony północnej.

Często stosowanym rozwiązaniem np. w pasywnych budynkach wielorodzinnych jest umieszczanie klatek schodowych poza strefą ogrzewania, na zewnątrz budynku. Takie klatki schodowe mają niezależną od budynku konstrukcję nośną, i nie mają wpływu na charakterystykę cieplną samego budynku.

Podczas planowania rozmieszczenia pomieszczeń, należy brać pod uwagę również zalecenia co do przebiegu wentylacji w budynku. Temat ten zostanie rozwinięty w dalszej części poradnika.

Odpowiednie zaplanowanie bryły budynku oraz jego otoczenia pozwala ograniczyć konieczność stosowania konwencjonalnej klimatyzacji lub ogrzewania. Komfort cieplny w tak zaprojektowanym budynku może być zapewniany przez bardzo dobrą izolację, energię pochodzącą ze światła słonecznego i energię odzyskaną z powietrza wywiewanego z wnętrza budynku.

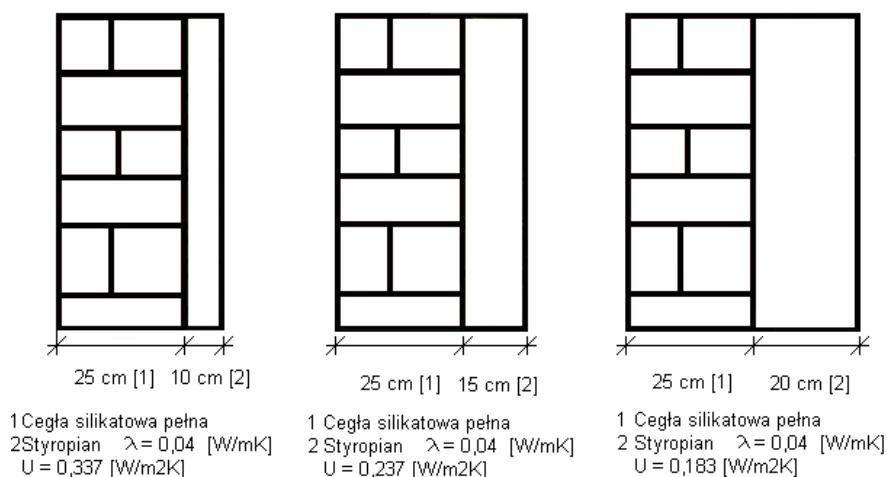
Mimo, że wskazane powyżej informacje w większości dotyczą budynku projektowanego, to mogą być użyteczne do zrozumienia wpływu, jaki ma położenie budynku, jego kształt oraz sposób zagospodarowania otoczenia na jego charakterystykę energetyczną i możliwość efektywnego wykorzystania energii.

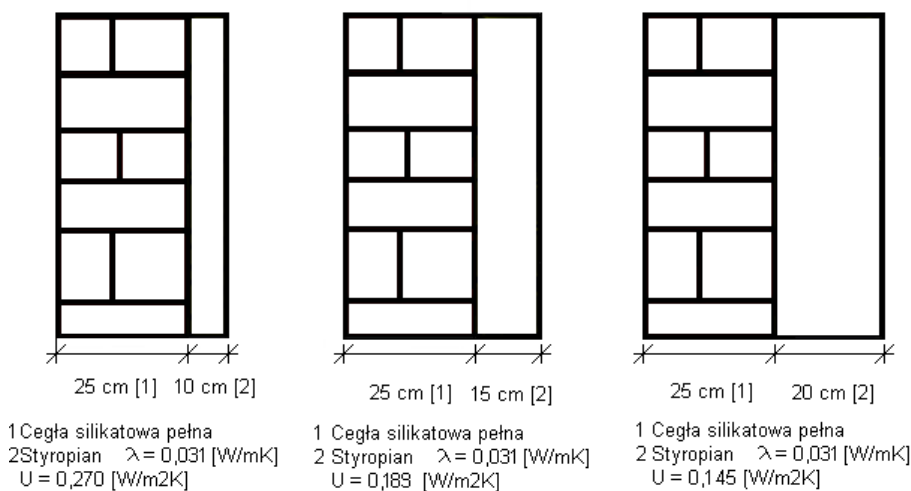
4.2.2. Przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste [23], [24], [25]

Jak już wcześniej wskazano, przez przegrody zewnętrzne w budynku wykonanym w technologii tradycyjnej, przenika nawet do 70% ciepła. W celu poprawy charakterystyki energetycznej budynku, zgodnie z koncepcją budynku energooszczędnego, wszystkie elementy, w tym ściany, okna, dach i podłoga na gruncie powinny podlegać zasadzie minimalizacji strat i maksymalizacji zysków ciepła.

Miarą izolacyjności cieplnej przegród jest charakteryzująca je wartość współczynnika przenikania ciepła U.

Współczynnik przenikania ciepła przegrody zależy od współczynnika przewodzenia ciepła materiałów zastosowanych do wykonania poszczególnych warstw ściany (warstwy konstrukcyjnej, izolacyjnej, wykończeniowej) λ i ich grubości, a więc zależy od całkowitego oporu cieplnego przegrody R. Im mniejszy jest współczynnik przewodzenia ciepła materiału, tym jego izolacyjność cieplna większa. W praktyce oznacza to, że aby osiągnąć oczekiwany współczynnik przenikania ciepła ściany zewnętrznej (minimalne wymagania w tym zakresie określone są w warunkach technicznych [10]), można zastosować cieńsze warstwy materiałów konstrukcyjnych i izolacyjnych o niskich współczynnikach przewodzenia ciepła λ lub z grubszych warstw materiałów o mniej korzystnych właściwościach.





Rysunek 4. Wpływ współczynnika przewodzenia ciepła i grubości zastosowanej izolacji termicznej na współczynnik przenikania ciepła [U] przegrody.

Ponadto izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych w budynku zależna jest od:

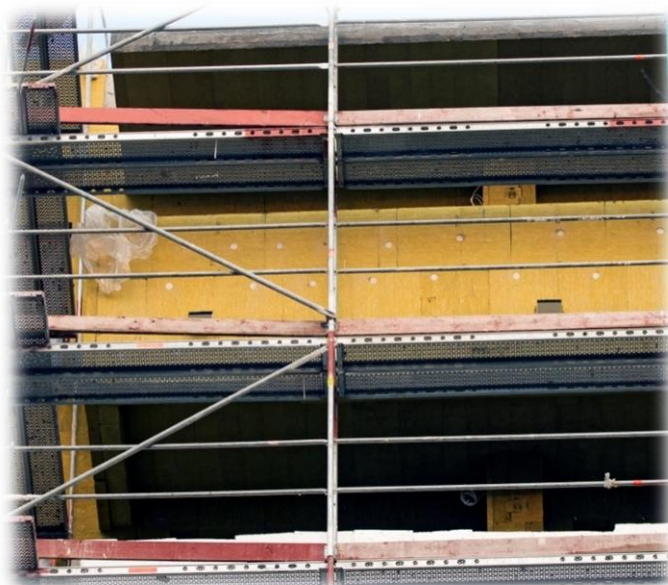
- 1) prawidłowego ułożenia izolacji cieplnej – przede wszystkim jej szczelności i zachowania ciągłości w celu ograniczenia występowania mostków cieplnych;
- 2) liczby otworów okiennych i drzwiowych i ich rozwiązania w powiązaniu z izolacją cieplną (wpływ na izolacyjność cieplną samej stolarki zostanie omówiony w następnym rozdziale).

Rola izolacji cieplnej w budynku polega na:

- 1) ograniczeniu strat ciepła z budynku do otoczenia;
- 2) utrzymaniu odpowiedniej temperatury wewnętrznych powierzchni przegród zewnętrznych, tak aby nie dopuścić do wykraplania pary wodnej i zawilgocenia przegród, a w konsekwencji uniemożliwić rozwój grzybów pleśniowych.

Izolacyjność cieplna jest jednym z głównych czynników wpływających na wielkość zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku, a co za tym idzie na koszt eksploatacji budynku. Dobrze zaizolowane przegrody zewnętrzne budynku wpływają na niskie wartości współczynnika przenikania ciepła tych przegród U, co przyczynia się do obniżenia strat energii oraz kosztów ogrzewania. Jednokrotna inwestycja w dobrą izolację cieplną oraz jej właściwe wykonanie pozwalają na oszczędności w czasie każdego okresu grzewczego przez cały okres eksploatacji budynku.

Na rynku dostępne są różnego rodzaju materiały budowlane przeznaczone do izolacji cieplnej, m.in. wełna mineralna, wełna szklana, styropian. Minimalna grubość izolacji cieplnej wynika z wymaganej przepisami techniczno-budowlanymi maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła. Izolacja powinna być ciągła, mieć stałą grubość i powinna być dostosowana do rodzaju przegrody. Ponadto podłoże powinno być odpowiednio przygotowane (oczyszczone), a układane płyty izolacji cieplnej powinny się wzajemnie mijać w kolejnych warstwach ocieplenia. Co więcej miejsca połączeń przegród różnych rodzajów oraz przebicia izolacji



Łącznikami mechanicznymi są szczególnie zagrożone powstawaniem mostków cieplnych. Jak wiadomo mostek cieplny jest jednym z najbardziej niepożądanych zjawisk w budynku. W związku z tym, połączenia izolacji termicznej przegród zewnętrznych (np. występujące w narożnikach budynku lub na stykach ściana/balkon, ściana/dach,) powinny być zaprojektowane w sposób przemyślany i wykonane z dużą dbałością o szczegóły.

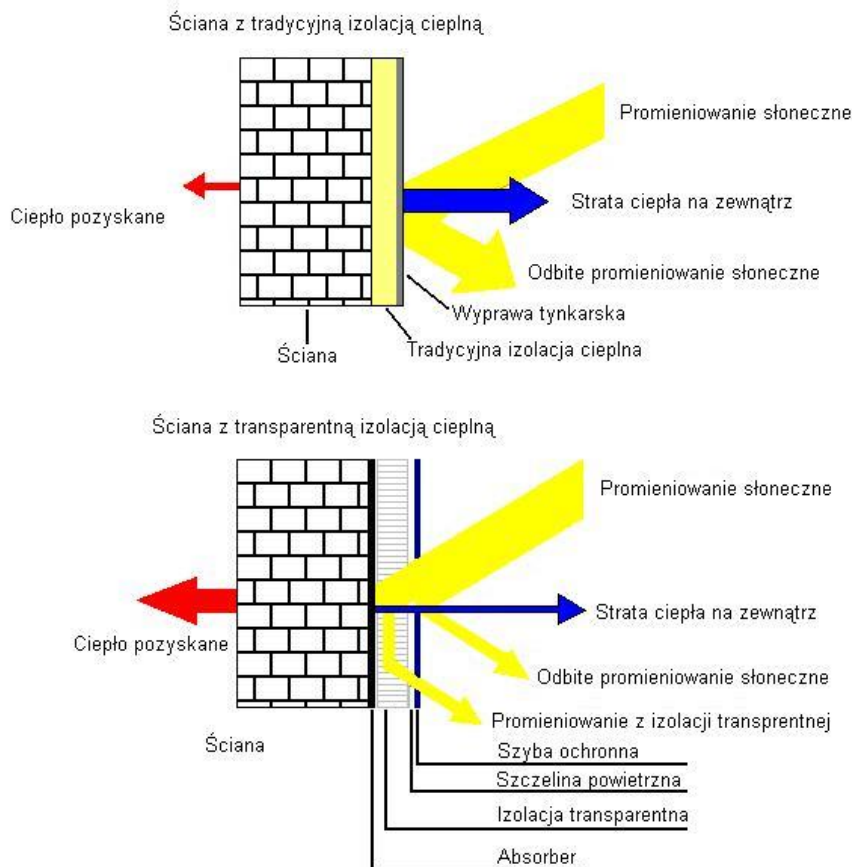
W przypadku np. izolowania dachu skośnego, stosuje się dwie warstwy izolacji termicznej: jedna warstwa izolacji, najczęściej wełny mineralnej, jest układana między krokwiami, a druga jest nakładana na pierwszą od strony poddasza. Ponadto w celu uniknięcia mostków termicznych istotne jest odpowiednie ułożenie izolacji wokół otworów okiennych i drzwiowych. W takim przypadku niedopuszczalne jest łączenie sąsiednich płyt w narożnikach otworu. Płyty izolacji powinny być docięte w taki sposób, aby narożnik otworu okiennego lub drzwiowego był otoczony jedną płytą izolacji.

Z kolei w przypadku płyty balkonowej istotne jest ułożenie izolacji cieplnej na całej długości płyty – zarówno od góry, jak i od boku i dołu płyty balkonowej. Odpowiednie zaizolowanie połączenia ściany zewnętrznej i płyty balkonowej pozwoli na znaczne ograniczenie strat ciepła. Możliwe jest także stosowanie tzw. łączników termoizolacyjnych pomiędzy płytą balkonową a ścianą zewnętrzną, które mają za zadanie ograniczenie mostka cieplnego przy jednoczesnym zachowaniu ciągłości zbrojenia między płytą stropową i balkonową (jednakże rozwiązanie to, ze względu na możliwości wykonania, przeznaczone jest dla nowo wznoszonych budynków).



W celu ograniczenia strat ciepła oraz maksymalizacji zysków z promieniowania słonecznego, warto także rozważyć tzw. izolację transparentną, czyli np. system ocieplania ścian zewnętrznych wykorzystujący światłoprzepuszczalne płyty kapilarne wykonane z poliwęglanu, pokryte transparentnym tynkiem szklanym. Płyta taka przekazuje ciepło uzyskane z promieniowania słonecznego do masy absorpcyjnej (zabarwiona na czarno masa klejąca), znajdującej się najbliżej izolowanej ściany.

Izolacja transparentna może być stosowana jako doświetlenie wnętrza lub w połączeniu z masywną ścianą, która akumuluje ciepło i może oddawać je nawet przez 6 do 8 godzin po ustaniu promieniowania słonecznego. Z uwagi na swoją strukturę, izolacja taka najefektywniej działa w zimie, natomiast latem nie powoduje przegrzania wnętrza budynku. Dzieje się tak, ponieważ kapilary przepuszczają najwięcej promieni słonecznych, gdy kąt padania promieni względem poziomu jest mały (czyli w zimie). Natomiast gdy kąt padania promieni słonecznych rośnie, coraz więcej promieni jest odbijanych i nie przenikają one do masy absorpcyjnej.



Rysunek 5. Przykład zastosowania izolacji transparentnej

Ocieplenie ściany od zewnątrz jest rozwiązaniem najbardziej powszechnym i poprawnym z punktu widzenia fizyki budowli. Zdarza się jednak, że np. z uwagi na zabytkowy charakter budynku (patrz rozdz. 4.1.3), wykonanie izolacji termicznej na elewacji nie jest rozwiązaniem pożądanym. W takich przypadkach, gdy chcemy poprawić izolacyjność cieplną ścian zewnętrznych, możliwe jest zastosowanie ocieplenia od strony wewnętrznej.

Zaletą tego rozwiązania jest możliwość zachowania oryginalnego wyglądu elewacji oraz poprawa charakterystyki energetycznej pojedynczego pomieszczenia lub lokalu w budynku, w którym nie zaplanowano kompleksowej termomodernizacji.

Należy się liczyć przy tym, że niestarannie wykonane ocieplenie od wewnątrz może wiązać się z zawilgoceniem ścian i przyczynić się do rozwoju grzybów pleśniowych. Ponadto mur zewnętrzny, który przy tradycyjnych rozwiązaniach znajduje się w strefie ogrzewanej i może zapewniać akumulację ciepła i stabilizować temperaturę w pomieszczeniu, przy ociepleniu od wewnątrz jest narażony na przemarzanie i związaną z tym degradację wynikającą z działania opadów atmosferycznych i niskich temperatur.

Przy ocieplaniu od wewnątrz, najbardziej istotnym parametrem wyrobów zastosowanych do izolacji termicznej jest ich opór dyfuzyjny (szczelność dyfuzyjna jest szerzej omówiona w rozdziale 4.2.6), a więc zdolność do przepuszczania pary wodnej. Zasadniczo wyróżnia się dwa rozwiązania przy ocieplaniu od wewnątrz:

- metodę ocieplenia ze szczelną barierą paroizolacyjną od strony wnętrza (z zastosowaniem wyrobów o dużym oporze dyfuzyjnym),
- metodę z wykorzystaniem wyrobów paroprzepuszczalnych (z zastosowaniem wyrobów o małym oporze dyfuzyjnym).

W pierwszym z wymienionych rozwiązań na ścianie układa się warstwę izolacji termicznej na ruszcie drewnianym lub metalowym, najczęściej stosując wełnę mineralną lub płyty z pianki poliuretanowej, następnie przykrywa się ją folią paroizolacyjną aby stworzyć szczelną warstwę uniemożliwiającą przedostanie się wilgoci pochodzącej z pomieszczenia do warstwy izolacji i jej późniejsze wykroplenie na styku z zimnym murem. Kolejną warstwę stanowi tynk lub płyty kartonowo gipsowe oraz wykończenie. Trzeba pamiętać, że przy zastosowaniu tego rozwiązania należy zwrócić szczególną uwagę na sprawne działanie wentylacji, najlepiej mechanicznej, która zapewni odprowadzanie pary wodnej i utrzymanie właściwego poziomu wilgotności w pomieszczeniu. Druga metoda zakłada stosowanie materiałów pozwalających na swobodny przepływ pary wodnej, czyli np. płyt z silikatu wapiennego lub betonu komórkowego. Materiały te mają strukturę porowatą i zdolność do pochłaniania pary wodnej z pomieszczenia i równomiernego rozmieszczenia jej na całej swojej powierzchni, a następnie oddawania zakumulowanej pary wodnej, gdy wilgotność w pomieszczeniu spada. Istotną cechą tych wyrobów jest ich niepalność oraz właściwości antygrzybiczne związane z ich wysokim współczynnikiem pH (równym ok. 10).

Przy zastosowaniu ocieplania od wewnątrz zawsze należy wykonać analizę wilgotnościową pomieszczenia oraz przeanalizować wielkość ewentualnej kondensacji wewnątrz muru oraz możliwości odparowania zgromadzonej wody, aby w sposób prawidłowy dobrać technologię do potrzeb użytkowników i warunków użytkowania budynku.

4.2.3. Przegrody zewnętrzne przezroczyste [25]

Przegrody zewnętrzne przezroczyste, takie jak: okna, drzwi balkonowe, przeszklone ściany osłonowe czy świetliki, są elementami budynku, które powodują największe straty ciepła. Charakteryzują się one dużo niższą izolacyjnością cieplną niż ściany zewnętrzne, zatem powodują większe straty ciepła przez przenikanie. Sam sposób osadzenia stolarki okiennej w ścianach lub dachach także może powodować straty związane z powstawaniem mostków cieplnych. Jednakże dzięki umiejętnemu rozmieszczeniu i odpowiedniej konstrukcji tych przegród, mogą one stać się źródłem większych zysków energii niż strat, jakie mogą powodować. Z tego powodu wskazane jest umieszczanie większości okien po południowej stronie budynku.



Przegrody przezroczyste składają się z dwóch podstawowych części: przeziernej, tj. pakietu szybowego, oraz części nieprzeziernej, tj. ramy okien, drzwi lub słupów i rygli w lekkich ścianach osłonowych. Podstawowym parametrem decydującym o stratach ciepła przez tego typu elementy obudowy jest współczynnik przenikania ciepła: U_w dla okien, U_D dla drzwi, U_{cw} dla ścian osłonowych.

Im niższy współczynnik przenikania ciepła, tym większa izolacyjność cieplna przegrody. O wartości współczynnika przenikania ciepła decydują składowe: od oszklenia U_g , od ramy okien i drzwi U_f , słupów i rygli $U_{m/t}$ oraz liniowe współczynniki przenikania ciepła charakteryzujące izolacyjność cieplną połączeń.

Z punktu widzenia oszczędności energii, istotny jest także sposób montażu stolarki. Najmniejsze straty ciepła przez mostki cieplne występują, gdy okna i drzwi osadzone są w warstwie izolacji cieplnej lub na granicy muru i izolacji.

Należy mieć na uwadze, że okna przeznaczone do budynków energooszczędnych, które mają najkorzystniejsze parametry w zakresie przenikania ciepła, nie wspomagają wentylacji, tak jak się to przewiduje w tradycyjnym budownictwie. Okna takie nie posiadają mechanizmu rozszczelniania, a uszczelki są odpowiednio zaprojektowane i wykonane z dobrej jakości materiałów. Z tego też względu, jeśli w budynku jest stosowana wentylacja inna niż mechaniczna, przy okazji wymiany stolarki należy zadbać, by nowe okna były wyposażone w nawiewniki, które zapewnią dopływ odpowiedniej ilości powietrza do budynku i umożliwią właściwe działanie systemu wentylacji.

4.2.3.1. Ramy okien

Ze względu na współczynnik przenikania ciepła najbardziej newralgicznym elementem konstrukcji okna jest rama.



Aby uzyskać jak najniższą wartość współczynnika przenikania ciepła ramy U_f należy uwzględnić:

- grubość kształtowników,
- układ pustek tzw. komór w kształtownikach,
- wypełnienie pustek izolacją cieplną,
- odpowiednie usytuowanie (zagłębienie) oszklenia,
- poprawę izolacyjności cieplnej w strefie krawędzi szyby z zastosowaniem dodatkowych izolatorów z kompozytu piankowego.

Większa grubość kształtowników zwiększa liczbę pustek w profilu, co z kolei daje możliwość ich odpowiedniego rozkładu i zapewnia lepszą izolacyjność cieplną ramy, a więc niższą wartość współczynnika przenikania ciepła U_f . Ponadto nowoczesne okna wyposażone są w dodatkową izolację ramy okiennej (wkładka cieplna). Na rynku dostępne są ramy aluminiowe oraz ramy z kształtowników PVC, drewnianych i drewniano-aluminiowych.

4.2.3.2. Oszklenia

Oszklenie stanowi średnio około 70% powierzchni okna lub więcej, w przypadku lekkich ścian osłonowych o konstrukcji słupowo-ryglowej, więc ma znaczący wpływ na parametry cieplne takiej przegrody przezroczystej.

Obecnie na rynku dostępne są 3 rodzaje pakietów szybowych:

- 1) jednokomorowy o współczynniku przenikania ciepła U_g 1,0 W/(m²·K);
- 2) dwukomorowy o współczynniku U_g od około 0,3 - 0,7 W/(m²·K);
- 3) trzykomorowy o współczynniku U_g od około 0,3 - 0,7 W/(m²·K).

Zamknięty w przestrzeni międzyszybowej gaz stanowi izolację cieplną. Obecnie powszechnie stosowany jest argon, w mniejszym stopniu krypton czy ksenon. Zastosowanie poszczególnych rodzajów gazu wynika z faktu, że im większa masa atomowa gazu tym lepsze jego właściwości izolacyjne.

Oprócz zastosowania różnego wypełnienia przestrzeni międzyszybowej, w ofercie rynkowej znajdują się szyby o różnych właściwościach w zakresie charakterystyk dotyczących przepuszczania i odbijania światła oraz energii słonecznej, które mają istotny wpływ na bilans zysków i strat ciepła, a więc na możliwość efektywnego wykorzystania energii.



Szyby niskoemisyjne, ze względu na niską przepuszczalność promieniowania, mają zdolność do odbijania większości promieniowania cieplnego, emitowanego przez przegrody wewnętrzne i elementy wyposażenia pomieszczeń. W praktyce oznacza to, że szkło niskoemisyjne odbija promieniowanie ciepłe z powrotem do wnętrza budynku, dzięki czemu strata ciepła jest o wiele mniejsza niż w przypadku szkła zwykłego. Warto wiedzieć, że różne rodzaje szkła niskoemisyjnego umożliwiają bierne pozyskiwanie różnych ilości ciepła słonecznego, co pozwala na ograniczenie zapotrzebowania na ogrzewanie,

szczególnie w zimniejszych miesiącach roku. Warstwa niskoemisyjna przepuszcza promieniowanie ciepłe do pomieszczenia, jednocześnie blokując przenikanie ciepła na zewnątrz. W celu osiągnięcia możliwie największego efektu energetycznego, warto dopasować właściwości zastosowanych szyb w zależności od miejsca, w którym są zlokalizowane okna – od strony północnej należy postawić w większym stopniu na izolacyjność termiczną, natomiast od strony południowej na możliwość regulacji ilości światła i ciepła słonecznego przenikającego do wnętrza.

Szyby refleksyjne należą, podobnie jak szyby absorpcyjne, do szkła przeciwsłonecznych. Powłoki odbijają promieniowanie słoneczne, bądź przepuszczają jedynie część promieniowania w paśmie widzialnym i redukcję przenikania w podczerwieni (ciepło) i ultrafiolecie (UV). Szkło refleksyjne cechuje przepuszczalność światła w przedziale 40÷70%, a refleksyjność 15÷45%.

Właściwości okna związane z wykorzystaniem współczynnika promieniowania słonecznego, mają ścisły związek z rodzajem szyb użytych do przeszkleń. Całkowity współczynnik przepuszczalności energii [g] to stosunek całkowitej przepuszczalności energii szyby do padającej na nią energii słonecznej. Wartość ta określa, jaka część energii promieniowania słonecznego padającego na szybę zostaje przepuszczona do wnętrza pomieszczenia.

Na parametry oszkleń wpływ ma także to, z jakich materiałów i w jaki sposób skonstruowany jest pakiet szybowy. Między innymi istotna jest zastosowana ramka dystansowa. Jej zadaniem w szybie zespolonej jest zapewnienie zamierzonego odstępów pomiędzy szybami oraz stworzenie możliwości umieszczenia materiału absorbującego parę wodną, który osusza warstwę gazu umieszczonego między szybami zestawu (w komorze). Standardowo stosowane są ramki wykonane z aluminium lub ze stali nierdzewnej, które posiadają otwory (perforacje) od strony komory, w celu umożliwienia działania absorbera wilgoci znajdującego się we wnętrzu ramki. Metalowa ramka dystansowa stanowi jednak mostek cieplny, co pogarsza izolacyjność cieplną okna. Z tego powodu stosowane są również tzw. „ciepłe ramki”, wykonane z tworzyw sztucznych lub stali nierdzewnej, które charakteryzują się niższymi współczynnikami przewodzenia ciepła niż aluminium. Zastosowanie „ciepłej ramki” umożliwia uzyskanie wyższej temperatury szyby przy jej krawędziach, co obniża ryzyko występowania kondensacji pary wodnej. W efekcie dopuszczalna względna wilgotność powietrza, przy której w danych warunkach na powierzchni szyby wykrapla się para wodna, może być dzięki zastosowaniu „ciepłej ramki” wyższa o ok. 10-15%.



Należy podkreślić, że rzeczywisty efekt mostka termicznego na krawędzi szyby zespolonej zamontowanej w oknie zależy od rodzaju ramki dystansowej, gazu zastosowanego w przestrzeni międzyszybowej, od głębokości osadzenia szyby w profilu i współczynnika przenikania ciepła U_f profilu, z którego jest wykonana rama okna. Wraz ze wzrostem głębokości osadzenia szyby, zmniejsza się udział strat ciepła w oknie przez jej krawędzie i minimalizuje się możliwość kondensacji pary wodnej. Ramki ciepłe umożliwiają obniżenie średniego współczynnika ciepła okna o ok. 0,1÷0,2 W/(m²·K), w porównaniu do okien z oszkleń z ramką aluminiową.

4.2.4. Systemy przeciwsłoneczne

Należy pamiętać, że na komfort cieplny składa się nie tylko zapewnienie odpowiednio wysokiej temperatury w okresie zimowym, ale także ochrona przed przegrzewaniem w lecie, kiedy występują wysokie temperatury i duże nasłonecznienie. Biorąc to pod uwagę, racjonalne jest stosowanie systemów przeciwsłonecznych, które mają za zadanie:

- 1) zapewniać ochronę przed zbyt wysoką insolacją (nasłonecznieniem) podczas lata;
- 2) umożliwiać insolację podczas zimy oraz okresów przejściowych;

3) podwyższać komfort przebywania ludzi w budynku.

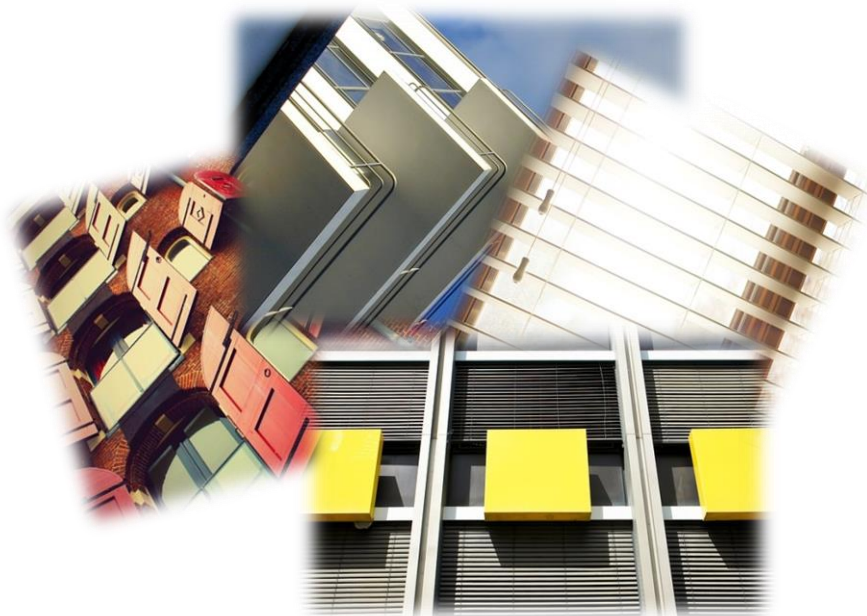
Systemy przeciwsłoneczne stosowane w budynkach dzielimy na stałe lub ruchome.

Systemy stałe:

- wysunięte gzymsy,
- szerokie lub długie balkony,
- okapy,
- daszki,
- stałe elewacyjne panele przeciwsłoneczne (tzw. łamacze światła).

Systemy ruchome (z napędem elektrycznym lub regulowane ręcznie):

- markizy,
- panele przesuwne,
- żaluzje zewnętrzne,
- rolety zewnętrzne,
- okiennice.



4.2.5. Szczelność powietrzna [25]

Istotna pod kątem oszczędności energii jest również odpowiednia szczelność budynku. Szczelność wyraża się przy pomocy współczynnika n_{50} określającego wielkość wymiany powietrza w budynku przy różnicy ciśnień wewnątrz i na zewnątrz budynku wynoszącej 50 Pa.

Szczelność budynku jest ściśle związana z izolacyjnością, ale nie jest jej równoznaczna. Dobrze ocieplony budynek może nie być dostatecznie szczelny, z kolei odpowiednio szczelny budynek może nie mieć odpowiedniej izolacyjności cieplnej przegród.

Na szczelność powietrzną budynku mają wpływ:

- 1) sposób zabezpieczenia przerw w powłoce budynku powstających w miejscach przejść instalacyjnych;
- 2) zwieńczenie ścian szczytowych w miejscach połączenia z elementami konstrukcyjnymi połączenia dachowej (krokwie, murłaty itp.);
- 3) sposób ułożenia elementów dachowych (dachówki, płyty pokrycia dachowego);
- 4) sposób wykonania przejść instalacji sanitarnych w piwnicy lub na poddaszu;
- 5) sposób osadzenia drzwi;
- 6) sposób osadzenia okien;
- 7) sposób ułożenia instalacji elektrycznych w dachu i przy powierzchniach ścian zewnętrznych.

W przepisach techniczno-budowlanych zawarto następujące zalecenia dotyczące szczelności powietrznej budynku:

- budynek z wentylacją grawitacyjną lub hybrydową: $n_{50} \leq 3,0$ [h⁻¹],
- budynek z wentylacją mechaniczną lub klimatyzacją: $n_{50} \leq 1,5$ [h⁻¹].

Poniżej wskazano rekomendowane materiały do zapewnienia szczelności powietrznej i detale rozwiązań:

- 1) taśmy rozprężne do uszczelniania obwodowego przy osadzaniu okien i drzwi, które po rozprężeniu wypełniają szczelinę między murem a ościeżnicą, eliminując nieszczelności;
- 2) pianki poliuretanowe rozprężające się i wypełniające szczelinę lub otwór, przeznaczone do uszczelniania połączeń okien, drzwi oraz otworów wokół przewodów i innych nieszczelności montażowych;
- 3) izolacja wiatrochronna do stosowania w przegrodzie szkieletowej wentylowanej, na izolacji cieplnej od strony szczeliny powietrznej; izolacja ta eliminuje straty ciepła związane z przewiewaniem izolacji w wyniku ruchu powietrza w szczelinie.

Sprawdzenie szczelności powietrznej całego budynku rekomenduje się wykonać metodą „Blower Door”, która jest bezinwazyjnym pomiarem przepuszczalności powietrznej budynków metodą ciśnieniową przy użyciu wentylatora. Procedury przeprowadzania testu oraz opracowanie wyników należy wykonywać w oparciu o wytyczne *Polskiej Normy PN-EN:13829 Właściwości cieplne budynków. Określanie przepuszczalności powietrznej budynków. Metoda pomiaru ciśnieniowego z użyciem wentylatora.*



4.2.6. Szczelność dyfuzyjna [25]

Kolejnym zagadnieniem, które należy wziąć pod uwagę chcąc poprawić charakterystykę energetyczną budynku jest szczelność dyfuzyjna, czyli zdolność do ograniczania (regulowania) przenikania pary wodnej przez przegrody. Kwestia ta ma ogromne znaczenie zwłaszcza przy projektowaniu i wykonywaniu izolacji termicznej „od wewnątrz”.

Zagadnienie szczelności dyfuzyjnej jest ściśle związane ze stanem wilgotnościowym przegród budowlanych, a w szczególności z zapewnieniem (zabezpieczeniem) takiej wilgotności przegród, która może być uznana za prawidłową, czyli nie powodującą negatywnych konsekwencji cieplnych i eksploatacyjnych. Przegroda szczelna dyfuzyjnie to taka przegroda, do której nie powinna wnikać dyfuzyjnie para wodna, a rodzaj i układ warstw tej przegrody gwarantuje, że nie jest ona zagrożona wewnętrzną kondensacją (skraplaniem się pary wodnej przy obniżonej temperaturze), zwłaszcza narastającą w kolejnych latach, która może prowadzić do rosnącego zawilgocenia niektórych warstw, a w efekcie do rozwoju grzybów.

W przegrodzie dopuszczalna jest niewielka kondensacja pary wodnej pod warunkiem, że wilgoć odparowuje całkowicie w okresie wiosennym i nie jest przyczyną uszkodzeń warstw przegrody. W niektórych przypadkach całkowite odcięcie przepływu pary wodnej w przegrodzie nie jest uzasadnione, a nawet może być niekorzystne, np. gdy utrudnia usunięcie zawilgocenia początkowego, zwłaszcza z elementów drewnianych. Dlatego zostały opracowane różne rozwiązania folii, które zapewniają określony przepływ pary wodnej (wartość podawana w charakterystyce wyrobu lub deklaracji właściwości użytkowych sporządzonej przez producenta)..

Dla zapewnienia rzeczywistej paroszczelności przegrody nie wystarczy dysponować odpowiednimi foliami izolacyjnymi. W trakcie wykonywania izolacji paroszczelnej zdarza się, że popełniane są błędy lub zaniedbania, które powodują, że powłoka zaprojektowana jako paroszczelna lokalnie przepuszcza parę wodną.

Poniżej przedstawiono rekomendowane zasady postępowania, zapewniające paroszczelność przegrody:

- 1) izolację paroszczelną należy układać z zachowaniem odpowiednich zakładów w połączeniach folii, a nie na styk;
- 2) każde przejście przez paroizolację różnego rodzaju instalacji i przewodów należy uszczelnić przy użyciu taśm paroszczelnych samoprzylepnych lub mocowanych przy użyciu klejów do łączenia paraizolacji. W tych miejscach izolację paroszczelną należy wywinąć i obszar nieszczelności okleić paroszczelną taśmą samoprzylepną.

4.2.7. Instalacje ogrzewania, wentylacji mechanicznej i ciepłej wody użytkowej [23], [26]

Dla przeważającej części budynków wspólne źródło ciepła narzuca potrzebę kompleksowego rozpatrywania instalacji c.o. (centralnego ogrzewania) i c.w.u. (ciepłej wody użytkowej) i wyboru najlepszego w danych warunkach rozwiązania.

Wybór systemu c.o. i c.w.u., w tym również wybór źródła ciepła, zależy od szeregu czynników takich jak:

- rozplanowanie architektoniczne, konstrukcja i sposób użytkowania budynku,
- wymagania dotyczące komfortu użytkowania (określone np. w normie PN-EN 15251:2012 *Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego dotyczące projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków, obejmujące jakość powietrza wewnętrznego, środowisko cieplne, oświetlenie i akustykę*),
- lokalne warunki zaopatrzenia w ciepło,
- relacje cen nośników energii, elementów instalacji i źródeł oraz dynamika ich zmian,
- wymagania ekologiczne,
- wymagania i możliwości finansowe inwestora,
- wymagania przepisów techniczno-budowlanych oraz dostępne programy wspierania rozwiązań efektywnych energetycznie.

Instalacje ogrzewania i c.w.u. powinny być rozwiązane tak, aby uzyskać odpowiednie, możliwie wysokie sprawności ogólne systemów. Wysokie wartości sprawności instalacji uzyskuje się poprzez zastosowanie wysokosprawnych źródeł ciepła, obniżenie strat przesyłu, akumulacji, regulacji oraz wykorzystania ciepła.

Maksymalne możliwe sprawności można uzyskać m.in. poprzez :

- stosowanie kotłów kondensacyjnych, pomp ciepła o wysokim współczynniku efektywności (COP),
- odpowiednie prowadzenie przewodów rozprowadzających czynnik grzewczy (zwarta instalacja) oraz ich właściwą izolację cieplną,
- odpowiednią izolację zbiorników akumulacyjnych i buforowych oraz dobrane do specyfiki ich pracy i użytkowania sterowanie ładowaniem i rozładowaniem,
- niskotemperaturowe systemy grzejne płaszczyznowe, grzejnikowe lub mieszane,
- dobór techniki regulacji i sterowania zapewniającej najwyższą efektywność regulacji w danej strukturze instalacji i przy danym sposobie użytkowania,
- wybór sposobu przygotowania c.w.u. zapewniającego wysoką sprawność w danym trybie użytkowania,



- stosowanie wysokosprawnych pomp pomocniczych charakteryzujących się niskim poborem mocy, skutkujące małym zużyciem energii pomocniczej,
- eliminację lub maksymalne ograniczenie instalacji cyrkulacyjnych o niskiej efektywności,
- odpowiednią izolację zasobników c.w.u. oraz dobrane do specyfiki ich pracy i użytkowania sterowanie ładowaniem i rozładowaniem.

Dla ograniczenia strat ciepła rozdziału, układ instalacji powinien być zwarty, a więc punkty poboru wody powinny znajdować się możliwie blisko siebie. Zaleca się umieszczanie pomieszczeń kuchennych, sanitarnych (łazienki, WC) i innych wilgotnych pomieszczeń możliwie obok siebie i w jednym ciągu wysokościowym (pionie). Umożliwia to zaprojektowanie zwartych instalacji wodociągowo-kanalizacyjnych (zimna woda, ciepła woda i kanalizacja) oraz ewentualnej wentylacji mechanicznej wyciągowej i tym samym obniża koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne tych instalacji (mniejsze straty ciepła i mniejsze straty ciśnienia, a więc mniejsze koszty).



Przewody i urządzenia c.w.u., np. zasobniki, należy umieszczać wewnątrz ocieplonej powłoki budynku. Ogranicza to straty ciepła przewodów i zasobnika, jednocześnie umożliwiając ich użyteczne wykorzystanie na cele grzewcze budynku. W okresie letnim zmniejsza to wewnętrzne zyski ciepła, a więc również zmniejsza ryzyko przegrzewania pomieszczeń. W małych instalacjach należy wyeliminować przewody cyrkulacyjne. Ujemną stroną cyrkulacji są znaczne straty ciepła. Ograniczenie tych strat można uzyskać przez właściwą izolację cieplną przewodów c.w.u. i cyrkulacyjnych. Najlepszym rozwiązaniem jest prowadzenie obu przewodów obok siebie i ich wspólne zaizolowanie..

Instalacje c.w.u. powinny być przystosowane do energooszczędnej eksploatacji, m.in. poprzez wybór wysokiej jakości armatury czerpalnej dostosowanej do oszczędnego zużycia wody oraz umożliwienie indywidualnego rozliczania użytkowników.

W zakresie wyboru struktury źródeł ciepła należy, oprócz wyboru urządzeń wysokosprawnych, przeanalizować możliwość wykorzystania źródeł energii odnawialnej.

Wybór systemu zaopatrzenia w c.w.u. zależy nie tylko od standardu energetycznego budynku, ale również od udziału zużycia energii na cele c.w.u. w całkowitym zużyciu energii budynku. W przypadku, gdy udział ten jest niewielki, instalacje c.w.u. mogą być rozwiązane jako zasilane z podgrzewaczy bezpośrednich lub przepływowych wymienników ciepła.

W przypadku, gdy udział ten jest znaczący, instalacje c.w.u. powinny być zasilane z niezależnego źródła ciepła. W takim przypadku wskazane jest wykorzystanie np. energii słonecznej.

Wybór systemu c.w.u. oraz różnicowanie źródeł, z jakich ma pochodzić ciepło do podgrzewania wody zależy każdorazowo od przeznaczenia i planowanego sposobu użytkowania budynku.

Warto zwrócić uwagę na to, że systemy przygotowania c.w.u. mogą być rozwiązane jako niezależne ze źródłem ciepła wykorzystującym głównie energię słoneczną poprzez zastosowanie kolektorów słonecznych z zasobnikiem spełniającym funkcję długoterminowego magazynu energii.

Kolejną instalacją, która wymaga zaopatrzenia w energię jest wentylacja mechaniczna. Choć wciąż wielu inwestorów stosuje tradycyjny system wentylacji grawitacyjnej, to w kontekście poprawy charakterystyki energetycznej budynku, rekomendowanym rozwiązaniem jest instalacja nawiewno-wywiewna z wysokosprawnym odzyskiem ciepła o współczynniku efektywności $\geq 75\%$ z regulacją według obciążenia. Stosować także można rozwiązanie pośrednie, a więc wentylację hybrydową, w której wentylacja naturalna i mechaniczna wzajemnie się uzupełniają lub działają naprzemiennie, w zależności od panujących potrzeb i warunków. W rozwiązaniach wentylacji hybrydowej stosuje się najczęściej

nawiewniki higrosterowane (umożliwiają nawiew większej ilości świeżego powietrza, gdy wzrasta wilgotność w pomieszczeniu) i wywiew mechaniczny sterowany obciążeniem.

Należy tu także wspomnieć, że niektóre narzędzia wykorzystywane w budynkach energooszczędnych skutkują zastosowaniem innych rozwiązań niż konwencjonalne instalacje wentylacji i ogrzewania. Komfort cieplny w takich budynkach jest zapewniany przez bardzo dobrą izolację, wykorzystanie energii światła słonecznego i energii odzyskanej z powietrza wywiewanego z wnętrza budynku. Do ogrzewania pomieszczeń służy wyłącznie ciepłe powietrze rozprowadzane przez system wentylacji mechanicznej. Wentylacja w takim budynku pełni więc kilka funkcji: zapewnia odpowiednią wentylację wszystkich pomieszczeń, z uwzględnieniem ich typu i zapotrzebowania na świeże powietrze, rozprowadza ciepło po wszystkich pomieszczeniach budynku i minimalizuje straty energii umożliwiając odzyskiwanie jak największych ilości ciepła z powietrza usuwanego na zewnątrz.

Modelowy system wentylacji dla takiego budynku składa się z rekuperatora, kanałów rozprowadzających powietrze nawiewane i kanałów odprowadzających powietrze, które ma być wywiewane. Możliwe jest także zastosowanie gruntowego wymiennika ciepła (GWC), którego zadaniem jest wstępne ogrzanie powietrza pobieranego z zewnątrz i wtłaczanego do systemu wentylacji. Ciepło do ogrzania powietrza zewnętrznego pochodzi z gruntu, który na głębokości ponad 1,5 m ma stałą temperaturę w przedziale 3-6°C. Najprostsza konstrukcja GWC opiera się na rurze polietylenowej o odpowiednio dobranej średnicy (110 lub 200 mm) o długości 30-50 m, którą zakopuje się na głębokości 1,5-2,5 m. Rura ta musi być dobrze uszczelniona, co ma chronić powietrze przed dostaniem się do niego niepożądanych substancji z gruntu (np. zanieczyszczeń, mikroorganizmów, owadów). Dodatkowo rura powinna zachować ok. 1% spadek, żeby umożliwić odprowadzanie wody, która skrapla się w procesie ochładzania powietrza w okresach cieplejszych. Istnieją także inne rodzaje gruntowych wymienników, które mają nieco bardziej skomplikowaną konstrukcję, np. wymiennik żwirowy, płytowy lub glikolowy. Czerpnia powietrza, w której jest zasysane powietrze z zewnątrz, powinna posiadać zintegrowany filtr wstępnie usuwający zanieczyszczenia i inne cząstki, które mogą się znaleźć w powietrzu. Dobrze zaprojektowany i wykonany GWC potrafi w okresie zimowym ogrzać powietrze do temperatury powyżej 0°C i to nawet przy temperaturze zewnętrznej sięgającej -20°C. Jednocześnie, w okresie letnim powietrze jest w takim wymienniku wstępnie chłodzone. Wykorzystanie tego systemu pozwala na zużycie mniejszej ilości energii do ogrzewania i chłodzenia powietrza zewnętrznego, które jest nawiewane przez system wentylacji mechanicznej, niż by to miało miejsce z pominięciem procesu wstępnego ogrzania/chłodzenia, które następuje w wymienniku.

Ogrzane wstępnie powietrze wpada do kolejnego elementu systemu wentylacji zwanego rekuperatorem. Rekuperator jest to urządzenie służące do odzyskiwania ciepła z powietrza wywiewanego i ogrzewania za pomocą tej energii powietrza nawiewanego do domu. Urządzenie to najczęściej ma postać dwóch krzyżujących się kanałów do przepływu powietrza i jest wyposażone w wentylator nawiewny oraz wywiewny. Kanały są szczelne i całkowicie odseparowane. Oznacza to, że nie ma możliwości mieszania się świeżego powietrza nawiewanego z powietrzem wywiewanym. Kanały powietrzne są tak zaprojektowane, aby jak najefektywniej wymieniać między sobą ciepło. Kanał powietrza nawiewanego ma na wyjściu dodatkowy obwód dogrzewający powietrze. Jest on stosowany podczas sezonu zimowego przy szczególnie niskich temperaturach zewnętrznych, kiedy temperatura powietrza po wyjściu z rekuperatora jest za niska do osiągnięcia komfortu cieplnego.



Rekuperator powinien charakteryzować się sprawnością 75% lub większą. Na rynku można znaleźć rekuperatory osiągające sprawność 95%, oczywiście cena takich urządzeń jest odpowiednio wyższa niż rekuperatorów z mniejszą sprawnością.

Powietrze ogrzane w rekuperatorze jest rozprowadzane po budynku. W celu prawidłowego funkcjonowania całej instalacji wentylacyjnej powietrze musi być rozprowadzane po pomieszczeniach według odpowiedniego porządku. Najpierw powietrze doprowadzane jest do pomieszczeń mieszkalnych

(sypialni, salonów, pokoi dziennych, gabinetów itp.). W pomieszczeniach tych wymagane jest czyste i świeże powietrze. Dodatkowo, powietrze po przejściu przez ten typ pomieszczeń nie jest w żaden sposób zanieczyszczane i nadaje się do ogrzewania i wentylowania kolejnej strefy pomieszczeń tzw. pośredniej.

Strefę pośrednią stanowią pomieszczenia takie jak przedpokoje i korytarze. Powietrze przechodzi przez te pomieszczenia do ostatniej strefy wywiewu, jaką stanowią pomieszczenia sanitarne takie jak łazienki, natryski, toalety. Pomieszczenia te wymagają dobrej wentylacji, między innymi w celu szybkiego usuwania pary wodnej, która występuje w tych pomieszczeniach, np. w związku z suszeniem prania i ręczników. Do strefy wywiewu zaliczają się również kuchnie. Powietrze z pomieszczeń sanitarnych i kuchni nie może być już wykorzystane w innych pomieszczeniach i jest wywiewane na zewnątrz przez specjalne kanały przechodzące przez rekuperator.

Cały system wentylacji ma na celu zapewnienie optymalnej temperatury dla każdego pomieszczenia, niezależnie od temperatury panującej na zewnątrz.

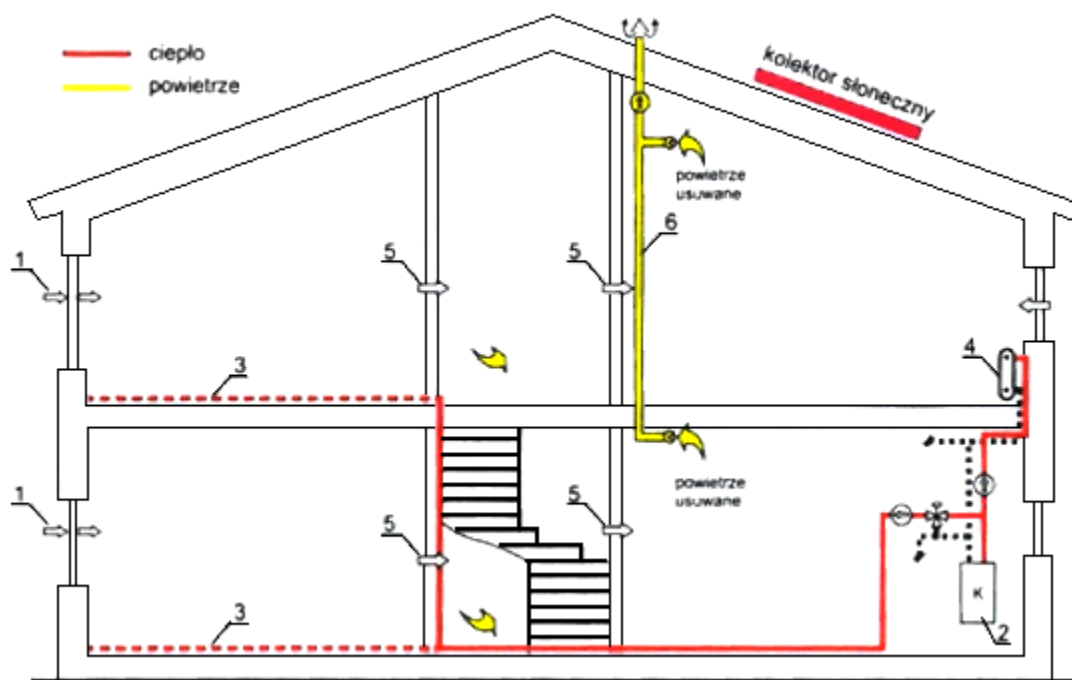
Kontrolowany przepływ i kierunek powietrza w systemie wentylacji poprawiają komfort i warunki higieniczne w budynku. Powietrze jest czystsze, ponieważ instalacja wentylacyjna posiada zawsze zestaw filtrów, dbający zarówno o sprawność urządzeń instalacji oraz o czystość powietrza dla mieszkańców. Kierunek przepływu powietrza sprawia, że główne pomieszczenia budynku mają zawsze dostęp do świeżego powietrza pozbawionego niepożądanych zapachów. Dodatkowo przy zastosowaniu gruntowego wymiennika ciepła powietrze zimą jest ogrzewane, a latem chłodzone, co działa jak prosty system klimatyzacji.

W budynkach o niskim zużyciu energii, system wentylacji może być także zintegrowany z instalacją podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Zaletami takiego rozwiązania jest możliwość dogrzewania wody za pomocą wywiewanego powietrza oraz możliwość dogrzewania powietrza za pomocą wody, w zależności od warunków cieplnych i pory roku. Dodatkowo zintegrowany system zajmuje mniej miejsca w porównaniu do dwóch niezależnych układów.

Głównym źródłem ciepła do zasilania zintegrowanego systemu jest pompa ciepła. Można też zamiennie stosować kotły na gaz ziemny, biomasę lub olej opałowy. Przy zastosowaniu zintegrowanego systemu, korzystne jest wspomaganie go przez wykorzystanie energii słonecznej, za pomocą kolektorów słonecznych.

Wspomniana wyżej pompa ciepła, jest to urządzenie służące do wymuszania przepływu ciepła ze źródła o niskiej temperaturze do obszaru o wyższej temperaturze. Energia pobierana jest z tzw. źródła dolnego, może to być zarówno powietrze, grunt lub zbiornik wodny. Przepływ ciepła wbrew naturalnemu kierunkowi jest możliwy poprzez dostarczenie dodatkowej energii. Zastosowanie tego systemu, dzięki uzyskaniu energii, która służy do wstępnego ogrzania (chłodzenia) wody lub powietrza, pozwala zmniejszyć zapotrzebowanie na energię służącą do uzyskania żądanych temperatur.

W niektórych przypadkach zastosowanie powyższych rozwiązań nie jest wystarczające dla uzyskania odpowiedniego komfortu cieplnego. Dzieje się tak na terenach o ostrzejszych warunkach klimatycznych. Wówczas, w zimniejszych okresach roku, rekuperacja może być wspomagana przez dodatkowe ogrzewanie podłogowe.



1 - nawiewniki higrosterowalne, 2 - kocioł kondensacyjny, 3 - ogrzewanie podłogowe,
4 - grzejnik, 5 - otwory transferowe, 6 - wentylacja hybrydowa lub mechaniczna wywiewna

Rysunek 6. Budynek mieszkalny jednorodzinny (ogrzewanie podłogowo-konwekcyjne) [24]

W dalszej części wskazano rekomendowane komponenty instalacji ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej w zależności od rodzaju budynku.

4.2.7.1. Budynki mieszkalne jednorodzinne (bez opcji chłodzenia)

Dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych bez klimatyzacji można przedstawić następujące najlepsze obecnie dostępne podstawowe komponenty instalacji ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej:

- 1) ogrzewanie wodne niskotemperaturowe:
 - a) grzejniki podłogowe lub podłogowo – konwekcyjne,
 - b) parametry instalacji – 55/45°C lub 40/30°C,
 - c) urządzenia regulacyjne grzejnikowe o dokładności regulacji 1K,
 - d) źródło ciepła:
 - kocioł kondensacyjny gazowy,
 - pompa ciepła $PC_{COP\ 6,0}$,
 - kocioł niskotemperaturowy;
- 5) wykorzystanie energii słonecznej – kolektory słoneczne termiczne;
- 6) instalacja c.w.u. zasilana przez zasobnik biwalentny (zbiornik na wodę wyposażony w dwie węzownice grzewcze, będący razem z kolektorami, zasadniczym elementem większości instalacji solarnych) instalacja bez cyrkulacji;

- 7) wentylacja – mechaniczna nawiewno-wywiewna z wysokosprawnym odzyskiem ciepła, regulowana obciążeniowo.

4.2.7.2. Budynki mieszkalne wielorodzinne (bez opcji chłodzenia)

Dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych bez klimatyzacji można przedstawić następujące najlepsze dostępne podstawowe komponenty instalacji ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej:

- 1) ogrzewanie wodne niskotemperaturowe:
 - a) grzejniki konwekcyjne lub podłogowo-konwekcyjne,
 - b) parametry instalacji - 55/45°C, 45/35°C lub 40/30°C,
 - c) urządzenia regulacyjne grzejnikowe o dokładności regulacji 1K,
 - d) źródło ciepła:
 - kocioł kondensacyjny gazowy,
 - węzeł cieplny z obudową,
 - mini-CHP - kogeneracja (skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej),
 - pompa ciepła $PC_{COP\ 4,2}$,
 - kocioł niskotemperaturowy;
- 2) wykorzystanie energii słonecznej – kolektory słoneczne termiczne w rozwiązaniach z zasobnikiem;
- 3) instalacja c.w.u. zasilana przez zasobnik biwalentny, instalacja z cyrkulacją lub instalacja c.w.u. zasilana z mini stacji mieszkaniowych (instalacje mieszkaniowe bez cyrkulacji);
- 4) wentylacja - mechaniczna nawiewno-wywiewna z wysokosprawnym odzyskiem ciepła min. 75%, regulowana obciążeniowo.

4.2.7.3. Budynki użyteczności publicznej (bez opcji chłodzenia)

Dla budynków użyteczności publicznej bez klimatyzacji można przedstawić najlepsze dostępne podstawowe komponenty instalacji ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej:

- 1) ogrzewanie wodne niskotemperaturowe:
 - a) grzejniki konwekcyjne lub ogrzewanie płaszczyznowe,
 - b) parametry instalacji - 55/45°C, 45/40°C lub 40/30°C,
 - c) urządzenia regulacyjne grzejnikowe o dokładności regulacji 1K,
 - d) źródło ciepła:
 - kocioł kondensacyjny gazowy,
 - węzeł cieplny,
 - pompa ciepła $PC_{COP\ 4,5}$,
 - kocioł niskotemperaturowy;
- 8) wykorzystanie energii słonecznej – kolektory słoneczne termiczne w rozwiązaniach z zasobnikiem;
- 9) instalacja c.w.u. zasilana przez zasobnik biwalentny lub zasobnik pośredni, instalacja z cyrkulacją lub instalacja c.w.u. zasilana z mini stacji lub bezpośrednio (instalacje bez cyrkulacji);

- 10) wentylacja – mechaniczna nawiewno-wywiewna z wysokosprawnym odzyskiem ciepła min. 70% lub wentylacja zdecentralizowana z odzyskiem ciepła o przepływie powietrza zmiennym według potrzeb.

4.2.8. Instalacja klimatyzacji [23]

W celu zapewnienia komfortu cieplnego w miesiącach letnich, stosuje się systemy klimatyzacji, które przy niekorzystnych parametrach budynku w zakresie jego kształtu i zastosowanych materiałów może okazać się rozwiązaniem nieefektywnym energetycznie. Wskazane jest umożliwienie eliminowania albo znacznego zredukowania układów chłodniczych dla klimatyzacji korzystających z agregatów chłodniczych poprzez:

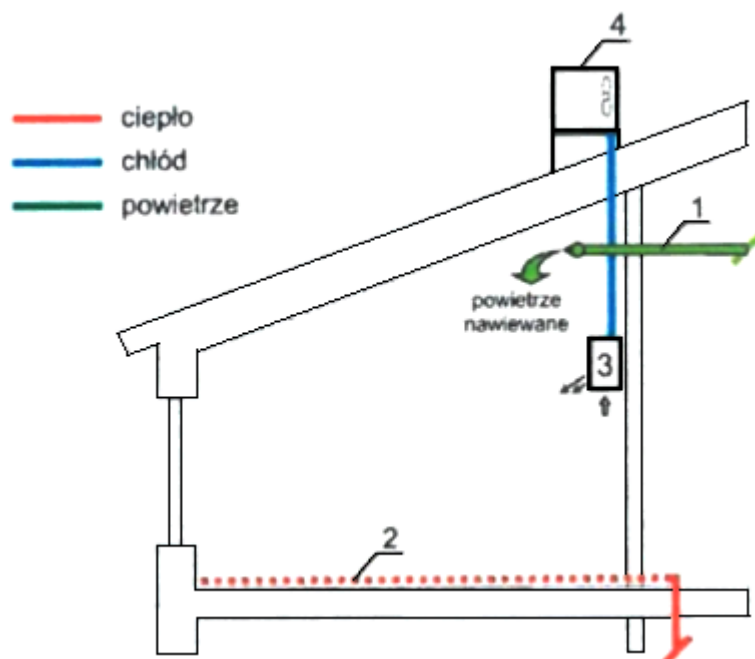
- 1) ograniczenie zysków ciepła (redukcja zysków słonecznych poprzez ochronę przeciwsłoneczną i ograniczenie zysków wewnętrznych, np. przez zastosowanie rozwiązań opisanych w rozdziale 4.2.4 niniejszego Poradnika);
- 2) dostosowanie strumienia powietrza do rzeczywistego obciążenia;
- 3) wykorzystanie alternatywnych metod chłodzenia (chłodzenie nocne, wykorzystanie energii gruntu, free cooling, chłodzenie pasywne).



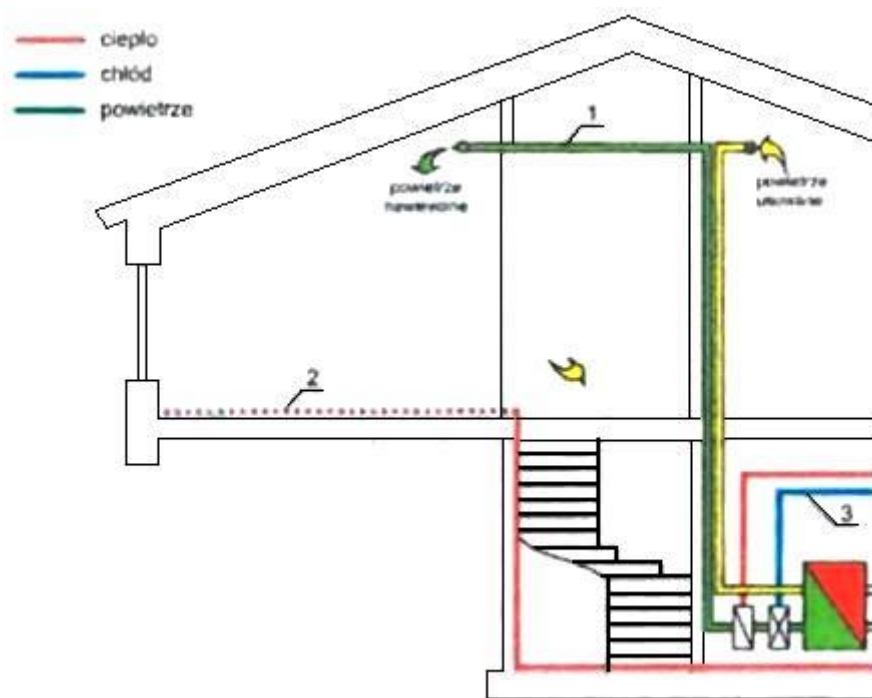
Dla niewielkich obiektów mogą być zalecane układy z bezpośrednim odparowaniem, oparte o indywidualne klimatyzatory typu SPLIT lub MULTISPLIT.

Dla budynków większych, z dużą liczbą pomieszczeń, zaleca się układy oparte o układy wody chłodzącej o parametrach 15/18°C lub 18/21°C, współpracujące z belkami chłodzącymi lub z systemami stropów termicznie aktywnych i innymi powierzchniami chłodzącymi, z możliwością wykorzystania wolnego chłodzenia (free cooling).

W obiektach o znacznym zagęszczeniu osób celowe jest zastosowanie chłodzenia powietrznego poprzez centralę dostarczającą jednocześnie niezbędny strumień powietrza świeżego. Przepływ powietrza i parametry termiczne są dostosowane przez automatyczny system wyposażony w czujniki do aktualnego obciążenia ciepłem i zanieczyszczeniami (CO₂).



Rysunek 7. Budynek mieszkalny jednorodzinny (moduł z chłodzeniem) 1 - wentylacja z odzyskiem ciepła, 2 - ogrzewanie podłogowe, 3 - jednostka wewnętrzna 4 - jednostka zewnętrzna [24]



Rysunek 8. Budynek mieszkalny jednorodzinny (moduł z chłodzeniem powietrznym centralnym) 1 - wentylacja z odzyskiem ciepła i funkcją chłodzenia, 2 - ogrzewanie podłogowe (gruntowa pompa ciepła), 3 - chłodziwo ochładzane w gruncie (źródło pasywne) lub w gruntowej pompie ciepła [24]

4.2.9. Instalacja oświetlenia [23]

Podstawowym celem oświetlenia jest umożliwienie komfortu widzenia. Cel ten może być zrealizowany za pomocą oświetlenia naturalnego i sztucznego, najlepiej współpracujących ze sobą. Prawidłowo zaprojektowane oświetlenie pozwala na zachowanie komfortu widzenia przy jednoczesnej oszczędności energii. Wpływ na to, ile energii jest potrzebne na zapewnienie odpowiedniego oświetlenia wnętrz, mają nie tylko zastosowane lampy, ale także sposób ich użytkowania.

W przypadku oświetlenia sztucznego należy zapobiegać oświetlaniu pomieszczeń, w których ludzie nie przebywają. Służą do tego czujniki obecności, wykorzystujące promieniowanie podczerwone lub mikrofalowe, czujniki jasności itp.

Wprowadzenie oświetlenia LED (Light Emitting Diode) zapewnia nowe możliwości regulacji zarówno natężenia oświetlenia, jak również barwy światła. Nowoczesnym rozwiązaniem jest również system „oświetlenia dynamicznego”, który, według zapewnień producentów, może nie tylko dopasowywać się do potrzeb użytkowników, ale także stymulować aktywność człowieka poprzez modelowanie poziomu natężenia oświetlenia i temperatury barwowej światła w ciągu dnia.

Diody LED mają jeszcze jedną ważną cechę: są zasilane prądem stałym, a więc mogą być zasilane np. przez panele fotowoltaiczne (PV), ogniwa paliwowe itp. Nowe technologie pozwalają na istotne obniżenie mocy zainstalowanej i wyraźne obniżenie rocznego zużycia energii końcowej, a także energii pierwotnej dla potrzeb oświetlenia pomieszczeń.



4.2.10. Systemy automatycznej regulacji dla instalacji [26]

W celu optymalnego zarządzania systemami w budynku tak, by zapewniony był komfort mieszkańców oraz użytkowników i jednocześnie energia potrzebna do zapewnienia tego komfortu była wykorzystywana efektywnie, można zastosować system automatycznej regulacji dla instalacji. Budynki, w których taki system zainstalowano nazywa się budynkami lub domami inteligentnymi.

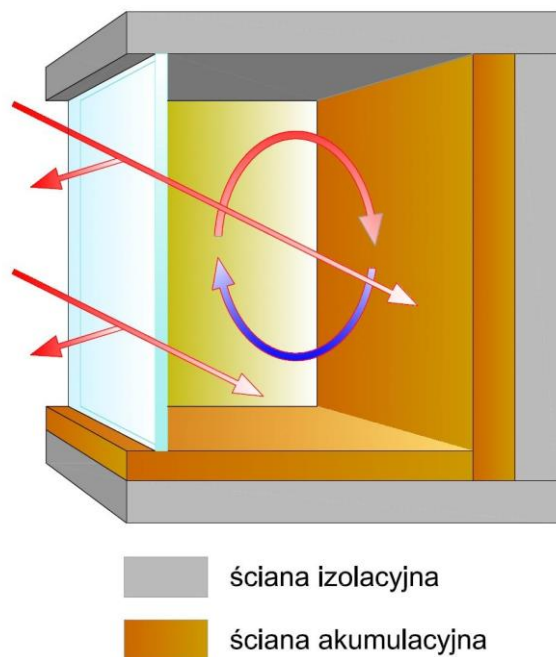
Na system automatycznej regulacji składają się czujniki i detektory oraz jeden, zintegrowany system zarządzania wszystkimi znajdującymi się w budynku instalacjami. Dzięki informacjom pochodzącym z detektorów, które dostarczają informację o warunkach panujących wewnątrz i na zewnątrz budynku, poszczególne systemy mogą dostosowywać się do zmieniających się potrzeb, co prowadzi do maksymalizacji funkcjonalności, komfortu i bezpieczeństwa i jednoczesnej minimalizacji kosztów eksploatacji budynku.

Systemy automatycznej regulacji zaimplementowane w budynku zawsze współdziałają z urządzeniami technicznymi, w które dany budynek jest wyposażony. Zatem konfiguracja systemu automatycznej regulacji jest w znacznym stopniu zależna od stopnia zaawansowania technicznego wyposażenia konkretnego budynku. Stąd nie jest możliwe zaproponowanie w niniejszym Poradniku systemów automatycznej regulacji w oderwaniu od technicznego wyposażenia budynku.

4.2.11. Akumulatory ciepłe [32], [33], [34]

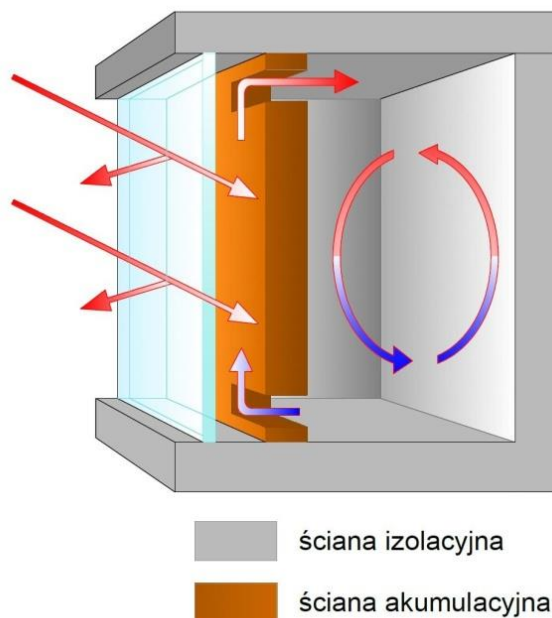
Chcąc poprawić charakterystykę energetyczną budynku, należy wziąć pod uwagę, że w budynkach energooszczędnych istotnym elementem są systemy słoneczne oparte na akumulatorach ciepłych. Ich zadaniem jest gromadzenie energii słonecznej w ciągu dnia i oddawanie jej w nocy, kiedy nie jest dostarczana dodatkowa energia w postaci promieni słonecznych. Słoneczne systemy ciepłe dzieli się na systemy pasywne i aktywne. Systemy pasywne to takie, które nie wymagają dodatkowej energii do działania, natomiast systemy aktywne potrzebują do działania energii pochodzącej spoza systemu. Systemy pasywne mogą pozyskiwać energię w sposób bezpośredni lub pośredni.

Pasywne systemy bezpośrednie poddają bezpośrednio działaniu promieni słonecznych wszystkie ogrzewane powierzchnie, w tym powierzchnie elementów akumulacyjnych, którymi mogą być np. masywne ściany. Energia nagromadzona w tych elementach i przedmiotach umieszczonych na ich powierzchniach ma za zadanie ogrzać pomieszczenie w ciągu nocy. Wadą takiego rozwiązania jest konieczność stosowania akumulatorów ciepłych o dużej przewodności i pojemności cieplnej (czyli stosowanie na ściany cegieł ceramicznych, a nie bloczków z betonu komórkowego, które choć mają korzystniejsze parametry w zakresie przewodności cieplnej, to mają mniejszą zdolność do akumulowania ciepła). W przeciwnym wypadku, komfort cieplny zostanie znacznie zmniejszony przez wahania ciepła po całkowitym ustaniu promieniowania słonecznego. Przykładem systemu pasywnego bezpośredniego jest np. w pomieszczeniu od strony południowej zastosowanie przeszklenia o dużej powierzchni oraz naprzeciwko niego ściany z cegły ceramicznej lub kamienia, która w ciągu dnia będzie akumulować ciepło.



Rysunek 9. Przykład systemu bezpośredniego

Zasada działania systemów pośrednich jest zupełnie inna niż systemów bezpośrednich. Polega ona na wystawieniu na bezpośrednie działanie promieni słonecznych powierzchni akumulacyjnych, które przez cały dzień zbierają energię by stopniowo uwalniać ją w nocy. Odpowiednie dobranie bezwładności cieplnej akumulatora pozwala na opóźnienie momentu oddawania ciepła do momentu, gdy jest ono najbardziej potrzebne. Wadą systemów pasywnych jest brak możliwości kontroli oddawanego ciepła i całkowita zależność od czynników zewnętrznych. Przykładem systemu pasywnego pośredniego jest ściana Trombe'a, w której promieniowanie słoneczne przechodzi przez przegrodę oszkloną, a następnie jest gromadzone w masywnym elemencie akumulacyjnym.



Rysunek 10. Przykład systemu pośredniego

Problemy te nie występują w systemach aktywnych, które gromadzą energię i mogą ją oddawać do ogrzewania różnych pomieszczeń lub wody użytkowej na „żądanie”. Wymagają one jednak dodatkowej energii, którą trzeba uwzględnić w bilansie cieplnym projektowanego budynku.

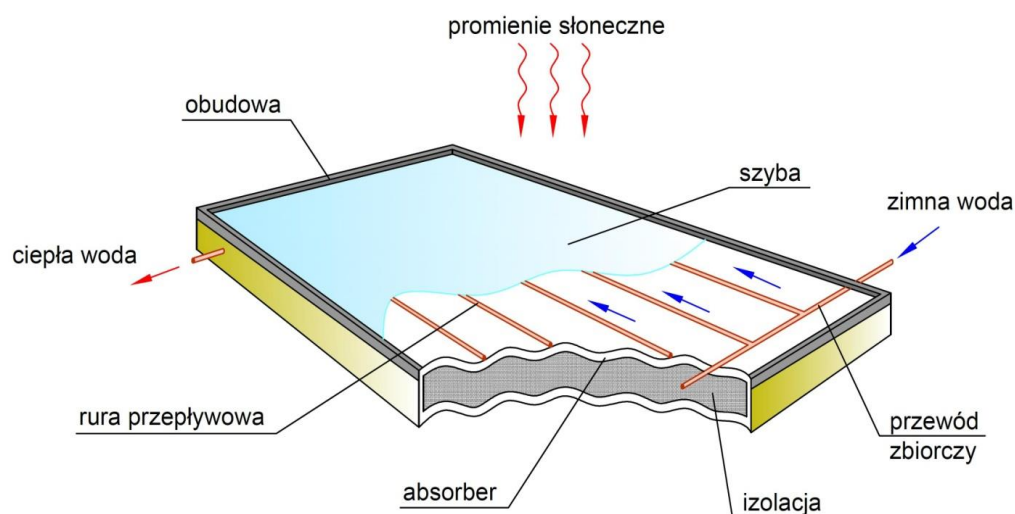
Przykładem systemu aktywnego jest kolektor słoneczny. Obecnie najczęściej stosowanymi kolektorami w Polsce są kolektory cieczowe: płaskie oraz próżniowe rurowe.

Zasada działania kolektora płaskiego jest prosta: ciecz płynąca rurkami (płyn o niskiej temperaturze zamarzania, zazwyczaj stosuje się roztwór glikolu) ogrzewa się od rozgrzanej przez Słońce powierzchni absorbera.

Następnie pozyskane w ten sposób ciepło transportowane jest do dalszego wykorzystania w układzie solarnym, gdzie ogrzewana jest woda.

W budowie kolektora słonecznego wyróżnia się trzy podstawowe elementy:

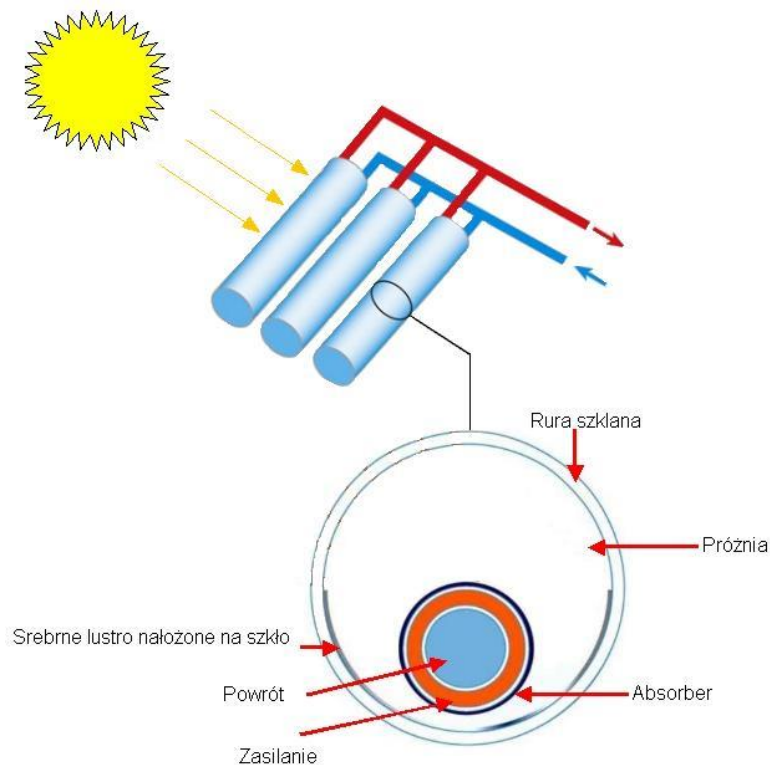
- szybę solarną (przepuszcza promienie słoneczne do wnętrza kolektora i jednocześnie utrzymuje promieniowanie ciepłe absorbera kolektora oraz straty ciepła na możliwie najniższym poziomie),
- obudowę kolektora wraz z izolacją termiczną (zapewnia izolację wnętrza kolektora, co ma na celu minimalizację strat ciepła),
- absorber (pochłania promienie słoneczne i przekazuje energię do rurek z cieczą, wykonywany jest najczęściej z miedzi lub aluminium).



Rysunek 11. Budowa kolektora słonecznego płaskiego

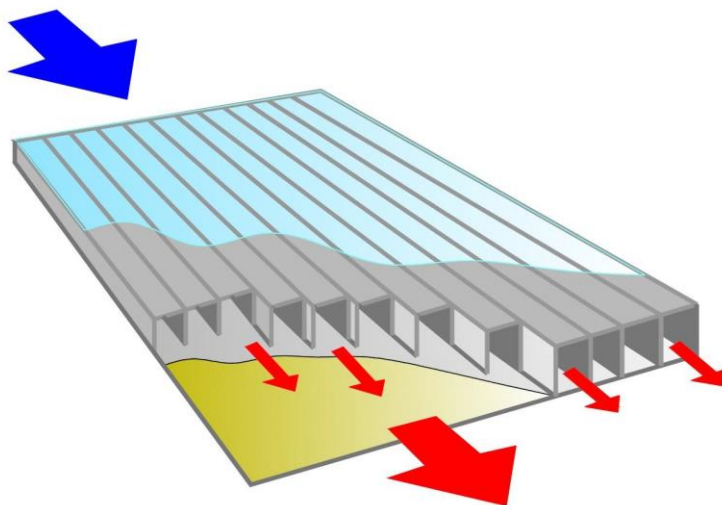
Kolektor płaski próżniowy jest odmianą kolektora, w którym izolację termiczną stanowi próżnia.

Natomiast kolektor próżniowo-rurowy jest to kolektor, w którym umieszczony jest absorber z obustronnie zamkniętymi wysokopróżniowymi rurami szklanymi. Próżnia wewnątrz rur ma za zadanie zapobiec przepływowi powietrza i uniemożliwić wymianę ciepła między szybą i absorberem.



Rysunek 12. Budowa kolektora słonecznego próżniowo-rurowego

Poza kolektorami cieczowymi można spotkać także kolektory powietrzne. Są to kolektory, w których zamiast cieczy wewnątrz rur absorpcyjnych znajduje się powietrze. Służą one najczęściej do ogrzewania pomieszczeń przy pomocy systemu powietrznego.



Rysunek 13. Budowa kolektora słonecznego powietrznego

4.2.12. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii

Odnawialne źródło energii (OZE) jest to źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię [9]:

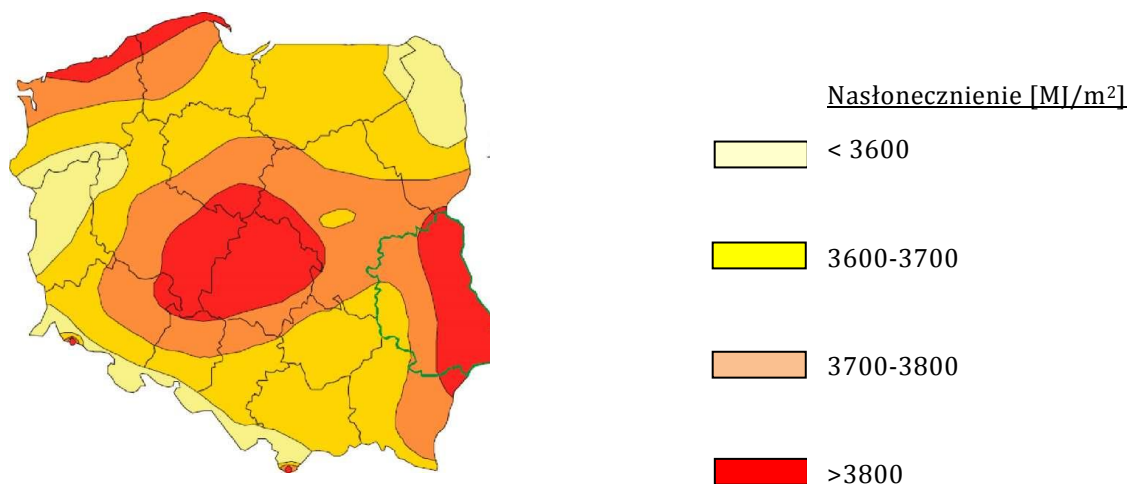
- wiatru,
- promieniowania słonecznego,
- aerothermalną,
- geothermalną,
- hydrothermalną,
- hydroenergię,
- fal, prądów i pływów morskich,
- otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów.

Ze względu na możliwości wykorzystania OZE w budynkach, poniżej zostaną scharakteryzowane następujące rodzaje energii: promieniowania słonecznego, geothermalna oraz otrzymywana z biomasy.

4.2.12.1. Energia słoneczna [32],[33],[34]

Energia słoneczna jest najbardziej dostępnym rodzajem energii odnawialnej. Najczęściej wykorzystywaną do obliczeń miarą energii słonecznej jest nasłonecznienie, czyli ilość energii słonecznej padającej na jednostkę powierzchni płaskiej w określonym czasie wyrażona w jednostkach MJ/m². Nasłonecznienie zależy od bardzo wielu czynników: długości dnia, zachmurzenia, przezroczystości atmosfery oraz kąta pochylenia osi Ziemi w stosunku do płaszczyzny ekliptyki, ale też efektu zacinienia od sąsiednich budynków. Z uwagi na zmienność tych parametrów, na obszarze Polski występuje niejednakowy rozkład promieniowania słonecznego w ciągu roku. Około 80% nasłonecznienia przypada na okres 6 miesięcy wiosenno-letnich. Na rysunku 18 zaprezentowano rozkład nasłonecznienia w Polsce.

Najkorzystniejsze warunki dla wykorzystania energii słonecznej występują w pasie nadmorskim i w rejonie podlasko-lubelskim. Z kolei najmniej korzystne – w rejonie warszawskim, suwalskim, podgórskim i górnośląskim.



Rysunek 14. Nasłonecznienie w MJ/m² [33],[34]

Energię promieniowania słonecznego można wykorzystać na drodze konwersji termicznej (wykorzystanie energii promieniowania słonecznego do ogrzewania wody lub powietrza) lub fotowoltaicznej (zmiana promieniowania słonecznego na energię elektryczną).

Konwersję termiczną, która wykorzystywana jest m. in. w kolektorach słonecznych, można przeprowadzić w sposób pasywny lub aktywny, opisano wyżej, w pkt 4.2.11.

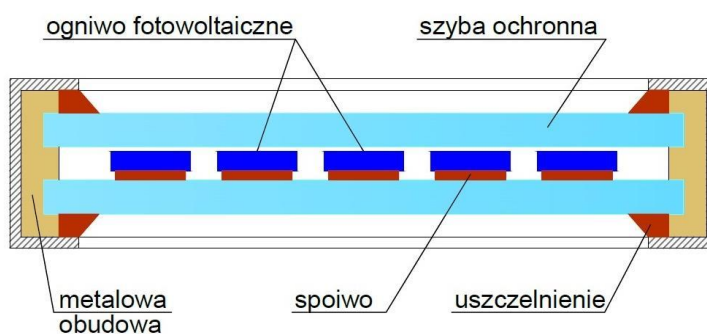
Konwersja fotowoltaiczna polega na bezpośredniej zamianie energii słonecznej na energię elektryczną. Do realizacji tego celu wykorzystuje się fotowoltaiczne ogniwa słoneczne. Przetwarzanie energii słonecznej na elektryczną jest udoskonalane od wielu lat. Pomimo tego osiągnięte obecnie sprawności ogniw fotowoltaicznych nie przekraczają 15-18%. Powoduje to konieczność stosowania dużych powierzchni ogniw.

Ogniwa fotowoltaiczne łączy się ze sobą w gotowe panele, które są dodatkowo wyposażone w elementy dostosowujące wytwarzany w ogniwach prąd stały do potrzeb zasilanych urządzeń.

Fotowoltaika jest dziedziną, która wciąż się rozwija i w której poszukuje się co raz bardziej efektywnych rozwiązań, przez co istnieje wiele typów ogniw różniących się od siebie wykorzystanym materiałem (krzem, półprzewodniki złożone, półprzewodniki organiczne, itd.) i strukturą materiału (monokryształiczna, polikryształiczna, amorficzna).

Obecnie produkowane są m. in.:

- ogniwa fotowoltaiczne z krzemu monokryształicznego,
- ogniwa fotowoltaiczne z krzemu polikryształicznego,
- cienkowarstwowe (o grubości kilku mikrometrów) ogniwa fotowoltaiczne z krzemu amorficznego,
- cienkowarstwowe (o grubości kilku mikrometrów) ogniwa fotowoltaiczne ze związków półprzewodnikowych.



Rysunek 15. Budowa panelu fotowoltaicznego

Ogniwa słoneczne można łączyć szeregowo lub równolegle w systemy wyższej mocy tworząc panele fotowoltaiczne. Poszczególne ogniwa umieszcza się obok siebie pomiędzy materiałami nośnymi. Materiał nośny z ogniwami zamyka się w aluminiowe ramy z kauczukowym uszczelnieniem, co znacznie zwiększa stabilność całych paneli. W celu poprawy wytrzymałości paneli przed zjawiskami atmosferycznymi (np. opadami śniegu) moduły montuje się w ramach ze stali szlachetnej (nierdzewnej).

Oprócz paneli, na działający system fotowoltaiczny składa się jeszcze wiele innych niezbędnych elementów. Wśród nich można wyróżnić elementy dostosowujące prąd do potrzeb wykorzystywanych urządzeń elektrycznych: dla urządzeń prądu stałego mogą to być kontrolery napięcia, a dla urządzeń prądu zmiennego – falowniki.

W przypadku, gdy system został przewidziany również do dostarczania energii w porze nocnej, konieczne jest zastosowanie podsystemu magazynowania w postaci dostatecznej ilości akumulatorów odpowiedniego typu. W celu maksymalnego wykorzystania dostępnego nasłonecznienia należy zachować stały kąt paneli względem słońca przez całą porę dzienną. Systemy takie wyposaża się dodatkowo w układy kierujące panele w stronę słońca.

4.2.12.2. Energia geotermalna [33]

Energia geotermalna jest to ciepło zgromadzone w skorupie ziemskiej. To odnawialne źródło energii można wykorzystywać do pozyskania ciepła lub energii elektrycznej. W celu ustalenia zasobów geotermalnych wykonuje się specjalne odwierty.

Miarą zasobów energii geotermalnej jest stosunek energii dostępnej w skorupie ziemskiej do średniej rocznej temperatury na powierzchni badanego terenu. Zasoby energii geotermalnej mogą występować na głębokościach od 700 do 3000 m.

Zasoby geotermalne można podzielić na:

- zasoby hydrotermiczne,
- zasoby petrotermiczne.

Zasoby hydrotermiczne są to zasoby energii w postaci gorącej wody i pary wodnej występujące w warstwach wodonośnych, szczelinach skalnych i żyłach wodnych. Natomiast zasoby petrotermiczne opierają się na energii związanej z ciepłem skał skorupy ziemskiej.

Energia geotermalna na obszarze Polski jest dostępna w dużych ilościach. Często źródła geotermalne znajdują się pod obszarami miejskimi co może zmniejszyć koszty ich wykorzystania.

Poniżej określono dostępne zasoby geotermalne w Polsce.

Tabela 1. Dostępne zasoby geotermalne w Polsce

Nr okręgu	Nazwa okręgu geotermalnego	ΔT [°C]	GJ / m ²	Powierzchnia 10 ⁹ [m ²]	Dostępne zasoby energii geotermalnej·10 ²¹ [J]
		3 km	3 km		3 km
1	Grudziądzko-warszawski	70	260	70	18
2	Szczecińsko-łódzki	85	320	67	21
3	Podsudecki	90	340	39	13
4	Pomorski	65	240	12	3
5	Lubelski	80	300	12	4
6	Bałtycki	65	240	15	4
7	Podlaski	65	240	7	2
8	Przedgórze Karpat	80	300	16	5
9	Karpaty	70	260	13	3

W celu wykorzystania energii geotermalnej, dokonuje się odwiertów, a następnie umieszcza się w nich odpowiednie instalacje. Źródła niskotemperaturowe (20-35°C) wykorzystuje się do ogrzewania pomieszczeń i przygotowywania ciepłej wody użytkowej. Wysokoenergetyczne źródła najlepiej wykorzystać w bezpośredni sposób do napędzania generatorów energii elektrycznej. Energię geotermalną można również wykorzystywać w rolnictwie (np. do suszenia płodów rolnych) i w przemyśle spożywczym.

4.2.12.3. Energia ze spalania biomasy [32]



Biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, a w szczególności surowce rolnicze. Energię biomasy można pozyskiwać na dwa sposoby: poprzez bezpośrednie spalanie biomasy lub przez wykorzystanie gazu będącego produktem reakcji zachodzących w biomacie.

Najprostszą i najczęściej stosowaną metodą pozyskiwania energii z biomasy w przypadku budynków jest bezpośrednie spalanie. Do spalania biomasy wykorzystuje się specjalne kotły. Kotły te, poza biomasą, mogą także spalać typowe paliwa przy zachowaniu wysokiej wydajności.

4.2.13. Inne środki poprawy

Wpływ na ograniczenie zużycia energii w budynku ma również zmiana zachowań użytkowników budynków. W tym celu warto organizować kampanie informacyjne i motywacyjne.

Warto zwrócić uwagę, by dobry przykład w tym zakresie dały władze lokalne oraz podmioty, które zarządzają budynkami. Dobrym sposobem na zmotywowanie do działania może być podział uzyskanych oszczędności pomiędzy użytkowników budynków.

4.2.14. Budynki pasywne [34]

Ciągłe dążenie do coraz niższego zużycia energii doprowadziło do wykształcenia się w ramach budownictwa niskoenergetycznego nowej kategorii określanej mianem budownictwa pasywnego. W ten sposób powstała koncepcja budynku pasywnego. Twórcą tej koncepcji jest dr Wolfgang Feist, założyciel Instytutu Domu Pasywnego w Darmstadt. W 1988 r. sformułował on następującą definicję Domu Pasywnego:

„Dom pasywny jest budynkiem o ekstremalnie niskim zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania wnętrza ($15\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$), w którym komfort termiczny zapewniony jest przez pasywne źródła ciepła (mieszkańcy, urządzenia elektryczne, ciepło „słoneczne”, ciepło odzyskiwane z wentylacji) oraz dogrzewanie powietrza wentylującego budynek. Tak, że nie potrzebuje on autonomicznego, aktywnego systemu ogrzewania.”

Nazwa „pasywny” wzięła się z założenia, że dom taki nie wykorzystuje „aktywnych” źródeł energii potrzebnej do ogrzewania powietrza i wody, takich jak piec, kotły, czy centralne ogrzewanie.

Energię do utrzymania komfortu termicznego dostarczają tylko źródła pasywne takie jak energia promieni słonecznych, mieszkańcy, ciepło wydzielające się np. podczas gotowania czy urządzenia elektryczne, które pomimo wysokiej sprawności, zawsze wydzielają pewną ilość ciepła.



W praktyce, w warunkach klimatycznych Europy bardzo ciężko jest uzyskać komfort termiczny bez dostarczania dodatkowej energii, szczególnie w sezonie zimowym. Z tego powodu przyjmuje się, że wartością graniczną zapotrzebowania na energię do ogrzewania, której osiągnięcie pozwala na uznanie domu energooszczędnego za dom pasywny jest wartość $15\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$.

Pojedyncze kryterium określające maksymalną energię zużywaną w domu w ciągu roku okazało się być niewystarczające.

Budynek pasywny musi spełniać szereg innych kryteriów, które mają znaczący wpływ na osiągnięcie i utrzymanie odpowiedniego poziomu rocznego zużycia energii. Kryteria te przedstawia poniższa tabela.

Tabela 2. Zestawienie kryteriów domu pasywnego

Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania	Mniej niż 15 kWh/(m²rok)
Maksymalne zapotrzebowanie na moc do ogrzewania	Mniej niż 10 W/m²
Współczynnik przenikania ciepła U przez przegrody zewnętrzne (ściany, dach, podłoga na gruncie)	Mniej niż 0,15 W/(m² K)
Współczynnik przenikania ciepła U przez okna, przy współczynniku przepuszczalności energii słonecznej [g]	U mniej niż 0,8 W/(m² K) g powyżej 50%
Szczelność budynku n ₅₀	Poniżej 0,6 1/h
Sprawność rekuperatora przy poborze energii elektrycznej	Sprawność powyżej 75% Pobór energii elektrycznej poniżej 0,45 Wh/m³
Zużycie energii pierwotnej do zaspokojenia wszystkich potrzeb energetycznych domu	Poniżej 120 kWh/(m² rok)

Spełnienie wszystkich warunków budynku pasywnego stawia przed projektantami i konstruktorami spore wyzwanie. Należy uwzględnić w projekcie bardzo wiele różnych czynników, do których w tradycyjnym budownictwie nie przykładano wagi lub nie występują w nim w ogóle. Projektowany budynek, oprócz spełniania wymagań dotyczących zapotrzebowania na energię budynku pasywnego, musi być także funkcjonalny, estetyczny, często też powinien wpasowywać się w otoczenie architektoniczne. Zadanie to jest trudne i wymaga sporego doświadczenia zarówno projektantów jak i wykonawców. Budownictwo pasywne jest ciągle rozwijającą się dziedziną, powstaje coraz więcej tego typu budynków. Niektóre wykorzystują nowatorskie rozwiązania i koncepcje. Można z nich czerpać nie tylko inspirację, ale są one przede wszystkim cennym źródłem doświadczeń związanych z projektowaniem i budowaniem energooszczędnym.

4.2.15. Budownictwo naturalne

Dla inwestorów co raz częściej znaczenie ma nie tylko to, ile dany budynek zużywa energii. Istotny staje się również szerszy kontekst oddziaływania budynku na środowisko i ekosystemy. Zwiększa się w związku z tym zainteresowanie budynkami w których wykorzystuje się materiały naturalne. Do takich wyrobów zalicza się przede wszystkim drewno (wykorzystywane zarówno jako materiał konstrukcyjny jak i wykończeniowy), kamień naturalny, glinę, słomę czy konopie.

Wszystkie te materiały charakteryzują się niską energią wbudowaną, co oznacza, że ich produkcja i przygotowanie do zastosowania w budynku nie wymagają znacznych nakładów energetycznych. Dodatkowymi zaletami tych materiałów jest to, że najczęściej mogą być pozyskiwane lokalnie, a na ostatnim etapie cyklu życia obiektu budowlanego mogą zostać powtórnie wykorzystane lub ulegają biodegradacji.

W przypadku drewna czy słomy, jako ich zaleta wskazywany przy ich stosowaniu jest korzystny bilans emisji dwutlenku węgla do atmosfery – wykorzystanie części roślin jako trwałych elementów konstrukcji lub izolacji stanowi „magazyn” dla cząsteczek węgla. Jest bowiem tak że węgiel, który występuje w komórkach roślinnych pochodzi z dwutlenku węgla znajdującego się w powietrzu i przyswajanego przez roślinę w procesie fotosyntezy.



Zwolennicy rozwiązań „naturalnych” wskazują także na przyjemny mikroklimat, występujący we wnętrzach budynków, w których wykorzystuje się drewno i np. tynki gliniane.

Biorąc pod uwagę dostępność materiałów naturalnych i ich powszechne stosowanie w przeszłości, zabawnym jest, że obecnie pod nazwą „technologii tradycyjnej” rozumie się

wykorzystanie bloczków cementowych, betonu, ceramiki budowlanej, styropianu czy wełny mineralnej, a więc wyrobów wysoko przetworzonych, wytwarzanych w procesach przemysłowych.

Obawy, jakie mogą zniechęcać do stosowaniu materiałów naturalnych, związane są głównie z kojarzoną z takimi materiałami niską odpornością na działanie ognia czy podatnością na korozję biologiczną (gnicie, zagnieżdżanie się insektów i gryzoni). Rzeczywiście podczas projektowania oraz wykonywania obiektów budowlanych z zastosowaniem drewna czy słomy należy aspekty te wziąć pod uwagę i stosować rozwiązania, które pozwolą na ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia (w przypadku ścian ze słomy nakładanie tynków wapiennych i glinianych eliminuje ten problem), nie pozwolą na utrzymywanie się wilgoci w konstrukcji (co zasadniczo jest tak samo istotne w przypadku konstrukcjach murowanych) i będą wykonane w sposób uniemożliwiający zagnieżdżanie się zwierząt.

Oprócz powszechnie wykorzystywanego w budownictwie drewna, w budownictwie naturalnym stosuje się przykładowo również następujące materiały:

- **słoma** – popularność zdobywa obecnie technologia zwana „strawbale” która polega na zastosowaniu kostek słomy jako wypełnienia ścian w szkieletowej konstrukcji drewnianej, pełniąc jednocześnie funkcję izolacji termicznej. Ściana wykonana z kostek słomy wymaga otynkowania np. tynkiem wapiennym (od strony zewnętrznej, co zabezpiecza zarówno przed rozprzestrzenianiem ognia, jak i wpływem wilgoci) lub tynkiem glinianym. Kostki słomy mogą być również stosowane przy termomodernizacji budynków istniejących. Podczas badań wykazano, że kostki słomy charakteryzują się współczynnikiem przewodzenia ciepła wnoszącym ok. $\lambda=0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.
- **glina** – ten powszechnie dostępny materiał można stosować jako surowiec do produkcji cegieł ale także jako tynk, posadzka, materiał konstrukcyjny ścian. Glinę można wykorzystywać w różnych postaciach – np. formując z niej bloczki do wznoszenia ścian i sklepień, w postaci gliny lekkiej (mieszaniny gliny i wypełniacza, np. słomy), ubijając w deskowaniu, nakładając na „osnowę” z mat trzciniowych czy na ściany wykonane ze słomy. Gлина charakteryzuje się dużą pojemnością cieplną w związku z czym wykonane z niej ściany mogą stać się elementami akumulującymi ciepło (ogrzane słońcem w ciągu dnia oddają ciepło przez długi czas). Jest to korzystne zwłaszcza w budynkach wykonanych w technologii szkieletowej, co neutralizuje ich wadę jaką jest niska bezwładność cieplna (ich wnętrze łatwo się nagrzewa, ale i szybko wychładza).
- **paździerz konopne** – wykorzystywane w technologii „hempcrete” (tzw. beton konopny) jako warstwa izolacyjna i wypełnienie konstrukcji szkieletowej. W rozwiązaniu tym wykorzystuje się mieszkankę paździerzy konopnych z wapnem i niewielką ilością cementu. Z mieszanki tej można formować bloczki lub ubijać ją w deskowaniu. Materiał ten charakteryzuje się korzystnymi właściwościami pod względem izolacyjności cieplnej, akumulacji ciepła a także paroprzepuszczalności, dodatkowo, w związku z wysokim współczynnikiem pH (wysoka zasadowość wynikająca z zastosowania wapna) jest odporny na rozwój grzybów.

4.3. Wskazówki dla jednostek samorządu terytorialnego w zakresie kształtowania i prowadzenia polityki przestrzennej w taki sposób, aby możliwe było projektowanie budynków efektywnych energetycznie i wykorzystanie w budynkach ciepła sieciowego lub OZE

4.3.1. Plan zagospodarowania przestrzennego albo decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu

Organy administracji rządowej i jednostki samorządu terytorialnego są zobowiązane do odpowiedniego kształtowania i prowadzenia polityki przestrzennej (m. in. ustalania przeznaczenia terenu, określania potencjalnego sposobu zagospodarowania i korzystania z terenu) . Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (t.j. Dz. U. z 2017 r. poz. 1073) definiuje te obowiązki w następujący sposób:

- gmina jest odpowiedzialna za kształtowanie i prowadzenie polityki przestrzennej na terenie gminy, w tym uchwalanie studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy

oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, z wyjątkiem morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej oraz terenów zamkniętych,

- samorząd powiatu jest odpowiedzialny za prowadzenie, w granicach swojej właściwości rzeczowej, analiz i studiów z zakresu zagospodarowania przestrzennego, odnoszących się do obszaru powiatu i zagadnień jego rozwoju,
- związek metropolitalny jest odpowiedzialny za kształtowanie i prowadzenie polityki przestrzennej na obszarze związku metropolitalnego (obszarze metropolitalnym),
- samorząd województwa jest odpowiedzialny za kształtowanie i prowadzenie polityki przestrzennej w województwie, w tym uchwalanie planu zagospodarowania przestrzennego województwa,
- Rada Ministrów jest odpowiedzialna za kształtowanie i prowadzenie polityki przestrzennej państwa, wyrażonej w koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju.

W planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym uwzględnia się zwłaszcza m. in.:

- wymagania ładu przestrzennego, w tym urbanistyki i architektury,
- walory architektoniczne i krajobrazowe,
- wymagania ochrony środowiska,
- potrzeby w zakresie rozwoju infrastruktury technicznej.

W świetle ww. przepisów właściciel terenu może go zagospodarować zgodnie z warunkami ustalonymi w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego albo decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu (jeżeli działka, na której planowana jest inwestycja, nie jest objęta miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego).

Decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu określa następujące wymagania względem planowanej inwestycji:

- linia zabudowy,
- wielkość powierzchni zabudowy w stosunku do powierzchni działki albo terenu,
- szerokość elewacji frontowej,
- wysokość górnej krawędzi elewacji frontowej, jej gzymsu lub atyki,
- geometria dachu (kąt nachylenia, wysokość kalenicy i układ połaci dachowych).

W związku z tym, że warunki zabudowy narzucają pewne ograniczenia w zakresie projektowania budynku, istotne jest ich odpowiednie kształtowanie w taki sposób, aby nie utrudniały rozwoju budownictwa efektywnego energetycznie. Poniżej wskazano znaczące kwestie w zakresie planowania przestrzennego, które mają wpływ na efektywność energetyczną budynków i zostały szerzej omówione w rozdziale 4.2.1:

- położenie działki,
- kształt budynku i jego orientacja na działce,
- dostępne nośniki energii.

Należy mieć także na uwadze, że chcąc uzyskać wysoką charakterystykę energetyczną budynków, istotne jest, jakie nośniki energii wykorzystywane są do ogrzewania i chłodzenia budynku. Należy dążyć do wykorzystania ciepła sieciowego albo odnawialnych źródeł energii. W tym celu wskazane jest rozbudowywanie sieci ciepłowniczych w sposób planowy i kontrolowany.

4.3.2. Plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP) [35]

Po przyjęciu w 2008 roku pakietu klimatyczno-energetycznego do roku 2020, Komisja Europejska powołała Porozumienie Burmistrzów w celu wdrożenia i wsparcia wysiłków lokalnych władz w realizacji polityki odnawialnych źródeł energii. Porozumienie Burmistrzów to oddolna inicjatywa, która w założeniu mobilizuje lokalne władze do opracowywania planów działania i kierunkowania przedsięwzięć inwestycyjnych na łagodzenie zmian klimatycznych.

Plany działań na rzecz zrównoważonej energii (Sustainable Energy Action Plan - SEAP) są kluczowym elementem Porozumienia Burmistrzów.

Porozumienie to angażuje władze lokalne i obywateli w działania na rzecz zwiększenia efektywności energetycznej i wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Sygnatariusze Porozumienia (w tym 57 miast i gmin z Polski) zobowiązują się do spełnienia i przekroczenia celów unijnej polityki klimatyczno-energetycznej poprzez zmniejszenie emisji CO₂ na swoim terenie o co najmniej 20% do 2020 roku.

Plany SEAP wyznaczają określone cele w zakresie redukcji emisji CO₂ i definiują konkretne działania, które władze lokalne podejmą, aby osiągnąć te cele do 2020 roku.

Plan działań na rzecz zrównoważonej energii musi być zatwierdzony przez Radę Miasta lub Gminy i w ciągu roku od dnia przystąpienia do Porozumienia przesłany do Biura Porozumienia Burmistrzów.

Plan SEAP powinien obejmować cały obszar geograficzny zarządzany przez władze lokalne oraz zawierać działania obejmujące co najmniej sektor budynków publicznych i mieszkaniowych, infrastrukturę publiczną, w tym oświetlenie uliczne oraz transport publiczny.

Władze lokalne mają obowiązek zapewnić zasoby kadrowe i finansowe niezbędne do realizacji działań przewidzianych w Planie.

W prace nad Planem powinna w jak najszerszym stopniu zostać zaangażowana społeczność lokalna.

W SEAP mają znaleźć się zaplanowane środki i wskaźniki, które umożliwią monitorowanie wyników w zakresie wdrożonych działań, jak i redukcji emisji CO₂.

Co najmniej raz na dwa lata władze lokalne powinny sporządzać sprawozdania z realizacji Planu i przysyłać je do Biura Porozumienia Burmistrzów.

Cenne wskazówki z omawianego zakresu można znaleźć w poradniku: *Jak opracować plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)?, Porozumienie Burmistrzów dla zrównoważonej gospodarki energetycznej na szczeblu lokalnym, Tłumaczenie Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, 2012 r.*

4.3.3. Plan gospodarki niskoemisyjnej [35]

Plan Gospodarki Niskoemisyjnej (PGN) to strategiczny dokument tworzony na poziomie gminy (lub jej związków), który ma przyczynić się do osiągnięcia celów określonych w pakiecie klimatyczno-energetycznym do roku 2020 (m.in. redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz zwiększenia udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych).

Oprócz korzyści w skali makro, docelowo PGN ma służyć wszystkim mieszkańcom gminy poprzez poprawę jakości powietrza oraz zmniejszenie kosztów energii.

Zgodnie z obowiązującym w Unii Europejskiej dokumentem Strategia Europa 2020 oraz przyjętym w roku 2007 Pakietem Klimatyczno-Energetycznym państwa członkowskie zobowiązane są do podjęcia działań zmierzających do budowy gospodarki niskoemisyjnej, wspierania efektywności wykorzystywania zasobów oraz promowania zrównoważonego transportu.

W ramach realizacji tak postawionych celów w regionalnych programach operacyjnych oraz w Programie Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020 realizujących politykę ochrony środowiska i efektywności energetycznej w sposób preferencyjny traktowane są gminy (lub ich związki), które na etapie aplikowania o środki posiadać będą przygotowane Plany Gospodarki Niskoemisyjnej.

Kwestie partnerstwa publiczno-prywatnego zawieranego w celu realizacji inwestycji w poprawę efektywności energetycznej w budynkach publicznych, zostały poruszone w publikacji p.t.: *Poradnik w zakresie efektywności energetycznej w budynkach publicznych*, wydanej przez Europejski Bank

Inwestycyjny (EBI) i przetłumaczonej na zlecenie Ministerstwa Gospodarki i Ministerstwa Rozwoju Regionalnego.

4.4. Wskazówki dla inwestorów, właścicieli, zarządców użytkowników budynków lub ich części m.in. w zakresie: termomodernizacji, wykorzystania OZE lub ciepła sieciowego, zmiany zachowań

Zagadnienia z zakresu zmiany zachowań użytkowników zostały szczegółowo omówione m.in. w broszurze *Inteligentna energia poradnik użytkownika*, która powstała, jako część kampanii informacyjnej na rzecz racjonalnego wykorzystania energii „Czas na oszczędzanie energii”, prowadzonej od 2007 r. Ministerstwo Gospodarki. W publikacji zaproponowano następującą listę najistotniejszych działań dotyczących zachowań użytkowników, które wpływają na oszczędność energii:

- 1) Wyłącz komputer, telewizor i radio, a ładowarkę usuń z gniazdka, jeżeli nie używasz tych urządzeń.
- 2) Wyłącz wszystkie urządzenia biurowe na noc, na weekend oraz podczas dłuższych okresów bezczynności.
- 3) Nie pozostawiaj urządzeń w trybie czuwania – świecąca dioda na urządzeniu wskazuje, że nadal zużywa ono energię.
- 4) Wymień żarówki na energooszczędne i gaś niepotrzebne światło.
- 5) Nie pozostawiaj zbyt długo otwartego okna. Jeżeli jest Ci za gorąco – zmniejsz ogrzewanie.
- 6) Wychodząc z domu zmniejsz ogrzewanie.
- 7) Gotuj tylko tyle wody, ile wykorzystasz.
- 8) Gotuj zawsze z pokrywką – będzie szybciej i taniej.
- 9) Korzystaj z prysznica zamiast kąpeli w wannie.
- 10) Nie trzymaj lodówki zbyt długo otwartej – będzie potrzebowała więcej energii, żeby znów obniżyć temperaturę.



W przypadku budynków wielorodzinnych lub biurowych, w celu osiągnięcia możliwie najwyższych efektów oszczędności energii warto aby podejmowane działania dotyczyły wszystkich ich użytkowników. Realizację tego zadania ułatwia wprowadzenie indywidualnego systemu rozliczania kosztów użytkowania, które są uzależnione od zarejestrowanego zużycia energii.

W odniesieniu do instalacji ogrzewania, w określonych sytuacjach, przepisy techniczno-budowlane nakładają obowiązek instalowania urządzeń umożliwiających indywidualne rozliczanie kosztów ogrzewania przez użytkowników poszczególnych części budynku. W przypadku istniejących instalacji, w których ciepło dostarczane jest do kilku pionów, brak jest możliwości instalowania ciepłomierzy mieszkaniowych, które wskazują ilość ciepła zużywanego w danym mieszkaniu. W takiej sytuacji zastosowanie znalazły podzielniki ciepła. Są to urządzenia, które umożliwiają podział całkowitych kosztów na poszczególne grzejniki, a po zsumowaniu, na poszczególne części budynku.

W przypadku instalacji ciepłej wody użytkowej, zamontowanie wodomierzy również wpływa na racjonalne jej zużycie. Dodatkowo w celu modernizacji instalacji istniejących, warto zwrócić uwagę na następujące aspekty:

- zapewnienie sprawności wszystkich elementów aparatury czerpalnej oraz szczelności przewodów,
- odpowiednią izolację termiczną przewodów (izolowanie przewodów przebiegających przez pomieszczenia nieogrzewane),
- poprawę działania układu przygotowującego ciepłą wodę oraz układu cyrkulacyjnego i wprowadzenie cyrkulacji pompowej z wyłącznikiem czasowym, które zapewniają, że ciepła woda pojawia się w krótkim czasie od momentu odkręcenia kurka; wyłącznik czasowy warto zaprogramować tak, by pompa cyrkulacyjna działała jedynie w okresie największego zapotrzebowania na ciepłą wodę,
- wprowadzenie automatycznej regulacji temperatury wody oraz pracy pompy obiegowej i cyrkulacyjnej,
- wprowadzenie regulatora ciśnienia na przyłączy wodociągowym,
- wprowadzenie specjalnej aparatury umożliwiającej oszczędność ciepłej wody np. perlatorów, urządzeń zamykających przepływ wody w niezakręconych kranach itp.



Wskazane rozwiązania wpłyną na poprawę efektywności energetycznej przyczyniając się jednocześnie do zwiększenia komfortu użytkownika budynku.

4.5. Wskazówki dla projektantów i wykonawców w zakresie: projektowania i budowy budynków efektywnych energetycznie, termomodernizacji, wykorzystania OZE lub ciepła sieciowego, zmiany zachowań



Planując budowę nowego domu o niskim zużyciu energii, bądź rozważając inwestycję związaną z termomodernizacją, szczególną uwagę należy zwrócić na kwestie:

- wysokiej izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych,
- systemów: ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, wentylacji i oświetlenia, które powinny charakteryzować się wysoką sprawnością i korzystać z energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych,
- wskaźników i parametrów oszczędności energii i izolacyjności cieplnej wykorzystywanych wyrobów i sprzętów, korzystniejszych pod względem efektywności energetycznej niż wynikające z przepisów techniczno-budowlanych,
- szczelności budynków i eliminacji mostków cieplnych,
- kształtu, orientacji i otoczenia budynku,
- wyboru rozwiązań optymalnych pod względem kosztu i czasu zwrotu poniesionych nakładów,
- zainstalowania automatyki sterującej systemami urządzeń wpływających na zmniejszenie zużycia energii.

Przydatne okażą się szczegółowe informacje zamieszczone w rozdziale 4.2. poradnika.

4.6. Budynki o niskim zużyciu energii

Powołując się na art. 2 pkt 2 dyrektywy 2010/31/UE przez „budynek o niemal zerowym zużyciu energii” należy rozumieć budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej, określonej zgodnie z wytycznymi zawartymi w załączniku I dyrektywy 2010/31/UE. Co istotne, niemal zerowa lub bardzo

niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w bardzo wysokim stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, w tym energii wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu budynku.

Należy podkreślić, że w warunkach krajowych, *budynek o niemal zerowym zużyciu energii* będzie utożsamiany i określany, jako *budynek o niskim zużyciu energii*, o którym mowa w art. 39 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o *charakterystyce energetycznej budynków*, która wdraża do krajowego porządku prawnego część postanowień dyrektywy 2010/31/UE.

Zgodnie z art. 39 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o *charakterystyce energetycznej budynków*, minister właściwy do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa opracowuje projekt krajowego planu działań mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii, zwanego dalej "krajowym planem działań". Dokument ten zawiera rekomendowaną do stosowania w praktyce krajową definicję budynków o niskim zużyciu energii.



DEFINICJA: Przez „budynek o niskim zużyciu energii” należy rozumieć budynek, spełniający wymogi związane z oszczędnością energii i izolacyjnością cieplną zawarte w przepisach techniczno-budowlanych, których mowa w art. 7 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – *Prawo budowlane* (Dz. U. 2017 r., poz. 1332, z późn. zm.), tj. w szczególności dział X oraz załącznik nr 2 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w *sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422, z późn. zm.), obowiązujące od 1 stycznia 2021 r., a dla budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością – od 1 stycznia 2019 r.

Należy wskazać, że przepisy techniczno-budowlane w omawianym zakresie określają poziom wymagań minimalnych, zatem nie ma ograniczeń w zakresie korzystniejszych pod względem efektywności energetycznej parametrów budynku np. w sytuacji, gdy inwestor decyduje się na wybudowanie budynku pasywnego.

Poziom wymagań minimalnych przedstawiony w dziale X oraz załączniku nr 2 do rozporządzenia z dnia 12 kwietnia 2002 r. w *sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*, ustalono w oparciu o rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE w *sprawie charakterystyki energetycznej budynków* i ustanawiające ramy metodologii porównawczej do celów obliczania optymalnego, pod względem kosztów, poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków (Dz. Urz. UE L 81 z 21.03.2012, str. 18, z późn. zm.) i wskazano jako optymalny pod względem ekonomicznym.

Zgodnie z postanowieniami dyrektywy 2010/31/UE, poziom wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej powinien podlegać przeglądowi w regularnych odstępach czasu nieprzekraczających pięciu lat.

Mając na uwadze powyższe, poziom wymagań oszczędności energii i izolacyjności cieplnej obowiązujący od 1 stycznia 2014 r., w przeciągu najbliższych kilku lat zostanie poddany weryfikacji oraz uaktualnieniu tak, aby zapewniał optymalny pod względem kosztów poziom wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej.

Każdorazowa aktualizacja wymagań uwzględniać będzie korzyści związane z pobudzeniem innowacji poprzez tworzenie popytu na efektywne energetycznie materiały i technologie stosowane w budownictwie. Wymagania stawiane nowobudowanym budynkom powinny ponadto maksymalizować oszczędności związane z użytkowaniem budynku w całym cyklu jego życia, w taki



sposób, aby sumaryczne nakłady inwestycyjne na etapie budowy, jak i późniejsze koszty eksploatacji, były jak najniższe.

Zatem mając na uwadze potencjał rozwoju technologii wznoszenia budynków efektywnych energetycznie oraz stosowanych w nich technologii, istotnym jest prowadzenie badań i analiz nad rozwiązaniami innowacyjnymi, a także wspieranie ich stosowania w praktyce. Podnoszenie poziomu izolacyjności cieplnej materiałów konstrukcyjnych, sprawności urządzeń grzewczych, klimatyzacyjnych oraz stosowanie urządzeń odzyskujących ciepło w instalacjach wentylacyjnych, zapewnia ograniczenie bezpowrotnych strat energii. Rozwój badań, a następnie wdrażanie i wykorzystanie nowoczesnych technologii wraz z ich upowszechnieniem, może kształtować kierunki postępu polskiej gospodarki i myśli innowacyjnej, stanowiąc istotny impuls do rozwoju kraju.

4.7. Zasady wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku wyrobów budowlanych

Przy wykonywaniu robót budowlanych związanych z budową, przebudową, nadbudową i rozbudową budynków należy, zgodnie art. 10 ustawy – Prawo budowlane [7] stosować wyroby o właściwościach użytkowych umożliwiające prawidłowo zaprojektowanym i wykonanym obiektom budowlanym spełnienie podstawowych wymagań, w tym wymaganie dotyczące oszczędności energii i izolacyjności cieplnej. Jednocześnie wykorzystywane przy wykonywaniu robót budowlanych wyroby powinny spełniać wymagania wynikające z przepisów dotyczących wprowadzania do obrotu i udostępniania wyrobów na rynku krajowym.

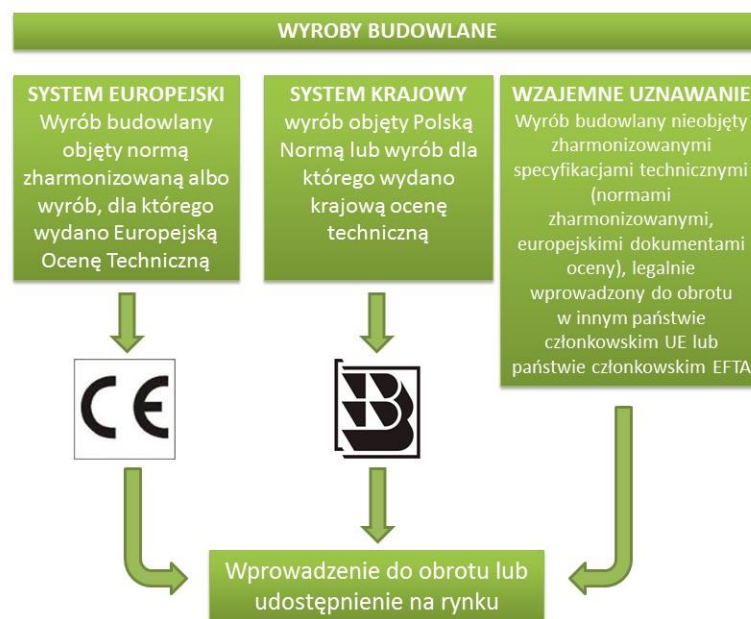
Podstawowym rodzajem wyrobów stosowanych przy wykonywaniu robót budowlanych są wyroby budowlane. Przepisami regulującymi zasady i tryb wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych są:

- ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2014 r. poz. 883 oraz z 2015 r. poz. 1165) wraz z aktami wykonawczymi,
- rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 04.04.2011, str. 5, z późn. zm.), zwane dalej „rozporządzeniem Nr 305/2011”.

Zgodnie z wyżej wymienionymi przepisami, przez wyrób budowlany należy rozumieć każdy wyrób lub zestaw wyprodukowany i wprowadzony do obrotu w celu trwałego wbudowania w obiektach budowlanych lub ich częściach, którego właściwości wpływają na właściwości użytkowe obiektów budowlanych w stosunku do podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych.

Zasady wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku wyrobów budowlanych określają przepisy art. 5 ustawy o wyrobach budowlanych. Przepisy te określają trzy drogi legalizacji wyrobów budowlanych na rynku krajowym:

- według systemu europejskiego,
- według systemu krajowego,
- na zasadach wzajemnego uznawania.



Rysunek 16. Schemat wprowadzania do obrotu i udostępniania na rynku wyrobów budowlanych.

4.7.1. System europejski – wyroby z oznakowaniem CE

Producent wyrobu budowlanego objętego normą zharmonizowaną lub wyrobu zgodnego z wydaną dla niego europejską oceną techniczną¹, zobowiązany jest, przed jego wprowadzeniem do obrotu, do sporządzenia deklaracji właściwości użytkowych oraz oznakowania wyrobu CE. Deklaracja właściwości użytkowych wyrobu budowlanego zawiera deklarowane przez producenta, zgodnie z zastosowaną normą zharmonizowaną lub europejską oceną techniczną, właściwości użytkowe tego wyrobu w odniesieniu do zasadniczych charakterystyk, to znaczy cech wyrobu odnoszących się do podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych. Z każdym wyrobem udostępnianym na rynku z oznakowaniem CE dostarczana jest lub udostępniana na stronie internetowej jego producenta kopia deklaracji właściwości użytkowych (w formie papierowej lub elektronicznej).

4.7.2. System krajowy – wyroby oznakowane znakiem budowlanym

Wyroby budowlane nieobjęte normą zharmonizowaną lub dla których nie wydano europejskiej oceny technicznej mogą być wprowadzone do obrotu lub udostępniane na rynku krajowym po ich oznakowaniu przez producenta znakiem budowlanym.

Oznakowanie znakiem budowlanym umieszcza się na wyrobie budowlanym, dla którego producent sporządził, na swoją wyłączną odpowiedzialność, krajową deklarację właściwości użytkowych wyrobu budowlanego, zwaną dalej „krajową deklaracją”. Właściwości użytkowe wyrobu budowlanego, zadeklarowane w krajowej deklaracji zgodnie z właściwą przedmiotowo Polską Normą wyrobu lub krajową oceną techniczną, należy odnieść do tych zasadniczych charakterystyk, które mają wpływ na spełnienie podstawowych wymagań przez obiekty budowlane, zgodnie z zamierzonym zastosowaniem tego wyrobu. Informacje o właściwościach użytkowych wyrobu budowlanego w odniesieniu do zasadniczych charakterystyk tego wyrobu można podać wyłącznie, o ile zostały określone w krajowej deklaracji. Przez umieszczenie lub zlecenie umieszczenia znaku budowlanego na wyrobie budowlanym producent ponosi odpowiedzialność za zgodność tego wyrobu z deklarowanymi właściwościami użytkowymi, wymaganiami określonymi w niniejszej

¹ Przepisy rozporządzenia nie nakładają na producentów obowiązku uzyskiwania dla wyrobów budowlanych, dla których nie ustanowiono normy zharmonizowanej, europejskich ocen technicznych. Jest to każdorazowo decyzja samego producenta takiego wyrobu budowlanego.

ustawie oraz w przepisach odrębnych, mającymi zastosowanie do tego wyrobu.

Zawartość i wzór krajowej deklaracji oraz zakres informacji towarzyszącej wyrobowi oznakowanego znakiem budowlanym określają przepisy rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2016 r. poz. 1966)

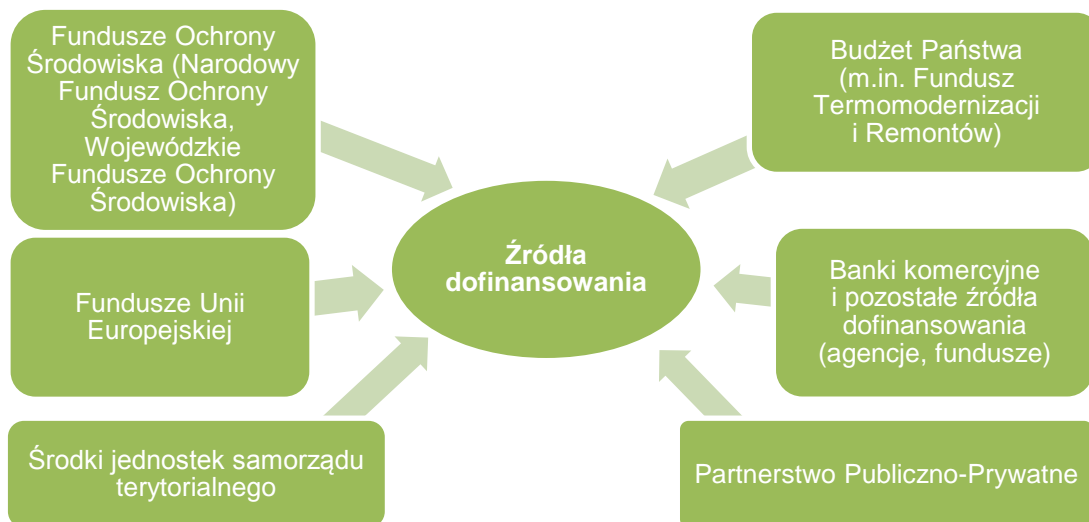
4.7.3. Wyroby budowlane wprowadzone do obrotu na podstawie tzw. „zasadzie wzajemnego uznawania”

Trzecią możliwą drogą wprowadzenia do obrotu wyrobu budowlanego w Polsce jest wykorzystanie przepisów unijnych dotyczących swobodnego przepływu towarów na terenie Unii Europejskiej. Zgodnie z art. 5 ust. 3 ustawy o wyrobach budowlanych wyrób budowlany nieobjęty zakresem przedmiotowym zharmonizowanych specyfikacji technicznych, o których mowa w art. 2 pkt 10 rozporządzenia Nr 305/2011, może być udostępniany na rynku krajowym, jeżeli został legalnie wprowadzony do obrotu w innym państwie członkowskim Unii Europejskiej lub w państwie członkowskim Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu (EFTA) – stronie umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym oraz w Turcji, a jego właściwości użytkowe umożliwiają spełnienie podstawowych wymagań przez obiekty budowlane zaprojektowane i budowane w sposób określony w przepisach techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej. Wraz z wyrobem budowlanym udostępnionym na rynku krajowym przekazuje się informacje o jego właściwościach użytkowych oznaczonych zgodnie z przepisami państwa, w którym wyrób został wprowadzony do obrotu, instrukcje stosowania i obsługi oraz informacje dotyczące zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa, jakie wyrób ten stwarza podczas stosowania i użytkowania.

5. Finansowe środki wsparcia w zakresie inwestycji wspierających rozwój budownictwa efektywnego energetycznie oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii

Poniżej wymieniono główne źródła finansowego wsparcia inwestycji mających na celu poprawę efektywności energetycznej budynków oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii. W zamieszczonych niżej tabelach przedstawiono dostępność środków finansowych, w ramach poszczególnych programów, omówionych z uwzględnieniem podziału na rodzaj budynku i grupy beneficjentów.

Na poniższym rysunku przedstawiono możliwe źródła dofinansowania.



Rysunek 17. Możliwe źródła dofinansowania inwestycji

5.1. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) [35]

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) jest głównym źródłem finansowania w Polsce inwestycji proekologicznych, w tym w sektorze budownictwa. Narodowy Fundusz działa na podstawie ustawy Prawo ochrony środowiska i zgodnie z unijną zasadą „zanieczyszczający płaci”. Przychody Narodowego Funduszu pochodzą głównie z opłat i kar za korzystanie ze środowiska, opłat eksploatacyjnych i koncesyjnych, opłat sektora energetycznego, opłat wynikających z ustawy o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji oraz ze sprzedaży jednostek przyznanej emisji gazów cieplarnianych.

5.1.1. Środki krajowe

Tabela 3-7. Krajowe źródła finansowania

Nazwa programu	Dopłaty do kredytów na budowę domów energooszczędnych
Cel	Oszczędność energii i ograniczenie lub uniknięcie emisji CO ₂ przez dofinansowanie przedsięwzięć poprawiających efektywność wykorzystania energii w nowo budowanych budynkach mieszkalnych.
Budżet	Wypłaty środków z podjętych i planowanych zobowiązań dla bezzwrotnych form dofinansowania programu wynoszą 300 000 tys. zł. Środki pozwolą na realizację ok. 12 tys. budynków mieszkalnych jednorodzinnych i mieszkań w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych.
Okres wdrażania	Program jest wdrażany w latach 2013 – 2022. Wydatkowanie środków w terminie do 31.12.2022 r.
Formy dofinansowania	Dotacja na częściową spłatę kapitału kredytu bankowego realizowana za pośrednictwem banku na podstawie umowy o współpracy zawartej z NFOŚiGW.
Beneficjenci	<ul style="list-style-type: none"> ▪ osoby fizyczne dysponujące prawomocnym pozwoleniem na budowę oraz posiadające prawo do dysponowania nieruchomością, na której będą budowały budynek mieszkalny. Przez „dysponowanie” nieruchomością należy rozumieć: <ol style="list-style-type: none"> a) prawo własności (w tym współwłasność),

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ b) użytkowanie wieczyste; ▪ osoby fizyczne dysponujące uprawnieniem do przeniesienia przez dewelopera na swoją rzecz: prawa własności nieruchomości, wraz z domem jednorodzinny, który deweloper na niej wybuduje albo użytkownika wieczystego nieruchomości gruntowej i własności domu jednorodzinny, który będzie na niej posadowiony i stanowić będzie odrębną nieruchomość albo własności lokalu mieszkalnego. Przez dewelopera rozumie się także spółdzielnie mieszkaniową.
Opis	<p>Jednym z warunków uzyskania wsparcia jest osiągnięcie wymaganego zapotrzebowania na energię użytkową poprzez spełnienie warunków z wytycznych (zał. do Programu): minimalnych wymagań technicznych, wymagań dla projektu budowlanego, wymagań dla zrealizowanego przedsięwzięcia, zapewnienia jakości robót budowlanych.</p> <p>Standard NF40 i NF15 dla budynków mieszkalnych jest szeregiem wymogów opracowanych specjalnie na potrzeby omawianego programu finansowania, które w wielu aspektach przewyższają i poszerzają te wynikające z obowiązujących przepisów prawa oraz definicji budynku o niskim zużyciu energii.</p>
Efekty	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dotychczas dofinansowano 146 przedsięwzięć jednorodzinnych w standardzie NF 40 i NF 15 w łącznej wysokości 4 883,6 tys. zł. Średnia powierzchnia budowanych domów energooszczędnych to 132,5 m², natomiast wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do celów ogrzewania i wentylacji (EUco) wynosi średnio 26,4 kWh/(m²·rok). ▪ 17 pozytywnie zweryfikowanych osiedli domów jednorodzinnych i wielorodzinnych.

5.1.2. System zielonych inwestycji GIS

System zielonych inwestycji (GIS – Green Investment Scheme) jest pochodną mechanizmu handlu uprawnieniami do emisji. Idea i cel GIS sprowadzają się do stworzenia i wzmocnienia proekologicznego efektu wynikającego ze zbywania nadwyżek jednostek AAU (jednostki przyznanych emisji).

Wykorzystanie środków pochodzących ze sprzedaży jednostek przebiega z zachowaniem uzgodnionych z państwem nabywcą i sprecyzowanych w umowie sprzedaży warunków, między innymi w zakresie terminów wykorzystania tych środków, przeznaczenia na określone rodzajowo przedsięwzięcia, ustalenia maksymalnej intensywności dofinansowania, przekazywania informacji dotyczących uzyskanych efektów ekologicznych. Krajowy system zielonych inwestycji gwarantuje zatem z jednej strony, że państwo z niedoborem uprawnień będzie mogło poprzez zakup jednostek zwiększyć emisję gazów cieplarnianych, i jednocześnie, że przekazane w związku z tym środki zostaną przeznaczone przez sprzedającego na cele związane z szeroko pojętą ochroną klimatu i środowiska.

Tabela 8. System zielonych inwestycji GIS

Nazwa programu	System zielonych inwestycji. Zarządzanie energią w budynkach użyteczności publicznej
Cel	Ograniczenie lub uniknięcie emisji dwutlenku węgla poprzez dofinansowanie przedsięwzięć poprawiających efektywność wykorzystania energii przez budynki użyteczności publicznej.
Budżet	Planowane zobowiązania dla bezzwrotnych form dofinansowania wynoszą 298 329 tys. zł - ze środków pochodzących z transakcji sprzedaży jednostek przyznanej emisji (dotacji z GIS) lub innych środków NFOŚiGW.
Okres wdrażania	Program jest wdrażany w latach 2010 – 2017.
Formy dofinansowania	<ul style="list-style-type: none"> ▪ dotacja; ▪ pożyczka.

Beneficjenci	<ul style="list-style-type: none"> ▪ jednostki samorządu terytorialnego oraz ich związki; ▪ podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji zadań własnych jednostek samorządu terytorialnego niebędące przedsiębiorcami; ▪ Ochotnicza Straż Pożarna; ▪ uczelnie w rozumieniu ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym [22] oraz instytuty badawcze; ▪ samodzielne publiczne zakłady opieki zdrowotnej oraz podmioty lecznicze prowadzące przedsiębiorstwo w rozumieniu art. 55¹ Kodeksu cywilnego w zakresie udzielania świadczeń zdrowotnych; ▪ organizacje pozarządowe, Kościoły i inne związki wyznaniowe wpisane do rejestru kościołów i innych związków wyznaniowych oraz kościelne osoby prawne.
Opis	<p>Dzięki uzyskaniu dofinansowania z tego programu, możliwe jest zmniejszenie zużycia energii w budynkach użytkowanych. Działania obejmują m.in. termomodernizację budynków użyteczności publicznej, a w szczególności ocieplenie obiektu, wymianę okien, wymianę drzwi zewnętrznych, przebudowę systemów grzewczych, wymianę systemów wentylacji i klimatyzacji, przygotowanie dokumentacji projektowej dla przedsięwzięcia, zastosowanie systemów zarządzania energią w budynkach, wykorzystanie technologii odnawialnych źródeł energii, czy wymianę oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne (dodatkowe zadanie realizowane równoległe z termomodernizacją obiektów). W ramach programu mogą być realizowane projekty grupowe.</p>

5.2. Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko²⁾

Tabela 9. Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko

Nazwa programu	Oś Priorytetowa I. Priorytet inwestycyjny 4.III Wspieranie efektywności energetycznej, inteligentnego zarządzania energią i wykorzystania odnawialnych źródeł energii w infrastrukturze publicznej, w tym w budynkach publicznych i w sektorze mieszkaniowym
Cel	Zwiększenie efektywności energetycznej w budownictwie wielorodzinnym mieszkaniowym oraz w budynkach użyteczności publicznej.
Budżet	451 721 tys. EUR (w tym 180 700 tys. EUR – budynki publiczne i 271 021 tys. EUR – sektor mieszkaniowy), wkład ze środków UE (Fundusz Spójności).
Okres wdrażania	Czas trwania określono na: od 01.01.2014 r. do 31.12.2023 r.
Beneficjenci	W ramach priorytetu inwestycyjnego wsparcie przewidziane jest dla organów władzy publicznej, w tym państwowych jednostek budżetowych i administracji rządowej oraz podległych jej organów i jednostek organizacyjnych, spółdzielni mieszkaniowych oraz wspólnot mieszkaniowych, państwowych osób prawnych, a także podmiotów będących dostawcami usług energetycznych w rozumieniu dyrektywy 2012/27/UE [2].
Opis	<p>Przewiduje się wsparcie głębokiej, kompleksowej modernizacji energetycznej budynków użyteczności publicznej i mieszkalnych wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne w zakresie związanym m.in. z:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ociepleniem obiektu, wymianą okien, drzwi zewnętrznych oraz oświetlenia na energooszczędne, ▪ przebudową systemów grzewczych (wraz z wymianą i przyłączeniem źródła ciepła), systemów wentylacji i klimatyzacji, związanym z zastosowaniem automatyki pogodowej i systemów zarządzania budynkiem, ▪ budową lub modernizacją wewnętrznych instalacji odbiorczych oraz likwidacją dotychczasowych źródeł ciepła,

²⁾ Zgodnie z Programem Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020 zaakceptowanym przez Komisję Europejską decyzją z dnia 16 grudnia 2014 r. i obowiązującym od dnia 19 grudnia 2014 r.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">▪ instalacją mikrogeneracji lub mikrotrigeneracji na potrzeby własne,▪ instalacją OZE w modernizowanych energetycznie budynkach (o ile wynika to z audytu energetycznego),▪ instalacją systemów chłodzących, w tym również z OZE. |
|---|

5.3. Regionalne Programy Operacyjne (RPO)

Kolejnym źródłem finansowania są Regionalne Programy Operacyjne (RPO). Zgodnie z Umową Partnerstwa na 16 regionalnych programów w latach 2014-2020 zostanie przeznaczonych 60% funduszy strukturalnych (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego i Europejski Fundusz Społeczny). Każde z województw dysponuje pewną częścią wszystkich dostępnych w programie środków finansowych i opracowuje swój Regionalny Program Operacyjny. Wśród proponowanych działań znajdują się też te dotyczące poprawy efektywności energetycznej w budownictwie. Beneficjenci, typ przedsięwzięcia oraz sposób finansowania ustalany jest indywidualnie dla każdego województwa, jednak w ramach określonych celów tematycznych i priorytetów inwestycyjnych.

Szczegółowa informacja dotycząca Regionalnych Programów Operacyjnych na lata 2014-2020 została przedstawiona w tabeli 11. Informacja obejmuje działania planowane w ramach priorytetu inwestycyjnego PI 4.III (wcześniej używana numeracja to PI 4.3), dotyczącego zwiększenia efektywności energetycznej budynków użyteczności publicznej i mieszkalnych wielorodzinnych. Nie jest jednak wykluczona realizacja projektów z omawianego zakresu w innym priorytecie inwestycyjnym, w tym w szczególności PI 4.II (promowanie efektywności energetycznej i korzystania z odnawialnych źródeł energii w przedsiębiorstwach) oraz PI 4.V (promowanie strategii niskoemisyjnych). Należy mieć jednak na uwadze, że projekty dotyczące efektywności energetycznej budynków w tych priorytetach inwestycyjnych będą, co do zasady, stanowić element większych przedsięwzięć wynikających z przeprowadzonych audytów energetycznych czy opracowanych strategii niskoemisyjnych, dlatego nie jest możliwe podanie tak szczegółowych informacji jak w przypadku PI 4.III.

Łączna kwota przewidziana na priorytet inwestycyjny 4III w latach 2014-2020 to 1 545 941 800 EUR. W ramach priorytetu realizowane będą zadania polegające na głębokiej kompleksowej modernizacji energetycznej budynków użyteczności publicznej oraz mieszkalnych wielorodzinnych wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne, w zakresie związanym m.in. z:

- ociepleniem obiektu, wymianą okien, drzwi zewnętrznych oraz oświetlenia na energooszczędne,
- przebudową systemów grzewczych (wraz z wymianą i przyłączeniem źródła ciepła), systemów wentylacji i klimatyzacji,
- budową lub modernizacją wewnętrznych instalacji odbiorczych oraz likwidacją dotychczasowych źródeł ciepła,
- wykorzystaniem technologii OZE w budynkach,
- instalacją systemów chłodzących, w tym również wykorzystujących energię pochodzącą z OZE.

Realizowane inwestycje mają wynikać z audytów energetycznych. Często projekty zakładają również budowę lub przebudowę jednostek wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w wysokosprawnej kogeneracji.

Tabela 10. Przedsięwzięcia w ramach poszczególnych RPO

Województwo	Cel interwencji w PI 4.III	Przewidywane kwoty wsparcia (wg kodów interwencji zgodnie z załącznikiem I Rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) nr 215/2014 z dnia 7 marca 2014 r.)			Przewidywany typ beneficjentów w PI 4.III	Główne typy przedsięwzięć w PI 4.III
		013 Renowacja infrastruktury publicznej celów efektywności energetycznej, projekty demonstracyjne i środki wsparcia	014 Renowacja istniejących budynków mieszkalnych dla celów efektywności energetycznej, projekty demonstracyjne i środki wsparcia	łącznie 013+014		
Dolnośląskie	Wspieranie efektywności energetycznej, inteligentnego zarządzania energią i wykorzystania odnawialnych źródeł energii w infrastrukturze publicznej, w tym w budynkach publicznych i w sektorze mieszkaniowym	101500000€	50072922 €	166 572 922€	Typ beneficjentów: - jednostki samorządu terytorialnego (JST), ich związki i stowarzyszenia; - podmioty publiczne, których właścicielem jest JST lub dla których podmiotem założycielskim jest JST; - jednostki organizacyjne JST; - spółdzielnie mieszkaniowe i wspólnoty mieszkaniowe; - towarzystwa budownictwa społecznego; - podmioty zarządzające instrumentami inżynierii finansowej.	Preferowane będą projekty: - kompleksowe, obejmujące istotny fragment gminy, czy powiatu, bądź cały ich obszar, w formie programów inicjowanych przez JST, obejmujących działania o charakterze prosumenckim, zmierzających do ograniczenia niskiej emisji oraz zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym; - wykorzystujące systemy zarządzania energią; - zgodne z planami dotyczącymi gospodarki niskoemisyjnej; - dotyczące głębokiej termomodernizacji.
	Wdrażanie strategii niskoemisyjnych (4e)		15000000 €		Typ beneficjentów: - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia; - jednostki organizacyjne jst; - jednostki sektora finansów publicznych, inne niż wymienione powyżej; - przedsiębiorcy będący zarządcami infrastruktury lub świadczący usługi w zakresie transportu zbiorowego na terenach miejskich i podmiejskich; - organizacje pozarządowe; - PGL Lasy Państwowe i jego jednostki organizacyjne; - podmiot wdrażający instrument finansowy.	Preferowane będą projekty: - w miastach powyżej 20 tys. mieszkańców; - poprawiające dostępność do obszarów koncentracji ludności i/lub aktywności gospodarczej, a także do rynku pracy i usług publicznych; - projekty multimodalne uwzględniające połączenie różnych nisko i zero emisyjnych środków transportu; - realizowane w miejscowościach uzdrowiskowych; - dotyczące zakupu taboru o alternatywnych źródłach zasilania - (elektryczne, gazowe, wodorowe, hybrydowe); - dotyczące systemów grzewczych opartych na paliwach inne niż stałe - wykorzystujące OZE; - realizowane w miejscowościach uzdrowiskowych; - wykorzystujące systemy zarządzania energią; - których efektem realizacji będzie redukcja emisji CO ₂ o więcej niż 30%; - w których wsparcie udzielane jest poprzez przedsiębiorstwa usług energetycznych (ESCO).

Kujawsko-Pomorskie	Zwiększenie efektywności energetycznej budynków użyteczności publicznej i wielorodzinnych budynków mieszkaniowych	60 476 294 €	25 918 411 €	86 394 705 €	<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - JST, ich związki i stowarzyszenia oraz samorządowe jednostki organizacyjne; - inne jednostki sektora finansów publicznych; - organizacje pozarządowe; - spółdzielnie mieszkaniowe oraz wspólnoty mieszkaniowe; - kościoły i związki wyznaniowe oraz osoby prawne kościołów i związków wyznaniowych. <p>Dopuszcza się realizację projektów w oparciu o umowę długoterminową, zawartą pomiędzy podmiotem publicznym a podmiotem prywatnym, której celem jest stworzenie składników infrastruktury umożliwiającej świadczenie usług o charakterze publicznym.</p>	<p>W ramach PI wspierane będą działania polegające na kompleksowej termomodernizacji budynków wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne. Zgodnie z przepisami prawa sektor publiczny pełnić ma wzorcową rolę w zakresie działań prowadzących do poprawy efektywności energetycznej, w związku z tym przewiduje się realizację znacznej części inwestycji w budynkach publicznych. Wsparcie przedsięwzięć polegających na przeprowadzeniu audytu energetycznego, kompleksowej termomodernizacji wraz z wykorzystaniem instalacji OZE i wymianą źródeł ciepła doprowadzi do znaczącej redukcji zużycia ciepła i energii elektrycznej. Przewidziane wsparcie jest niezbędne dla racjonalnego i sprawnego zarządzania administracyjnego w województwie uwidaczniającym się m.in. w racjonalnym i oszczędnym gospodarowaniu zasobami ekonomicznymi i środowiskowymi.</p>
Lubelskie	Poprawa efektywności energetycznej w budownictwie użyteczności publicznej i sektorze mieszkaniowym	95143470 €	22 617 544 €		<p>Do grup beneficjentów należą m.in.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia; - jednostki organizacyjne jednostek samorządu terytorialnego posiadające osobowość prawną; - jednostki naukowe; - szkoły wyższe; - spółki prawa handlowego, w których większość udziałów lub akcji posiadają jednostki, samorządu terytorialnego lub ich związki; - organizacje pozarządowe; - jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną; - spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe; - Towarzystwa Budownictwa Społecznego; - służby ratownicze i bezpieczeństwa publicznego; - podmioty zarządzające instrumentami finansowymi. 	<p>Realizacja celu oszczędności energii w sektorze publicznym i mieszkaniowym będzie obejmować wsparcie dla głębokiej termomodernizacji obiektów użyteczności publicznej, w tym będących w zasobie JST (m.in. szpitali, szkół) oraz budynków mieszkalnych, w tym zmiany wyposażenia tych obiektów w urządzenia o najwyższej, uzasadnionej ekonomicznie, klasie efektywności energetycznej (np. ocieplenie obiektów, wymiana drzwi i okien, modernizacja systemów grzewczych wraz z wymianą źródła ciepła, modernizacja systemów wentylacji, klimatyzacji). W ramach kompleksowej głębokiej termomodernizacji budynków wspierana będzie także generacja rozproszona, tj. budowa lokalnych, małych źródeł energii produkujących zarówno energię elektryczną, jak i ciepło na potrzeby lokalne, niewymagająca przesyłania jej na duże odległości oraz poprawa sprawności wytwarzania ciepła poprzez zmianę źródeł ciepła na jednostki wysokosprawnej kogeneracji.</p>
	Promowanie strategii niskoemisyjnych dla wszystkich rodzajów terytoriów, w szczególności dla obszarów miejskich, w tym wspieranie zrównoważonej multimodalnej mobilności miejskiej i działań adaptacyjnych mających oddziaływanie łagodzące na zmiany klimatu (4e)	13770238 €		131 531 252 €	<p>W ramach realizacji projektów wynikających z planów zrównoważonej mobilności miejskiej, planów gospodarki niskoemisyjnej i/lub strategii ZIT do głównych grup beneficjentów należą miasta o liczbie mieszkańców powyżej 30 tys. oraz obszary powiązane z nimi funkcjonalnie i działające na ich obszarze:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia, - jednostki organizacyjne jednostek samorządu terytorialnego posiadające osobowość prawną, - jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną, - podmioty świadczące usługi transportu publicznego na zlecenie jednostek samorządu terytorialnego i ich związków na terenie miast objętych działaniem wyłonione do świadczenia tych usług zgodnie z Prawem zamówień publicznych. <p>W ramach projektów wynikających z planów gospodarki niskoemisyjnej dla poszczególnych typów obszarów, do głównych grup beneficjentów należą:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia, - jednostki organizacyjne jednostek samorządu terytorialnego posiadające osobowość prawną, - jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną, 	<p>W zakresie wymiany źródeł ciepła wspierane będą inwestycje w instalacje o jak najmniejszej emisji CO₂, PM 10 oraz innych zanieczyszczeń powietrza. Wsparte projekty muszą skutkować redukcją CO₂ o co najmniej 30% w odniesieniu do istniejących instalacji. Projekty powinny być uzasadnione ekonomicznie i społecznie oraz przeciwdziałać ubóstwu energetycznemu. Priorytetowo będą wspierane projekty wykorzystujące odnawialne źródła energii. Wsparcie będzie uwarunkowane wykonaniem inwestycji zwiększających efektywność energetyczną i ograniczających zapotrzebowanie na energię w budynkach, w których wykorzystywana jest energia ze wspieranych urządzeń. W przypadku indywidualnych urządzeń do ogrzewania wykorzystujących paliwa stałe, Inwestycje w transport miejski muszą wynikać z przygotowanych przez samorządy planów, zawierających odniesienia do kwestii przechodzenia na bardziej ekologiczne i zrównoważone systemy transportowe w miastach. Funkcją takich dokumentów mogą pełnić plany dotyczące gospodarki niskoemisyjnej lub Strategii ZIT lub plany mobilności miejskiej.</p>

					<ul style="list-style-type: none"> - spółki prawa handlowego, w których większość udziałów lub akcji posiadają jednostki samorządu terytorialnego lub ich związki, - MŚP, - służby ratownicze i bezpieczeństwa publicznego. 	
Lubuskie	Racjonalizacja zużycia energii w sektorze publicznym i mieszkaniowym	27 441 473 €	11 760 631 €	39 202 104 €	<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego (JST), ich związki, stowarzyszenia i porozumienia oraz podmioty publiczne, których właścicielem jest JST lub dla których podmiotem założycielskim jest JST; - właściciele/zarządcy budynków mieszkaniowych. 	<p>W ramach programu realizowana będzie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kompleksowa termomodernizacja budynków użyteczności publicznej; - kompleksowa termomodernizacja budynków mieszkalnych; - wykorzystanie instalacji OZE w przypadku termomodernizacji budynków.
Łódzkie	Poprawa efektywności energetycznej w sektorze publicznym i w sektorze budownictwa mieszkaniowego	89079306 €	32385196 €	213 703 958 €	<ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, związki, porozumienia i stowarzyszenia JST; - jednostki organizacyjne JST posiadające osobowość prawną; - jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną; - jednostki naukowe; - szkoły wyższe; - osoby prawne i fizyczne będące organami prowadzącymi szkoły i placówki; - spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, TBS; - podmioty lecznicze; - instytucje kultury; - kościoły i związki wyznaniowe oraz osoby prawne kościołów i związków wyznaniowych; - organizacje pozarządowe; - PGL Lasy Państwowe i jego jednostki organizacyjne. 	<p>W ramach programu realizowana będzie kompleksowa termomodernizacji budynków użyteczności publicznej lub budynków mieszkalnych (części wspólnych wielorodzinnych budynków mieszkalnych) wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne (m.in. ocieplenie obiektu, wymiana okien, drzwi zewnętrznych oraz oświetlenia na energooszczędne, przebudowa systemów grzewczych wraz z wymianą i podłączeniem do źródła ciepła), modernizacja systemów wentylacji i klimatyzacji, instalacja OZE w termomodernizowanych budynkach. W ramach przedsięwzięcia możliwa będzie wymiana źródła ciepła z opartego na paliwach konwencjonalnych przede wszystkim na źródła ciepła wytwarzające energię ze źródeł odnawialnych bądź na przyłącza sieciowe. Realizowane inwestycje będą wynikać z audytów energetycznych.</p>
	Lepsza jakość powietrza (4e)	34486536€			<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, związki, porozumienia i stowarzyszenia jst, - jednostki organizacyjne jst posiadające osobowość prawną, - przedsiębiorcy, - organizacje pozarządowe, - jednostki naukowe, placówki oświatowe, szkoły wyższe, - spółdzielnie, wspólnoty mieszkaniowe, TBS. 	<p>W ramach programu realizowana będą:</p> <ul style="list-style-type: none"> - inwestycje w zakresie budownictwa o znacznie podwyższonych parametrach energetycznych, polegające na projektach pilotażowych, demonstracyjnych dotyczących budynków użyteczności publicznej, - inwestycje w ramach modernizacji źródeł ciepła (kompleksowa wymiana lub renowacja), rozbudowy systemów zaopatrzenia w ciepło oraz doprowadzenia źródeł ciepła do budownictwa jednorodzinnego i wielorodzinnego oraz budynków użyteczności publicznej. Zastosowanie pieców węglowych nie będzie przedmiotem dofinansowania, - inwestycje w zakresie oświetlenia publicznego z wykorzystaniem urządzeń energooszczędnych i ekologicznych jako element szerszego projektu infrastrukturalnego.

	Przywrócenie lub nadanie funkcji społecznych i gospodarczych na terenach zdegradowanych (9b)	28392321€	29 360 599 €		<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, związki, porozumienia i stowarzyszenia jst, - jednostki organizacyjne jst posiadające osobowość prawną, - jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną, - organy administracji rządowej oraz ich jednostki podległe, - organizacje pozarządowe - kościoły, związki wyznaniowe oraz osoby prawne kościołów i związków wyznaniowych, - instytucje kultury, - spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, TBS, - LGD, - szkoły wyższe, - jednostki naukowe, - przedsiębiorcy. 	<p>W ramach programu realizowana będą:</p> <ul style="list-style-type: none"> - renowacja, adaptacja budynków, obiektów, terenów i przestrzeni prowadząca do przywrócenia lub nadania nowych funkcji, wraz z możliwością zakupu sprzętu i wyposażenia niezbędnego do realizacji celu interwencji 9b, - rewitalizacja tkanki mieszkaniowej w ramach części wspólnych wielorodzinnych budynków, w tym termomodernizacja budynków mieszkalnych (jako element szerszego projektu). <p>Wspierane będą przedsięwzięcia, wynikające z kompleksowych, wieloletnich programów rewitalizacji opracowanych w oparciu o krajowe ramy dla działań rewitalizacyjnych oraz lokalnych programów rewitalizacji lub dokumentów równoważnych, np. Strategii ZIT.</p> <p>Zakłada się preferencje dla projektów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - komplementarnych z projektami realizowanymi z EFS, - przedsięwzięć infrastrukturalnych o mniejszej skali, uzupełniających inwestycje w zakresie rewitalizacji w ramach innych CT finansowanych w ramach RPO WŁ na lata 2014-2020, - projektów przyczyniających się do zmniejszenia zużycia energii w rewitalizowanych obiektach.
Małopolskie	Głównym celem interwencji realizowanej w ramach priorytetu inwestycyjnego jest zwiększenie efektywności energetycznej oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii w sektorze mieszkaniowym i użyteczności publicznej	70000000€	26000000€	96 000 000€	<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia; - jednostki organizacyjne JST posiadające osobowość prawną; - jednostki naukowe; - uczelnie; - spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe; - instytucje kultury; - podmioty lecznicze działające w publicznym systemie ochrony zdrowia; - organizacje pozarządowe; - kościoły i związki wyznaniowe oraz osoby prawne kościołów i związków wyznaniowych. 	<p>W ramach działań skierowanych do sektora mieszkaniowego i użyteczności publicznej realizacja będzie koncentrowała się na kompleksowej termomodernizacji budynków wraz z wykorzystaniem instalacji OZE. Kluczowym aspektem realizacji takich projektów będzie uzyskanie założonego efektu ekologicznego w postaci ilości zaoszczędzonej energii w odniesieniu do planowanych nakładów finansowych.</p> <p>W związku z czym wstępnym warunkiem rozpoczęcia takich inwestycji powinno być przeprowadzenie audytu energetycznego, opracowanie programów energooszczędnościowych, analizy opłacalności działań a następnie kompleksowa termomodernizacja, obejmująca swoim zakresem m.in.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ocieplenie obiektu, wymianę okien, drzwi zewnętrznych oraz wymianę oświetlenia na energooszczędne; - przebudowę systemów grzewczych (wraz z wymianą i przyłączeniem źródła ciepła), systemów wentylacji i klimatyzacji, zastosowanie automatyki pogodowej i systemów zarządzania budynkiem; - budowę lub modernizację wewnętrznych instalacji odbiorczych oraz likwidację dotychczasowych źródeł ciepła; - instalację mikrogeneracji lub mikrotrigeneracji na potrzeby własne, - wykorzystanie technologii OZE w budynkach; - instalację systemów chłodzących, w tym również z OZE.

Mazowieckie	<p>Głównym celem działania jest wspieranie interwencji zwiększających efektywność energetyczną, także poprzez wykorzystanie udziału odnawialnych źródeł energii w budynkach użyteczności publicznej i mieszkalnych, a także wsparcie sektora MŚP w zakresie zmniejszenia strat energii, ciepła i wody</p>	48731628€	20847340€	69 578 968 €	<p>Do grup beneficjentów należą m.in.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia; - jednostki organizacyjne jednostek samorządu terytorialnego posiadające osobowość prawną; - podmioty wykonujące usługi publiczne na zlecenie jednostek samorządu terytorialnego, w których większość udziałów lub akcji posiada samorząd; - administracja rządowa; - spółki prawa handlowego, w których większość udziałów lub akcji posiadają jednostki samorządu terytorialnego lub ich związki; - podmioty wybrane w drodze ustawy z dnia 29 stycznia 2004r. Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2015r. poz. 2164) wykonujące usługi publiczne na podstawie obowiązującej umowy zawartej z jednostką samorządu terytorialnego na świadczenie usług z danej dziedziny; - małe i średnie przedsiębiorstwa; - dostawcy usług energetycznych; - przedsiębiorstwa energetyczne prowadzące działalność gospodarczą w zakresie wytwarzania, przetwarzania, magazynowania, przesyłania, dystrybucji paliw albo energii lub obrotu nimi; - Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe i jego jednostki organizacyjne; - instytucje kultury; - instytucje naukowe; - szkoły wyższe; - spółdzielnie mieszkaniowe, wspólnoty mieszkaniowe, TBS-y; - kościoły i związki wyznaniowe oraz osoby prawne kościołów i związków wyznaniowych; - organizacje pozarządowe; - podmioty odpowiedzialne ze realizacją działań naprawczych określonych w programach ochrony powietrza oraz planach działań krótkoterminowych. <p>Przedsięwzięcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wsparcie kompleksowej termomodernizacji budynków użyteczności publicznej i budynków mieszkalnych; - zmniejszenie energochłonności małych i średnich przedsiębiorstw; - budowa lub przebudowa jednostek wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w wysokosprawnej kogeneracji.
Opolskie	<p>Zmniejszenie energochłonności sektora publicznego oraz mieszkalnictwa</p>	17400000€	4 100 000 €	21 500 000€	<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki, porozumienia i stowarzyszenia; - jednostki organizacyjne jednostek samorządu terytorialnego; - jednostki sektora finansów publicznych; - jednostki naukowe; - szkoły wyższe; - przedsiębiorstwa; - kościoły i związki wyznaniowe oraz osoby prawne kościołów i związków wyznaniowych; - organizacje pozarządowe; - pośrednicy finansowi charakteryzujący się odpowiednim doświadczeniem oraz potencjałem administracyjnym. <p>Przedsięwzięcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kompleksowa energetyczna termomodernizacja budynków użyteczności publicznej wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne; - audyty energetyczne dla sektora publicznego jako element kompleksowy projektu; - dokapitalizowanie funduszy pożyczkowych; - dokapitalizowanie innych publicznych instytucji finansowych oferujących zwrotne instrumenty finansowe.

Podkarpackie	Poprawa efektywności energetycznej w sektorze mieszkaniowym i budynkach użyteczności publicznej	64898653 €	60667080€	143 191 674 €	<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia - podmioty w których większość udziałów lub akcji posiadają jednostki samorządu terytorialnego lub ich związki i stowarzyszenia - jednostki sektora finansów publicznych - spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, TBS - organizacje pozarządowe - podmioty wykonujące działalność leczniczą, w rozumieniu ustawy o działalności leczniczej 	<p>Przedsięwzięcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kompleksowa termomodernizacja budynków użyteczności publicznej wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne - kompleksowa modernizacja energetyczna budynków mieszkaniowych (wielorodzinnych budynków mieszkalnych) wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne - wprowadzenie systemów zarządzania energią (np. smart metering) jako element kompleksowy projektu
	Promowanie strategii niskoemisyjnych dla wszystkich rodzajów terytoriów, w szczególności dla obszarów miejskich, w tym wspieranie zrównoważonej multimodalnej mobilności miejskiej i działań adaptacyjnych mających oddziaływanie łagodzące na zmiany klimatu (4e)	17625941€			<p>- jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia</p> <p>- podmioty w których większość udziałów lub akcji posiadają jednostki samorządu terytorialnego lub ich związki i stowarzyszenia</p> <p>- jednostki sektora finansów publicznych</p> <p>☑ przedsiębiorstwa</p> <p>- organizacje pozarządowe</p> <p>- spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, TBS</p> <p>- porozumienia podmiotów wyżej wymienionych, reprezentowane przez lidera</p>	<p>Przedsięwzięcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wymiana lub modernizacja źródeł ciepła (kryterium wsparcia – przekroczenia pyłu PM10, PM2,5, benzo(a)pirenu) - zmniejszenie strat energii w dystrybucji ciepła w tym z OZE - rozwój sieci ciepłowniczej - realizacja zintegrowanych strategii zrównoważenia energetycznego dla obszarów miejskich, w tym publicznych systemów oświetleniowych - wsparcie dla projektów mogących wynikać z planów gospodarki niskoemisyjnej/ programów ograniczenia niskiej emisji dla poszczególnych typów obszarów miast i niekwalifikujących się do dofinansowania w ramach innego PI np. działania dotyczące oszczędności energii, inwestycje w zakresie budownictwa pasywnego
Podlaskie	Wdrożenie programów oszczędnego gospodarowania energią, w tym działań termomodernizacyjnych	22 500 000 €	45 000 000 €	67 500 000 €	<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - spółdzielnie mieszkaniowe i ich związki, wspólnoty mieszkaniowe; - towarzystwa budownictwa społecznego (TBS); - podmioty sprawujące zarząd nieruchomościami mieszkalnymi. Natomiast projekty dotyczące budynków użyteczności publicznej realizowane będą m.in. przez: - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia; - jednostki organizacyjne jednostek samorządu terytorialnego posiadające osobowość prawną; - podmioty, w których większość udziałów lub akcji posiadają jednostki samorządu terytorialnego lub ich związki i stowarzyszenia; - podmioty działające w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego; - jednostki naukowe, szkoły wyższe; - kościoły i związki wyznaniowe. 	<p>W celu podniesienia efektywności energetycznej niezbędna będzie kompleksowa termomodernizacja budynków mieszkalnych i budynków użyteczności publicznej wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne w zakresie związanym m.in. z ociepleniem obiektu, wymianą okien, drzwi zewnętrznych oraz oświetlenia. Planowane są inwestycje polegające na przebudowie systemów grzewczych wraz z wymianą i podłączeniem do źródła ciepła, systemów wentylacji i klimatyzacji, systemów wodno-kanalizacyjnych. Zgodnie z ideą energetyki prosumenckiej promowane będzie zastosowanie instalacji OZE w termomodernizowanych budynkach. Będzie istniała możliwość dofinansowania instalacji systemów chłodzących, w tym również z OZE. Wykorzystanie instalacji OZE musi być w pełni uzasadnione potrzebami energetycznymi obiektu, a jedynie niewykorzystana część energii elektrycznej może być oddawana do sieci dystrybucyjnej.</p>

Pomorskie	Poprawa efektywności energetycznej budynków użyteczności publicznej i mieszkaniowych oraz systemów oświetlenia zewnętrznego	110377399€	27943630€	152 507 795 €	Typ beneficjentów: - jednostki samorządu terytorialnego i ich jednostki organizacyjne; - związki i stowarzyszenia jednostek samorządu terytorialnego; - jednostki administracji rządowej; - inne jednostki sektora finansów publicznych; - jednostki naukowe; - instytucje edukacyjne, szkoły wyższe; - organizacje pozarządowe; - kościoły i związki wyznaniowe; - przedsiębiorcy; - instytucje finansowe.	Wspierane będą inwestycje podnoszące efektywność energetyczną budynków użyteczności publicznej, w tym przedsięwzięcia termomodernizacyjne. Możliwa będzie także poprawa efektywności energetycznej budynków mieszkalnych. W ramach kompleksowych projektów przewiduje się termomodernizację energetyczną budynku wraz z wykorzystaniem instalacji OZE i wymianą źródła ciepła. Zakres prac musi wynikać z przeprowadzonej uprzednio analizy możliwych rozwiązań w ramach sporządzonego audytu energetycznego, a wybrany wariant realizacyjny musi uwzględniać kryterium kosztowe odnoszące się do efektu ekologicznego (np. redukcji emisji gazów cieplarnianych) w stosunku do nakładów finansowych.
	Zwiększona sprawność funkcjonowania komunalnej infrastruktury energetycznej (4e)	14186766			- Jednostki samorządu terytorialnego i ich jednostki organizacyjne, -związki i stowarzyszenia jednostek samorządu terytorialnego, -jednostki administracji rządowej, -inne jednostki sektora finansów publicznych, -organizacje pozarządowe, -jednostki naukowe, -instytucje edukacyjne, -szkoły wyższe, -przedsiębiorcy.	W zakresie scentralizowanych systemów ciepłowniczych (w tym źródeł ciepła) preferowane będą przedsięwzięcia: 1) realizowane w gminach, w których stwierdzono przekroczenia standardów jakości powietrza, 2) zapewniające największy efekt ekologiczny (m.in. redukcję emisji gazów cieplarnianych) w stosunku do nakładów finansowych, 3) wykorzystujące innowacyjne rozwiązania w zakresie zastosowanych urządzeń i systemów, np. projekty stanowiące element „wyspy energetycznej” bądź wykorzystujące wysokosprawną kogenerację, 4) realizowane z udziałem kapitału prywatnego, 5) o możliwie jak największym zasięgu oddziaływania, 6) uzgodnione w ramach ZPT.
Śląskie	Przeciwdziałanie niekorzystnym zmianom klimatu oraz poprawa konkurencyjności regionalnej gospodarki, poprzez zwiększenie udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w stosunku do energii ze źródeł konwencjonalnych. Zmniejszenie energochłonności infrastruktury publicznej i sektora mieszkaniowego, Poprawa jakości powietrza w regionie.	91003577 €	90834827€	231 838 404€	Typ beneficjentów: - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia; - podmioty, w których większość udziałów lub akcji posiadają jednostki samorządu terytorialnego lub ich związki i stowarzyszenia; - jednostki zaliczane do sektora finansów publicznych (nie wymienione wyżej); - podmioty wykonujące działalność leczniczą, w rozumieniu ustawy o działalności leczniczej, posiadające osobowość prawną lub zdolność prawną; - szkoły wyższe; - organizacje pozarządowe; - spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe; - towarzystwa budownictwa społecznego; - porozumienia podmiotów wymienionych wyżej reprezentowane przez lidera; - podmioty działające w oparciu o umowę/porozumienie w ramach partnerstwa publiczno prywatnego (tzw. projekty hybrydowe).	W ramach priorytetu inwestycyjnego 4.3, wspierane będą działania polegające na termomodernizacji w budynkach użyteczności publicznej i budynkach mieszkalnych wraz z budową i przebudową infrastruktury służącej do produkcji i dystrybucji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w termomodernizowanych budynkach i/lub likwidacji „niskiej emisji” poprzez wymianę/modernizację indywidualnych źródeł ciepła.
	Zwiększona atrakcyjność transportu publicznego dla pasażerów (4e)	50000000€			Typ beneficjentów: -jednostki samorządu terytorialnego oraz ich związki, których statutowym zadaniem jest wykonywanie ustawowych zadań jednostek samorządu terytorialnego w zakresie transportu publicznego; -podmioty działające na zlecenie jednostek samorządu terytorialnego i ich związków, realizujące zadania z zakresu transportu publicznego,	Typy przedsięwzięć • Budowa, przebudowa liniowej i punktowej infrastruktury transportu zbiorowego (np. zintegrowane węzły przesiadkowe, drogi rowerowe, parkingi Park&Ride i Bike&Ride, bus pasy). • Wdrażanie inteligentnych systemów transportowych (ITS). • Zakup taboru autobusowego i tramwajowego

				wybrane zgodnie z prawem zamówień publicznych; -podmioty, w których większość udziałów posiada jednostka samorządu terytorialnego lub związek JST, realizujące na podstawie statutu zadania publiczne z zakresu transportu publicznego; -porozumienia w/w podmiotów.	<ul style="list-style-type: none"> na potrzeby transportu publicznego wraz z budową infrastruktury. Budowa i przebudowa liniowej infrastruktury tramwajowej. Poprawa efektywności energetycznej oświetlenia. 	
Świętokrzyskie	Wspieranie efektywności energetycznej, inteligentnego zarządzania energią i wykorzystywania odnawialnych źródeł energii w infrastrukturze publicznej, w tym w budynkach publicznych i w sektorze mieszkaniowym	54 754 121 €	10 279 853 €	87 886 445 €	<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego; - spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe; - związki i stowarzyszenia JST, TBS; - samorządowe jednostki organizacyjne posiadające osobowość prawną, uczelnie, inne podmioty prowadzące działalność w sferze usług publicznych w różnych formach organizacyjnych, posiadających osobowość prawną np. fundacje i stowarzyszenia, policja, podmioty lecznicze wykonujące na terenie województwa świętokrzyskiego działalność leczniczą finansowaną ze środków publicznych; - samorządowe osoby prawne; - jednostki ochotniczej i Państwowej Straży Pożarnej. 	Projekty, dotyczące kompleksowej termomodernizacji budynków publicznych (z wyłączeniem jednostek podległych administracji centralnej) oraz mieszkalnych wchodzących w skład zasobu mieszkaniowego gminy wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne, w zakresie związanym m.in. z: ociepleniem obiektu, wymianą okien, drzwi zewnętrznych oraz oświetlenia na energooszczędne, przebudową systemów grzewczych (wraz z wymianą źródła ciepła – likwidacja pieców grzewczych na opał stały), systemów wentylacji i klimatyzacji, systemów wodno-kanalizacyjnych, instalacją OZE w termomodernizowanych budynkach, instalacją systemów chłodzących, w tym również z OZE, instalowaniem urządzeń energooszczędnych najnowszej generacji (np. kolektory słoneczne).
	Promowanie strategii niskoemisyjnych dla wszystkich rodzajów terytoriów, w szczególności dla obszarów miejskich, w tym wspieranie zrównoważonej multimodalnej mobilności miejskiej i działań adaptacyjnych mających oddziaływanie łagodzące na zmiany klimatu (4e)	22 852 471 €			<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> -jednostki samorządu terytorialnego, -przedsiębiorstwa duże, średnie, małe, mikro świadczące usługi publiczne na terenie województwa Świętokrzyskiego, -partnerzy społeczni i gospodarzy działający na terenie województwa świętokrzyskiego, -organizacje pozarządowe (NGO), -samorządowe osoby prawne, -instytucje otoczenia biznesu, -uczelnie, -państwowe jednostki budżetowe, -instytucje kultury 	Dofinansowanie znajdują projekty, realizujące założenia planów niskoemisyjnych dla poszczególnych obszarów. Wsparcie dla projektów powinny wynikać z zapisów planów gospodarki niskoemisyjnej dla poszczególnych typów obszarów i niekwalifikujących się do dofinansowania w ramach innego PI np. <ol style="list-style-type: none"> 1. modernizacja oświetlenia ulicznego (ulic placów, terenów publicznych) na energooszczędne, 2. budowa lub modernizacja sieci ciepłowniczej, 3. wymiana źródeł ciepła, 4. mikrokogeneracja, 5. działania informacyjno-promocyjne dotyczące np. oszczędności energii, 6. kampanie promujące: <ul style="list-style-type: none"> - budownictwo zeroemisyjne, - inwestycje w zakresie budownictwa pasywnego.
Warmińsko-Mazurskie	Wzrost efektywności energetycznej budynków mieszkalnych oraz użyteczności publicznej	35 659 567 €	15 282 672 €	50 942 239 €	<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia; - jednostki organizacyjne jednostek samorządu terytorialnego; - jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną; - samodzielne publiczne zakłady opieki zdrowotnej (tj. działające w publicznym systemie ochrony zdrowia), dla których podmiotem założycielskim jest/są JST; - przedsiębiorstwa (tylko podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego); - spółdzielnie mieszkaniowe/wspólnoty mieszkaniowe; 	<p>Przedsięwzięcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kompleksowa termomodernizacja budynków użyteczności publicznej/części wspólnych wielorodzinnych budynków mieszkalnych wraz z wymianą wyposażenia tych obiektów na energooszczędne (m.in. ocieplenie budynku, wymiana okien i drzwi zewnętrznych oraz oświetlenia na energooszczędne), przebudowa systemów grzewczych (wraz z wymianą i podłączeniem do źródła ciepła), przebudowa systemów wentylacji i klimatyzacji, instalacja OZE, instalacja systemów chłodzących, w tym również OZE); - audyty energetyczne dla sektora mieszkaniowego i publicznego (wyłącznie jako element projektów kompleksowej termomodernizacji, opisanych powyżej); - instalacja inteligentnych systemów zarządzania energią w budynkach użyteczności publicznej/budynkach mieszkaniowych w oparciu m.in. o technologie TIK (wyłącznie jako element projektów kompleksowej termomodernizacji, opisanych powyżej).

Wielkopolskie	Zmniejszenie energochłonności sektorów mieszkaniowego i publicznego	600600000€	309400000€	91 000 000€	<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - spółdzielnie mieszkaniowe oraz wspólnoty mieszkaniowe; - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki oraz jednostki organizacyjne; - podmioty posiadające osobowość prawną, w tym podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego; - podmioty działające na podstawie umowy o partnerstwie publiczno - prywatnym. 	<p>Przedsięwzięcia:</p> <p>termomodernizacja budynków oraz wymiana wyposażenia tych obiektów na energooszczędne, projekty modernizacji infrastruktury ciepłowniczej i energetycznej w termomodernizowanych budynkach, a także podłączanie budynków do sieci, instalacje OZE w termomodernizowanych budynkach.</p>
	Zmniejszenie energochłonności budynków publicznych i mieszkaniowych	20576416 €	20 000 000 €	47 576 416€	<p>Typ beneficjentów:</p> <p>w zakresie typu 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia; - jednostki organizacyjne JST; - osoby prawne JST, partnerstwa wymienionych podmiotów. <p>w zakresie typu 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia; - jednostki organizacyjne JST, TBS; - wspólnoty mieszkaniowe, spółdzielnie mieszkaniowe; - organizacje pozarządowe; - partnerstwa wymienionych podmiotów. 	<p>Przedsięwzięcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kompleksowa termomodernizacja budynków użyteczności publicznej, publicznej która będzie realizowana na podstawie wcześniej przeprowadzonych audytów energetycznych, - kompleksowa termomodernizacja wielorodzinnych budynków mieszkaniowych.
Zachodniopomorskie	Promowanie strategii niskoemisyjnych dla wszystkich rodzajów terytoriów, w szczególności dla obszarów miejskich, w tym wspieranie zrównoważonej multimodalnej mobilności miejskiej i działań adaptacyjnych mających oddziaływanie łagodzące na zmiany klimatu (4e)	7000000€			<p>Typ beneficjentów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - przedsiębiorstwa świadczące usługi publicznego transport zbiorowego, -jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia, -jednostki organizacyjne jst, -organizacje pozarządowe, -zarządcy infrastruktury kolejowej, -państwowe jednostki budżetowe, -przedsiębiorstwa. 	<p>Przedsięwzięcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> -budowa, przebudowa obiektów/systemu infrastruktury zintegrowanego systemu transportu publicznego w celu ograniczenia ruchu drogowego w centrach miast. -projekty zwiększające świadomość ekologiczną. -zakup lub modernizacja taboru transportu miejskiego

Łącznie	kat. 013	kat. 014	013+014
	1 157 919 117€	539 010 705€	1 696 929 822€

5.4. Fundusz Termomodernizacji i Remontów [38]

Zasady otrzymania dofinansowania ze środków Funduszu Termomodernizacji i Remontów określa *ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów* [14].

Program remontów i termomodernizacji budynków mieszkalnych ma na celu poprawę stanu technicznego istniejącego zasobu mieszkaniowego, w szczególności zaś części wspólnych budynków wielorodzinnych. Podstawowym celem jest finansowa pomoc Inwestorom realizującym przedsięwzięcia termomodernizacyjne, remontowe lub remonty istniejących budynków mieszkalnych jednorodzinnych z udziałem kredytów zaciąganych w bankach komercyjnych. Pomoc ta zwana odpowiednio: „premią termomodernizacyjną”, „premią remontową”, „premią kompensacyjną” stanowi spłatę części zaciągniętego kredytu na realizację przedsięwzięcia lub remontu. Poniżej przedstawiono dane liczbowe Funduszu opracowane przez Bank Gospodarstwa Krajowego.

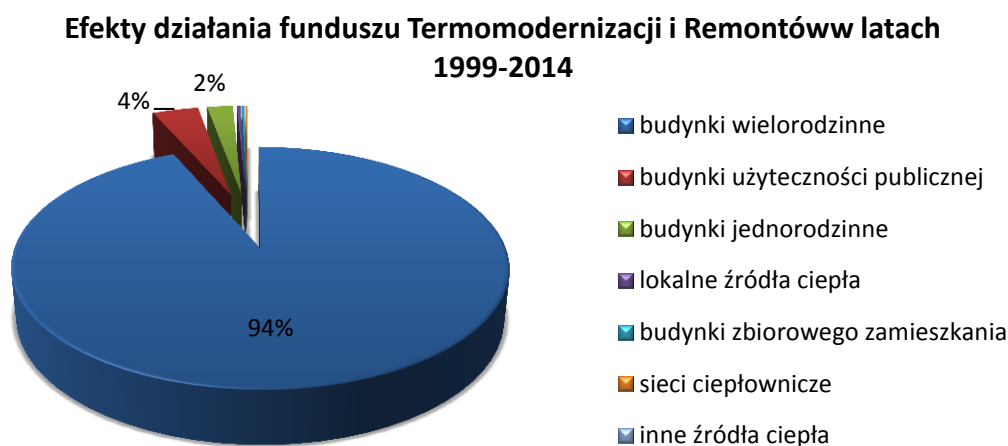
Tabela 12. Fundusz Termomodernizacji i Remontów

Rodzaj premii	Fundusz Termomodernizacji i Remontów
Cel	Celem programu jest pomoc finansowa dla inwestorów realizujących przedsięwzięcia termomodernizacyjne, remontowe lub remonty budynków mieszkalnych jednorodzinnych z udziałem kredytów zaciąganych w bankach komercyjnych (premia termomodernizacyjna, remontowa, kompensacyjna).
Budżet/ źródła finansowania	Na dzień 22 grudnia 2014 r. BGK posiadał w ramach limitów dla premii termomodernizacyjnej – 191 800 tys., dla premii remontowej – 46 500 tys. zł, dla premii kompensacyjnej – 16 100 tys. zł. Źródła finansowania: 1) środki przekazywane z budżetu państwa w wysokości określonej corocznie w ustawie budżetowej; 2) odsetki od lokat środków funduszu w bankach; 3) wpływy z inwestycji środków funduszu w papiery wartościowe; 4) darowizny i zapisy; 5) inne wpływy.
Okres wdrażania	Początek: 2009 r. Koniec: fundusz ma charakter systemowy i obowiązujące przepisy nie regulują czasu zakończenia jego działania.
Beneficjenci	O premię termomodernizacyjną mogą się ubiegać właściciele lub zarządcy: <ul style="list-style-type: none"> ▪ budynków mieszkalnych; ▪ budynków zamieszkania zbiorowego; ▪ budynków użyteczności publicznej stanowiących własność jednostek samorządu terytorialnego i wykorzystywanych przez nie do wykonywania zadań publicznych; ▪ lokalnej sieci ciepłowniczej; ▪ lokalnego źródła ciepła. Z premii mogą korzystać Inwestorzy, bez względu na status prawny, a więc np.: osoby prawne (np. spółdzielnie mieszkaniowe i spółki prawa handlowego), jednostki samorządu terytorialnego, wspólnoty mieszkaniowe, osoby fizyczne, w tym właściciele domów jednorodzinnych. Premia nie przysługuje jednostkom budżetowym i zakładom budżetowym.
Opis	Szczegółowy sposób dofinansowania w ramach każdej z premii określa ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów. Premia termomodernizacyjna przysługuje w przypadku realizacji przedsięwzięć, których celem jest: <ul style="list-style-type: none"> ▪ zmniejszenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i podgrzewania wody użytkowej w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego oraz budynkach stanowiących własność jednostek samorządu terytorialnego, które służą do wykonywania przez nie zadań publicznych, ▪ zmniejszenie kosztów pozyskania ciepła dostarczanego

do ww. budynków - w wyniku wykonania przyłącza technicznego do scentralizowanego źródła ciepła w związku z likwidacją lokalnego źródła ciepła,

- zmniejszenie strat energii pierwotnej w lokalnych sieciach ciepłowniczych oraz zasilających je lokalnych źródłach ciepła,
- całkowita lub częściowa zamiana źródeł energii na źródła odnawialne lub zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji - z obowiązkiem uzyskania określonych w ustawie oszczędności w zużyciu energii.

Efekty działania funduszu w latach 1999-2014 zostały zamieszczone poniżej [38].



Wykres. 4. Struktura wniosków w latach 1999-2014

W latach 1999 – 2014 łączna liczba wniosków wynosiła 35 044, w tym wnioski, które dotyczyły:

- budynków wielorodzinnych – 32 756 szt.,
- budynków użyteczności publicznej – 1296 szt.,
- budynków jednorodzinnych – 731 szt.,
- lokalnych źródeł ciepła – 106 szt.,
- budynków zbiorowego zamieszkania – 96 szt.,
- sieci ciepłowniczej – 53 szt.,
- innych źródeł ciepła – 6 szt.

Warunkiem uzyskania premii termomodernizacyjnej jest osiągnięcie jednego z poniższych celów w zakresie oszczędności w zużyciu energii:

- zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię dostarczaną na potrzeby ogrzewania i podgrzewania wody użytkowej oraz ogrzewania co najmniej o:
 - 10% w budynkach, w których modernizuje się wyłącznie system grzewczy,
 - 15% w budynkach, w których po 1984 r. przeprowadzono modernizację systemu grzewczego,
 - 25% w pozostałych budynkach,
- zmniejszenie rocznych strat energii co najmniej o 25%,
- zmniejszenie rocznych kosztów pozyskania ciepła co najmniej o 20%,
- lub zamiana źródła energii na źródło odnawialne lub zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji.

W odniesieniu do przedstawionych w dalszej treści dokumentu źródeł finansowania, Fundusz Termomodernizacji i Remontów od początku istnienia do 31 grudnia 2014 r. został zasilony kwotą około 1 885 mln zł.

5.5. Partnerstwo Publiczno-Prywatne (PPP)

W ramach porozumień dotyczących partnerstwa publiczno- prywatnego podmioty z sektora publicznego i sektora prywatnego wspólnie realizują projekty związane z budową infrastruktury publicznej, w zakresie m.in. termomodernizacji budynków użyteczności publicznej. Partnerstwo to polega na przekazaniu podmiotowi prywatnemu realizacji zadania o charakterze publicznym.

Zasady współpracy podmiotu publicznego i partnera prywatnego w ramach partnerstwa publiczno- prywatnego reguluje ustawa z dnia 19 grudnia 2008 r. o partnerstwie publiczno- prywatnym (Dz. U. z 2015 r. poz. 696, z późn. zm.). Zgodnie z jej brzmieniem, przedmiotem PPP jest wspólna realizacja przedsięwzięcia, oparta na podziale zadań i ryzyk pomiędzy podmiotem publicznym i partnerem prywatnym. Zawierając umowę o partnerstwie publiczno- prywatnym, partner prywatny zobowiązuje się do realizacji przedsięwzięcia za wynagrodzeniem oraz do poniesienia w całości albo w części wydatków na jego realizację. Podmiot publiczny zobowiązuje się natomiast do współdziałania w osiągnięciu celu tego przedsięwzięcia. PPP nie stanowi natomiast przekazania obowiązków organów administracji sektorowi prywatnemu

Jednocześnie istnieje możliwość realizacji projektów hybrydowych polegających na łączeniu PPP z funduszami Unii Europejskiej. Przykładem takiej inwestycji może być kompleksowa termomodernizacja budynków oświatowych Gminy Świdnica.

5.6. Inne, wybrane źródła dofinansowania, w tym banki komercyjne


Wkład banków komercyjnych w poprawę efektywności energetycznej istniejących zasobów budowlanych opiera się głównie na udzielaniu kredytów na konkretne działania dla różnych grup inwestorów. Zachętę mają stanowić preferencyjne warunki spłaty kredytu. Możliwe jest też uzyskanie wsparcia finansowego przy udziale tzw. inwestora zastępczego, którym może być wyspecjalizowane przedsiębiorstwo wykonujące określone prace z omawianego zakresu. Idea ta łączy udzielenie odpowiedniego wsparcia technicznego z zapewnieniem środków finansowych potrzebnych do realizacji przedsięwzięcia. Dodatkową zachętę stanowi możliwość spłaty zobowiązania wobec trzeciej strony z oszczędności uzyskanych w wyniku obniżenia kosztów zużycia energii uzyskanych dzięki przeprowadzonej inwestycji. Szczegółowe zasady udzielania wsparcia określone są przez instytucje będące źródłem dofinansowania.

5.7. Łączne zestawienie źródeł finansowania (za wyjątkiem Regionalnych Programów Operacyjnych)

W tabeli 14 przedstawiono dostępność środków finansowych w ramach poszczególnych programów (za wyjątkiem Regionalnych Programów Operacyjnych) omówionych w tym rozdziale poradnika.

Tabela 13. Podział dostępności środków finansowych w ramach poszczególnych programów, w podziale na rodzaj budynku, grupy beneficjentów i czy budynek jest istniejący, czy projektowany

Program	Stan budynku		Rodzaj budynku		Grupy beneficjentów													
	Nowo budowany	Istniejący	Mieszkalny	Użyteczności publicznej	Osoby fizyczne	Wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe	Jednostki sektora finansów publicznych	Jednostki samorządu terytorialnego oraz ich związki	Podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji zadań własnych jednostek samorządu terytorialnego nie będące przedsiębiorcami	Uczelnie w rozumieniu ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym oraz instytuty badawcze	Przedsiębiorstwa			Samodzielne publiczne zakłady opieki zdrowotnej, podmioty lecznicze prowadzące przedsiębiorstwo w rozumieniu art. 551 Kodeksu cywilnego w zakresie udzielania świadczeń zdrowotnych	Organizacje pozarządowe, Kościoły i inne związki wyznaniowe wpisane do rejestru kościołów i innych związków wyznaniowych oraz kościelne osoby prawne	WFOSiGW	Przedsiębiorcy art. 43 kodeksu cywilnego	Ochotnicza Straż Pożarna
Dopłata do budowy domów energooszczędnych																		
POIiŚ. Priorytet inwestycyjny 4.3																		
FTiR premie	termomodernizacyjna																	
	remontowa																	
	kompensacyjna																	

 program dostępny

6. Przykłady zrealizowanych inwestycji z wykorzystaniem środków wsparcia

6.1. Gmina Mircze

W roku 2012 zrealizowano inwestycje mające na celu poprawę efektywności energetycznej kilku budynków użyteczności publicznej w tej gminie. Modernizacji poddano budynki:

- Ośrodka Zdrowia - przeprowadzono prace obejmujące m.in. ocieplenie stropodachu, izolację fundamentów, wymianę systemu centralnego ogrzewania, oprav oświetleniowych oraz instalacji elektrycznej w kotłowni,
- Szkoły Podstawowej - przeprowadzono prace obejmujące wymianę oprav oświetleniowych, montaż instalacji ciepłej wody użytkowej oraz instalacji korzystającej z kolektorów słonecznych,
- Urzędu Gminy - wymieniono oprawy oświetleniowe, zmodernizowano instalację ciepłej wody użytkowej, wprowadzono instalację solarną oraz wentylację mechaniczną,
- Środowiskowego Domu Samopomocy - w budynku przeprowadzono montaż instalacji ciepłej wody użytkowej oraz instalacji solarnej.

Przeprowadzone inwestycje korzystnie wpłynęły na ograniczenie zużycia energii przez budynki, które podlegały modernizacji. Jednocześnie zdecydowano się na wykorzystanie do ogrzewania wody w instalacji c.w.u. energii pochodzącej z odnawialnych źródeł, głównie energii słonecznej, co poprawiło charakterystykę energetyczną ww. budynków. Projekt był finansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

6.1.1. Budynek Urzędu Gminy

Budynek zlokalizowany jest w miejscowości Mircze. Powierzchnia użytkowa budynku wynosi 1 036,7 m². Zakres prac wykonany w ramach termomodernizacji i remontów objął:

- ocieplenie ścian zewnętrznych budynku,
- ocieplenie ścian przylegających do gruntu,
- przebudowę dachu,
- ocieplenie stropu wełną mineralną,
- obróbki blacharskie i wymianę rynien,
- wymianę opaski betonowej odwodnieniowej wokół budynku,
- wymianę stolarki okiennej w części piwnicznej na okna PCV,
- modernizację systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej z wykorzystaniem kolektorów słonecznych,
- modernizację i wymianę oprav oświetleniowych w budynku.

Środki na realizację zadania:

- własne: 555 123,79 zł,
- pochodzące z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej: 49 479,28 zł,
- pożyczka z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska: 290 525,56 zł.



Rysunek 18. Budynek Urzędu Gminy Mircze po pracach termomodernizacyjnych i remontowych

6.1.2. Budynki Zespołu Szkół w Mirczu

Budynki zlokalizowane są w miejscowości Mircze. Powierzchnia użytkowa budynków wynosi 4 132,28 m². Zakres prac wykonany w ramach termomodernizacji i remontów objął:

- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- izolację fundamentów, w tym wykonanie opaski odwodnieniowej z kostki betonowej – część Szkoły Podstawowej,
- obróbki blacharskie i wymianę rynien,
- wymianę pokrycia dachowego,
- wymianę stolarki okiennej na PCV i drzwiowej wraz z drzwiami zewnętrznymi,
- ocieplenie stropu wełną mineralną;
- wymianę instalacji centralnego ogrzewania w część Szkoły Podstawowej wraz z salą gimnastyczną oraz modernizacja kotłowni.

Środki na realizację zadania:

- własne: 529 111,59 zł,
- pochodzące z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej: 210 213,39 zł,



Rysunek 19. Budynek Zespołu Szkół w Mirczu po pracach termomodernizacyjnych i remontowych

6.1.3. Budynek remizo-świetlicy

Budynek zlokalizowany jest w miejscowości Szychowice Nowe. Powierzchnia użytkowa budynku wynosi 873,00 m². Zakres prac wykonany w ramach termomodernizacji i remontów objął:

- izolację ścian piwnic,
- wymianę stolarki okiennej i drzwiowej, wraz z drzwiami zewnętrznymi,
- remont elewacji i jej ocieplenie,
- remont cokołów,
- remont pomieszczeń sanitarnych oraz zaplecza,
- remont posadzek,
- izolację cieplną stropów nad piętrem,
- remont tynków zewnętrznych i malowanie,
- wymianę pokrycia dachowego,
- montaż zadaszenia nad wejściem głównym,
- zamieszczenie podjazdu dla osób niepełnosprawnych,
- przyłącze wodne,
- przyłącze kanalizacyjne,
- instalację zbiornika na ścieki,
- utwardzenie terenu,
- instalację elektryczną, oświetlenia i odgromową.

Środki na realizację zadania:

- własne: 146 544,07 zł,

➤ pochodzące z Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich: 199 783,00 zł

6.2. Laboratorium Edukacyjno-Badawcze Odnawialnych Źródeł i Poszanowania Energii WGGIOŚ AGH w Miękini.



Rysunek 20. Budynek remizo-świetlicy po pracach termomodernizacyjnych i remontowych

Laboratorium ma swoją siedzibę w dawnym budynku, który od momentu powstania w latach 1946-1950 pełnił rolę budynku administracyjnego kopalni porfiru w Miękini, a następnie służył studentom i kadrze AGH jako budynek szkoleniowo-dydaktyczny. W latach 2011-2013 budynek został przebudowany i poddany termomodernizacji dzięki dofinansowaniu ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego 2007-2013.

Budynek został rozbudowany i podniesiony o jedną kondygnację. Przebudowa przy użyciu komponentów budownictwa pasywnego pozwoliła na dziesięciokrotne zmniejszenie zużycia energii na cele grzewcze. Dotychczas stosowane paliwa kopalne (gaz) do ogrzewania budynku zostały zamienione na źródła ekologiczne. Jako źródła ciepła wykorzystywane są wyłącznie urządzenia bazujące na odnawialnych źródłach energii (pompy ciepła i kolektory słoneczne). W budynku zainstalowano także system opomiarowania produkcji i zużycia, który oprócz monitorowania czy demonstracji na cele dydaktyczne pozwala na zarządzanie energią cieplną w budynku.

Obecnie w ośrodku prowadzone są zajęcia dydaktyczne i praktyczne dla studentów kierunków studiów związanych z odnawialnymi źródłami energii oraz innych osób zainteresowanych podczas organizowanych demonstracji urządzeń OZE czy konferencji. Oprócz pracowni i sal wykładowych ośrodek posiada 30 miejsc noclegowych. Łącznie powierzchnia netto budynku wynosi 931,5 m².

Zużycie energii na cele grzewcze poprzednio istniejącego budynku wynosiło 350 kWh/m²/rok. Budynek charakteryzowały następujące parametry: przegrody: 1,5 ÷ 1,9 W/(m²·K), okna i drzwi: 2,5 W/(m²·K) oraz wentylacja grawitacyjna. Powierzchnia netto budynku przed modernizacją wynosiła 636 m².

Podczas modernizacji założono osiągnięcie następujących parametrów w projekcie:

➤ termoizolacja przegród: ok. 0,1 W/(m²·K),

- pasywne wykorzystanie energii słonecznej – okna: $U < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- szczelność powietrzna budynku: $n_{50} < 1,2 \text{ 1/h}$ przy różnicy ciśnień 50 Pa (zgodnie z normą PN-EN 13829),
- wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła: 80% i 75%.

Ze względu na walory wizualne budynku, postanowiono zachować w niezmienionej postaci najbardziej widoczne i najbardziej spójne pod względem materiałowym elewacje od strony południowej. W tym celu zastosowano termomodernizację od wewnątrz, która miała za zadanie przede wszystkim osuszenie ścian, zapewnić trwałe odcięcie od napływu wilgoci z zewnątrz, zapewnić dobrą wentylację mechaniczno-wywiewną, utworzyć szczelną powłokę paroizolacyjną, gdzie maksymalna grubość izolacji nie powinna przekroczyć 8 cm (bezpiecznie 5 cm). Zminimalizowano wpływ mostków cieplnych. Frontową część budynku od strony południowej przeszklono (przy zachowaniu istniejącej, dobrze zachowanej okładziny kamiennej) poprzez zastosowanie fasady aluminiowej oraz szyb o współczynniku przenikania ciepła równym $0,4 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$.

Ogrzewanie wysokotemperaturowe zostało zamienione w całym budynku na niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe. Dodatkowe ogrzewanie grzejnikowe zastosowano w łazienkach (tzw. ręcznikowce) oraz na klatce schodowej. Zużycie energii na cele grzewcze po termomodernizacji i przebudowie wynosi 35 kWh/(m²·rok).

W budynku dostępne są urządzenia i stanowiska dydaktyczne i badawcze wykorzystujące odnawialne źródła energii. Ponadto budynek wykorzystuje odnawialne źródła energii w swoim systemie grzewczym, co pozwala studentom na bezpośrednie obserwacje produkcji ciepła na działającej instalacji. Źródłami ciepła dla budynku są 4 pompy ciepła oraz 3 pola kolektorów słonecznych różnych typów, dające możliwość porównania uzysku energii z różnych typów urządzeń. Zastosowano pompy ciepła typu solanka/woda, w tym ze zintegrowaną funkcją chłodzenia pasywnego. Pompy pracują na różnych typach dolnych źródeł: kolektor poziomy o powierzchni 600 m² oraz otworowe wymienniki ciepła (pionowe sondy o długości 100, 87 i 80 mb). Natomiast kolektory słoneczne, pracujące w instalacji grzewczej, to kolektory płaskie oraz kolektory próżniowe rurowe typu 'heat pipe' w systemie wodnym lub glikolowym. Dodatkowo część zapotrzebowania na energię elektryczną jest pokrywana z instalacji fotowoltaicznej oraz małej elektrowni wiatrowej.

Koszt budowy Laboratorium Edukacyjno – Badawczego Odnawialnych Źródeł i Poszanowania Energii AGH w Miękinii – gmina Krzeszowice wyniósł ok. 7,6 mln PLN. Projekt dofinansowany był ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.



Rysunek 21. Budynek Laboratorium Edukacyjno–Badawczego Odnawialnych Źródeł i Poszanowania Energii WGGIOŚ AGH w Miękinii (stan po modernizacji)

6.3. Gmina Libiąż

W gminie Libiąż w latach 2012-2017 przeprowadzono termomodernizację 13 budynków w ramach zadania inwestycyjnego „Termomodernizacja budynków użyteczności publicznej na terenie Gminy Libiąż”. Całkowity koszt przedsięwzięcia wyniósł 8 061 670 zł, w tym:

- dotacja z NFOŚiGW w Warszawie 2 301 604 zł,
- Pożyczka z NFOŚiGW w Warszawie 4 595 528 zł.

Sumaryczny, końcowy efekt redukcji emisji CO₂ za rok 2014 wyniósł 2 464 Mg CO₂.

Termomodernizacji zostały poddane między innymi:

- Szkoła Podstawowa Nr 3 w Libiążu o powierzchni użytkowej 4931,20 m² - przeprowadzona została modernizacja w zakresie:
 - wymiany kotłowni na paliwo stałe na kotłownię gazową wraz z montażem sterownika pracy kotła,
 - zastosowania automatyki okresowo-pogodowej w źródle ciepła,
 - wprowadzenia obniżeń dobowo-tygodniowych,
 - wymiany instalacji c.o. i grzejników (zamontowano przygrzejnikowe zawory termostatyczne),
 - wymiany stolarki okiennej wraz z montażem automatycznych nawiewników,
 - docieplenia stropodachu nad łącznikiem i zapleczem sali gimnastycznej oraz budynkiem głównym.
- Zespół Szkolno-Przedszkolny w Gromcu, o powierzchni użytkowej 1600,80 m² - przeprowadzona została modernizacja w zakresie:
 - wymiany kotłów gazowych,
 - częściowej wymiany instalacji c.o. i grzejników wraz z zamontowaniem przygrzejnikowych zaworów termostatycznych,
 - wprowadzenia w budynku nowego układu wentylacji mechanicznej wraz z montażem rekuperatora,
 - wymiany szklanych pustaków w sali gimnastycznej,
 - ocieplenia ścian zewnętrznych budynku głównego w technologii lekko mokrej oraz stropu ostatniej kondygnacji nad budynkiem głównym, poprzez bezpośrednie ułożenie płyt z wełny mineralnej.

6.4. Gmina Nasielsk

Na terenie gminy zrealizowano termomodernizację sześciu obiektów m.in. placówek oświatowych. Zakres prac obejmował najczęściej: poprawę izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych i stropodachu, wymianę stolarki okiennej i drzwiowej, usprawnienie systemu centralnego ogrzewania, a także montaż kolektorów słonecznych z oprzyrządowaniem i modernizację instalacji ciepłej wody użytkowej. Poniżej zaprezentowano efekty ww. inwestycji.





Rysunki 22-26. budynki po termomodernizacji.

6.5. Gmina Słomniki

6.5.1. Integracyjne Centrum Rozwoju Dziecka

Integracyjne Centrum Rozwoju Dziecka jest drugim pasywnym przedszkolem w Polsce, i jedną z najnowocześniejszych placówek oświatowych na skalę kraju. Posiada trzy ekologiczne źródła energii i innowacyjny system sterowania i pomiarów energii DIGY ENERGY.

Budynek powstawał w latach 2013–2015. Koszt inwestycji wraz z nadzorem i dokumentacją techniczną wyniósł 7 208 046,17 zł brutto.

Na terenie placówki o powierzchni użytkowej 1240 m² znajdują się:

- sześć oddziałów przedszkolnych dla 25 dzieci każdy, wraz z zapleczem sanitarnym i magazynowym (ściany oddzielające dwie sale są przesuwne, więc, w razie potrzeby, z dwóch sal można zrobić jedną),
- sala gimnastyczna wraz ze sceną, widownią i magazynem oraz dwie salki do zajęć dodatkowych,
- duża kuchnia z zapleczem,
- szatnia dla dzieci i rodziców w strefie wejściowej, mini ścianka wspinaczkowa z basenem kulkowym oraz pomieszczenia pomocnicze,
- zespół administracyjny z pomieszczeniami towarzyszącymi i zapleczem socjalnym,
- pomieszczenia techniczne (kotłownia zlokalizowana na piętrze budynku),
- ogrodzony plac zabaw dla dzieci przedszkolnych i plac postojowy.

Powierzchnia użytkowa budynku wynosi 1240 m². Kubatura brutto budynku wynosi 6720m³. Zakres inwestycji obejmował również zagospodarowanie terenu: wybudowano zjazd z drogi gminnej, drogę dojazdową z miejscami parkingowymi, chodnik, sieć elektroenergetyczną, hydranty przeciwpożarowe

i ogrodowe, ogrodzenie, oświetlenie terenu, przyłącze wodociągowe i kanalizacji sanitarnej, linię kablową SN 15 kV, przyłącze kablowe NN.

Budynek zaprojektowano w standardzie budynku pasywnego, o wysokiej termoizolacyjności przegród zewnętrznych i bardzo niskim zużyciu energii na cele grzewcze na poziomie ok. 15 kWh/(m²·rok). Zakładane parametry przegród to:

- ściany zewnętrzne 0,08-0,1 W/m²K,
- drzwi zewnętrzne 1,0 W/m²K,
- zestawów okiennych 0,8 W/m²K,
- dach 0,08-0,09 W/m²K,
- podłoga na gruncie 0,1 W/m²K.

Dodatkowo założono wysoką szczelność budynku, która wynosi 0,303 l/h przy różnicy ciśnienia 50 Pa dla testu szczelności wykonanego zgodnie z normą PN-EN 13829. Istotnym elementem oszczędności energii na cele grzewcze jest zastosowany system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła o wysokiej sprawności wraz z gruntowym wymiennikiem ciepła.

Budynek jest ogrzewany za pomocą dwóch pomp ciepła z odwiertami pionowymi (kolektor pionowy wiercony, 8 odwiertów po 83 m każdy) i instalacje ogrzewania podłogowego zamontowanego we wszystkich pomieszczeniach budynku.

Właściwy klimat w budynku zapewnia wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła (rekuperacja). Współpracuje ona z gruntowym wymiennikiem ciepła zlokalizowanym przed budynkiem przedszkola. W ten sposób powietrze zasysane z zewnątrz jest podgrzewane w okresie zimowym lub schładzane w okresie letnim. Instalacja wentylacji mechanicznej współpracuje także z instalacją pomp ciepła i ma możliwość dogrzewania lub chłodzenia budynku.

Budynek został wyposażony w 11 kolektorów słonecznych umiejscowionych na dachu budynku, które służą do podgrzewania ciepłej wody użytkowej.

Dzięki czerpniom zlokalizowanym na ścianach budynku, stanowiących zabezpieczenie na wypadek konieczności odłączenia gruntowego wymiennika ciepła, centrale wentylacyjne pracują normalnie, czerpiąc z nich powietrze.

Budynek jest wyposażony w innowacyjny system sterowania i pomiarów energii DIGI ENERGY oraz czujniki monitorujące zużycie energii. Takie opomiarowanie i odpowiednia wizualizacja wyników, daje możliwość dostosowania działania instalacji budynku do zmieniających się warunków i zapotrzebowania.

Wykonawcą inwestycji wyłonionym w drodze rozstrzygnięcia przetargu nieograniczonego jest firma Ekokaloria PKB Sp. z o.o.SKA. Wartość robót budowlanych wyniosła 6 903140 zł brutto.

Przedszkole było dofinansowane ze środków PFRON będących w dyspozycji Województwa Małopolskiego oraz NFOSiGW w Warszawie w ramach programu „LEMUR”.



Rysunek 27. Integracyjne Centrum Rozwoju Dziecka w Słomnikach

6.5.2. Hala rekreacyjno-sportowa w Słomnikach

Hala rekreacyjno-sportowa ma wymiary zewnętrzne ok. 48,9 m x ok. 35,8 m., wysokość budynku w kalenicy 10,6 m. Powierzchnia zabudowy to 1755 m², kubatura ok. 14300 m³. Jest to pierwszy w Polsce certyfikowany obiekt użyteczności publicznej i pierwsza w Polsce pasywna hala sportowa.

Dla poprawienia parametrów akustycznych hali od wewnątrz zamontowano na ścianach ok. 700 m² paneli akustycznych. Dach wykonano na dźwigarach z drewna klejonego. Ocieplenie stanowi wełna mineralna twarda o grubości 40 cm. Pokrycie dachu wykonane zostało z papy termozgrzewalnej. Budynek hali posiada własną kotłownię gazową – dwa kotły o mocy łącznej 90 kW. W całym budynku zaprojektowano ogrzewanie podłogowe. Ogrzewanie podłogowe wpływa na komfort użytkowania ponieważ zapewnia optymalną temperaturę do poziomu dwóch i pół metra nad poziomem areny. W hali zamontowano dwie centrale wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Jedna obsługuje zaplecze sanitarno-szatniowe, a druga boisko główne.

W lutym 2011 roku Polski Instytut Budownictwa Pasywnego nadał hali sportowej w Słomnikach certyfikat „Budynek pasywny o sprawdzonej jakości”. Projekt uzyskał dofinansowanie w ramach Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2007-2013. Całkowita wartość projektu wyniosła 6 770 696,64 zł. Wydatki kwalifikowane to 2 295 624,66 zł. Dofinansowanie 1 606 937,26 zł, co stanowi 70 % wydatków kwalifikowanych w ramach projektu.



Rysunek 28. Hala rekreacyjno-sportowa w Słomnikach (1)



Rysunek 29. Hala rekreacyjno-sportowa w Słomnikach (2)

6.5.3. Sala gimnastyczna przy Zespole Szkół w Waganowicach

Budynek Sali gimnastycznej przy Zespole Szkół w Waganowicach zaprojektowany i wykonany został w systemie pasywnym wraz z infrastrukturą techniczną. Budynek Sali gimnastycznej połączony jest z istniejącym budynkiem Zespołu Szkół w Waganowicach przewiązką. Budynek posiada dwie kondygnacje nadziemne: parter użytkowy i poddasze techniczne na części budynku. W budynku zlokalizowano następujące funkcje:

- wielofunkcyjna arena sportowa z boiskiem o wymiarach 12,5 x 24 m,
- zaplecza szatniowo-sanitarne z pomieszczeniami towarzyszącymi takimi jak pokój nauczyciela, salka ćwiczeń, pomieszczenia magazynowe oraz sala lekcyjna.

Powierzchnia zabudowy projektowanych obiektów to 614 m².

Budynek zaprojektowano w standardzie budynku pasywnego, o wysokiej termoizolacyjności przegród zewnętrznych i bardzo niskim zużyciu energii na cele grzewcze (ok.15 kWh/m²rok). Zakładane parametry przegród to ok. 0,1 W/m²K, a zestawów okiennych 0,8 W/m²K. Dodatkowo zakłada się wysoką szczelność budynku, która będzie wynosić nie mniej niż 0,6 1/h przy różnicy ciśnień 50Pa dla testu szczelności wykonanego zgodnie z normą PN-EN 13829. istotnym elementem oszczędności energii na cele grzewcze jest zastosowany system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła o wysokiej sprawności oraz ogrzewanie podłogowe założone dla całej powierzchni budynku.

Obiekt ma udogodnienia dla osób niepełnosprawnych, stąd była możliwość uzyskania dofinansowania ze środków PFRON będących w dyspozycji Województwa Małopolskiego. Dofinansowanie z tego źródła wyniosło w całym okresie realizacji 1 061 450,40 zł. Dodatkowo pozyskano środki z Ministerstwa Sportu w wysokości 742 000,00 zł. Wydatki na roboty budowlane poniesione w okresie realizacji to 2 808 826,99 zł.



Rysunek 30. Sala gimnastyczna przy Zespole Szkół w Waganowicach

6.6. Gmina Karczew

Realizowane w Gminie Karczew inwestycje obejmujące m.in. kompleksową termomodernizację budynków użyteczności publicznej, zostały zrealizowane w formie partnerstwa publiczno-prywatnego. Zakres umowy obejmował termomodernizację i utrzymanie (konserwacja, naprawy, remonty, usuwanie usterek, wymiana uszkodzonych/zużytych elementów) wszystkich objętych pracami obiektów przez okres 14 lat. Gmina Karczew uzyskała dofinansowanie z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach Systemu Zielonych Inwestycji GIS.

W ramach kompleksowej termomodernizacji, prace przeprowadzono głównie w placówkach oświatowych. Oszacowano, że rezultaty wynikające z realizacji przedsięwzięcia, to uzyskanie znaczących oszczędności w ogólnym zużyciu energii: 56% dla energii cieplnej i 20,9% dla energii elektrycznej. Ponadto znacznej poprawie uległa funkcjonalność i estetyka 10 budynków użyteczności publicznej. Poniżej zaprezentowano efekty prac w jednej z ww. inwestycji.



Rysunki 31-32. Szkoła Podstawowa nr 2 w Karczewie przed i po termomodernizacji¹

¹Źródło: strona internetowa Gminy Karczew, www.karczew.pl

Literatura:

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 153 z 18.06.2010, str. 13).
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylenia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE (Dz. Urz. UE L 315 z 14.11.2012, str. 1, z późn. zm.).
3. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. z 2016 r. poz. 831).
4. Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. z 2017 r. poz. 1498).
5. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 1 z 4.01.2003, str. 65).
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. Urz. UE L 140 z 05.06.2009, str. 16, z późn. zm.).
7. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2017 r. poz. 1332, z późn. zm.).
8. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 22.1.2014 r. - Ramy polityczne na okres 2020–2030 dotyczące klimatu i energii COM(2014) 15 final.
9. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2017 r., poz. 1148).
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422, z późn. zm.).
11. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. poz. 462, z późn. zm.).
12. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. poz. 888).
13. 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. poz. 376).
14. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. z 2017 r., poz. 130, z późn. zm.).
15. 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. Nr 43 poz. 347, z późn. zm.).
16. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43, poz. 346, z późn. zm.).

17. Uchwała Nr 91 Rady Ministrów z dnia 22 czerwca 2015 r. w sprawie przyjęcia "Krajowego planu mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii" (MP. poz. 614).
18. „Krajowy Plan Działania dotyczącego efektywności energetycznej dla Polski 2014”, przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 20 października 2014 r.
19. Uchwała Nr 198 Rady Ministrów z dnia 20 października 2015 r. w sprawie przyjęcia Krajowej Polityki Miejskiej (MP. poz. 1235).
20. Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji (Dz. U. z 2017 r., poz. 1023, z późn. zm.).
21. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia z dnia 17 lutego 2015 r. w sprawie wzorów protokołów z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji (Dz. U. poz. 247).
22. Ustawa z dnia 27 lipca 2005 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z 2017 r. poz. 2183, z późn. zm.).
23. Instytut Techniki Budowlanej oraz materiały Zakładu Fizyki Ciepłej ITB, Pogorzelski J.A., Kasperkiewicz K., Geryło R.: Budynki wielkopłytowe – wymagania podstawowe. Zeszyt 11 – Oszczędność energii i izolacyjność cieplna przegród. Stan istniejący budynków wielkopłytowych, Warszawa 2003 r.
24. Praca zbiorowa pod redakcją Stanisława Mańkowskiego i Edwarda Szczechowiaka „Opracowanie optymalnych energetycznie typowych rozwiązań strukturalno-materiałowych i instalacyjnych budynków”. Tom trzeci Część B Katalog zoptymalizowanych energetycznie rozwiązań instalacyjnych budynków. Zadanie badawcze nr 2 wykonane w ramach Strategicznego Projektu Badawczego pt. „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków” na zamówienie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Politechnika Poznańska, 2013 r.
25. Praca zbiorowa pod redakcją Stanisława Mańkowskiego i Edwarda Szczechowiaka „Opracowanie optymalnych energetycznie typowych rozwiązań strukturalno-materiałowych i instalacyjnych budynków”, tom drugi, część A, Rekomendacje w zakresie projektowania i optymalizacji energetycznej struktury budynku i rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych. Zadanie badawcze nr 2 wykonane w ramach Strategicznego Projektu Badawczego pt. „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków” na zamówienie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Politechnika Poznańska, 2013 r.
26. Praca zbiorowa pod redakcją Stanisława Mańkowskiego i Edwarda Szczechowiaka „Opracowanie optymalnych energetycznie typowych rozwiązań strukturalno-materiałowych i instalacyjnych budynków”, tom trzeci, część A, Rekomendacje w zakresie projektowania i optymalizacji energetycznej rozwiązań instalacyjnych budynków. Zadanie badawcze nr 2 wykonane w ramach Strategicznego Projektu Badawczego pt. „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków” na zamówienie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Politechnika Poznańska, 2013 r.
27. Ruch budowlany w 2014 r., Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, luty 2015 r.
28. Jak opracować plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)? Porozumienie Burmistrzów, tłumaczenie: Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités” – 2012 r.
29. Baza danych ODYSSEE: www.odyssee-indicators.org
30. Jak zmieniono domy żeby były energooszczędne? Szymon Firląg, źródło: <http://www.ibp.com.pl>
31. PN-EN ISO 10211:2008 Mostki cieplne w budynkach. Strumienie ciepła i temperatury powierzchni. Obliczenia szczegółowe. 2008.

32. Energie odnawialne Przegląd technologii i zastosowań. Praca zbiorowa pod redakcją Henryki Danuty Stryczewskiej. Lublin: Politechnika Lubelska, 2012 r.
33. Technologie energii odnawialnych. Praca zbiorowa pod redakcją Henryki Danuty Stryczewskiej. Lublin: Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, 2011 r.
34. Budowa Domu Pasywnego w praktyce. dr inż. Ryszard Wnuk, Warszawa: Przewodnik Budowlany, 2006 r.
35. Informacje Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.
36. Dane liczbowe Funduszu Termomodernizacji i Remontów
37. Analiza koncepcji energetycznych Concerto oraz wytyczne dotyczące całościowego podejścia do budynku (Analysis of Concerto Energy concepts and guidelines for a whole building approach)
38. Dane Banku Gospodarstwa Krajowego