



KOMPLEKSOWA MODERNIZACJA BUDYNKÓW W ZAKRESIE POPRAWY EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

jessica2

Preferencyjne pożyczki na przedsięwzięcia
z zakresu efektywności energetycznej w ramach WRPO na lata 2014–2020



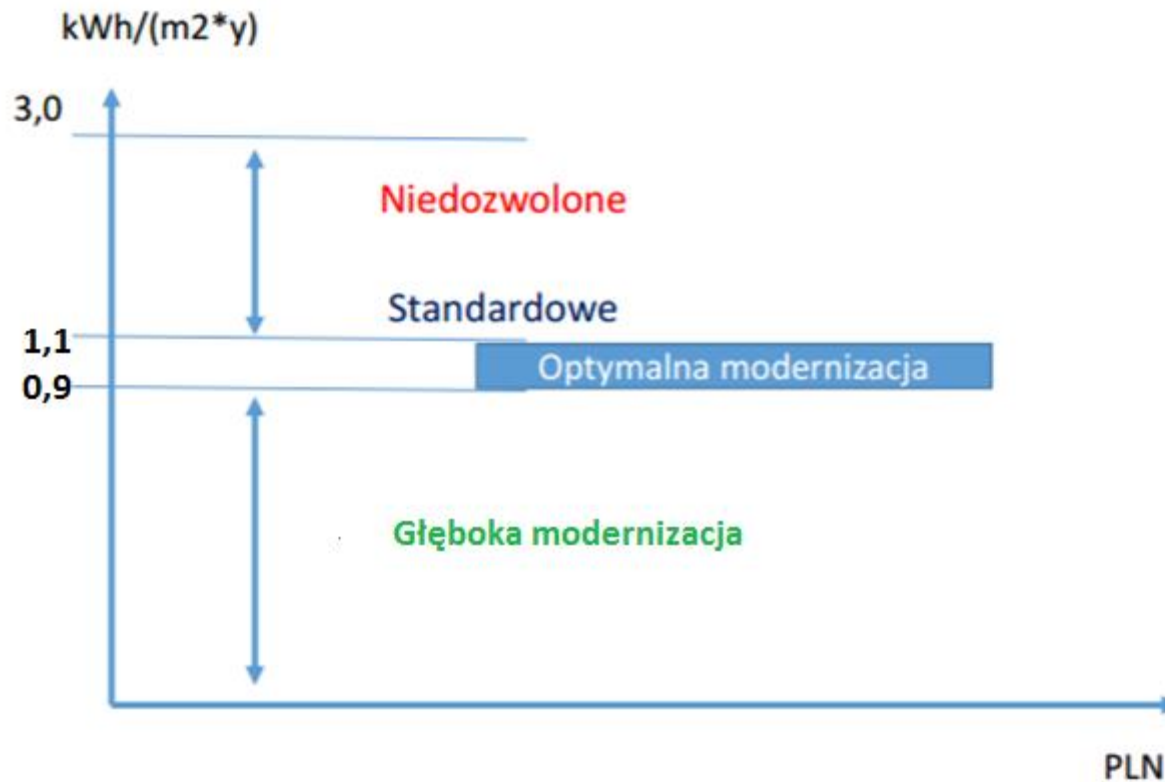
Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA

mgr inż. Małgorzata Popiołek

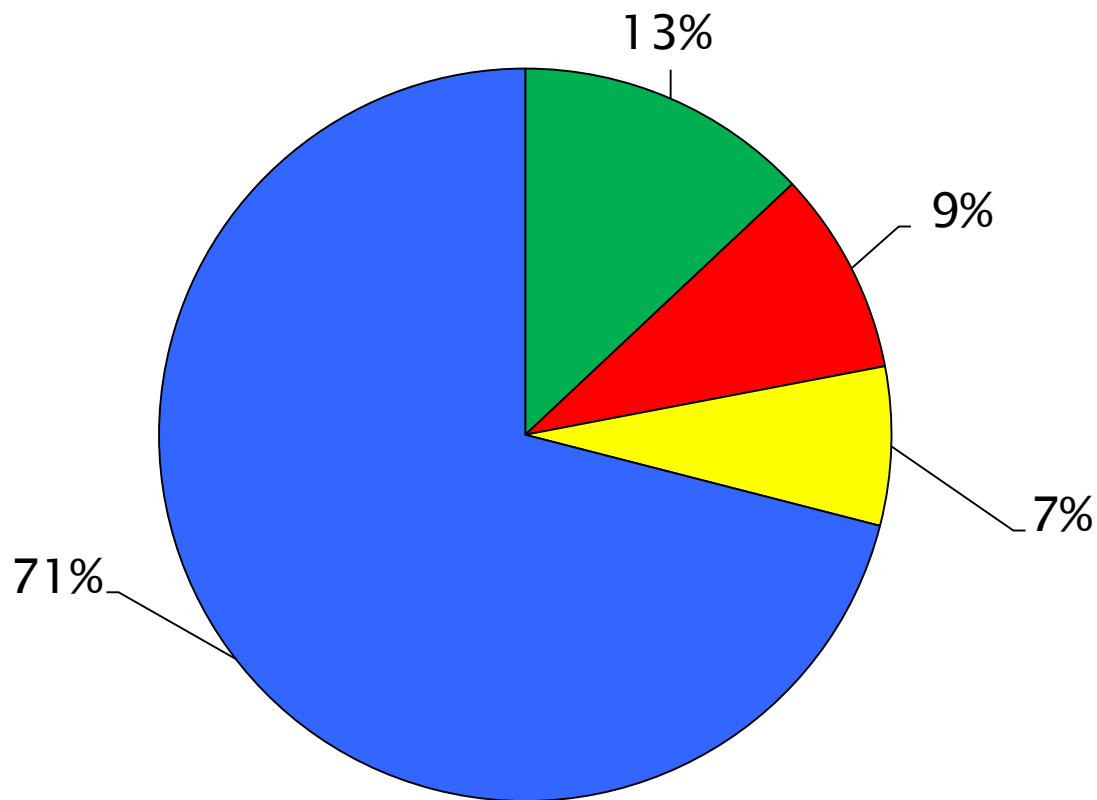
KOMPLEKSOWA MODERNIZACJA BUDYNKÓW

Kompleksowa modernizacja to zestaw działań remontowych i modernizacyjnych, prowadzących do zmniejszenia zużycia energii w budynkach, co najmniej do poziomu dla którego zostały określone optymalne parametry techniczne i ekonomiczne i prowadzonych w sposób możliwie najbardziej kompleksowy.

Okna – poziom optymalny



Średnia struktura zużycia energii w budynkach mieszkalnych



■ przygotowanie ciepłej wody

■ przygotowanie posiłków

■ oświetlenie i urz. elektryczne

■ ogrzewanie i wentylacja

Kompleksowe działania powinny obejmować:

- *ocieplenie ścian, dachów i stropodachów oraz stropów nad nieogrzewanymi piwnicami i podłóg na gruncie;*
- *wymianę okien i drzwi zewnętrznych;*
- *modernizację lub wymianę systemu grzewczego w budynku ew. z modernizacją lub wymianą źródła ciepła;*
- *modernizację lub wymianę systemu zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową;*
- *modernizację systemu wentylacji i klimatyzacji;*
- *modernizację oświetlenia i napędów elektrycznych;*
- *wprowadzenie urządzeń wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych np. kolektorów słonecznych, ogniw fotowoltaicznych, pomp ciepła, oraz kogeneracji;*
- *wprowadzenie systemu monitorowania i zarządzania energią.*

PRZYGOTOWANIE MODERNIZACJI

1. Audyt energetyczny

Pierwszą czynnością przygotowującą modernizację budynku jest wykonanie audytu energetycznego.

Audyt energetyczny jest to ocena budynku z punktu widzenia zużycia energii i przygotowanie propozycji zmian i ulepszeń, które trzeba wykonać, aby zmniejszyć istniejące zużycie energii i związane z tym koszty eksploatacyjne.

W ramach audytu dokonuje się przeglądu i oceny aktualnego wykorzystania energii w budynku i na tej podstawie określa się rodzaj i zakres zmian i ulepszeń, które należy wprowadzić. Określa się również jakie usprawnienia mogą przynieść największe korzyści ekonomiczne (rozwiązania optymalne).

Zakres i formę audytów energetycznych dla przygotowania termomodernizacji określa rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 17.03.2009 r. (*Dz.U. nr 43, poz.346*), jednak dla *potrzeb kompleksowej modernizacji audyt musi obejmować szerszy zakres niż przewidziany w tym rozporządzeniu.*

Audyt energetyczny jest dokumentem potrzebnym:

- właścicielowi budynku, jako podstawa dla podjęcia *decyzji* o celowości wykonania modernizacji,
- bankowi kredytującemu (udzielającemu kredytu), jako dowód, że przedsięwzięcie jest efektywne ekonomicznie, a więc nie budzące obaw co do spłaty kredytu;
- projektantowi, *jako założenia do projektu*

2. Decyzja o realizacji

Na podstawie zaproponowanych w audycie zmian, usprawnień i wariantów modernizacji inwestor może podjąć *racjonalną decyzję* o realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego, a także ustalić jego *ostateczny zakres* w dostosowaniu do możliwości jego sfinansowania z wykorzystaniem kredytu i własnych środków.

Należy dążyć do możliwie *najszerszego zakresu modernizacji*, czyli wykonania wszystkich możliwych usprawnień, które zmniejszą zużycie energii w budynku, jednak przy uwzględnieniu możliwości finansowych inwestora zakres ten może być ograniczony do usprawnień niezbędnie koniecznych i przynoszących największe efekty.

3. Projekt

Przepisy Prawa Budowlanego określają, że wykonanie inwestycji wymaga opracowania projektu w tych przypadkach, gdy konieczne jest uzyskanie pozwolenia na budowę. W większości przypadków wykonanie modernizacji wymaga tylko zgłoszenia, a więc z punktu widzenia jedynie prawa projekt nie jest wymagany.

Jednak dla prawidłowego wykonania modernizacji opracowanie *projektu jest niezbędne*. Projekt jest potrzebny dla jednoznacznego ustalenia sposobu wykonania wszystkich szczegółów modernizacji, jednoznacznego określenia rodzaju materiałów, wyrobów i urządzeń, które zostaną zastosowane wraz z ich charakterystyką techniczną (z powołaniem się na właściwą Polską Normę).

Podstawą opracowania projektu jest audyt energetyczny i decyzja inwestora o *wyborze wariantu realizowanego przedsięwzięcia*.

W ramach przygotowania kompleksowej modernizacji należy opracować projekt składający się z następujących części (lub odrębnych projektów)::

- ocieplenie budynku
- wymiana okien,
- modernizacja systemów: grzewczego, zaopatrzenia w ciepłą wodę, wentylacji, klimatyzacji lub chłodzenia z ew. wykorzystaniem OZE i kogeneracji,
- modernizacja systemu oświetlenia.
- system monitoringu i zarządzania energią w budynkach.

Poza opracowaniem projektów poszczególnych rodzajów robót potrzebne jest *opracowanie zestawienia robót i ich kosztów* oraz harmonogramu realizacji, w którym zostają uwzględnione wzajemne uwarunkowania wykonania poszczególnych rodzajów robót.

Wykonanie projektów należy powierzyć specjalistom posiadającym wymagane uprawnienia.

Projekt (projekty) powinien zostać zatwierdzony przez inwestora, jako podstawa do ich realizacji.

4. Pozwolenie lub zgłoszenie budowy

Ustawa Prawo Budowlane w art.29 i 30 zawiera wymagania dotyczące udzielanie pozwoleń na budowę i zgłoszeń budowy.

W świetle tych przepisów wykonanie większości robót wchodzących w skład kompleksowej modernizacji budynku wymaga jedynie *zgłoszenia budowy*.

Wyjątkiem jest wykonywanie robót budowlanych obejmujących ocieplenie budynku o wysokości powyżej 25 m, które wymagają uzyskania *pozwolenia na budowę*

Ustawa ustala również w Art. 29. pkt 4, że pozwolenia na budowę wymagają roboty budowlane wykonywane przy obiekcie budowlanym wpisanym do rejestru zabytków lub na obszarze wpisanym do rejestru zabytków. Dla uzyskania pozwolenia w tym przypadku konieczne jest uzyskanie pozwolenia na prowadzenie robót wydanego przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków. Często wiąże się to z uwzględnieniem specjalnych zaleceń Konserwatora np. zastosowania wyłącznie z ramami drewnianymi.

Niekiedy Konserwator nie wyraża zgody na ocieplenie budynku od zewnątrz.

W przypadku, gdy ściany zewnętrzne budynku są *usytuowane na granicy sąsiedniej działki* terenu lub na granicy chodnika ulicy wykonanie ocieplenia wymaga uzyskania zgody właściciela tej działki lub władz miasta. Władze miasta najczęściej wyznaczają w tym przypadku stałą roczną opłatę za zajęcie pasma terenu miejskiego.

W przypadku braku zgody na wykonanie ocieplenia poza własnym terenem – rozwiązaniem może być wykonanie ocieplenia od wewnątrz budynku.

DZIAŁANIA MODERNIZACYJNE

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych

Ocieplenie polega na dodaniu do istniejącej ściany dodatkowej warstwy materiału o wysokich właściwościach izolacyjności cieplnej. Ocieplenie powoduje zmniejszenie strat ciepła, a także podwyższenie temperatury na wewnętrznej powierzchni ściany, co pozytywnie wpływa na komfort użytkowania oraz eliminuje możliwość skraplania się pary wodnej i powstawania pleśni.

Przy termomodernizacji budynków przegrody zewnętrzne (ściany zewnętrzne i dachy) muszą być tak ocieplone, aby spełnić wymagania wg Warunków Technicznych, które są ustalone dla nowych budynków budowanych w latach 2017–2020.

Rodzaj przegrody	Wartość U_{\max} w latach 2017-2020	Wartość U_{\max} od roku 2021
ściany zewnętrzne	0,23 W/(m ² K)	0,20 W/(m²K)
dachy i stropodachy	0,18 W/(m ² K)	0,15 W/(m²K)
Podłoga na gruncie	0,30 W/(m ² K)	0,30 W/(m²K)
Strop nad nieogrzewaną piwnicą	0,25 W/(m ² K)	0,25 W/(m²K)

Ocieplenie można wykonać od zewnątrz i od wewnątrz.

Ocieplenie od zewnątrz jest zdecydowanie najbardziej skuteczne i najwygodniejsze w realizacji, dlatego jest stosowane w zdecydowanej większości modernizacji.

Ocieplenie od wewnątrz stosowanie jest wyjątkowo np. w budynkach zabytkowych, w których niedopuszczalne są zmiany w elewacjach, a także gdy trzeba wykonać ocieplenie ściany stojącej na granicy parceli, gdy ocieplenia nie można wykonać na ścianie od strony sąsiada.

Metoda ocieplania od zewnątrz

a. metoda bezspoinowa („lekka mokra” lub „bezspoinowa” lub ETICS)

Polega ona na przyklejeniu i przymocowaniu kołkami do ściany warstwy izolacyjnej (najczęściej płyty styropianowe lub płyty z wełny mineralnej), na której wykonuje się cienką warstwę fakturową na siatce z włókna szklanego. Istnieją różne odmiany i warianty tej metody oferowane przez poszczególne firmy, które różnią się pomiędzy sobą zastosowanymi materiałami.

Metoda ta ma wiele zalet, takich jak prostota wykonania, duża szczelność, uniwersalność zastosowania i stosunkowo niski koszt.

b. metoda "lekka, sucha"

Polega na wykonaniu ocieplenia w całości jako warstwy montowanej, tj. bez procesów "mokrych" na budowie. Zaletą tej metody jest możliwość wykonywania prac także w warunkach zimowych.

Ocieplenie płytami z wełny mineralnej przymocowuje się do rusztu z kształtowników z blachy ocynkowanej tworzących poziome pasy na powierzchni istniejącej ściany. Warstwę izolacyjną osłania się od zewnątrz warstwą ochronną, którą może być blacha fałdowana powlekana, profile z wysoko udarowego PCW, płyty lignocementowe, Fibrobet, siding itp.

Metoda ocieplania od wewnątrz

Ocieplenie ścian od wewnątrz wykonuje się zwykle z płyt styropianu lub wełny mineralnej sklejonych z płytami gipsowo-kartonowymi mocowanych do powierzchni ścian lub przez wymurowanie dodatkowej warstwy z bloczków z lekkiego betonu komórkowego i otynkowanie.

2. Ocieplenie dachów i stropodachów

W budynku, w którym nad najwyższą kondygnacją znajduje się ogrzewane poddasze pod skośnymi połaciami dachu ocieplenie umieszcza się w połaci dachowej.

W przypadku poddasza nieogrzewanego ocieplenie polega na ułożeniu dodatkowej warstwy izolacji na stropie.

Dla stropodachu pełnego (bez przestrzeni powietrznej) w przypadku dobrego stanu istniejących warstw izolacyjnych i pokryciowych, ocieplenie należy wykonać poprzez ułożenie dodatkowych warstw materiałów izolacyjnych na istniejącym pokryciu oraz wykonanie na izolacji nowego pokrycia.

W przypadku stropodachu wentylowanego, w którym nad stropem najwyższej kondygnacji, a pod płytami dachowymi jest kilkudziesięciocentymetrowa przestrzeń powietrzna, do której nie ma dostępu stosuje się metodę wdmuchiwanu do zamkniętej przestrzeni stropodachu specjalnie przygotowanego materiału izolacyjnego, który tworzy na powierzchni stropu grubą warstwę ocieplającą. Materiałem izolacyjnym może być wełna szklana, wełna mineralna lub inne tworzywo, najczęściej w postaci luźnej wełny lub granulatu.

Grubość warstwy izolacji cieplnej

Oszczędzanie na grubości i jakości warstwy izolacyjnej jest błędem, gdyż koszt wykonania nie rośnie proporcjonalnie do jej grubości, natomiast proporcjonalnie rosną oszczędności związane z użytkowaniem energii na potrzeby ogrzewania.

Optymalna grubość izolacji cieplnej przegród budowlanych powinna być określona w audycie.

Dla ocieplenia ze styropianu lub wełny mineralnej najpowszechniej stosowane warstwy ocieplenia to:

- *dla ścian zewnętrznych 16– 20 cm*
- *dla dachu, stropodachu lub stropu pod nieogrzewanym poddaszem 20 –30 cm*
- *dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą lub podłogi na gruncie 10– 12 cm*

3. Wymiana okien i drzwi zewnętrznych

Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne (wejściowe) są elementami budynku, przez które *traci się zwykle od 15–30%* dostarczanej do budynku energii cieplnej, a w przypadku złego stanu okien te wielkości są znacznie większe.

1. Poprawa standardu energetycznego –w nowych oknach i drzwiach balkonowych U powinno mieć wartość nie przekraczającą 0,9 W/(m²K).
2. Zmniejszenie wielkości okien
3. Okiennice i żaluzje
4. Drzwi wejściowe do budynku – wiatrołapy i przedsionki

4. Modernizacja systemu grzewczego

Modernizacja systemu grzewczego budynku powinna obejmować kompleksowo całą instalację, wszystkie jej elementy składowe, a więc zarówno źródło ciepła dla budynku (węzeł cieplny zasilany z miejskiego systemu ciepłowniczego lub kotłownię lokalną), jak również unowocześnienie samego systemu ogrzewczego wewnątrz budynku (sieć przewodów oraz elementy instalacji i armaturę).

Zmiany w węźle ciepłowniczym

Modernizacja węzła ciepłowniczego obejmuje na ogół następujące zmiany:

- Zastąpienie węzłów z hydroelewatoresm przez węzły wymiennikowe. Umożliwia to uniezależnienie instalacji wewnętrznych od sieci ciepłej oraz zastosowanie prawidłowej, efektywnej, automatycznej regulacji instalacji.
- Wymianę starych wymienników o niskiej sprawności na wymienniki płytowe o większej sprawności cieplnej,
- Wymianę i izolowanie armatury w celu likwidacji nieszczelności instalacji i zmniejszenia strat ciepła.
- Wprowadzenie urządzeń automatycznej regulacji obejmujących:
 - regulatory ciśnienia i różnicy ciśnień, które zapewniają stałość ciśnienia dyspozycyjnego w węźle niezależnie od wahań ciśnienia w sieci ciepłej,
 - regulatory przepływu, które ograniczają maksymalny pobór ciepła z sieci,
 - regulatory pogodowe, które regulują dostawę ciepła w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego.

Modernizacja kotłowni

Kotłownie lokalne opalane paliwem stałym powinny być zastępowane jednostkami zasilanymi paliwem gazowym (gaz ziemny lub propan płynny) lub paliwem płynnym (olej opałowy). Urządzenia te charakteryzują się wysoką sprawnością energetyczną sięgającą 90–95 %.

Kotłownie lokalne opalane gazem lub olejem użytkowane od wielu lat powinny być wymienione na nowe o wyższej sprawności

Większe kotłownie lokalne opalane paliwem stałym, często wybudowane jako wolnostojące, zasilające w ciepło zespoły budynków mieszkalnych, szpitalnych lub placówek oświatowych powinny być modernizowane z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych i technologicznych. W przypadku, gdy dostępny jest gaz ziemny, kotłownia taka powinna być przebudowana na kotłownię gazową z uwzględnieniem nowoczesnych rozwiązań skojarzonej produkcji ciepła i energii elektrycznej (kogeneracji).

Wymiana kotła, szczególnie w przypadku zamiany rodzaju paliwa, np. z kotła opalanego paliwem stałym na kocioł gazowy, wiąże się zawsze z koniecznością przeglądu, a najczęściej i modernizacji komina.

Przy instalowaniu nowoczesnych urządzeń grzewczych zaleca się, aby w starym, nawet niekoniecznie zniszczonym, ale wymurowanym tradycyjnie z cegieł kominie zamontować wkładkę ochronną wykonaną z materiałów niepalnych. Zamontowanie do komina z cegły specjalnego wkładu kominowego jest bezwzględnie konieczne, gdy montowany jest nowy kocioł z zamkniętą komorą spalania lub kocioł kondensacyjny.

Modernizacja instalacji grzewczej

Należy przyjąć, że wszystkie instalacje wybudowane 40–50 lat temu są całkowicie wyeksploatowane i powinny być wymienione na nowe.

Pozostałe instalacje będące w dobrym stanie technicznym należy modernizować poprzez wykonanie następujących czynności:

- płukanie chemiczne instalacji w celu usunięcia osadów i produktów korozji
- uszczelnienie instalacji w celu ograniczenia do minimum ubytków wody –
- likwidacja centralnej sieci odpowietrzającej oraz zbiorników odpowietrzających i zastosowanie indywidualnych odpowietrzników na pionach i grzejnikach.
- hermetyzacja instalacji przez likwidację otwartych naczyń wzbiorczych i zastąpienie ich przeponowymi naczyniami wzorczymi typu zamkniętego.
- zastąpienie obiegu grawitacyjnego obiegiem pompowym.
- ograniczenie strat ciepła poprzez izolowanie sieci przewodów i armatury

- w przypadku budynków poddanych ociepleniu – dostosowanie instalacji centralnego ogrzewania do zmniejszonego zapotrzebowania na moc cieplną.
- zastosowanie zaworów termostatycznych przy grzejnikach,

5. Systemy wentylacji, klimatyzacji i chłodzenia

Wentylacja

System wentylacji – to zespół elementów i urządzeń, zapewniający wymaganą wymianę powietrza w pomieszczeniach, której celem jest::

- dostarczanie tlenu niezbędnego do oddychania oraz prawidłowego przebiegu procesów spalania,
- obniżanie zawartości wilgoci w powietrzu wewnątrz pomieszczeń,
- obniżanie stężenia szkodliwych zanieczyszczeń powietrza do poziomu akceptowanego przez organizm człowieka.

Przepływ powietrza przez wnętrze budynku powodowany jest między innymi różnicą ciśnień między wnętrzem i otoczeniem zewnętrznym. Efekt ten może być powodowany przez czynniki natury czyli różnicę temperatury powietrza oraz oddziaływanie wiatru na bryłę budynku, lub może być to przepływ powietrza wymuszony mechanicznie.

W zależności od wykorzystania poszczególnych sił mogących wywołać przepływ powietrza rozróżnia się wentylację:

- *naturalną,*
- *mechaniczną*
- *hybrydową*

Wentylacja naturalna grawitacyjna

Jest to najprostszy system wentylacji, w którym ciągły dopływ świeżego powietrza z zewnątrz odbywa się przez nieszczelności okien i drzwi, a okresowo także przez otwieranie okien. Odprowadzanie zużytego powietrza następuje przez pionowe kanały wentylacyjne, które w budynkach mieszkalnych znajdują się w kuchniach, łazienkach i ustępach, a w budynkach użyteczności publicznej w poszczególnych pomieszczeniach.

System wentylacji naturalnej ma tę podstawową wadę, że intensywność wymiany powietrza jest uzależniona od zmieniających się warunków pogodowych (temperatury, wiatru, ciśnienia), a nie jest dostosowana do aktualnych potrzeb użytkowych związanych np. z obecnością wielu osób czy gotowaniem. Skutkiem tego wymiana powietrza jest czasem nie wystarczająca, a czasem nadmierna.

Należy zatem stosować *nawiewniki powietrza*.

- Regulowane ręcznie – ręcznie ustawia się przesłone zmniejszającą pole przekroju otworu nawiewnego w zależności od odczuć i preferencji użytkownika.
- sterowane poziomem wilgotności w pomieszczeniu – wykorzystują zależność wilgotności względnej powietrza od intensywności korzystania z pomieszczeń (np. liczba osób).

Wentylacja naturalna, higrosterowana

System wentylacji grawitacyjnej higrosterowanej składa się z dwóch podstawowych elementów: higrosterowanych nawiewników umieszczanych w pokojach oraz higrosterowanych kratek wywiewnych instalowanych w pomieszczeniach pomocniczych.

Wentylacja grawitacyjna nie zapewnia warunków dobrego przewietrzania, ani oszczędności ciepła i dlatego powinna być zastępowana przez doskonalsze rozwiązania o kontrolowanym (czyli sterowanym) przepływie powietrza.

Wentylacja mechaniczna

Można wyróżnić trzy podstawowe jej rozwiązania:

- Wentylacja ***mechaniczna wywiewna*** – układ wentylatorów odprowadza powietrze z pomieszczenia, a nawiew powietrza z zewnątrz oraz z sąsiednich pomieszczeń następuje w sposób naturalny przez otwory i nieszczelności w przegrodach na skutek wytworzonego podciśnienia. Podgrzewanie nawiewanego powietrza odbywa się już w pomieszczeniu.
- wentylacja ***mechaniczna nawiewna*** – układ wentylatorów doprowadza ogrzane powietrze do pomieszczenia, a na skutek wytworzonego nadciśnienia powietrze wypływa na zewnątrz oraz do sąsiednich pomieszczeń przez otwory i nieszczelności w przegrodach (rozwiązanie rzadko stosowane w budownictwie),
- wentylacja ***mechaniczna nawiewno-wywiewna*** – zarówno nawiew jak i wywiew powietrza wymuszone są w sposób mechaniczny.

Do jej zalet należy zaliczyć:

- możliwość kształtowania parametrów jakości powietrza w pomieszczeniu,
- możliwość filtracji powietrza doprowadzanego do pomieszczenia oraz możliwość kształtowania prawidłowego rozdziału powietrza, wysoka efektywność wentylacji,
- możliwość realizacji różnych procesów uzdatniania powietrza (w tym możliwość odzyskiwania energii z powietrza usuwanego).

Wentylacja *mechaniczna nawiewno–wywiewna z rekuperacją (odzyskiem)* ciepła – zapewnia najlepszą kontrolę ilości i jakości powietrza doprowadzanego do pomieszczeń.

Niezbędnym elementem wentylacji mechanicznej nawiewno–wywiewnej jest rekuperator. Jest to urządzenie służące do odzyskiwania ciepła z powietrza wywiewanego i ogrzewania za pomocą tego ciepła powietrza nawiewanego do budynku. Urządzenie to ma najczęściej postać dwóch krzyżujących się kanałów do przepływu powietrza. Rekuperator powinien charakteryzować się sprawnością 75% lub wyższą.

Wentylacja hybrydowa

System wentylacji hybrydowej łączy elementy wentylacji naturalnej i mechanicznej. W wentylacji hybrydowej w okresach niskiej temperatury powietrza zewnętrznego lub w okresach wietrznych wymiana powietrza zapewniona jest przez działanie sił naturalnych, a gdy strumień powietrza jest niewystarczający włącza się wentylator wspomagający działanie sił naturalnych.

6. Klimatyzacja

Definiuje się ją jako proces nadawania powietrzu znajdującym się w pomieszczeniu określonych parametrów pożądaných ze względów higienicznych oraz ze względu na dobre samopoczucie ludzi lub wartości parametrów wymaganych przez technologię produkcji odbywającej się w klimatyzowanych pomieszczeniach.

Zgodnie z § 148. 3. rozporządzenia klimatyzację należy stosować w pomieszczeniach, w których ze względów użytkowych, higienicznych, zdrowotnych lub technologicznych konieczne jest utrzymywanie odpowiednich parametrów powietrza wewnętrznego określonych w przepisach odrębnych i w Polskiej Normie.

Podwyższający się poziom oczekiwań i wymagań użytkowników sprawia, że klimatyzację stosuje się w coraz większej liczbie budynków (budynki biurowe, banki, sklepy, a nawet budynki mieszkalne).

Ze względów energetycznych systemy klimatyzacji można podzielić według rodzaju czynnika wykorzystywanego do transportu ciepła i chłodu na:

systemy powietrzne – strumień powietrza znacznie przekracza minimalne wymagania higieniczne, stwarza bardzo dobre warunki do rozcieńczania zanieczyszczeń emitowanych w pomieszczeniach, pod warunkiem, że nie stosuje się recyrkulacji powietrza. System zajmuje dużo przestrzeni w budynku (duże gabaryty central klimatyzacyjnych oraz duże przekroje magistralnych przewodów wentylacyjnych).

systemy powietrzno-wodne lub *powietrzno-freonowe* – system wentylacji zazwyczaj dostarcza powietrze świeże jedynie w ilości zapewniającej odpowiednie warunki higieniczne w pomieszczeniach, a do transportu ciepła i chłodu stosowane są czynniki o lepszych od powietrza właściwościach cieplnych np. woda czy freon.

Oszczędność energii w systemach wentylacji i klimatyzacji

Ograniczenia zużycia energii w instalacjach wentylacji, chłodzenia to:

- stosowanie systemów ze zmiennym strumieniem powietrza pozwalających dostosowywać intensywność wentylacji do potrzeb i zmiennego obciążenia cieplnego,
- poprawę efektywności wykorzystania świeżego powietrza poprzez doprowadzanie go możliwie blisko strefy przebywania ludzi,
- stosowanie racjonalnych prędkości przepływu powietrza w przewodach,
- stosowanie urządzeń o wysokiej sprawności,
- wykorzystanie źródeł chłodu o wysokim współczynniku ESEER (średnio sezonowy współczynnik wydajności chłodniczej),
- stosowanie zaawansowanej automatyki zapewniającej elastyczną pracę instalacji wentylacji i klimatyzacji oraz jej prawidłową współpracę z innymi instalacjami.
- wykorzystanie powietrza usuwanego z pomieszczeń o wyższych wymaganiach higienicznych do wentylacji pomieszczeń o wymaganiach niższych,
- stosowanie instalacji o relatywnie małych oporach przepływu,
- wykorzystanie wentylatorów o dużej sprawności oraz zastosowanie efektywnych sposobów przekazania mocy z silnika na wentylator

Do typowych układów regulacyjnych zalicza się:

- sterowanie intensywnością wentylacji (wentylator i przepustnice), w zależności od zmieniających się potrzeb,
- sterowanie recyrkulacją i odzyskiem ciepła uzależnione od parametrów powietrza zewnętrznego,
- sterowanie mocą wymienników (nagrzewnice, chłodnice, nawilżacze) w zależności od parametrów powietrza zewnętrznego oraz zmieniających się zysków ciepła i wilgoci w pomieszczeniu,
- układy zabezpieczające (np. zabezpieczenia antyzamrozeniowe nagrzewnic czy czujniki działania wentylatora),
- układy sygnalizacyjne (np. kontrola zabrudzenia filtrów).

7. System zaopatrzenia w cwu

W czasie modernizacji instalacji ciepłej wody należy:

- zmodernizować układ przygotowania ciepłej wody związany z modernizacją źródła ciepła w budynku.
- wymienić układ cyrkulacyjny na układ pompowy z zastosowaniem funkcji dezynfekcji termicznej instalacji ciepłej wody. Instalacja cyrkulacyjna powinna być doprowadzona do baterii czerpalnych.
- wykonać lub naprawić izolację cieplną pionów i poziomów instalacji c.w.u. oraz instalację cyrkulacyjnej w celu ograniczenia strat ciepła podczas działania cyrkulacji i przeciwdziałania obniżeniu temperatury ciepłej wody czerpanej z baterii.
- zastosować regulatory ciśnienia wody na przyłączy wodociągowym poprawiające jakość funkcjonowania zaworów i baterii czerpalnych ciepłej wody oraz układu przygotowania i cyrkulacji c.w.u.
- uszczelnić instalację poprzez wymianę armatury i nieszczelnych odcinków instalacji.

W ramach modernizacji instalacji celowe jest wprowadzenie nowoczesnej armatury czerpalnej urządzeń umożliwiających oszczędzanie wody, a co za tym idzie zmniejszenie zużycia ciepła niezbędnego na jej przygotowanie. Sposoby oszczędzania wody i energii w bateriach czerpalnych można ogólnie podzielić na te, które umożliwiają zmniejszenie wypływu wody z baterii oraz skrócenie czasu korzystania z baterii:

Perlator powoduje wytworzenie mieszaniny wodno-powietrznej, która zmniejsza udział wody w całkowitym strumieniu wypływającym z wylewki baterii.

Zamiana baterii dwuuchwytowej na jednouchwytową umożliwia zmniejszenie przepływu wody o 25% bowiem w baterii jednouchwytowej szybciej można ustawić żadaną temperaturę wypływającej wody. Konstrukcja mieszacza w baterii jednouchwytowej umożliwia utrzymywanie przez cały czas takiej samej pozycji mieszania wody zimnej i ciepłej,

Ograniczniki wypływu mogą spełniać podwójną funkcję w baterii czerpalnej: wstępnie ograniczają strumień wypływającej wody do 60% jego maksymalnego wypływu oraz wstępnie ograniczają wypływ wody ciepłej do takiej jej ilości, aby woda zmieszana wypływająca z wylewki miała temperaturę około 37°C, czyli taką, która jest najczęściej używana. W bateriach z ogranicznikami wypływu można szybko ustawić żadaną temperaturę wody, bez konieczności jej wcześniejszego sprawdzania. Ten prosty mechanizm umożliwia skrócenie czasu wypływu wody z baterii czerpalnej bez ograniczania potrzeb higienicznych użytkownika.

Baterie bezdotykowe są wyposażone w sensory, które automatycznie sterują włączaniem i wyłączeniem wypływu wody. Działanie i konstrukcja baterii eliminują do minimum wpływ nawyków użytkownika na zużycie wody (np. otwarty wypływ podczas mydlenia rąk). Wielkość przepływu i temperatura wody jest wcześniej ustawiona i nie musi być regulowana podczas każdego korzystania z baterii.

Modernizacja instalacji c.w.u. w budynku mieszkalnym wielorodzinnym powinna być związana z wprowadzeniem rozliczania opłat w oparciu o wskazania wodomierzy. W tym celu należy w każdym mieszkaniu zainstalować wodomierz lub dwa wodomierze (gdy ciepła woda do kuchni i do urządzeń sanitarnych jest doprowadzona z odrębnych pionów).

Doświadczenia wykazują, że po zamontowaniu wodomierzy opłaty zmniejszają się o 20 – 50 %. Jest to wynikiem zwiększenia uwagi na racjonalne użytkowanie ciepłej wody.

8. Modernizacja oświetlenia i napędów elektrycznych

Energooszczędna instalacja oświetleniowa to:

- energooszczędne źródła światła i oprawy oświetleniowe;
- oświetlenie w miejscach tego wymagających;
- oświetlenie w czasie, gdy jest potrzebne.

Modernizacja oświetlenia polega m.in. na

- wymianie źródeł światła;
- wymianie opraw oświetleniowych;
- wprowadzeniu systemów sterowania oświetleniem;
- stosowaniu oświetlenia miejscowego zamiast ogólnego.

Źródła światła – żarówka contra LED

Rodzaj źródła światła	Tradycyjna żarówka	LED
Moc źródła (W)	100	15,5
Średni czas świecenia w ciągu dnia [h]	8	8
Liczba godzin świecenia w roku [h]	2920	2920
Zużycie energii w ciągu roku [kWh]	292	45,26
Cena energii (sprzedaż) [zł/kWh]	0,52	0,52
Roczny koszt użycia energii [zł]	151,84	23,54
Roczna oszczędność [zł]	128,30 zł (84,5 %)	

Oprawa oświetleniowa – jej zadaniem jest kształtowanie strumienia świetlnego, zgodnie z przewidywanym zastosowaniem oraz ograniczeniem oślnienia. Oprawa, prócz elementów optycznych zawiera także elementy służące do mocowania i ochrony źródła światła oraz do przyłączenia go do sieci zasilającej.

System sterowania oświetleniem – prowadzi do oszczędności energetycznych i ekonomicznych dzięki redukowaniu mocy instalowanej urządzenia oświetleniowego i czasu jego użytkowania.

Rozwiązania proste polegają na wyłączeniu lub częściowym ograniczaniu strumienia świetlnego części opraw. Rozwiązania zaawansowane polegają na płynnej regulacji strumienia świetlnego opraw, najlepiej z wykorzystaniem głowic fotoelektrycznych automatycznie kontrolujących stopień wymaganego doświetlenia wnętrza światłem elektrycznym.

Niektóre pomieszczenia (np. sale konferencyjne, łazienki, szatnie, zaplecza) wykorzystywane są dorywczo. W takich sytuacjach zastosowanie mają automatyczne systemy lokalne wyposażone w *czujniki ruchu lub obecności*.

Modernizacja napędów

W związku z modernizacją systemów instalacyjnych ogrzewania, ciepłej wody, wentylacji i klimatyzacji trzeba również *zmodernizować napędy (silniki) elektryczne wykorzystywane w tych systemach.*

Te napędy istnieją w takich urządzeniach jak pompy, wentylatory, chłodziarki, sprężarki i tp.

Istniejące napędy powinny być poddane ocenie obejmującej:

- wiek napędu,
- sprawność deklarowana przez producenta,
- rodzaj regulacji mocy (prędkości obrotowej),
- dostosowanie mocy silnika do potrzeb (czy nie za duża moc).

Na tej podstawie trzeba podjąć decyzję o pozostawieniu lub wymianie silnika.

9. Wykorzystanie OZE i kogeneracji

Kolektory słoneczne

Kolektory słoneczne to urządzenia służące do przetworzenia energii promieniowania słonecznego na energię cieplną. Dzięki temu energia promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię kolektora słonecznego, jest wykorzystywana do podniesienia temperatury cieczy przepływającej przez absorber.

Zakłada się, że w naszej strefie klimatycznej kolektory mogą pokrywać średniorocznie ok. 40% zapotrzebowania na ciepło do podgrzewania ciepłej wody użytkowej, co przy średnim jej zużyciu wymaga zainstalowania kolektorów o powierzchni 1– 1,5 m² na osobę w budynku mieszkalnym i 0,2–0,3 m² na jednego zatrudnionego w budynku biurowym.

Stosowane są dwa rodzaje kolektorów: płaskie i próżniowe, które różnią się cechami użytkowymi i ceną.

Kolektory płaskie składają się z absorbera, czyli płyty miedzianej lub aluminiowej i cienkich miedzianych lub aluminiowych rurek trwale połączonych z płytą. Przez rurki przepływa ciecz (czynnik roboczy), która odbiera z absorbera ciepło promieniowania słonecznego. Absorber jest zamknięty w szczelnej obudowie z przezroczystym przykryciem z góry i izolacją termiczną ograniczającą straty ciepła z boków i od spodu.

Kolektory próżniowe (nazywane są często kolektorami rurowymi) wykorzystują jako izolację termiczną wysoką próżnię utrzymywaną wewnątrz rur szklanych, co pozwala na skuteczniejsze ograniczenie strat ciepła i eksploatację kolektora nawet przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych. Kolektory próżniowe mają wyższą sprawność niż płaskie, ale też są droższe.

Fotowoltaika (PV)

Panele fotowoltaiczne służą do przetworzenia energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną.

Podstawowym elementem paneli fotowoltaicznych są ogniwa fotowoltaiczne, w których następuje zamiana energii słonecznej w energię elektryczną. Wytwarzany prąd jest prądem stałym, więc w większości przypadków dla jego dalszego praktycznego wykorzystania potrzebne jest urządzenie zmieniające prąd stały na zmienny (falownik). Zastosowanie mają głównie moduły ogniw, z których najbardziej typowe o wymiarach 1,5x1 m osiągają moc 250 – 300 Wp przy napięciu 12 V.

Systemy fotowoltaiczne dzielimy na dwa rodzaje:

Systemy PV podłączone do sieci (*in-grid*), które muszą być dostosowane do parametrów technicznych sieci, wymagają zabezpieczeń na wypadek awarii sieci, ale które przez stałą łączność z siecią rozwiązują problem nadmiaru lub braku energii.

Systemy PV niezależne od sieci (*off-grid*), które wymagają akumulatorów dla gromadzenia nadmiaru energii, umożliwiają też zasilanie urządzeń w prąd stały (np. do oświetlenia).

Systemy PV dobrze sprawdzają się przy zasilaniu instalacji klimatyzacyjnej, do zasilania pompy obiegowej w instalacji z kolektorami słonecznymi, a także do zasilania pompy ciepła.

10. Pompy ciepła

Pompa ciepła to urządzenie, które pobiera ciepło zmagazynowane w środowisku naturalnym: w ziemi, w wodzie, w otaczającym nas powietrzu (tzw. dolne źródło ciepła) i oddaje je do układu grzewczego – do centralnego ogrzewania, do wymiennika ciepłej wody użytkowej lub do wentylacji z odzyskiem ciepła (tzw. górnego źródła ciepła). Dolne źródło ciepła musi być dobrane w zależności istniejących warunków naturalnych (dostępność np. wód gruntowych), zapotrzebowania budynku na ciepło (a więc związaną z tym wydajność pompy ciepła) oraz oczywiście możliwości finansowych inwestora.

Przy projektowaniu górnego źródła ciepła trzeba pamiętać, że maksymalna temperatura wody uzyskiwana na wyjściu z pompy ciepła nie przekracza na ogół 55°C. Z tego względu wybierając górne źródło do pompy ciepła, trzeba zdecydować się na urządzenia o niskiej temperaturze zasilania.

Najlepiej sprawdza się ogrzewanie podłogowe lub ścienne, gdyż wymagana temperatura zasilania takiego układu nie przekracza 35°C. Jeśli jednak pompa ciepła ma posłużyć do zasilania ogrzewania grzejnikowego, najlepiej wybrać grzejniki konwekcyjne lub klimakonwektory niewymagające zasilania wodą o wyższej temperaturze.

Zalety stosowania układów z pompa ciepła to głównie:

- prawie darmowa energia pochodząca z niewyczerpywalnego źródła – środowiska,
- wygoda i czystość – nie wymaga instalowania komina czy dodatkowego systemu wentylacji, nie wydziela zapachów, jest w pełni zautomatyzowana, nie potrzebuje konserwacji ani okresowych przeglądów,
- cicha praca,
- uniezależnienie od wzrostu cen paliw,
- sprawność pompy ciepła w miarę upływu czasu nie spada – jest stała w całym okresie jej eksploatacji.

Do wad trzeba zaliczyć koszt instalacji.

Na efektywność ekonomiczną stosowania pomp ciepła wpływ mają głównie dwa czynniki: z jednej strony efektywność energetyczna i cena zakupu energii wykorzystywanej do napędu, z drugiej strony koszty inwestycyjne.

Dla instalacji o mniejszych mocach koszt wykonania ujęcia dolnego źródła nierzadko przewyższa koszt zakupu samej pompy ciepła i staje się wtedy główną pozycją w koszcie całej inwestycji.

11. Kogeneracja

Kogeneracja lub technologia skojarzonej produkcji energii cieplnej i elektrycznej (Combined Heat and Power – CHP), polega na *jednoczesnym wytwarzaniu energii elektrycznej i cieplnej*.

Kogeneracja zapewnia wzrost sprawności energetycznej i prowadzi do znacznie mniejszego zużycia paliwa niż w procesach rozdzielonych, a w związku z tym, przynosi korzyści finansowe i środowiskowe. Wykorzystywana jest zarówno w wielkich urządzeniach (elektrociepłownie) jak i małych jednostkach kogeneracyjnych.

W budynkach znajdują zastosowanie małe układy kogeneracyjne o mocy od kilku do 100 kW określane jako mikrokogeneracja (microCHP).

Systemy mikrokogeneracji znajdują efektywne zastosowanie w obiektach, w których występuje stałe zapotrzebowanie na ciepło poza sezonem grzewczym na poziomie kilkudziesięciu kW.

MicroCHP jest dobrym rozwiązaniem w obiekcie, w którym zasilanie w energię elektryczną jest niezbędne i nie może być przerwane w przypadku awarii (szpitale, hotele, ośrodki sportowo-rekreacyjne i inne obiekty użyteczności publicznej.). Wykorzystanie ciepła odpadowego z kogeneracji do produkcji chłodu na cele klimatyzacji pomieszczeń może być dodatkowym argumentem zastosowania CHP.

SYSTEM MONITOROWANIA I STEROWANIA ENERGIĄ

Efektywne wykorzystanie energii w budynku zależy nie tylko od dobrego ocieplenia budynku i modernizacji systemów instalacyjnych, ale także od *stałego utrzymywania prawidłowej i oszczędnej eksploatacji* wszystkich systemów, instalacji i urządzeń związanych z użytkowaniem energii.

Konieczne jest stałe monitorowanie zużycia energii realizowane przez wykonywanie pomiarów jej zużycia, dokonywanie oceny poziomu tego zużycia oraz wprowadzanie niezbędnych zmian w ustawieniu urządzeń regulacyjnych (sterowania), a także dokonywanie niezbędnych napraw. Powinien to być konkretny system z ustaloną organizacją, terminami i sposobem dokumentowania kontroli określany jako *system zarządzania energią*.

Dążenie do minimalizacji kosztów eksploatacji przy jednoczesnym zapewnieniu wymaganych cech użytkowych budynku oznacza:

- utrzymanie wymaganej jakości powietrza w użytkowanych pomieszczeniach,
- zapewnienie zgodnych ze standardem parametrów sztucznego/naturalnego oświetlenia,
- zapewnienie minimum zużycia energii i kosztów eksploatacji instalacji wewnętrznych budynku w tym instalacji centralnego ogrzewania (c.o.), ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) oraz wentylacji i klimatyzacji,
- zapewnienie niezawodności pracy urządzeń i całych instalacji.

Stosowanie zarządzania energią w budynku wymaga zainstalowania dodatkowych urządzeń do monitorowania i regulacji, które umożliwią bieżące kształtowanie wybranych parametrów charakteryzujących warunki higieniczne i mikroklimat powietrza w pomieszczeniach, a w szczególności:

- parametrów powietrza zewnętrznego (temperatura i wilgotność)
- mikroklimatu w pomieszczeniach (czujniki temperatury i wilgotności względnej powietrza)
- jakości powietrza (czujniki stężenia CO₂ lub organicznych zanieczyszczeń lotnych)
- ciśnienia statycznego (w systemach klimatyzacji ze zmiennym strumieniem powietrza).

Komputerowy system zarządzania i nadzoru nad eksploatacją budynku (Building Management System)

Podstawowymi podsystemami BMS są:

W zakresie bezpieczeństwa użytkowników:

- podsystem wykrywania, sygnalizacji i likwidacji ognisk pożaru (SAP),
- podsystem wykrywania, sygnalizacji i zabezpieczenia przed włamaniem (IA),
- podsystem kontroli dostępu do wybranych pomieszczeń i stref budynku (ACC),
- podsystem telewizji dozorowej (CCTV)

W zakresie higieny i komfortu użytkowników:

- podsystem nadzoru i sterowania pracą instalacji wraz ze źródłami ciepła i chłodu oraz instalacjami wody zimnej i gazu,
- podsystem sterowania pracą instalacji elektroenergetycznej (oświetlenie, rozdzielnice elektryczne i stacje transformatorowe),
- podsystem sterowania transportem wewnętrznym (windy),
- podsystem sterowania łącznością i przepływem informacji,
- podsystem wykrywania, sygnalizacji i zabezpieczenia przed wydzielaniem się substancji szkodliwych dla zdrowia lub wybuchowych (CO, metan, itp.).

AUDYT ENERGETYCZNY ZBIORCZY BUDYNKU

Dane ogólne

1.	Właściciel/ władający budynkiem	-	Wspólnota Mieszkaniowa ul. Kwiatowa 1 w Warszawie
2.	Przeznaczenie budynku	-	mieszkalny
3.	Adres budynku	-	ul. Kwiatowa 1 01-904 Warszawa
4.	Rok zakończenia budowy/rok oddania do użytkowania	-	1978
5.	Liczba zmodernizowanych energetycznie budynków	szt.	1
6.	Liczba gospodarstw domowych z lepszą klasą zużycia energii	szt.	78
7.	Kubatura części ogrzewanej	m3	15 147
8.	Powierzchnia o regulowanej temperaturze budynku	m2	5 871
9.	Powierzchnia o regulowanej temperaturze części mieszkalnej	m2	4 906
10.	Powierzchnia o regulowanej temperaturze lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych (łącznie z klatkami schodowymi)	m2	965
11.	Liczba osób użytkujących budynek	os.	184

Opis instalacji przed modernizacją		
1.	Instalacja c.o. i źródło ciepła zasilające instalację c.o.	instalacja tradycyjna, bez zaworów termostatycznych, przewody w piwnicy nieocieplone, zasilanie z sieci ciepłowniczej miejskiej, węzeł dwufunkcyjny
2.	Instalacja przygotowania ciepłej wody i źródło ciepła zasilające instalację c.w.u.	instalacja centrala, zasilana z węzła, przewody w piwnicy ocieplone, na cyrkulacji zamontowane zawory ograniczające czas pracy instalacji
3.	Instalacja wentylacji	naturalna, grawitacyjna
4.	Instalacja chłodzenia i źródła chłodu	brak
5.	Instalacja oświetlenia wbudowanego	tradycyjne żarowa

Opis instalacji po modernizacji		
1.	Instalacja c.o. i źródło ciepła zasilające instalację c.o.	instalacja wymieniona, wyposażona w zawory termostaticzne i podpionowe, przewody w piwnicy ocieplone, zamontowane podzielniki ciepła
2.	Instalacja przygotowania ciepłej wody i źródło ciepła zasilające instalację c.w.u.	bez zmian
3.	Instalacja wentylacji	bez zmian
4.	Instalacja chłodzenia i źródła chłodu	brak
5.	Instalacja oświetlenia wbudowanego	energooszczędne źródła i oprawy, czujniki ruchu, czujniki natężenia oświetlenia

Opłaty jednostkowe obowiązujące w dniu sporządzenia audytu			Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku	zł/GJ	24,34	24,34
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	zł/(MW m-c)	8 076,91	8 076,91
3.	Miesięczna opłata abonamentowa na ogrzewanie	zł/m-c	15,25	15,25
4.	Koszt za 1GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	zł/GJ	24,34	24,34
5.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc	zł/(MW m-c)	8 076,91	8 076,91
6.	Miesięczna opłata abonamentowa (lub nie dotyczy jeśli zawarte w opłacie za ciepło do celów c.o.)	zł/m-c	0,00	0,00
7.	Koszt za 1kWh energii elektrycznej	zł/kWh	0,50	0,50

Część I. Termomodernizacja i źródło ciepła

1.	W audycie obliczono parametry energetyczne w taki sposób, aby po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynek spełniał warunki określne w § 328, ust. 1a Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, tzn., aby spełniał wymagania minimalne dla budynków poddanych przebudowie	-	wg. 2017
----	--	---	----------

Współczynniki przenikania ciepła przegród			Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	W/(m ² K)	1,08	0,23
2.	Stropodach	W/(m ² K)	0,60	0,18
3.	Strop nad piwnicą	W/(m ² K)	1,99	1,99
4.	Okna	W/(m ² K)	2,60	2,60
5.	Okna na klatce schodowej	W/(m ² K)	5,60	1,60
6.	Drzwi wejściowe	W/(m ² K)	3,00	3,00

Sprawności składowych systemu ogrzewania				
1.	Sprawność wytwarzania	-	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania	-	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	-	1,00	1,00
5.	Ogólna sprawność systemu dystrybucji ciepła	-	0,59	0,75
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	-	1,00	1,00
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	-	1,00	0,95

Sprawności składowych systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Sprawność wytwarzania	-	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu	-	0,60	0,60
3.	Sprawność akumulacji	-	1,00	1,00
4.	Sprawność wykorzystania	-	1,00	1,00
5.	Sprawność całkowita systemu przygotowania c.w.u.	-	0,55	0,55

Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	-	naturalna	naturalna
2.	Liczba wymian	1/h	1,20	1,10
3.	Sprawność rekuperacji (odzysk ciepła)	%	-	-
4.	Sprawność wymiennika gruntowego	%	-	-

Charakterystyka energetyczna i ekonomiczna związana z ogrzewaniem, wentylacją i przygotowaniem c.w.u.				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania	kW	341,8	179,2
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu Q_{sr} lub Q_{max}	kW	83,7	83,7
3.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania i wentylacji	GJ/rok	4 520,0	2 252,0
4.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania c.w.u.	GJ/rok	889,0	889,0
5.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/rok	4 035,0	-
6.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/rok	801,0	-
7.	Roczne sumaryczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania, wentylacji i przygotowania c.w.u.	GJ/rok	5 409,0	3 141,0
8.	Procent oszczędności energii końcowej do ogrzewania, wentylacji i przygotowania c.w.u.	%	40%	
9.	Roczne sumaryczne zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania c.w.u. (bez urządzeń pomocniczych)	GJ/rok	4 327,2	2 512,8
		MWh/rok	1 203,0	698,6
10.	Koszty inwestycyjne	zł	896 282,00	
11.	Roczne koszty ogrzewania, wentylacji i przygotowania c.w.u	zł/rok	168 584,00	97 643,00

Część II. Oszczędności w zużyciu energii elektrycznej

1. Oświetlenie

1.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia	MWh/rok	13,81	3,14
2.	Procent oszczędności energii końcowej do oświetlenia	%	77%	
3.	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną do oświetlenia	MWh/rok	41,43	9,42
4.	Koszty inwestycyjne	zł	31 629,00	
5.	Roczne koszty oświetlania	zł/rok	6 905,00	1 571,00

2. Energia pomocnicza				
1.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dla urządzeń pomocniczych	MWh/rok	1,7854	1,7854
2.	Procent oszczędności energii końcowej dla urządzeń pomocniczych	%	-	
3.	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla urządzeń pomocniczych	MWh/rok	-	-
4.	Koszty inwestycyjne	zł	-	
5.	Roczne koszty pracy urządzeń pomocniczych	zł/rok	892,6856	892,6856

3. Instalacja chłodzenia

Sprawności składowe systemu chłodzenie

1.	Sprawność wytwarzania	-	-	-
2.	Sprawność przesyłania	-	-	-
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	-	-
4.	Sprawność akumulacji	-	-	-
5.	Ogólna sprawność systemu dystrybucji chłodu	-	-	-

Charakterystyka energetyczna i ekonomiczna chłodu				
1.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do chłodzenia	MWh/rok	-	-
2.	Procent oszczędności energii końcowej do chłodzenia	%	-	
3.	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną do chłodzenia	MWh/rok	-	-
4.	Koszty inwestycyjne	zł	-	
5.	Roczne koszty chłodzenia pomieszczeń	zł/rok	-	-

Część III. Zastosowanie odnawialnych źródeł energii i wysokosprawnej kogeneracji

1. Instalacja PV

1.	Powierzchnia paneli	m ²	30,00
2.	Moc instalacji	kWp	5,50
3.	Koszty inwestycyjne	zł	71 000,00
4.	Planowany uzysk z instalacji PV	MWh/rok	4,05
5.	Planowany uzysk z 1 kWp instalacji PV	kWh/kWp	736

2. Instalacja kolektorów słonecznych

1.	Powierzchnia czynna zamontowanej instalacji kolektorów	m ²	-
2.	Koszty inwestycyjne	zł	-
3.	Planowany uzysk z instalacji kolektorów	GJ/rok	-
4.	Planowany uzysk z 1m ² powierzchni czynnej instalacji solarnej	GJ/(rok m ²)	-

3. Pompa ciepła

1.	Rodzaj pompy ciepła	-	-
2.	Sprawność wytwarzania	-	-
3.	Uzysk OZE z pompy ciepła	GJ/rok	-

4. Kogeneracja i inne OZE			
1.	Moc cieplna urządzenia	kW	-
	Moc elektryczna urządzenia	kW	-
2.	Sprawność cieplna urządzenia	-	-
	Sprawność elektryczna urządzenia	-	-
3.	Ilość wyprodukowanej energii z kogeneracji		
	- ciepło	GJ/rok	-
	- energia elektryczna	MWh/rok	-
4.	Koszty inwestycyjne	zł	-

Podsumowanie

Charakterystyka energetyczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia			Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową budynku:			
	- ciepło	GJ/rok	5 409,0	3 141,0
	- energia elektryczna	MWh/rok	15,6	0,9
2.	Roczne oszczędności energii końcowej dla budynku			
	- ciepło	GJ/rok	2 268,0	
	- energia elektryczna	MWh/rok	14,7	
3.	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku:			
	- ciepło	GJ/rok	4 327,2	2 512,8
	- energia elektryczna	MWh/rok	46,8	2,6
4.	Roczne oszczędności energii pierwotnej dla budynku			
	- ciepło	GJ/rok	1 814,4	
	- energia elektryczna	MWh/rok	44,2	
5.	Roczne łączne zapotrzebowanie na energię końcową budynku	MWh/rok	1 519,3	874,1
6.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową w budynku	MWh/rok	645,2	

7.	Procent łącznej oszczędności energii końcowej budynku	%	40	
8.	Roczne łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku	MWh/rok	1 249,7	701,2
9.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną w budynku	MWh/rok	548,6	
10.	Emisja gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla)	MgCO ₂ /rok	418,1	239,5
11.	Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla)	MgCO ₂ /rok	178,6	
12.	Procent redukcji emisji gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla)	%	0,4	
13.	Emisja pyłów PM10	kgPM10/rok	0,0	0,0
14.	Szacowany roczny spadek emisji pyłów PM10	kgPM10/rok	0,0	
15.	Procent redukcji emisji pyłów PM10	%	0,0	

Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia				
1.	Sumaryczne roczne koszty eksploatacyjne	zł/rok	176 361,69	98 535,69
2.	Oszczędność rocznych kosztów eksploatacyjnych	zł/rok	77 826,00	
3.	Sumaryczne koszty inwestycyjne z Części I, II oraz III	zł	998 911,00	
4.	Koszty audytu	zł	6 500,00	
5.	Sumaryczne koszty inwestycyjne (z kosztem opracowania audytu energetycznego zbiorczego budynku wraz z załącznikami)	zł	1 005 411,00	
6.	SPBT	lata	12,9	

Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia			
Lp.	Skrócony opis prac	koszt jednostkowy zł/m ² zł/ szt. lub zł	koszt robót brutto, zł
	Część I		
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych do 8 kondygnacji włącznie styropianem ($\lambda = 0,045 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) o grubości 15 cm, $F=2\ 235 \text{ m}^2$	180	402 300
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych powyżej 8 kondygnacji wełną mineralną ($\lambda = 0,045 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) o grubości 15 cm, $F=1\ 362 \text{ m}^2$	200	272 400
3	Ocieplenie stropodachu z warstwy granulatu wełny mineralnej ($\lambda = 0,039 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) o grubości 15 cm w przestrzeni pustki powietrznej $F=432 \text{ m}^2$	51	22 032
4	Wymiana na klatkach schodowych okien metalowych pojedynczych na nowe, dwuszybowe $F=201 \text{ m}^2$	500	100 500
5	Kompleksowa modernizacja instalacji wewnętrznej obejmująca: hermetyzację instalacji, wymianę przewodów poziomych w piwnicy, chemiczne płukanie instalacji, montaż zaworów termostatycznych, montaż podpionowych zaworów regulacyjno-odcinających i regulację hydrauliczną		99 050

	Część II		
1	Modernizacja oświetlenia: wymiana źródeł i opraw oświetleniowych na energooszczędne (po modernizacji 69 opraw po dwa punkty świetlne o mocy 9 W każdy- nowa moc całkowita zainstalowana 1,242 KW) wraz z czujnikami ruchu i czujnikami natężenia światła		31 629
..			
	Część III		
2	Instalacja paneli fotowoltaicznych - 30 m ² o mocy 5,5 kW		71 000
..			
	Sumaryczne koszty inwestycyjne		998 911

ZAŁĄCZNIKI

Lp	Rodzaj załącznika	Dotyczy ¹	Zawarte w załączniku ²	Nie dotyczy ¹
1.	Audyt energetyczny budynku ³	X		
2.	Analiza oszczędności w zużyciu energii elektrycznej na cele oświetleniowe	X		
3.	Analiza oszczędności w zużyciu energii elektrycznej dla urządzeń pomocniczych			
4.	Analiza oszczędności w zużyciu energii elektrycznej dla instalacji chłodzenia			
5.	Analiza zastosowania instalacji PV	X		
6.	Analiza zastosowania instalacji kolektorów słonecznych			
7.	Analiza zastosowania pompy ciepła			
8.	Analiza zastosowania wysokosprawnej kogeneracji i innego OZE			
9.	Wyliczenie efektu ekologicznego ³	X		

1) Zaznaczyć „X” w odpowiednim polu

2) Zawarte w załączniku – podać nr załącznika, w którym znajdują się dane analizy (dotyczy łącznych analiz)

3) Należy dostarczyć obligatoryjnie

Załącznik 9. Wyliczenie efektu ekologicznego (część I: redukcja emisji CO₂)

Nośnik energii	WSPÓLCZYNNIKI NAKŁADU NIEODNAWIALNEJ ENERGII PIERWOTNEJ ²	WSKAŹNIK EMISJI ^{3,4)} kgCO ₂ /GJ lub MgCO ₂ /MWh	Rok bazowy - stan przed modernizacją (przed realizacją projektu)		Obliczeniowy stan po modernizacji (po realizacji projektu)		
			Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok lub MWh/rok)	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok lub MWh/rok)	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Redukcja emisji MgCO ₂ /rok
1	2	3	4	5	6	7	8
Olej opałowy (podawać w GJ/rok)							
Gaz ziemny (podawać w GJ/rok)							
Gaz płynny (podawać w GJ/rok)							
Węgiel kamienny (podawać w GJ/rok)							
Węgiel brunatny (podawać w GJ/rok)							
Biomasa ⁵⁾ (podawać w GJ/rok)							
Inny (podać jaki) np. oze							
Ciepło sieciowe z ciepłowni ²⁾ (podawać w GJ/rok)							
Ciepło sieciowe z ciepłowni wyłącznie na biomasę ⁵⁾ (podawać w GJ/rok)							
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni ²⁾ (podawać w GJ/rok)	0,800	93,74	5 409,00	405,63	3 141,00	235,55	170,08
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni opartej wyłącznie na energii odnawialnej (biogaz, biomasa) ⁵⁾ (podawać w GJ/rok)							
Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej zużyta na potrzeby budynku ¹⁾⁴⁾ (podawać w MWh/rok)		0,798	15,60	12,45	4,93	3,93	8,51
Energia elektryczna wyprodukowana na miejscu ze źródeł oze (biomasa, biogaz, w tym w skojarzeniu, PV), zużyta na potrzeby budynku ¹⁾ (podawać w MWh/rok ze znakiem minus)		0,00		0,00	-4,05	0,00	0,00
SUMA				418,08		239,48	178,60
PROCENT REDUKCJI EMISJI							43%

Załącznik 9. Wyliczenie efektu ekologicznego (część II: redukcja emisji PM10)

Nośnik energii	WSKAŹNIK EMISJI ¹⁾ gPM10/GJ	Rok bazowy - stan przed modernizacją (przed realizacją projektu)		Obliczeniowy stan po modernizacji (po realizacji projektu)		
		Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok)	Wielkość emisji kgPM10/rok	Zapotrzebowanie na energię kończącą (GJ/rok)	Wielkość emisji kgPM10/rok	Redukcja emisji kgPM10/rok
1	2	3	4	5	6	7
Olej opałowy (podawać w GJ/rok)						
Gaz ziemny (podawać w GJ/rok)						
Gaz płynny (podawać w GJ/rok)						
Węgiel kamienny (podawać w GJ/rok)						
Węgiel brunatny (podawać w GJ/rok)						
Biomasa (podawać w GJ/rok)						
Inny (podać jaki) np. oze						
Ciepło sieciowe z ciepłowni (podawać w GJ/rok)	0 ²⁾					
			SUMA			
						PROCENT REDUKCJI EMISJI

Zapotrzebowanie energii

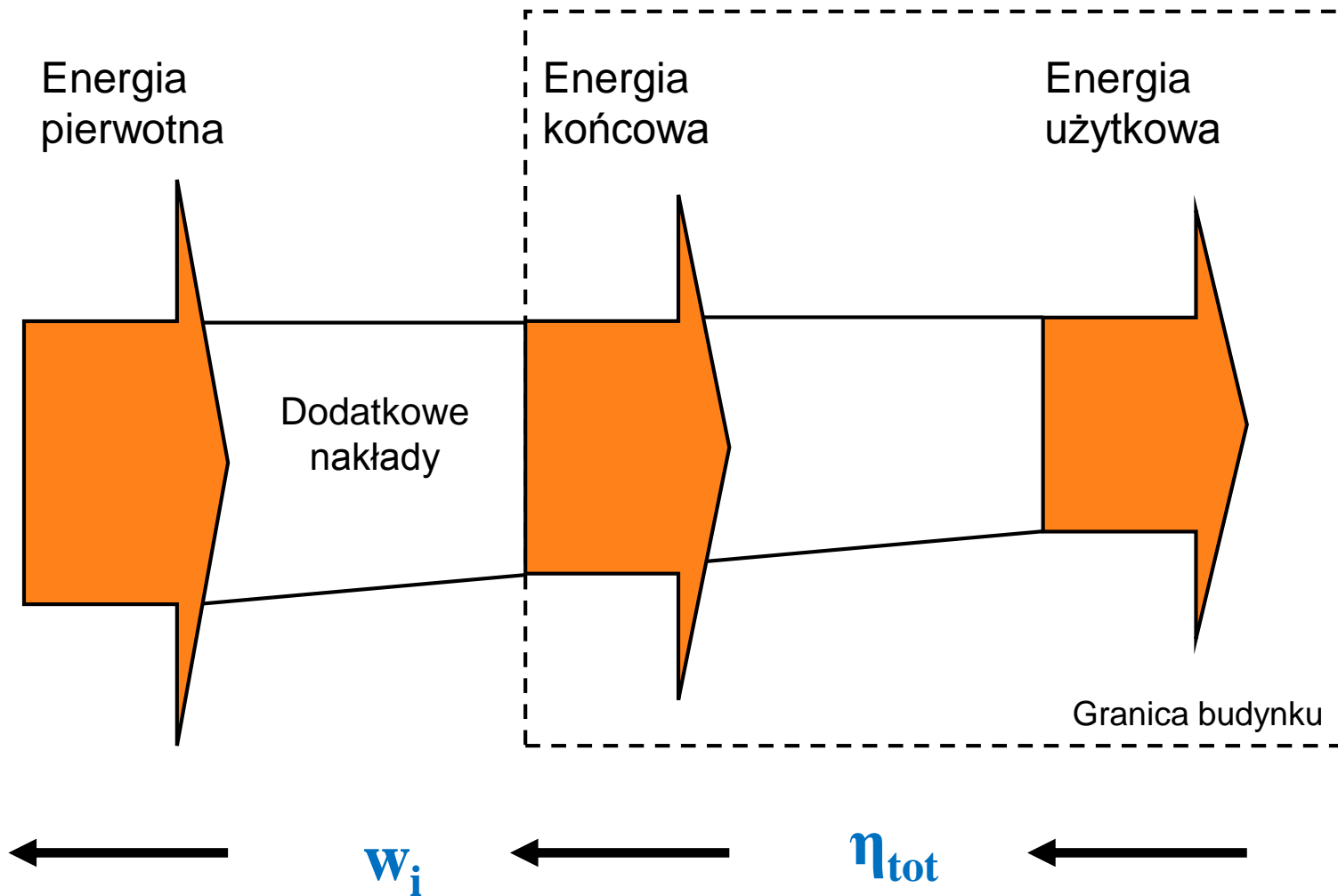
Oblicza się kolejno na trzech poziomach :

EU – energia użytkowa *bezpośrednio wykorzystywana w budynku /pomieszczeniu, niezbędna do zapewnienia wymaganych warunków w pomieszczeniu*

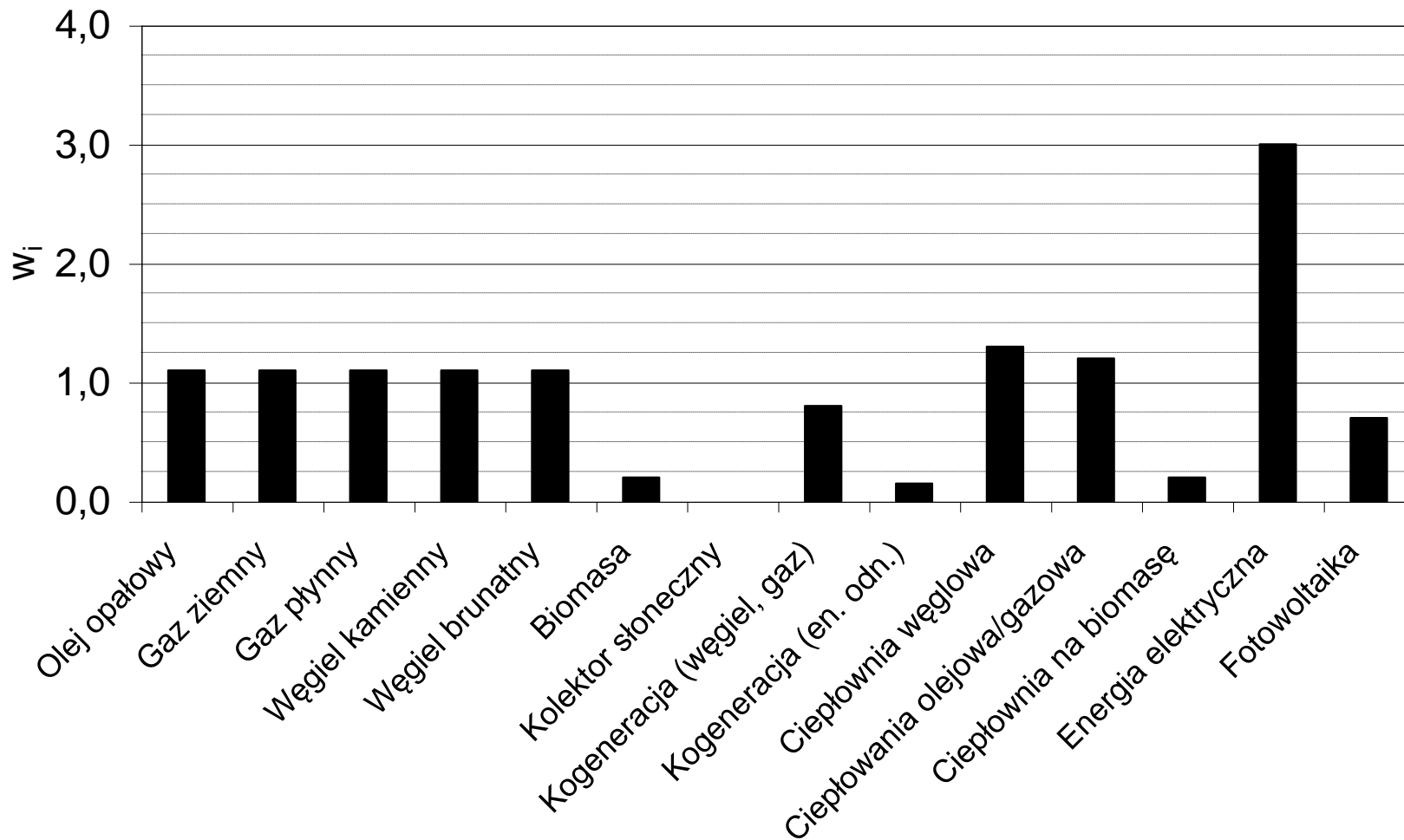
EK – energia końcowa – uwzględnia straty pomiędzy źródłem i pomieszczeniem – to za ta energię płacimy

EP – energia pierwotna – uwzględniającej dodatkowe nakłady energetyczne na dostarczenie do granicy budynku każdego wykorzystanego nośnika energii.

$$EP = EK * w_i \quad EK = EU / \eta$$



Współczynniki nakładu energii pierwotnej



Sprawności

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

$\eta_{H,g}$ – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczanej do granicy bilansowej budynku

$\eta_{H,s}$ – średnia sezonowa akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku

$\eta_{H,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku

$\eta_{H,e}$ – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku

ROZLICZENIE PROJEKÓW

Po zakończeniu projektu przeprowadzania jest weryfikacja realizacji działań przewidzianych w audycie energetycznym i osiągnięcia rezultatu energetycznego w nim wykazanych (audyt ex-post).

W tym celu pożyczkobiorca musi dostarczyć do BGK następujące dokumenty:

- potwierdzenie-oświadczenie projektanta o zgodności projektu budowlanego z pozytywnie zweryfikowanym audytem energetycznym
- potwierdzenie-oświadczenie inspektora nadzoru inwestorskiego o zgodności realizacji przedsięwzięcia z projektem budowlanym