

termomodernizacja i unowocześnienie

budynków użyteczności publicznej



program edukacyjno-informacyjny
www.domprzyjazny.pl

Budynki użyteczności publicznej – biurowe, szkolne, szpitale, przychodnie zdrowia, obiekty kultury i sportu – wybudowane kilkanaście lub kilkadziesiąt lat temu swoimi cechami technicznymi i użytkowymi nie odpowiadają współczesnym wymaganiom. Można jednak ten stan zmienić, wykonując odpowiednią modernizację. W tej broszurze chcemy zachęcić do wykonania termomodernizacji i unowocześnienia budynków, przedstawić, jakie zmiany trzeba wprowadzić i jak to wykonać.

1.	Jakie usprawnienia trzeba wykonać	1
2.	Usprawnienia termomodernizacyjne w budynkach użyteczności publicznej	3
2.1	Ochrona cieplna budynków	3
2.2	Systemy wentylacji i klimatyzacji	9
2.3	Systemy ogrzewania	18
2.4	Przygotowanie ciepłej wody użytkowej	22
2.5	Systemy oświetleniowe w budynku	23
3.	Zastosowanie energii odnawialnych	27
4.	Przygotowanie i realizacja prac modernizacyjnych	29
4.1	Audyt energetyczny	29
4.2	Projekt budowlany	29
4.3	Pozwolenie na budowę	29
4.4	Wykonawstwo prac termomodernizacyjnych	30
5.	Zarządzanie energią w budynkach użyteczności publicznej	31
5.1	Instalacje c.o.	31
5.2	Instalacje c.w.u.	31
5.3	Instalacje wentylacji naturalnej	29
4.4	Wykonawstwo prac termomodernizacyjnych	30
6.	Jak sfinansować termomodernizację	34
7.	Modelowy przykład projektu termomodernizacji budynku szkolnego	41
8.	Gdzie inwestorzy mogą szukać pomocy i wskazówek	44
9.	Ważniejsze przepisy i instrukcje dotyczące termomodernizacji	47
10.	Podsumowanie	48

Budynki użyteczności publicznej – biurowe, szkolne, szpitale, obiekty kultury i sportu – wybudowane kilkanaście lub kilkadziesiąt lat temu swoimi cechami technicznymi i użytkowymi nie odpowiadają współczesnym wymaganiom. Można jednak ten stan zmienić, wykonując odpowiednią modernizację. Dane statystyczne wskazują, że zabiegów modernizacyjnych wymaga w Polsce około 75% budynków użyteczności publicznej.

Szczególnie ważne i potrzebne są takie usprawnienia, które umożliwią prawidłowe użytkowanie budynków przy znacznym zmniejszeniu zużycia energii, wody i odpadów.

Budynki poddane modernizacji będą nie tylko lepiej dostosowane do współczesnych wymagań użytkowych, ale także zapewnią lepsze warunki dla zdrowia i samopoczucie użytkowników oraz wyższą efektywność pracy, przy jednoczesnym zmniejszeniu oddziaływania na środowisko przyrodnicze.

Termomodernizacja uwzględniająca aspekty środowiskowe i społeczne umożliwia osiągnięcie różnych korzyści:

- podwyższenie standardu technicznego i obniżenie kosztów eksploatacji i konserwacji budynku,
- podwyższenie standardu użytkowego - uzyskanie lepszego mikroklimatu dla całego obiektu,
- stworzenie obiektu o wyższych walorach estetycznych,
- zmniejszenie emisji szkodliwych substancji do środowiska (np. dwutlenku węgla) – wynikające ze mniejszego zapotrzebowania na ciepło,
- lepsze wykorzystanie terenu, wody i zmniejszenie strumienia odpadów poprzez wprowadzenie odpowiednich rozwiązań technicznych i organizacyjnych,
- podwyższenie wartości rynkowej budynku,
- polepszenie ogólnego postrzegania użytkowników jako dbających o środowisko,
- edukacja w zakresie poszerzania wiedzy na temat pożytków z ograniczenia zużycia zasobów.

W tej broszurze chcemy zachęcić do wykonania termomodernizacji i unowocześnienia budynków, a także przedstawić, co należy zrobić, aby to osiągnąć.

Wydawnictwo adresujemy do zarządców budynków sfery administracji centralnej, należących do samorządów lokalnych i do prywatnych właścicieli, a także do terenowych jednostek administracji architektoniczno-budowlanej, której rola w ułatwianiu pozytywnych zmian w istniejącej zabudowie jest niezwykle ważna. Prawidłowa modernizacja budynków publicznych powinna być przykładem dla wszystkich inwestorów rozważających taką inwestycję.



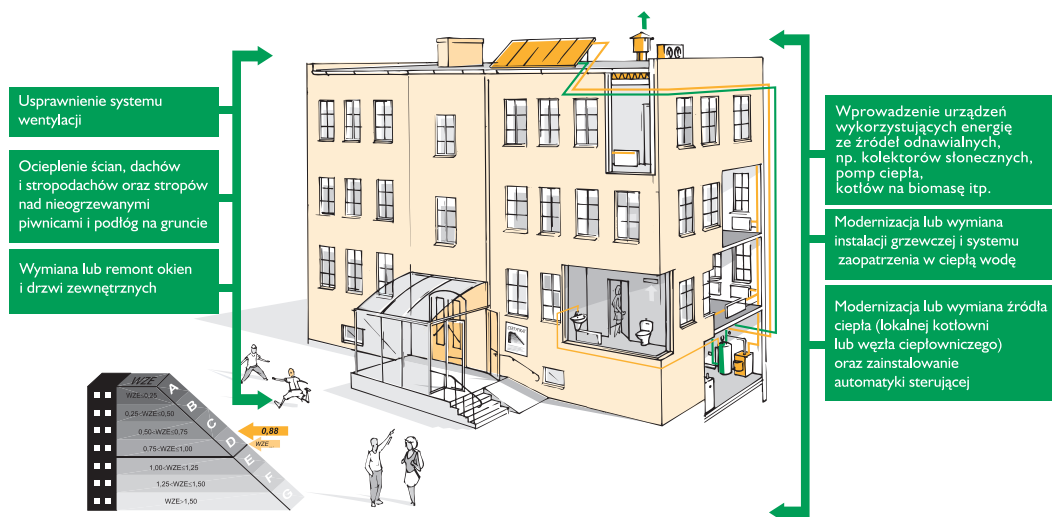
1 JAKIE USPRAWNIENIA TRZEBA WYKONAĆ

Mamy nadzieję, że w niniejszej broszurze znajdą Państwo zasób podstawowych informacji ułatwiających przygotowanie i realizację modernizacji. Chcielibyśmy przy tym przedstawić modernizację budynków jako proces nie tylko techniczny, ale jako działanie przyczyniające się do lepszej gospodarki zasobami i promujące tworzenie odpowiednich warunków społecznych dotyczących np. poprawy zdrowia i komfortu pracy.

Termomodernizacja budynku obejmuje szereg usprawnień, które umożliwią zmniejszenie zużycia energii i obniżenie kosztów użytkowania budynku, a także podniosą komfort użytkowania pomieszczeń w budynku. Są to w szczególności:

- ocieplenie ścian, dachów i stropodachów oraz stropów nad nieogrzewanymi piwnicami i podłóg na gruncie,
- wymiana lub remont okien i drzwi zewnętrznych,
- modernizacja lub wymiana źródła ciepła (lokalnej kotłowni lub węzła ciepłowniczego) oraz zainstalowanie automatyki sterującej,
- modernizacja lub wymiana instalacji grzewczej i systemu zaopatrzenia w ciepłą wodę,
- usprawnienie systemu wentylacji,
- wprowadzenie urządzeń wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych, np. kolektorów słonecznych, pomp ciepła, kotłów na biomasę itp.

Wymienione usprawnienia omówione są w dalszej części broszury.



Wartość WZE w przybliżeniu określa, o ile % mniej lub więcej należy zapłacić za energię w stosunku do budynku referencyjnego, dla którego wartość wskaźnika wynosi 1. Im wyższa klasa energetyczna budynku, np. A, B, C, D, tym niższe koszty jego utrzymania (koszty ciepła, energii elektrycznej, ciepłej wody).

Termomodernizacja budynków użyteczności publicznej wymaga zwrócenia uwagi na pewne szczególne problemy nie występujące przy termomodernizacji budynków mieszkalnych.

1. Budynki użyteczności publicznej z reguły składają się z pomieszczeń o zupełnie różnych cechach i wymaganiach, których modernizację trzeba wykonać w różny sposób. Tak np. w budynkach szkolnych sale nauczania, sala gimnastyczna, kuchnia ze stołówką czy mieszkania nauczycieli – wymagają zupełnie innych warunków ogrzewania, wentylacji, oświetlenia itp. Podobnie różne środki termomodernizacji i unowocześnienia trzeba zastosować w przypadku budynków szpitalnych dla sal chorych, sal operacyjnych, laboratoriów czy kuchni.

2. W budynkach użyteczności publicznej można osiągnąć bardzo poważne oszczędności przez właściwe sterowanie systemami ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji i oświetlenia, dostosowując intensywność działania tych systemów do aktualnych, chwilowych potrzeb. Ograniczone działanie w części doby czy w części tygodnia nie utrudnia użytkownika budynku, a umożliwia osiągnięcie znaczących oszczędności energii i kosztów.

3. Wszystkie urządzenia sterujące i zabezpieczające w systemach instalacyjnych powinny być dostępne tylko dla personelu administracyjnego. Dotyczy to np. zaworów termostatycznych przy grzejnikach, urządzeń sterujących wentylacją i oświetleniem.

4. Zmodernizowany budynek z unowocześnionymi systemami instalacji wymaga podniesienia jakości doзору i konserwacji tych systemów. Zaniedbanie tego warunku może łatwo doprowadzić do stanu nieprawidłowego i nieefektywnego wykorzystania nowych cech użytkowych budynku, jakie powstały w efekcie modernizacji.

Poniżej omówione są techniczne zasady wykonania termomodernizacji.

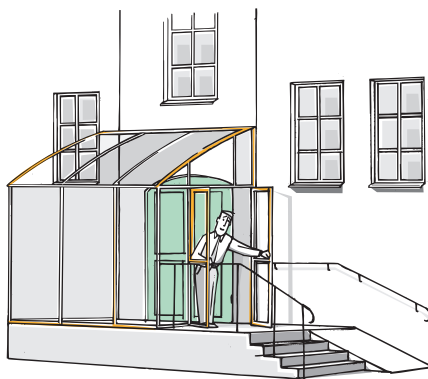
2.1.

OCHRONA CIEPŁNA BUDYNKÓW

WEJŚCIA DO BUDYNKÓW

Wejścia do budynków – zwłaszcza przy dużej liczbie osób wchodzących i wychodzących z budynku – są miejscem dużych strat ciepła przez wielokrotnie otwierane drzwi. Te straty ciepła można w znacznym stopniu ograniczyć, wprowadzając:

- przedsionki (tzw. „wiatrolapy”),
- automatyczne zamykanie drzwi,
- drzwi obrotowe.



OCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH

Ocieplenie polega na dodaniu do istniejącej ściany dodatkowej warstwy materiału o wysokich właściwościach izolacyjnych. Ocieplenie powoduje zmniejszenie

szenie 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.

Stopień izolowania cieplnego ścian charakteryzuje współczynnik przenikania ciepła U . Czym współczynnik mniejszy, tym mniejsza „ucieczka” ciepła przez ścianę. W ścianach budynków zbudowanych kilkanaście czy kilkadziesiąt lat temu U ma wartość około $1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Przez ocieplenie zmniejszamy tę wartość np. do $0,25 - 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Ocieplenie od zewnątrz jest zdecydowanie najbardziej skuteczne i najwygodniejsze w realizacji, dlatego z reguły ocieplamy ściany od zewnątrz, z wyjątkiem nielicznych, wyjątkowych przypadków. Ocieplenie od zewnątrz:

- tworzy równomierną izolację na całej powierzchni przegrody i najbardziej skutecznie eliminuje mostki cieplne, czyli miejsca słabiej izolowane,
- zwiększa stateczność cieplną ściany (ogrzana ściana jest akumulatorem ciepła),
- usuwa nieszczelności ściany i tworzy nową, estetyczną elewację budynku,
- może być realizowane bez zakłócania użytkowania pomieszczeń.

Ocieplenie od wewnątrz stosowane jest tylko wyjątkowo, np. w budynkach zabytkowych lub w przypadku ścian o specjalnej ozdobnej zewnętrznej warstwie, a także, gdy ociepla się tylko niektóre pomieszczenia. Niekiedy stosuje się jako ocieplenie ściany stojącej na granicy parceli, gdy ocieplenia nie można wykonać od strony sąsiada.

OCIEPLENIE OD ZEWNĄTRZ – BEZSPOINOWE SYSTEMY OCIEPLENIOWE - BSO (DAWNIEJ ZWANE „METODA LEKKA MOKRA”)

Jest to najszerzej stosowany i najtańszy sposób ocieplania ścian. Polega na przyklejeniu i przymocowaniu kołkami do ściany warstwy izolacyjnej (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 głównie zastosowanymi materiałami.

Metoda ta ma wiele zalet, a zwłaszcza prostotę wykonania, dużą szczelność, uniwersalność zastosowań, trwałość i stosunkowo niski koszt.

Ocieplenie tą metodą jest trwałe pod warunkiem stosowania pełnego systemu pochodzącego od jednego producenta, a nie kombinacji różnych materiałów i rozwiązań. Zestaw wyrobów do wykonania BSO jest dopuszczony do sprzedaży i stosowania, jeżeli jest oznakowany tzw. znakiem budowlanym „B”, co oznacza, że dokonano oceny jego zgodności z Aprobata Techniczną Instytutu Techniki Budowlanej i wydano Deklarację Zgodności lub Certyfikat Zgodności z Aprobata Techniczną. Stosowanie zestawu objętego Aprobata Techniczną powinno być realizowane w oparciu o projekt, w którym określa się:

- sposób przygotowania podłoża,
- sposób klejenia i umieszczenia warstwy ocieplającej,
- rodzaj, ilość i rozmieszczenie kołków mocujących (jeżeli są potrzebne),

Stowarzyszenie Producentów Styropianu



SPS rozpoczęło swoją działalność w 1996 r., zrzesza 22 firmy posiadające 80% udziału w rynku (pełna lista członków SPS na stronie www.styropiany.pl). Stowarzyszenie prowadzi działalność szkoleniowo-informacyjną mającą na celu ciągle podnoszenie poziomu wiedzy o wykorzystaniu styropianu jako materiału izolacyjnego. SPS współpracuje m.in. z Polskim Komitetem Normalizacyjnym, instytucjami naukowo-badawczymi, wieloma wydziałami budownictwa politechnik. Współpraca ta zaowocowała np. aktywnym udziałem w tworzeniu norm na płyty styropianowe czy zleceniami badań naukowych dotyczących właściwości styropianu.

SPS utrzymuje kontakt z mającą swoją siedzibę w Brukseli EUMEPS (*European Manufacturers of Expanded Polystyrene*) - organizacją producentów styropianu, skupiającą przedstawicieli z 15 państw Unii Europejskiej, poprzez którą ma dostęp do światowych trendów w przemyśle styropianowym. Nadmienić należy, że polski przemysł styropianowy należy do jednych z najnowocześniejszych w Europie.

Stowarzyszenie Producentów Styropianu

32-600 Oświęcim

ul. Chemików 1

tel./fax (0-33) 847 27 14

www.styropiany.pl



MIWO

Stowarzyszenie Producentów Wełny Mineralnej: Szkłanej i Skalnej

MIWO - Stowarzyszenie Producentów Wełny Mineralnej: Szkłanej i Skalnej - istnieje od 1995 roku. MIWO jest organizacją branżową, skupiającą czołowych polskich producentów bezpiecznych dla zdrowia człowieka oraz środowiska, niepalnych wyrobów izolacyjnych z wełny mineralnej: skalnej (kamiennej) i szklanej. MIWO prowadzi działalność informacyjną oraz szkoleniową, której celem jest propagowanie i podnoszenie poziomu stanu wiedzy o wykorzystywaniu wełny mineralnej jako materiału izolującego w zakresie ochrony cieplnej, ogniowej oraz akustycznej.

MIWO prowadzi stałą współpracę z organizacjami, m.in. Polskim Komitetem Naukowym, oraz instytucjami naukowymi. Stowarzyszenie jest członkiem Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Materiałów Izolacyjnych (EURIMA) skupiającego inne stowarzyszenia krajów UE oraz czołowych producentów wełny mineralnej.

Zapraszamy na nasze strony internetowe, na których znajdziecie Państwo szczegółowe informacje na temat wełny mineralnej - w blokach tematycznych skierowanych do inwestorów, projektantów i wykonawców.

Stowarzyszenie Producentów Wełny Mineralnej: Szkłanej i Skalnej

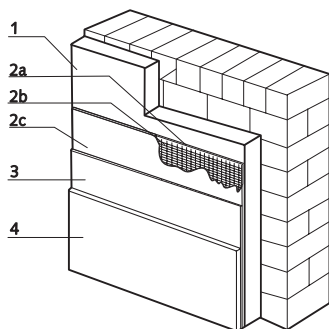
62-240 Trzemeszno, ul. Gnieźnieńska 4, tel./fax (0-52) 568 23 60, fax (0-52) 315 45 79

00-896 Warszawa, ul. Ogrodowa 28/30, tel. (0-22) 624 38 98, fax (0-22) 624 39 98

www.miwo.pl

www.welnamineralna.pl

- sposób wykonania warstwy zbrojącej i wierzchniej,
- sposób wykończenia szczególnych miejsc elewacji (cokołu, dylatacji, połączeń ze stolarką, balkonami itp.).



Rys. 1. Ocieplenie ściany. Metoda bezspoinowa (lekka mokra).

1. Materiał izolacyjny mocowany masą klejącą i kolkami.
2. Warstwa zbrojona: a - masa zbrojąca, b - siatka zbrojąca, c - masa zbrojąca.
3. Wyprawa.
4. Warstwa fakturowa elewacyjna.

OCIEPLENIE OD ZEWNĄTRZ - Z OBMUROWANIEM

Metoda ta polega na obmurowaniu ściany istniejącej ścianką z cegły (6,5 lub 12 cm) tynkowaną lub spoinowaną od zewnątrz, z wytworzeniem przestrzeni wypełnionej materiałem izolacyjnym (styropianem lub wełną mineralną) i ew. warstwą powietrza. Jest to metoda dość kosztowna, natomiast ocieplenie wykonane tą metodą jest bardzo trwałe.

OCIEPLENIE OD ZEWNĄTRZ - METODY LEKKIE SUCHE

Są to metody wykonania ocieplenia w całości jako warstwy montowanej, tj. bez procesów „mokrych”. Zaletą tych metod jest możliwość wykonywania także w warunkach zimowych.

Ocieplenie płytami izolacyjnymi z wełny mineralnej lub styropianu przymocowuje się do rusztu z elementów drewnianych lub kształtowników z blachy ocynkowanej tworzących poziome pasy na powierzchni istniejącej ściany. Warstwę izolacyjną osłania się od zewnątrz warstwą ochronną, którą mogą tworzyć różnego rodzaju płyty lub blacha falowana powlekana.

WYKONANIE OCIEPLENIA 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. Ponieważ ocieplenie od wewnątrz nie eliminuje mostków cieplnych, stosuje się „przedłużenie” warstw ocieplających na ściany wewnętrzne poprzeczne, a także na odcinki stropów przylegające do ścian zewnętrznych.

OCIEPLENIE DACHÓW I STROPODACHÓW

Docieplenie stropodachów pełnych (bez przestrzeni powietrznej) w przypadku dobrego stanu istniejących warstw izolacyjnych i pokryciowych wykonuje

się przez ułożenie dodatkowych warstw materiałów izolacyjnych na istniejącym pokryciu oraz wykonanie na izolacji nowego pokrycia.

Trudniejsza jest sytuacja, gdy mamy do czynienia z tzw. stropodachem wentylowanym, w którym nad stropem najwyższej kondygnacji, a pod płytami dachowymi, jest kilkudziesięciocentymetrowa przestrzeń powietrzna, do której nie ma bezpośredniego dostępu. W takim przypadku stosuje się wdmuchiwanie do zamkniętej przestrzeni stropodachu specjalnie przygotowanego materiału izolacyjnego, który tworzy na powierzchni stropu grubą warstwę ocieplającą.

OCIEPLENIE STROPÓW NAD PIWNICAMI

Ocieplenie wykonuje się od strony pomieszczeń piwnicznych przez przyklejenie lub podwieszenie płyt izolacyjnych (styropian, wełna mineralna), zwracając uwagę na jakość i na nieoszczędzanie na grubości materiałów izolacyjnych. Podwieszenie płyt może być wykonane za pomocą haków i siatki stalowej. Warstwę izolacyjną można pozostawić nieosłoniętą lub można ją osłonić folią aluminiową, tapetą, tynkiem itp.

NIE OSZCZĘDZAĆ NA MATERIALE TERMOIZOLACYJNYM! WAŻNA JEST JAKOŚĆ MATERIAŁÓW!

Najważniejszym elementem ocieplenia budynku jest warstwa materiału izolacji cieplnej. Jest to ten element ocieplenia, którego właściwości decydują o utrzymywaniu ciepła w pomieszczeniach i o oszczędności kosztów ogrzewania, czyli o skuteczności ocieplenia. Dlatego bardzo ważne jest zastosowanie materiału izolacyjnego o wysokiej jakości i odpowiedniej grubości.

Oszczędzanie na grubości i jakości warstwy izolacyjnej jest wielkim błędem, gdyż na koszt wykonania ocieplenia wpływa to bardzo nieznacznie, a bardzo znacznie na wieloletnie koszty ogrzewania. Tak np., jeżeli zamiast ocieplenia z warstwą izolacji o grubości 14 cm wykonamy ocieplenie z warstwą 10 cm, to koszty wykonania zmniejszą się zaledwie o około 5%, a po wykonaniu termomodernizacji coroczne straty ciepła przez ściany będą wyższe o ok. 30%, co w znacznym stopniu podwyższy koszty ogrzewania przez wiele następnych lat.

Racjonalna grubość izolacji cieplnej głównych przegród budowlanych ze styropianu lub wełny mineralnej powinna być określona w audycie energetycznym. Najczęściej jest to grubość:

- w ścianach zewnętrznych: 12 - 20 cm,
- w stropodachu lub stropie pod nieogrzewanym poddaszem: 16 - 30 cm,
- w stropach nad nieogrzewaną piwnicą lub w podłodze na gruncie: 8 - 12 cm.

ZMNIEJSZENIE STRAT CIEPŁA PRZEZ OKNA

Okna są elementami budynku, przez które traci się zwykle od 15 do 30% dostarczanej do budynku energii cieplnej, a w przypadku złego stanu okien - znacznie więcej.

Najprostszym zabiegiem zmniejszającym w pewnym stopniu straty ciepła przez okna jest ich uszczelnienie. Do uszczelniania szczelin pomiędzy ramą okienną i ościeżnicą stosuje się taśmy samoprzylepne ze spienionych tworzyw sztucznych lub ze spienionej gumy syntetycznej. Okna nie powinny być jednak nadmiernie uszczelnione, ponieważ mogłoby to spowodować niewystarczające przewietrzanie pomieszczeń.

Najbardziej radykalnym sposobem zmniejszenia strat przez okna jest wymiana istniejących okien na nowe o wysokich właściwościach izolacyjności termicznej. Na rynku są dostępne różne typy energooszczędnych okien: drewniane, tworzywowe i aluminiowe, szklone podwójnie lub potrójnie z zastosowaniem specjalnego szkła itd. W oknach tych stosowane są zestawy szklane złożone z 2 lub 3 szyb ze sobą fabrycznie sklejonych, z wypełnieniem kilkumilimetrowej przestrzeni pomiędzy szybami – suchym powietrzem lub specjalnym gazem.

Wymiana okien na nowe o wyższej jakości jest kosztowna i na ogół jest ekonomicznie opłacalna tylko w przypadku, gdy jest to jednocześnie zabieg remontowy (usunięcie okien zużytych). Nowego typu okna mają jednak szereg zalet

użytkowych: dobre cechy izolacyjności cieplnej, łatwa konserwacja (okien z tworzyw sztucznych nie trzeba malować), wysoka izolacyjność akustyczna (dobre tłumienie hałasów zewnętrznych) i większa szczelność (mniej kurzu).

Tradycyjne okna charakteryzuje współczynnik przenikania ciepła U o wartości powyżej $2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. W nowych oknach U powinno mieć wartość poniżej $1,7$.

Zmniejszenie powierzchni przeszklonych

- w niektórych budynkach wielkość okien jest nadmierna, np. na klatkach schodowych. Jeżeli bardzo duże powierzchnie okien nie są potrzebne dla oświetlenia, natomiast są przyczyną bardzo dużych strat ciepła
- przy termomodernizacji może być celowe zmniejszenie okien poprzez częściowe zabudowanie otworów okiennych.

Realizując swoją misję, Stowarzyszenie podjęło prace zmierzające do stworzenia opracowania mającego za zadanie ujednolicenie i uporządkowanie założeń będących podstawą dla prawidłowo wykonanych prac termorenowacyjnych.

„Wytyczne wykonawstwa, oceny i odbioru robót elewacyjnych z zastosowaniem zewnętrznych zespolonych systemów ocieplenia ścian”

powstały w wyniku prac przedstawicieli członków Stowarzyszenia i wielu konsultacji ze środowiskiem zarówno wykonawczym, jak i naukowym.

Opracowanie to jest dokumentem kompleksowym i dlatego może stanowić podstawę załącznik przy specyfikacji warunków zamówień publicznych. Jest doskonałym materiałem uzupełniającym dokumentację przetargową, może być podstawą zarówno dla umów o roboty budowlane, ociepleniowe, jak i przy ich odbiorze. Należy podkreślić, iż pomimo stosowania w naszym kraju od wielu lat technologii bezspoinowej ocieplania, jak do tej pory nie powstało opracowanie, które w wystarczającym stopniu spełniałoby oczekiwania rynku.

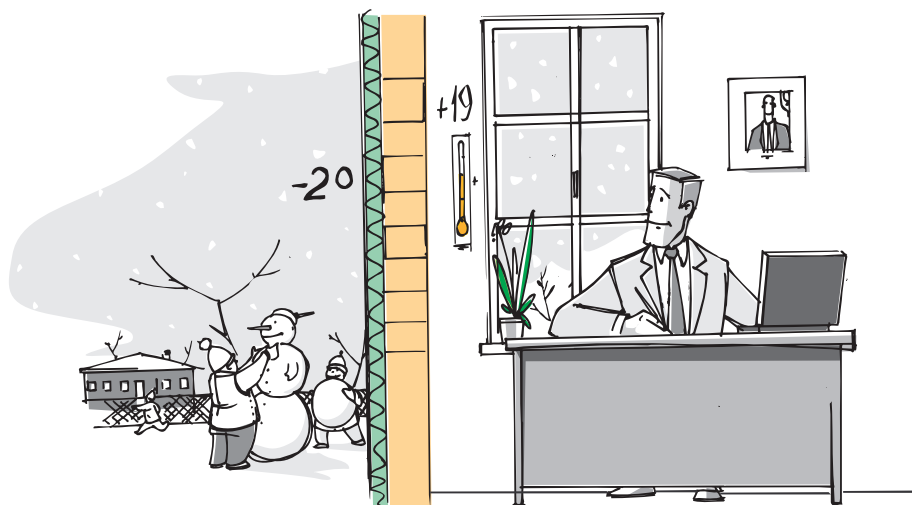
Zapraszamy na stronę internetową Stowarzyszenia, na której znajdziecie Państwo szczegółowe informacje na temat systemów ociepleń, ujęte w blokach tematycznych skierowanych do inwestorów, projektantów i wykonawców.

www.systemyocieplen.pl

Stowarzyszenie na Rzecz Systemów Ociepleń

03-872 Warszawa, ul. Zabraniecka 15





2.2. SYSTEMY WENTYLACJI I KLIMATYZACJI

RODZAJE SYSTEMÓW WENTYLACJI

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 z jednego obszaru do drugiego powodowany jest różnicą ciśnień zarówno wewnątrz budynku, jak i między wnętrzem i otoczeniem zewnętrznym. Efekt ten może być powodowany przez następujące czynniki:

- różnica temperatury powietrza,
- oddziaływanie wiatru na bryłę budynku,
- mechanicznie wymuszony przepływ powietrza.

W ZALEŻNOŚCI OD WYKORZYSTANIA POSZCZEGÓLNYCH SIŁ MOGĄCYCH WYWOŁAĆ PRZEPŁYW POWIETRZA ROZRÓŻNIA SIĘ WENTYLACJĘ NATURALNĄ, MECHANICZNĄ ORAZ HYBRYDOWĄ

Wymianę powietrza w pomieszczeniu na skutek różnicy temperatur i działania wiatru nazywa się wentylacją naturalną.

Rozróżniamy:

- **wentylację grawitacyjną** - wykorzystującą okna i kanały wentylacyjne,
- **aerację** - system wentylacji pomieszczeń wielokokubaturowych (atria, hale przemysłowe itp.), w którym wykorzystuje się otwory rozmieszczone w dolnej i górnej części powierzchni, a także niekiedy elementy architektoniczne wspomagające działanie siły naporu wiatru.

PRZEPŁYW POWIETRZA W WENTYLACJI NATURALNEJ ZALEŻY OD LOSOWO ZMIENIAJĄCYCH SIĘ WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH, DLATEGO WENTYLACJA NATURALNA JEST SYSTEMEM BARDZO TRUDNYM DO REGULOWANIA. BEZ ZASTOSOWANIA ZAAWANSOWANEGO SYSTEMU REGULACJI NIE MOŻE BYĆ EFEKTYWNIIE DOSTOSOWYWANA DO ZMIENIAJĄCYCH SIĘ POTRZEB

Wymianę powietrza wymuszaną pracą wentylatorów nazywa się wentylacją mechaniczną. Można wyróżnić trzy podstawowe 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 przez wentylatory w sposób mechaniczny. Do jej zalet należy zaliczyć:
 - możliwość kształtowania parametrów jakości powietrza w pomieszczeniu,
 - możliwość filtracji powietrza doprowadzanego do

pomieszczenia, możliwość kształtowania prawidłowego rozdziału powietrza, wysoką efektywność wentylacji,

- możliwość realizacji różnych procesów uzdatniania powietrza (w tym możliwość odzyskiwania energii z powietrza usuwanego).

Intensywność wymiany powietrza zależy od szczelności obudowy budynku, a szczelność budynku jednocześnie dobrze zabezpiecza przed hałasem zewnętrznym.

System ten ma jednak także kilka wad:

- wyższe w porównaniu z innymi systemami koszty inwestycyjne,
- konieczność systematycznej konserwacji,
- niebezpieczeństwo występowania hałasu spowodowanego pracą wentylatora oraz turbulencją i drganiami występującymi przy przepływie powietrza w przypadku złego zaprojektowania lub niewłaściwego wykonania instalacji.

System wentylacji hybrydowej jest nowym rozwiązaniem, łączącym elementy wentylacji naturalnej i mechanicznej. Pracuje naprzemiennie w sposób naturalny lub mechaniczny, zależnie od panujących warunków.

W wentylacji hybrydowej w okresach niskiej temperatury powietrza zewnętrznego lub w okresach wietrznych wymiana powietrza zapewniona jest przez działanie sił naturalnych. Gdy warunki są niesprzyjające dla działania naturalnego, a tym samym strumień powietrza wentylacyjnego jest niewystarczający, włącza się wentylator wspomagający działanie sił naturalnych.

RODZAJE SYSTEMÓW KLIMATYZACJI

Klimatyzacja jest procesem nadawania powietrzu znajdującemu się w pomieszczeniu określonych parametrów pożądanych ze względów higienicznych

oraz ze względu na dobre samopoczucie ludzi lub wartości parametrów wymaganych przez technologię produkcji. Podstawowe warunki stosowania systemów wentylacji i klimatyzacji precyzuje rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. 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 użytkowników sprawia, że klimatyzację stosuje się w coraz większej liczbie budynków (budynki biurowe, banki, sklepy, szkoły).

Systemy klimatyzacji można podzielić ze względu na rodzaj czynnika wykorzystywanego do transportu ciepła i chłodu.

- 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 powietrzne z czynnikiem chłodniczym - system wentylacji zazwyczaj dostarcza powietrze świeże jedynie w ilości zapewniającej odpowiednie warunki higieniczne w pomieszczeniach, a do transportu ciepła i chłodu w budynku stosowane są czynniki o lep-



Stowarzyszenie Polska Wentylacja

jest organizacją osób zawodowo zajmujących się zagadnieniami wentylacji w budownictwie.

Naszym celem jest upowszechnianie stosowania skutecznych i efektywnych sposobów wentylowania w budownictwie. Nasze działania propagujące wiedzę o jakości powietrza w budynkach zmierzają do podnoszenia świadomości społecznej na temat właściwej wentylacji. W Stowarzyszeniu można uzyskać pomoc w rozwiązaniu problemów z wentylacją.

Oferujemy specjalistyczne usługi:

- porady i konsultacje ekspertów
- informacje o sposobach wentylowania budynków
- wykonywanie opinii i ekspertyz technicznych
- pomiary skuteczności działania wentylacji
- pomiary parametrów powietrza w budynku
- kontakt z projektantami i wykonawcami wentylacji

Jeżeli chcesz wiedzieć więcej o wentylacji
i poznać nasze Stowarzyszenie,
odwiedź stronę internetową
www.wentylacja.org.pl

Stowarzyszenie Polska Wentylacja
03-450 Warszawa, ul. Ratuszowa 11, lok. 230, 231
tel./fax (0-22) 635 13 24
e-mail: porady@wentylacja.info.pl

szych od powietrza właściwościach cieplnych, np. woda, freon czy inne substancje chemiczne.

WENTYLACJA I KLIMATYZACJA W BUDYNKACH UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

W wielu starszych budynkach użyteczności publicznej stosowana jest wentylacja grawitacyjna. Można także spotkać budynki użyteczności publicznej wyposażone w bardzo stare instalacje wentylacji mechanicznej. Wobec powszechnego braku profesjonalnego nadzoru i konserwacji systemy te znajdują się często w stanie tak znacznego zdezastowania, iż z ekonomicznego i energetycznego punktu widzenia celowa jest jedynie ich całkowita wymiana.

Coraz częściej jednak budynki użyteczności publicznej są wyposażone w systemy wentylacji mechanicznej o różnym stopniu uzdatniania powietrza.

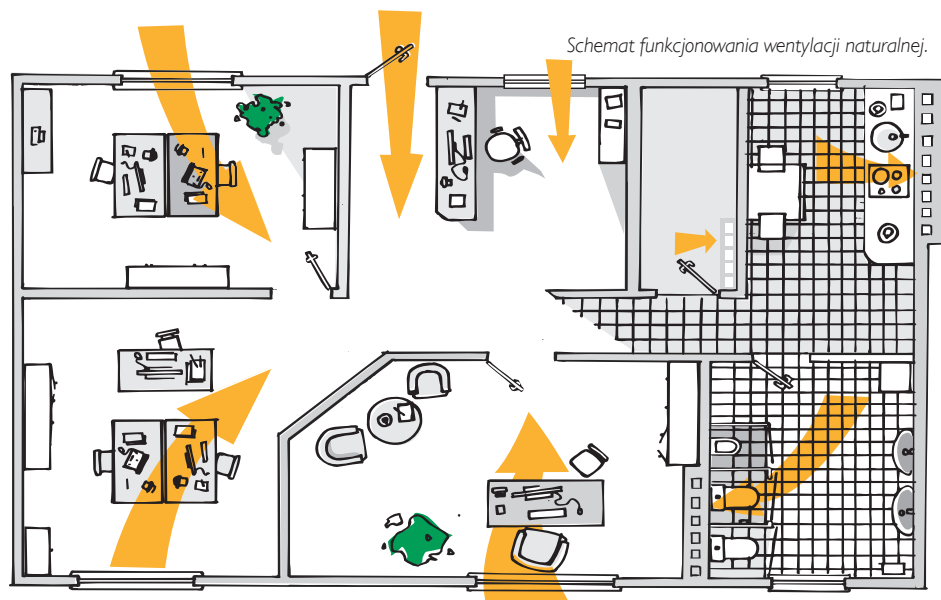
Wymagania odnośnie intensywności wentylacji w budynkach użyteczności publicznej zawarte są w Polskiej

Normie PN-83/B-03430/Az3:2000 *Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania* oraz w Polskiej Normie PN-B-03421:1978 *Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi*, która różni warunki obliczeniowe dla okresu letniego oraz zimowego i wprowadza jednocześnie pojęcie warunków optymalnych oraz dopuszczalnych.

Podstawowym kryterium decydującym o wyborze parametrów powietrza jest aktywność fizyczna osób. Powietrze w budynku musi być stale wymieniane. Jest to konieczne dla zdrowia użytkowników, a także dla uniknięcia wystąpienia wilgoci, pleśni i grzyba.

Zakłada się, że zadane w normie parametry powietrza powinny być utrzymywane jedynie w przestrzeni, w której użytkownicy obecni są w sposób ciągły. Nazywa się ją strefą przebywania ludzi - SPL.

Europejski Komitet Normalizacyjny opracowuje obecnie nową normę, która będzie określać szczegó-



lowo warunki mikroklimatu w budynkach użyteczności publicznej, przypisując im różne klasy komfortu.

Przed około 20-30 laty w krajach wysoko rozwiniętych zaczęto obserwować gwałtowny wzrost liczby budynków, w których użytkownicy negatywnie oceniali środowisko wewnętrzne. Ze spół negatywnych objawów odczuwanych przez użytkowników pomieszczeń, do których zalicza się bóle i zawroty głowy, wysychanie śluzówki, senność, duszność i omdlenia, zaczęto określać jako tzw. syndrom chorego budynku (SBS - *sick building syndrome*).

Szczegółowe badania pozwoliły określić szereg czynników mogących wpływać na dyskomfort ludzi przebywających w pomieszczeniach:

- niewłaściwe parametry fizyczne powietrza (temperatura i wilgotność),
- podwyższone stężenia zanieczyszczeń gazowych, cząstek stałych lub mikroorganizmów,
- nadmierny poziom hałasu,
- obecność różnych form promieniowania.

Dodatkowo brak należytej konserwacji sprawia, że w wielu instalacjach klimatyzacyjnych przewody i urządzenia nie są w ogóle czyszczone i dezynfekowane. Stwarza to dodatkowe niebezpieczeństwo obecności zanieczyszczeń mikrobiologicznych lub zapachowych w pomieszczeniach.

TYPOWE PRZEDSIĘWZIĘCIA ZMNIEJSZAJĄCE ZUŻYCIE ENERGII W IN- STALACJACH KLIMATYZACJI I WENTYLACJI

Bardzo ważną rolę odgrywa właściwy wybór parametrów powietrza w pomieszczeniu (temperatury i wilgotności). Warto przeanalizować, czy nie jest możliwe obniżenie dopuszczalnej temperatury powietrza

dla okresu zimowego, co wpływa na obniżenie zapotrzebowania na moc nagrzewnic. W okresie letnim podwyższenie dopuszczalnej temperatury i wilgotności zmniejsza zapotrzebowanie na chłodzenie powietrza wentylacyjnego.

Analizując potencjalne sposoby ograniczenia zużycia energii w systemach wentylacji i klimatyzacji obiektów użyteczności publicznej, należy także wziąć pod uwagę następujące działania:

- ograniczenie emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych, zysków ciepła, a także wilgoci w pomieszczeniu,
- stosowanie urządzeń miejscowych w celu usuwania zanieczyszczeń i zysków ciepła bezpośrednio w miejscu powstawania,
- stosowanie systemów ze zmiennym strumieniem powietrza pozwalających dostosowywać intensywność wentylacji do potrzeb i zmiennego obciążenia cieplnego,
- poprawę efektywności wykorzystania powietrza świeżego poprzez doprowadzanie go możliwie blisko strefy przebywania ludzi,
- stosowanie racjonalnych prędkości przepływu powietrza w przewodach,
- stosowanie urządzeń o wysokiej sprawności,
- stosowanie zaawansowanej automatyki zapewniającej elastyczną pracę instalacji wentylacji i klimatyzacji oraz jej prawidłową współpracę z innymi instalacjami.

DOSTOSOWANIE STRUMIENIA POWIETRZA DO POTRZEB

Systemy wentylacji projektowane są tak, aby instalacja spełniała swoje zadanie w warunkach obliczeniowych zbliżonych do ekstremalnych wa-

runków, jakie mogą wystąpić. W warunkach eksploatacyjnych przez przeważający okres panują warunki znacznie odbiegające od obliczeniowych. Stwarza to okazję do okresowego zmniejszania strumienia powietrza wentylacyjnego, a w konsekwencji zużywanej energii. Najprostszym sposobem jest regulacja dwustawna typu „on-off” (*włącz-wyłącz*), w której rolę regulatora pełni użytkownik pomieszczenia. Systemy bardziej zaawansowane korzystają z układów regulacji automatycznej. Jako czujniki sterujące ilością powietrza nawiewanego do pomieszczenia wykorzystywane są m.in. czujniki temperatury powietrza, wilgotności czy rejestrujące stężenia różnych gazów lub ich mieszanin.

■ Wykorzystanie powietrza usuwanego do wentylacji pomieszczeń technicznych.

Jednym z najbardziej powszechnych sposobów ograniczania energii związanej z wentylowaniem budynków jest wykorzystanie powietrza usuwanego z pomieszczeń o wyższych wymaganiach higienicznych do wentylacji pomieszczeń o wymaganiach niższych.

- **Odzyskiwanie ciepła z powietrza usuwanego.** Wraz z powietrzem usuwanym z pomieszczeń odprowadzane są znaczne ilości ciepła jawnego i wilgoci. Wykorzystanie tej odpadowej energii do podgrzania (lub ochłodzenia w okresie letnim) powietrza zewnętrznego jest bardzo powszechnym sposobem ograniczenia zużycia energii w instalacjach wentylacji mechanicznej i klimatyzacji. Możliwe jest odzyskiwanie zarówno ciepła jawnego, jak i utajonego (odzyskiwania energii z wilgoci). Dodatkowo należy także pamiętać, że w okresach wysokiej temperatury powietrza zewnętrznego można także odzyskiwać chłód.

■ Podgrzewanie i ochładzanie powietrza zewnętrznego w wymiennikach gruntowych.

W polskich warunkach klimatycznych już na głębokości około 4 m pod powierzchnią ziemi panuje w przybliżeniu stała temperatura w ciągu całego roku (ok. $+10^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$). Z tego powodu grunt może być z powodzeniem wykorzystany jako źródło ciepła w okresie zimowym oraz odpowiednio źródło chłodu w okresie letnim w systemach wentylacji i klimatyzacji. Istnieją dwa podstawowe typy konstrukcyjne wymienników gruntowych:

- bezprzeponowe gruntowe wymienniki ciepła i masy,
- przeponowe wymienniki ciepła.

Terenowe czerpnie powietrza sytuowane na poziomie terenu lub na ścianie budynku powinny znajdować się w odległości co najmniej 8 m w rzucie poziomym od ulic i zgrupowania miejsc postojowych dla więcej niż 20 samochodów, miejsc gromadzenia odpadów stałych, wywiewek kanalizacyjnych oraz innych źródeł zanieczyszczenia powietrza. Odległość dolnej krawędzi otworu wlotowego czerpni od poziomu terenu powinna wynosić co najmniej 2 m.

STOSOWANIE WYSOKO SPRAWNYCH URZĄDZEŃ ORAZ OGRANICZANIE STRAT CIEPŁA

Dążenie do ograniczenia zużycia energii elektrycznej na cele przetwarzania i obróbki określonego strumienia powietrza można zminimalizować, projektując instalację o małych oporach przepływu lub stosując systemy wykorzystujące zmienną ilość powietrza, wykorzystując wentylatory o dużej sprawności oraz stosując efektywne sposoby przekazania mocy z silnika na wentylator. Należy stosować kanały wentylacyjne o dużej szczelności.

W przypadku wymienników ciepła istotny jest wybór urządzeń o wysokiej sprawności odzysku, szczelnych. Ważna jest także odpowiednia izolacja ścianek centrali klimatyzacyjnej, dobra izolacja rurociągów zasilających i powrotnych. Izolację ciepłą i przeciwwilgociową muszą mieć także przewody wentylacyjne, szczególnie te, które prowadzone są przez pomieszczenia lub przestrzenie nieogrzewane, przewody instalacji klimatyzacji, przewody stosowane do recyrkulacji powietrza oraz prowadzące do urządzeń do odzyskiwania ciepła. Także przewody prowadzące powietrze zewnętrzne przez ogrzewane pomieszczenia powinny mieć izolację ciepłą i przeciwwilgociową. Izolacja przewodów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych musi także skutecznie tłumić hałasy instalacji.

ZWIĘKSZENIE EFEKTYWNOŚCI ROZDZIAŁU POWIETRZA

Efektywność wentylacji zależy od szeregu czynników, ale podstawowe znaczenie ma wzajemne umieszczenie nawiewników i wywiewników powietrza oraz różnica temperatury powietrza pomiędzy nawiewem a strefą przebywania ludzi.

Wentylacja mieszająca (wentylacja z przepływem mieszącym, wentylacja strumieniowa, wentylacja z burzliwym przepływem powietrza) opiera się na założeniu, że zanieczyszczenie powietrza wydzielające się w pomieszczeniu powinno być możliwe szybko i równomiernie rozcięnczone w całej kubaturze pomieszczenia i następnie z niego usunięte. W tym celu powietrze nawiewane jest z dość dużą prędkością, powodując ruch praktycznie całego powietrza w pomieszczeniu. System ten charakteryzuje się także zbliżonymi akceptowalnymi dla użytkownika warunkami komfortu cieplnego. Po-

wietrze jest nawiewane zwykle z poziomu sufitu lub spod okien. Względnie duża prędkość nawiewu powoduje konieczność bardzo starannego doboru nawiewników uwzględniającego zasięg i profil strumienia.

Wentylacja wyporowa (wentylacja przemieszczająca, wentylacja z termicznie uwarunkowanym przepływem powietrza) polega na świadomym wytworzeniu w pomieszczeniu dwóch stref różniących się zdecydowanie parametrami powietrza. W dolnej części pomieszczenia (wysokość do ok. 1,1 m od podłogi przy pracy siedzącej lub 1,8 m przy pracy w pozycji stojącej) tworzona jest „strefa czysta”. Nad nią znajduje się „strefa zanieczyszczona” charakteryzująca się podwyższonymi stężeniami zanieczyszczeń i wyższą temperaturą powietrza. Taką stratyfikację uzyskuje się, doprowadzając bezpośrednio do strefy przebywania ludzi powietrze chłodniejsze od temperatury pomieszczenia. Powietrze świeże, ściągające się po podłodze, porywane jest przez strumienie konwekcyjne tworzące się wokół osób oraz przedmiotów o ciepłych powierzchniach i transportowane jest ponad strefę przebywania ludzi, gdzie umieszcza się wywiewniki.

AUTOMATYCZNA REGULACJA

W budynkach o typowej bezwładności zmiany parametrów klimatycznych oraz dynamicznie zmieniających się zysków ciepła i wilgoci, a także zmieniającego się stopnia wykorzystania pomieszczeń racjonalne gospodarowanie energią, ciepłem i chłodem jest możliwe tylko przy zastosowaniu systemu automatycznej regulacji. 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, nawilzacze) w zależności od parametrów powietrza zewnętrznego oraz zmieniających się zysków ciepła i wilgoci w pomieszczeniu,
- układy zabezpieczające (np. zabezpieczenia antyzamrożeniowe nagrzewnic czy czujniki działania wentylatora),
- układy sygnalizacyjne (np. kontrola zabrudzenia filtrów).

Warunkiem koniecznym prawidłowej pracy systemów wentylacji mechanicznej i klimatyzacji jest ich prawidłowy nadzór i obsługa. Urządzenia wentylacji mechanicznej i klimatyzacji, takie jak centrale, klimakonwektory wentylatorowe, klimatyzatory, aparaty ogrzewcze i chłodząco-wentylacyjne, powinny być tak instalowane, aby była zapewniona możliwość ich okresowej kontroli, konserwacji, naprawy lub wymiany.

PRAKTYCZNE RADY DOTYCZĄCE ROZWIĄZAŃ SYSTEMÓW WENTYLACYJNYCH

ODPROWADZENIE POWIETRZA

- Odpływ powietrza z pomieszczeń socjalno-gospodarczych - kuchni, stołówek, łazienek, ustępów - powinien być zapewniony przez otwory wywiewne usytuowane w górnej części ścian i przyłączone do przewodów wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej.
- W przypadku wentylacji grawitacyjnej odprowadzenie powietrza z pomieszczeń należy rozwiązywać przy pomocy przewodów indywidualnych pionowych wyprowadzonych ponad dach budynku na odpowiednią wysokość.

W budynkach istniejących, wzniesionych według starszych wariantów normy wentylacyjnej, spotkać można zbiorcze przewody wentylacyjne. W takich budynkach do poszczególnych pionów wentylacyjnych powinny być przyłączone tylko pomieszczenia o tym samym charakterze (kuchenne, sanitarno-higieniczne itd.).

- Przewody kominowe (wentylacyjne, dymowe i spalinowe) powinny być wykonane w taki sposób, aby ich przekrój, sposób prowadzenia i wysokość stwarzały potrzebny ciąg, zapewniający wymaganą przepustowość przy zachowaniu wymagań określonych w Polskich Normach dotyczących wymagań technicznych dla przewodów kominowych.

Polskie wymogi prawa budowlanego zakładają, że otwory wentylacyjne łączone z przewodami wywiewnymi powinny mieć wyposażenie umożliwiające redukcję wolnego przekroju do 1/3, obsługiwane z poziomu podłogi. Obudowa otworu powinna umożliwiać zabudowę stałej przesłony (kryzy) dla dławienia nadmiaru ciśnienia. Warunek ten nie jest powszechnie dotrzymywany. Warto zatem zauważyć, że oprócz kratki regulowanych ręcznie dostępne są rozwiązania automatyczne, np. kratki wywiewne dla wentylacji naturalnej sterowanej poziomem wilgotności (pełne zalety tego rozwiązania można uzyskać, stosując także higrorregulowane nawiewniki).

DOPROWADZENIE POWIETRZA

Napływ powietrza do pomieszczeń użytkowych może być zrealizowany bezpośrednio przez obudowę budynku lub też przez system wentylacji nawiewnej. Należy pamiętać, że nawiew powietrza powinien być równy ilości powietrza usuwanego przez kanały wentylacyjne. W przypadku zastosowania okien

charakteryzujących się współczynnikiem infiltracji powietrza α mniejszym niż $0,3 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$, napływ powietrza do pomieszczenia powinien odbywać się przez urządzenia nawiewne i nawiewniki powietrza o regulowanym stopniu otwarcia usytuowane:

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

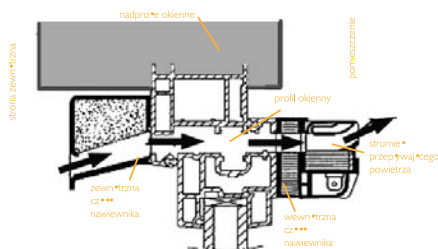
W budynkach o wysokości do 9 kondygnacji naziemnych włącznie dopuszcza się doprowadzenie powietrza przez okna charakteryzujące się współczynnikiem infiltracji α wyższym niż 0,5, a nie większym niż $1,0 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{daPa}^{2/3})$, pod warunkiem, że okna wyposażone są w skrzydło uchylno-rozwieralne, górny wywietrznik uchylny lub górne skrzydło uchylne. Warto przy tym pamiętać, że zgodnie z § 155.1. rozporządzenia w budynkach oświaty, wychowania, opieki zdrowotnej i opieki społecznej, a także w pomieszczeniach biurowych przeznaczonych na pobyt ludzi, nie wyposażonych w wentylację mechaniczną lub klimatyzację, okna, w celu okresowego przewietrzania, powinny mieć konstrukcję umożliwiającą otwieranie co najmniej 50% powierzchni okien wymaganej dla danego pomieszczenia.

O ile modernizacja nie wprowadza bardziej gruntownych zmian, powinno się stosować specjalne nawiewniki powietrza. Celem ich stosowania jest umożliwienie dopływu powietrza zewnętrznego do pomieszczeń oraz regulacja strumienia doprowadzanego powietrza w zależności od potrzeb. Zaśwycząj pośrednim efektem ich stosowania jest także poprawa jakości powietrza w pomieszczeniach oraz ograniczenie ryzyka zawilgocenia pomieszczeń.

Rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje nawiewników powietrza: okienne i ścienne. Nawiewniki okienne mogą być montowane w ościeżnicy, ramie skrzydła, między ramą skrzydła a górną krawędzią szyby zespolonej lub w otworze okiennym (między nadprożem a górną krawędzią ościeżnicy, w obudowie rolety zewnętrznej). Nawiewniki ścienne przeznaczone są do montażu w ścianach zewnętrznych.

Regulacja ręczna jest najprostszym systemem regulacji wydajności nawiewników. Polega na ręcznym ustawieniu przesłony zmniejszającej pole przekroju otworu nawiewnego w zależności od odczuć i preferencji użytkownika.

Odrębną grupę nawiewników stanowią urządzenia sterowane poziomem wilgotności w pomieszczeniu. Wykorzystują one zależność wilgotności względnej powietrza od intensywności korzystania z pomieszczeń (np. liczba osób). System wentylacji grawitacyjnej higrosterowanej składa się z dwóch podstawowych elementów: higrosterowanych nawiewników umieszczanych w pokojach oraz higrosterowanych krtek wywiewnych instalowanych w pomieszczeniach pomocniczych.



Przykład zabudowy nawiewnika okiennego higrosterowanego.

PRZEKRÓJ NETTO OTWORÓW LUB SZCELIN POWINIEN WYNOŚIĆ 220 cm²

Dopływ powietrza wewnętrznego do łazienek, ustępów, kuchni, stołówek i pomocniczych pomieszczeń bezokiennych powinien być zapewniony przez otwory w dolnych częściach drzwi lub przez szczeliny pomiędzy dolną krawędzią drzwi a podłogą lub progiem.

2.3. SYSTEMY OGRZEWANIA

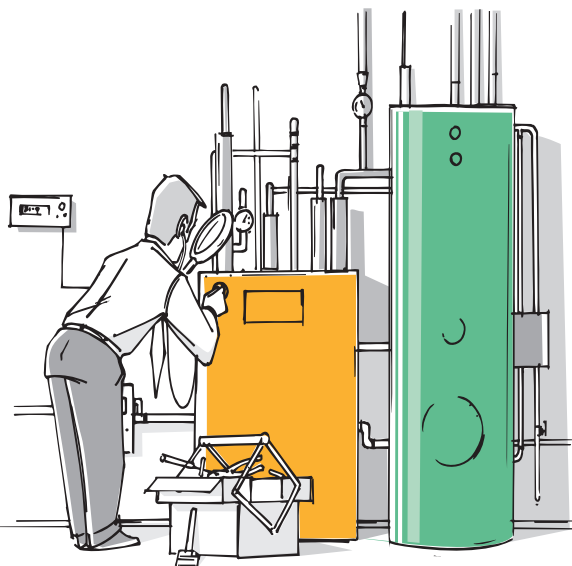
W większości przypadków budynki użyteczności publicznej wyposażane były w typowe rozwiązania systemów centralnego ogrzewania wodnego spotykanych w wielorodzinnym budownictwie mieszkaniowym. Instalacje tego typu to w większości systemy dwururowe, pompowe z tak zwanym rozdziałem dolnym – przewody poziome prowadzone w piwnicy budynku lub z rozdziałem gór-

nym – przewody poziome prowadzone na poddaszu lub strychu budynku. Często są to układy w systemie otwartym, czyli wyposażone w otwarte do atmosfery naczynie wzbiorcze umieszczone w górnej części budynku.

Kotłownie lokalne zasilające w ciepło budynki użyteczności publicznej - to kotłownie od małych opalanych węglem lub koksem z kotłami żeliwnymi lub stalowymi o mocy od kilkunastu do kilkuset kilowatów, aż do małych ciepłowni wolno stojących o mocy do dwóch megawatów zasilających kompleksy budynków z wykorzystaniem małej sieci ciepłowniczej. Kotłownie tego typu posiadają także kotły parowe produkujące parę wodną wysokociśnieniową zasilającą urządzenia kuchni, pralni i sterylizatorów znajdujące się w szpitalach.

Kotły węglowe lub opalane koksem, pracujące w kotłowniach lokalnych od kilkunastu lat, cechują się w wielu przypadkach niską sprawnością energetyczną (przestarzała konstrukcja oraz zużycie eksploatacyjne), co powoduje nieefektywne wykorzystanie paliwa oraz nadmierną emisję szkodliwych gazów spalinowych oraz pyłu do atmosfery. Powodują tak zwaną niską emisję, która jest szczególnie uciążliwa dla środowiska naturalnego. Kotły gazowe lub olejowe w wielu przypadkach są wyeksploatowane, co objawia się ich obniżoną sprawnością, a ponadto posiadają one tylko bardzo proste układy regulacji, które nie pozwalają na efektywne wykorzystanie paliwa gazowego i dostosowania mocy kotłów do chwilowego zapotrzebowania na ciepło budynków.

Modernizacja instalacji ogrzewczej powinna obejmować zarówno źródło ciepła dla budynku (węzeł cieplny zasilany z miejskiego systemu ciepłowniczego lub kotłownię lokalną), jak i unowocześnienie samego systemu ogrzewczego wewnątrz budynku (sieć przewodów oraz elementy instalacji i armaturę).



Jeżeli modernizacja instalacji centralnego ogrzewania przeprowadzana jest równolegle z ociepleniem budynku, należy przeprowadzić ponowne obliczenia cieplne i hydrauliczne dla instalacji, uwzględniając zmniejszone zapotrzebowanie na ciepło.

Modernizacja węzłów cieplnych obejmuje:

- Likwidację węzłów cieplnych bezpośredniego działania wyposażonych w hydroelewatory lub systemy zmieszania pompowego i zastąpienie ich węzłami wymiennikowymi. Zamiana taka uniezależnia wewnętrzną instalację ogrzewczą od warunków panujących w miejskiej sieci ciepłowniczej i umożliwia jej prawidłową regulację.
- Wymianę starych wymienników ciepła o małej sprawności na wydajne i małe wymienniki płytowe o dużo większych wartościach sprawności cieplnej.
- Wymianę niesprawnej i nieszczelnej armatury dławicowej na szczelną oraz izolowanie ciepłe rur i armatury w węźle cieplnym. Działania te zmniejszają straty ciepła w węźle.
- Zastosowanie układów automatycznej regulacji umożliwiającej:
 - stabilizację ciśnienia w układzie wymienników niezależnie od wahań ciśnienia w sieci ciepłowniczej za pomocą regulatorów ciśnienia i różnicy ciśnień,
 - ograniczenie maksymalnego poboru ciepła z sieci ciepłowniczej poprzez zastosowanie regulatorów przepływu,
 - dostawę ciepła w zależności od aktualnej temperatury powietrza na zewnątrz budynku dzięki układom tak zwanej regulacji pogodowej.

Zastosowanie systemów regulacji automatycznej umożliwia precyzyjne sterowanie temperaturą wewnątrz budynku lub w jego strefach w okresie jednej doby lub w czasie cyklu tygodniowego. Rozwiązania takie umożliwiają na przykład stosowanie nocnego obniżenia temperatury oraz obniżenia parametrów pracy systemu ogrzewania w czasie dni wolnych od pracy.

Modernizacja lokalnych kotłowni obejmuje:

- Kotłownie lokalne opalane paliwem stałym - powinny być zastępowane jednostkami zasilanymi paliwami gazowymi – gaz ziemny lub propan płynny lub paliwami płynnymi – olej opałowy. Urządzenia te charakteryzują się wysoką sprawnością energetyczną sięgającą 90 - 95% dla kotłów gazowych lub olejowych w tradycyjnej technologii lub nawet 105% dla kotłów kondensacyjnych wykorzystujących ciepło skraplania pary wodnej ze spalin. Dodatkową zaletą tych kotłów jest wielokrotnie niższa emisja szkodliwych gazów spalinowych do środowiska naturalnego i eliminacja emisji pyłu do atmosfery.
- Jeżeli z przyczyn ekonomicznych nie jest możliwa wymiana istniejących kotłów gazowych lub olejowych na nowe, natomiast urządzenia te kwalifikują się jeszcze do dalszej pracy, jako zasadę podczas modernizacji kotłowni należy przyjąć remont kotłów i wyposażenie jej w nową armaturę i układy automatycznej regulacji pozwalającej dostosować proces spalania paliwa do potrzeb cieplnych budynków.
- W przypadku starych kotłów opalanych paliwami stałymi należy dążyć do ich wymiany na kotły gazowe lub olejowe. Jeżeli na danym terenie gaz ziemny nie jest dostępny, a zastosowanie gazu płynnego lub oleju opałowego nie jest uzasadnione ekonomicznie, należy rozważyć wymianę istniejących kotłów

na nowoczesne kotły opalane węglem lub biomasą – tak zwane kotły retortowe o sprawnościach sięgających 85%. Proces dostarczania paliwa i przebieg spalania w tych urządzeniach jest kontrolowany automatycznie, co powoduje zwiększenie sprawności energetycznej i zmniejszenie emisji szkodliwych gazów do atmosfery.

- Budynki użyteczności publicznej położone na obszarach wiejskich, na których dostępne są duże ilości paliwa odnawialnego, takie jak słoma, pelety lub zrębki drewniane, powinny być wyposażone w kotłownię wykorzystującą ten rodzaj paliwa. Realizacja takich kotłowni jest w wielu przypadkach uzasadniona ekonomicznie ze względu na niską cenę takiego paliwa – często jest ono darmowe, jak również tak zwaną zerową emisję tych paliw (od-

nawialność w naturalnym obiegu przyrodniczym).

- Większe kotłownie lokalne opalane paliwem stałym, często wybudowane jako wolno stojące, zasilające w ciepło zespoły budynków szpitalnych lub placówek oświatowych, powinny być modernizowane z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych i technologicznych. Jeżeli teren, na którym znajduje się dany obiekt, jest wyposażony w sieć ciepłą zasilaną w ciepło z ciepłowni lub elektrociepłowni z dala czynnej, należy rozważyć przebudowę takiej kotłowni na węzeł ciepły podłączony do tej sieci. W przypadku, gdy nie istnieje sieć ciepła, ale dostępny jest gaz ziemny, kotłownia taka powinna być przebudowana na kotłownię gazową z uwzględnieniem nowoczesnych rozwiązań skojarzonej produkcji cie-

AKADEMIA VIESSMANN

Dążymy do stworzenia swoim Partnerom na rynku instalacji grzewczych możliwości dalszego kształcenia i podnoszenia kwalifikacji zawodowych.

Edukacja i szerzenie wiedzy na temat nowoczesnych technologii grzewczych jest naszym głównym celem.

Policealne Studium Nowoczesnych Technik Grzewczych

tel. 032 / 22 20 360

tel. kom. 0505 / 036 015, 0694 / 506 672

Akademia Viessmann

Sekretariat Główny

ul. Gen. Ziętka 126

41-400 Mysłowice

tel. 032 / 22 20 360, fax 032 / 22 20 405

e-mail: akademia@viessmann.edu.pl

Oddział we Wrocławiu

53-015 Wrocław, ul. Karkonoska 65

Oddział w Poznaniu

62-052 Komorniki, ul. Poznańska 181

Oddział w Mysłowicach

41-400 Mysłowice, ul. Gen. Ziętka 126

Oddział w Piasecznie

05-500 Piaseczno, ul. Puławska 41

www.kotly.pl

www.viessmann.edu.pl

AKADEMIA

pła i energii elektrycznej. Skojarzenie produkcji energii cieplnej i elektrycznej bardzo podnosi sprawność energetyczną wykorzystania paliwa gazowego. W kotłowniach takich wykorzystuje się silniki spalinowe zasilane gazem ziemnym, które napędzają generator energii elektrycznej wykorzystywanej na cele własne, natomiast ciepło spalin i układu chłodzenia silnika używane jest do celów ogrzewczych. W przypadku szpitali możliwe jest zastosowanie w tych układach kotłów odzysknicowych do produkcji pary wodnej na potrzeby własne. Innym możliwym rozwiązaniem jest zastosowanie pomp ciepła zasilanych energią elektryczną i transportujących niskotemperaturowe ciepło z przestrzeni zewnętrznej budynku do jego wnętrza.

ZMIANY W INSTALACJI OGRZEWANIA

Większość budynków użyteczności publicznej była powszechnie wyposażana w instalacje centralnego ogrzewania wodnego, dwururowe z rozdziałem dolnym lub górnym często systemu otwartego, z obiegiem pompowym. Tak projektowane i wykonane z rur stalowych czarnych instalacje posiadają wiele wad eksploatacyjnych, które powinny być usunięte podczas modernizacji systemu ogrzewania budynku. Trwałość sieci przewodów instalacji starego typu waha się w zależności od jakości materiałów wykorzystanych do jej wykonania i sposobu eksploatacji od 20 do 50 lat. Przez jakość materiałów należy rozumieć jakość stali użytej do produkcji rur, natomiast przez sposób eksploatacji należy rozumieć jakość wody w obiegu instalacji ogrzewania. Często instalacje ogrzewcze były podłączane do instalacji wodociągowych w sposób trwały w celu uzupeł-

niania ubytków wody, co doprowadzało do bardzo intensywnej korozji wewnętrznej instalacji ogrzewczej. W takiej sytuacji należy przyjąć, że wszystkie instalacje wybudowane do końca lat sześćdziesiątych są całkowicie wyeksploatowane i powinny być wymienione na nowe. Pozostałe instalacje będące w dobrym stanie technicznym należy modernizować poprzez wykonanie następujących czynności:

- **Plukanie chemiczne** instalacji w celu usunięcia osadów i produktów korozji, w celu przywrócenia pełnej drożności sieci przewodów,
 - w celu ograniczenia do minimum ubytków wody – zastąpienie armatury dławicowej zaworami bezdławicowymi, na przykład kulowymi, oraz pomp bezdławicowych typu „on-line”,
- **Likwidacja centralnej sieci odpowietrzającej** oraz zbiorników odpowietrzających i zastosowanie indywidualnych odpowietrzników na pionach i grzejnikach.
- **Hermetyzacja instalacji** przez likwidację otwartych naczyń zbiorczych i zastąpienie ich przeponowymi naczyniami wzorczymi typu zamkniętego.
- **Zastąpienie obiegu grawitacyjnego obiegiem pompowym.**
- **Ograniczenie strat ciepła** poprzez izolowanie sieci przewodów i armatury znajdujących się w pomieszczeniach nieogrzewanych lub o obniżonej temperaturze, takich jak piwnice, korytarze, klatki schodowe.
- W przypadku budynków poddanych termorenowacji - **dostosowanie instalacji centralnego ogrzewania do zmniejszonego zapotrzebowania na moc cieplną.** W takich przypadkach należy dokonać powtórnych obliczeń hydraulicznych sieci przewodów w celu dobrania nastaw armatury regulacyjnej i układów automatyki.

- **Zastosowanie nowoczesnych układów równoważenia hydraulicznego instalacji** w celu wyrównania ciśnień dyspozycyjnych dla poszczególnych pionów lub fragmentów instalacji w rozległych budynkach, poprzez zastosowanie regulatorów podpionowych ciśnienia. Urządzenia te pozwalają na zmniejszenie ryzyka niedogrzewania odległych od źródła ciepła części budynku i przegrzewania obszarów znajdujących się blisko niego.
- **Zastosowanie zaworów termostatycznych** przy grzejnikach, które umożliwiają indywidualną regulację temperatury w poszczególnych pomieszczeniach oraz umożliwiają zmniejszenie ilości dostarczanego do pomieszczenia ciepła w przypadku wystąpienia w danym pomieszczeniu dodatkowych źródeł ciepła, na przykład od promieniowania słonecznego lub włączonych urządzeń elektrycznych lub przebywających w nim ludzi.
- **W przypadku wymiany grzejników na nowe** należy rozważyć obniżenie parametrów pracy instalacji ogrzewczej na niższe, co będzie się wiązało z ponownym przeliczeniem hydraulicznym instalacji i powiększeniem wielkości grzejników. Niższe parametry pracy instalacji wpływają na podniesienie komfortu cieplnego pomieszczeń (niższa temperatura promieniowania grzejników) oraz podwyższeniem trwałości elementów instalacji. Dodatkowym atutem jest obniżenie pojemności wodnej instalacji, dzięki czemu podnosi się precyzja sterowania temperaturą w ogrzewanych pomieszczeniach.

Wymienione powyżej czynności należy wykonać w instalacjach, które są w dobrym stanie technicznym. W budynkach, które poddawane są gruntownym remontom, należy wykonać nową instalację ogrzewczą z wykorzystaniem najnowszych materiałów i technologii ogrzewania. Możliwe jest

odtworzenie starego systemu ogrzewania z zastosowaniem nowych materiałów instalacyjnych, jak rury z tworzyw sztucznych, które nie ulegają korozji i nie zarastają kamieniem kotłowym, oraz nowoczesne grzejniki o obniżonych pojemnościach wodnych. Innymi możliwymi rozwiązaniami są instalacje ogrzewania płaszczyznowego, jak ogrzewanie podłogowe lub ściennie lub też połączenie systemu wentylacji i klimatyzacji budynku z systemem ogrzewania przez nawiew ciepłego powietrza do pomieszczeń.

Należy podkreślić konieczność modernizacji systemu ogrzewania budynku w sposób kompleksowy, począwszy od źródła ciepła, aż po grzejniki w pomieszczeniach. Fragmentaryczne unowocześnianie instalacji, np. poprzez instalowanie tylko zaworów termostatycznych lub nowej armatury regulacyjnej w instalacji wyeksploatowanej lub rozregulowanej, jest błędem prowadzącym do dalszej degradacji systemu ogrzewania i jej wadliwego funkcjonowania, a także marnotrawstwem środków finansowych przeznaczonych na wykonanie tych prac.

2.4. PRZYGOTOWANIE CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

Instalacje ciepłej wody użytkowej występują w większości budynków użyteczności publicznej, istnieją jednak znaczące różnice w intensywności i sposobie ich użytkowania.

Jeżeli budynek podlega gruntownemu remontowi, należy wymienić również instalację zimnej i ciepłej wody i instalację cyrkulacyjną. Instalacje cyrkulacyjne często nie pracują poprawnie lub są odcięte całkowicie. Baterie czerpalne w tych instalacjach nie posiadają tak zwanych perlatorów. Taki stan rzeczy powoduje nadmierne zużycie ciepłej wody w stosunku do rzeczywistych potrzeb, a więc straty ener-

gii. W instalacjach starego typu, w których nie funkcjonuje poprawnie instalacja cyrkulacyjna i brak jest izolacji cieplnej w dystrybucyjnej sieci przewodów, występuje problem ze zbyt niską temperaturą ciepłej wody w bateriach czerpalnych. Jeżeli dodatkowo ciepła woda użytkowa jest przygotowywana w wykorzystanym źródle ciepła budynku (stary węzeł cieplny lub kotłownia lokalna), wówczas występuje problem z jakością eksploatacyjną instalacji c.w.u. objawiający się niezadowolaniem jej użytkowników oraz niebezpieczeństwem wystąpienia zakażenia instalacji bakteriami typu *Legionella*. Szczególne niebezpieczeństwo występuje w starych rurociągach ciepłej wody użytkowej z rur stalowych ocynkowanych, skorodowanych wewnątrz, w których temperatura wody spada poniżej 50°C.

SKUTECZNĄ METODĄ ELIMINACJI ZAGROŻENIA BAKTERIAMI TYPU LEGIONELLA JEST PODNIESIENIE TEMPERATURY W INSTALACJI CIEPŁEJ WODY POWYŻEJ 55°C I OKRESOWA DEZYNFEKCYJA TERMICZNĄ WODĄ O TEMPERATURZE 70°C. ZABIEGI TE ZMNIEJSZAJĄ PRAWDOPODOBIEŃSTWO ROZWOJU TYCH BAKTERII W INSTALACJI C.W.U.

W czasie modernizacji instalacji ciepłej wody należy wykonać następujące prace:

- Modernizacja układu przygotowania ciepłej wody – związana z modernizacją źródła ciepła w budynku.
- Wymiana układu cyrkulacyjnego na układ pompowy z zastosowaniem funkcji dezynfekcji termicznej instalacji ciepłej wody. Instalacja cyrkulacyjna po-

winna być doprowadzona do baterii czerpalnych.

- Wykonanie lub naprawa izolacji cieplnej pionów i poziomów instalacji c.w.u. i instalacji cyrkulacyjnej w celu ograniczenia strat ciepła podczas działania cyrkulacji i przeciwdziałanie obniżeniu temperatury ciepłej wody czerpanej z baterii.
- Zastosowanie regulatorów ciśnienia wody na przyłączy wodociągowym poprawiających jakość funkcjonowania zaworów i baterii czerpalnych ciepłej wody oraz układu przygotowania i cyrkulacji c.w.u.
- Uszczelnienie instalacji poprzez wymianę armatury i nieszczelnych odcinków instalacji.
- Zastosowanie nowoczesnej armatury czerpalnej z perlatorami oraz baterii termostacyjnych pozwalających na obniżenie zużycia wody nawet o 50%, a co za tym idzie zmniejszenie zużycia ciepła niezbędnego na jej przygotowanie.

2.5. SYSTEMY OŚWIETLENIOWE W BUDYNKU

Użytkownicy z reguły preferują pomieszczenia, gdzie udział światła dziennego jest większy, a w danym



pomieszczeniu wybierają stanowiska pracy w pobliżu okien. W zdecydowanej większości pomieszczeń budynków użyteczności publicznej okna lokowane są na jednej ze ścian (tzw. oświetlenie boczne jednostronne). Skutkuje to bardzo mocnym oświetleniem stref przyokiennych oraz niedoświetleniem stref w głębi pomieszczeń. Bez regulacji oświetlenia oprawy lokowane przy oknach często eksploatowane są niepotrzebnie, a w przypadku niekontrolowanego wyłączania grupy opraw niektóre strefy pomieszczeń mogą być niedoświetlone. Rozwiązaniem tych problemów jest zastosowanie sterowania oświetleniem. Możliwe są rozwiązania proste, polegające na wyłączaniu lub częściowym ograniczaniu strumienia świetlnego części opraw oraz rozwiązania zaawansowane, polegające na płynnej regulacji strumienia świetlnego opraw, najlepiej z wykorzystaniem głowic fotoelektrycznych automatycznie kontrolujących stopień wymaganego doświetlenia wnętrza światłem elektrycznym.

Systemy oświetleniowe w pomieszczeniach budynków użyteczności publicznej zapewniają warunki do prowadzenia pracy wzrokowej zarówno w dzień, jak i po zapadnięciu zmroku. Oświetlenie wewnątrz użytkuje się poprzez wykorzystanie:

- światła dziennego, docierającego przez otwory świetlne w budynku,
- światła elektrycznego, wytworzonego przez systemy oświetlenia elektrycznego
- lub może być kombinacją oświetlenia dziennego i elektrycznego.

Urządzenia oświetleniowe powinny być tak zaprojektowane i eksploatowane, aby zawsze zapewniały wymagane warunki oświetleniowe.

CELEM USPRAWNIENIÓW OŚWIETLENIA JEST ZMNIEJSZENIE ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ I OBNIŻENIE KOSZTÓW UŻYTKOWANIA BUDYNKU, PRZY JEDNOCZESNYM ZAPEWNIENIU WYMAGANEJ JAKOŚCI OŚWIETLENIA

Usprawnienia oświetlenia w budynkach użyteczności publicznej mogą polegać na zastosowaniu:

- energooszczędnych systemów oświetlenia elektrycznego,
- racjonalnych rozwiązań projektowych,
- nowoczesnych systemów sterowania oświetleniem i oświetlenia dziennego.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na oświetlenie konieczna jest modernizacja systemu oświetlenia elektrycznego. Modernizacja oświetlenia może polegać m.in. na:

- wymianie źródeł światła,
- wymianie opraw oświetleniowych
- lub łącznej wymianie źródeł światła i opraw oświetleniowych.

Powinna być ona związana z analizą parametrów oświetleniowych (m.in. równomierności oświetlenia i stopnia oślnienia przykrego), gdyż nie powinna prowadzić do ich obniżenia poniżej wartości wymaganych.

MODERNIZACJA OŚWIETLENIA ZAWSZE POWINNA BYĆ ZWIĄZANA Z WYKONANIEM PROJEKTU OŚWIETLENIOWEGO ORAZ NAJLEPIEJ Z WYMIANĄ STAREJ INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ

OSZCZĘDNOŚCI W SYSTEMACH OŚWIE- TLENIA ELEKTRYCZNEGO

Głównym elementem systemu oświetlenia elektrycznego wpływającym na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej jest rodzaj źródła światła. Największe oszczędności uzyskamy, wymieniając żarowe źródła światła (żarówki tradycyjne i halogenowe) na świetlówki.

Znaczne oszczędności i dodatkową poprawę jakości oświetlenia uzyskamy też, wymieniając powszechnie stosowane w budynkach użyteczności publicznej tzw. świetlówki standardowe na energooszczędne świetlówki wielopasmowe.

We wnętrzach modernizowanych i nowo powstających budynków użyteczności publicznej, w których ludzie pracują lub przebywają przez dłuższy czas, nie powinny już być stosowane świetlówki standardowe ze względu na niską wartość wskaźnika oddawania barw.

Stosowanie lamp wyładowczych, mniej skutecznych od świetlówek (np. lamp metalohalogenowych), a zwłaszcza żarówek, powinno być ograniczone do minimum.

**MODERNIZUJĄC OŚWIE-
TLENIE ELEKTRYCZNE, POWINNIŚMY
WYBIERAĆ WYŁADOWCZE ŹRÓDŁA
ŚWIATŁA, PRZED WSZYSTKIM
ŚWIETŁÓWKI, CHARAKTERYZUJĄCE
SIĘ BARDZO WYSOKĄ
SKUTECZNOŚCIĄ ŚWIETLNOŚCI I DOBRĄ
JAKOŚCIĄ ŚWIATŁA**

Niezbędnym elementem do poprawnej pracy systemów świetłokowych, także innych systemów z lampami wyładowczymi, jest układ stabilizacyjno- zapłonowy. Wy-

miana powszechnie stosowanych w budynkach użyteczności publicznej dławików konwencjonalnych na niskostratne lub najlepiej elektroniczne prowadzi do dalszych oszczędności energetycznych i poprawy jakości oświetlenia, w tym:

- zwiększenie skuteczności świetlnej i trwałości lampy oraz układu,
- nie migotliwy zapłon lampy i zniwelowanie efektu tętnienia światła,
- cichą, bezszumową pracę,
- możliwość regulacji strumienia świetlnego.

Bardzo ważnym elementem systemu oświetlenia elektrycznego jest oprawa oświetleniowa. Podstawowymi oświetleniowymi zadaniami opraw jest kształtowanie rozsyłu strumienia świetlnego zgodnie z przewidywanym zastosowaniem oraz ograniczeniem ośnienia.

Wymiana systemu oświetlenia elektrycznego powinna odbywać się w oparciu o projekt oświetleniowy. Rezultatem racjonalnych rozwiązań powinno być obniżenie kosztów eksploatacyjnych i zawsze zapewnienie wymaganej jakości oświetlenia. Podstawowe rozwiązania projektowe polegają na:

- oprawy odbłyśnikowe - z reguły z rastrem - powinny być stosowane we wnętrzach, w których wymagana jest wysoka jakość oświetlenia (m.in. pomieszczenia z komputerami),
- oprawy kloszowe – mleczne lub pryzmatyczne – powinny być stosowane w pomieszczeniach pomocniczych i technicznych (m.in. strefy komunikacyjne, pomieszczenia sanitarne, magazyny).

Wymiana systemu oświetlenia elektrycznego odbywa się najczęściej w oparciu o projekt oświetleniowy; wykorzystanie strumienia świetlnego, zapewnienie wymaganej jakości oświetlenia oraz przewymiarowanie urządzeń oświetleniowych polegających na:

- stosowaniu oświetlenia zlokalizowanego i złożonego, zamiast oświetlenia ogólnego,
- stosowaniu niższych klas oświetlenia, czyli wybieraniu

opraw kierujących strumień światły przede wszystkim w dolne partie pomieszczenia, w kierunku pól pracy,

- uzyskiwaniu poziomów natężenia oświetlenia niewiele przekraczających wartości wymagane oraz przyjmowaniu możliwie niskich wartości współczynnika zapasu.

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

Podstawowe możliwości systemów regulacji oświetlenia związane są z redukowaniem udziału oświetlenia elektrycznego poprzez:

- zwiększenie udziału światła dziennego,
- uwzględnienie nieobecności użytkowników lub obniżenie natężenia oświetlenia, gdy wykonywane są prace wzrokowe łatwiejsze od podstawowych dla danego typu pomieszczenia.

SYSTEMY OŚWIETLENIA DZIENNEGO

Oświetlenie dzienne, choć preferowane i pożądane, niewłaściwie wprowadzone do wnętrza może powodować jego przegrzewanie, a u użytkowników bardzo niepożądany stan oślnienia. Szczególnie dokuczliwe bywają sytuacje, gdy do wnętrza dociera bezpośrednie światło słoneczne. Rozwiązaniem tych problemów jest zastosowanie zaawansowanych systemów oświetlenia dziennego, najczęściej zintegrowanych z oknami lub lokowanych w ich pobliżu. Podstawowymi zadaniami systemu jest ograniczanie nadmiernego oświetlania i przegrzewania oraz bardziej optymalne wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu całego wnętrza. Obecnie na rynku dostępna jest cała gama systemów oświetlenia dziennego realizujących różnicowane zadania oświetleniowe.

Błędny wybór prowadzi zwykle do pogorszenia charakterystyki energetycznej budynku. Wybór powinien być oparty na szczegółowej analizie funkcji, jaką w budynku mają spełniać otwory świetlne i sam system oświetleniowy, oraz analizie zależności systemu oświetlenia dziennego i innych systemów budynku. Właściwy wybór powinien skutkować redukcją negatywnych zjawisk wynikających z konieczności stosowania otworów świetlnych (np. ogrzewanie lub ochładzanie wnętrza, oślnienie bezpośrednie i odbiciowe), przy poprawie warunków oświetleniowych bez jednoczesnego zaburzenia optymalnej pracy innych systemów budynku.

MOŻLIWOŚCI STEROWANIA SYSTEMAMI OŚWIETLENIOWYMI

- Dzięki zastosowaniu sterowania oświetleniem możliwe staje się redukovanie poziomu natężenia oświetlenia podczas przerw w pracy, nieobecności pracowników lub gdy nie jest potrzebny optymalny poziom oświetlenia.
- W pomieszczeniach, w których praca odbywa się według ściśle określonego planu, eksploatacja opraw oświetleniowych może być dostosowana do planu pracy.
- Oświetlenie może zostać tak „zaprogramowane”, aby było automatycznie włączane/wyłączane lub dopasowywało poziom natężenia oświetlenia do takich sytuacji, jak np. godzina rozpoczęcia i zakończenia pracy, przerwy na posiłki, okres sprzątania pomieszczeń. Zastosowanie automatycznych systemów centralnych powinno prowadzić w takich sytuacjach do pożądanych rezultatów. Częstszymi przypadkami są jednak sytuacje występujące nieregularnie (np. spotkania, podróże służbowe, choroby, urlopy). Niektóre pomieszczenia (np. sale konferencyjne, łazienki, szatnie, zaplecza) wykorzystywane są dorywczo. W takich sytuacjach do lepszych rezultatów powinno prowadzić zastosowanie automatycznych systemów lokalnych wyposażonych w czujniki ruchu lub obecności.

Zgodnie z przeprowadzonymi analizami w sektorze budownictwa użyteczności publicznej w Polsce do szerokiego zastosowania można zalecać:

- kolektory słoneczne,
- kotłownie opalane biomasą (drewnem, słomą),
- pompy ciepła.

KOLEKTORY SŁONECZNE

Natężenie promieniowania słonecznego w naszym kraju jest różne w zależności od regionu i waha się od 900 - 1200 kWh/m². Spośród 8760 godzin w roku w Polsce możemy liczyć na nasłonecznienie w przedziale od 1390 do 1900 godzin, przy czym największa efektywność występuje w okresie od kwietnia do września.

Kolektor słoneczny to urządzenie do odbioru ciepła z promieniowania słonecznego, które poprzez podgrzaną ciecz roboczą ogrzewa wodę w zbiorniku (bojlerze).

Aktualnie na rynku znajduje się kilka typów kolektorów słonecznych, jednak ze względu na prostotę budowy, a tym samym i cenę, najczęściej stosowane są kolektory płaskie.

Każdy kolektor składa się z kilku warstw:

- przezroczystej pokrywy,
- absorbera,
- izolacji i obudowy.

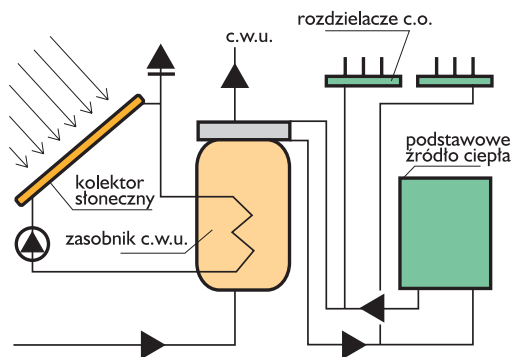
Całość mieści się w obudowie kolektora (najczęściej aluminiowej), która powinna być szczelna.

1 m² PŁASKIEGO KOLEKTORA SŁONECZNEGO POZWOLI NA OTRZYMANIE W POSZCZEGÓLNYCH MIESIĄCACH ROKU OD 24 kW (W ZIMIE) DO 170 kW (LATEM)

Kolektory słoneczne pozyskują ciepło również w dni pochmurne; wtedy temperatura na kolektorach jest wyższa o min. 15°C od temp. powietrza, co powoduje ogrzewanie wody w zasobniku. Nawet w dni zimowe (słoneczne), gdy temp. powietrza wynosi -20°C, temperatura wody w zasobniku dochodzi do +50°C.

Zestaw solarny zapewnia ciepłą wodę przez cały rok, gdyż wyposażony jest w grzałkę, która w razie potrzeby (szczególnie w miesiącach zimowych) podgrzewa brakującą ilość wody. Moc cieplna baterii słonecznej powinna być tak dobrana, aby w okresie letnim zapewniła pokrycie do 95% dziennego zapotrzebowania na ciepło danego obiektu.

Dla efektywnej pracy instalacji bardzo istotna jest optymalna kombinacja pojemności zbiornika i powierzchni czynnej baterii słonecznej. Instalacja z trzema kolektorami nagrzewa o połowę więcej wody (zbiornik o pojemności 300 litrów) niż instalacja z jednym kolektorem (zbiornik o pojemności 200 litrów) w dwukrotnie krótszym czasie!



BIOMASA

Biomasa zazwyczaj oznacza słomę, odpady drzewne bądź drewno z drzew szybko rosnących, jak np. wierzbę. Przy ich spalaniu emisja CO_2 jest równa ilości tego związku, jaką pobrała roślina w czasie wzrostu, co w bilansie końcowym wychodzi na zero. Jako źródło energii biomasa jest również, przy racjonalnej gospodarce, odnawialna (w przeciwieństwie do np. pokładów ropy). Nie ma również problemu z utylizacją popiołu, gdyż jest znakomitym nawozem. Wbrew pozorom jest to paliwo wydajne; dwie tony suchej biomasy - słomy czy drewna, są równoważne energetycznie jednej tonie węgla kamiennego.

Ogrzewanie za pomocą kotłów na biomasę pozwala uzyskiwać najtańsze ciepło, przy pełnym komforcie użytkownika.

POMPA 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). Urządzenie to można sobie wyobrazić jako „odwróconą” lodówkę, którą zresztą pompa ciepła przypomina wyglądem, rozmiarami i głośnością pracy.

Dolne źródło ciepła musi być dobrane w zależności od istniejących warunków naturalnych (dostępność np. wód gruntowych), zapotrzebowania budynku na ciepło (a więc związaną z tym wydajność pompy ciepła) oraz oczywiście możliwości finansowych inwestora. Tak jak dolne źródło dobierane jest do pompy ciepła, tak pom-

pa ciepła dobierana jest do dolnego źródła. Jest to układ wzajemnych powiązań.

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

Zalety stosowania układów z pompą ciepła są niewątpliwe:

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

Do wad niestety trzeba zaliczyć koszt instalacji. 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.

4.1.

AUDYT ENERGETYCZNY

Termomodernizację budynku trzeba rozpocząć od wykonania audytu energetycznego, który jest specjalnego rodzaju ekspertyzą, w której dokonuje się techniczno--ekonomicznej oceny budynku z punktu widzenia zużycia energii. Ponadto określa ona zakres zmian i usprawnień, jakie trzeba wykonać, aby zmniejszyć zużycie energii i obniżyć koszty eksploatacyjne. W audycie ocenia się opłacalność wprowadzenia zmian i ulepszeń, a także określa się, które z nich mogą przynieść największe korzyści ekonomiczne. Obowiązujący zakres i formę audytu określa rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15.02.2002 r. (Dz.U. nr 12 poz. 114).

AUDYT ENERGETYCZNY JEST DOKUMENTEM POTRZEBNYM:

- Właścicielowi budynku jako podstawa dla podjęcia decyzji o celowości modernizacji,
- udzielającemu kredytu bankowi jako dowód, że przedsięwzięcie jest efektywne ekonomicznie, a więc nie budzące obaw co do spłaty kredytu
- Bankowi Gospodarstwa Krajowego jako podstawa do przyznania premii termomodernizacyjnej (umorzenia 25% kredytu).

Audyt jest opracowaniem dość skomplikowanym, a więc jego wykonanie trzeba powierzyć przygotowanemu do jego wykonania specjalście (audytorowi energetycznemu).

Utworzona i zaktualizowana pod nadzorem Ministerstwa Transportu i Budownictwa lista specjalistów wykonujących audyty dostępna jest na stronach Ministerstwa (www.mtib.gov.pl), Banku Gospodarstwa Krajowego (www.bgk.com.pl) i Zrzeszenia Audytorów Energetycznych (www.zae.org.pl).

4.2.

PROJEKT BUDOWLANY

Modernizację budynku należy realizować na podstawie projektu nawet wtedy, gdy nie wymaga tego prawo budowlane. W projekcie powinny być podane niezbędne szczegóły oraz jednoznacznie określone materiały, ich rodzaj i odmiana z powołaniem się na właściwą Polską Normę lub Aprobata Techniczną. Obowiązują też wymagania podane w Rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki.

Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości projektu budowlanego określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 03.07.2003 r. w sprawie zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 120, poz. 1133).

4.3.

POZWOLENIE NA BUDOWĘ

Roboty budowlane przy modernizacji technicznej budynku można rozpocząć jedynie po uzyskaniu decyzji pozwolenia na budowę lub po 7 dniach od daty zgłoszenia rozpoczęcia prac budowlanych do lokalnych władz administracyjnych. Wcześniejsze prowadzenie prac budowlanych sta-



nowi samowolę budowlaną i może spowodować wydanie nakazu rozbiórki wykonanych prac lub obowiązek wysokiej opłaty legalizacyjnej.

- Wniosek o udzielenie pozwolenia na budowę składa się u starosty wg wzoru określonego w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie wzorów: wniosku o pozwolenie na budowę, oświadczenia o posiadaniu praw do dysponowania nieruchomością na cele budowlane i decyzji o pozwoleniu na budowę (Dz.U. nr 120, poz. 1127). Do wniosku o pozwolenie na budowę należy dołączyć:
- 4 egzemplarze projektu budowlanego wraz niezbędnymi uzgodnieniami i innymi dokumentami wymaganymi przepisami szczegółowymi oraz aktualnym zaświadczeniem o wpisie projektanta na liście członków właściwej izby samorządu zawodowego,
- oświadczenie o posiadaniu prawa do dysponowania nieruchomością na cele budowlane złożone zgodnie ze wzorem w powołanym powyżej rozporządzeniu.

Roboty budowlane związane z ociepleniem budynków o wysokości do 12 m (4 kondygnacje), jak również remont instalacji, wymagają tylko zgłoszenia odpowiedniej jednostce administracji architektoniczno-budowlanej (w starostwie powiatowym). Ocieplenie wyższych budynków, a także modernizacja instalacji, wymaga uzyskania pozwolenia na budowę.

Roboty związane z ociepleniem budynku powinny być prowadzone zgodnie z zasadami technologicznymi obowiązującymi w przyjętym systemie ocieplenia.

4.4.

WYKONAWSTWO PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH

Powinny być przestrzegane następujące zasady:

- prace muszą być prowadzone w sposób zgodny z wybraną technologią,
- błędem jest wybranie niesprawdzonych wykonawców oferujących najniższe ceny; pozorne oszczędności mogą w takim przypadku spowodować w niedalekiej przyszłości szkody i dodatkowe koszty. Bardziej opłacalne jest zaangażowanie dobrego sprawdzonego wykonawcy z referencjami,
- przy zakupie materiału należy otrzymać dokument stwierdzający zgodność wyrobu z wymaganiami normy lub aprobaty technicznej (certyfikat lub deklaracja zgodności).

**ENERGIA W BUDYNKU
UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ
WYKORZYSTYWANA JEST
POD POSTACIĄ ENERGII
ELEKTRYCZNEJ, CIEPŁA I CHŁODU.
W CELU MINIMALIZACJI KOSZTÓW
EKSPLOATACYJNYCH STOSUJE SIĘ
SYSTEMY ZARZĄDZANIA, KTÓRE
WSPOMAGAJĄ UTRZYMANIE
WYMAGANEJ CZYSTOŚCI
POWIETRZA, PARAMETRÓW
MIKROKLIMATU I SZTUCZNEGO
OŚWIETLENIA W POMIĘSZCZENIACH,
PRZY MINIMALNYM ŻUŻYCIU
ENERGII I MINIMALNYCH
KOSZTACH EKSPLOATACJI ORAZ
PRZYCZYNIĄ SIĘ DO ZWIĘKSZENIA
NIEZAWODNOŚCI PRACY URZĄDZEŃ
TECHNICZNYCH W BUDYNKU**

Budynki użyteczności publicznej obejmują szeroką gamę obiektów - od takich, dla których stosuje się proste metody regulacji i nadzoru (np. tradycyjnie użytkowane szkoły), do bardzo złożonych nowoczesnych budynków biurowych (wykorzystywanych do różnych funkcji) wyposażonych w zintegrowane systemy produkcji elektryczności, ciepła i chłodu. W zależności od stopni złożoności obiektu systemy zarządzania budynkami mogą przybierać różne formy.

Poniżej w wielkim skrócie charakteryzujemy systemy zarządzania energią, odsyłając zainteresowanych do literatury fachowej.

W celu efektywnego zarządzania energią należy zapewnić dodatkowe wyposażenie instalacji budynku w urządzenia pomiarowe wybranych parametrów jakości powietrza (czujniki stężenia CO₂ lub lotnych związków organicznych [ang. VOC]), parametrów mikroklimatycznych powietrza wewnętrznego i zewnętrznego (czujniki temperatury i wilgotności względnej powietrza), ciśnienia statycznego (w systemach ze zmiennym strumieniem powietrza [ang. VAV]), a także w urządzenia wykonawcze (zawory regulacyjne) umożliwiające zmianę mocy cieplnej lub chłodniczej instalacji.

Zarządzanie dostawą energii może odbywać się na poziomie podstawowym, przy wykorzystaniu prostych urządzeń i układów sterowania, lub też na poziomie zaawansowanym, przy wykorzystaniu komputerowych systemów zarządzania i nadzoru.

JAKIE PODSTAWOWE UKŁADY STEROWANIA STOSOWANE SĄ W INSTALACJACH HVAC

W instalacjach ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (ang. HVAC) stosowane są zazwyczaj dwustopniowe układy regulacji i sterowania: lokalne i centralne. W poszczególnych rodzajach instalacji układy te są następujące:

5.1. INSTALACJE C.O.

- przygrzejnikowe regulatory temperatury,
- układy regulacji i zabezpieczenia w kotłowniach lub węzłach ciepłych.

5.2. INSTALACJE C.W.U.

- baterie z termostatycznymi regulatorami temperatury,
- układy regulacji i zabezpieczenia w kotłowniach lub węzłach ciepłych.

5.3. INSTALACJE WENTYLACJI NATURALNEJ

- nawiewniki sterowane czujnikami wilgotności lub jakości powietrza,
- wywiewniki z kontrolą przepływu powietrza.

5.4. INSTALACJE KLIMATYZACJI

- układy sterowania klimatyzatorami indywidualnymi (lokalnymi),
- układy sterowania w centralach klimatyzacyjnych,
- układy sterowania przepływem powietrza w sieci przewodów systemów VAV.

CO TO JEST KOMPUTEROWY SYSTEMU ZARZĄDZANIA I NADZORU NAD EKSPLOATACJĄ BUDYNKU

Komputerowy system zarządzania i nadzoru nad eksploatacją obiektu budowlanego, zwany w skrócie BMS (*Building Management System*), jest to zespół urządzeń pomiarowo-sterujących nadzorujących stan budynku w toku codziennej eksploatacji. Jego podstawowym zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa, higieny i komfortu użytkowników przez odpowiednie sterowanie pracą instalacji wewnętrznych, bezpośrednio kształtujących wymienione cechy użytkowe budynku.

W SKŁAD SYSTEMU ZARZĄDZANIA BUDYNKIEM WCHODZĄ:

1. 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).



2. W zakresie higieny i komfortu:

- podsystem nadzoru i sterownia pracą instalacji HVAC 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.

Systemy związane tylko z zarządzaniem energią w budynku stanowią BEMS (*Building Energy Management System*).

JAKIE FUNKCJE REALIZUJE SYSTEM BEMS

Jako podstawowe funkcje realizowane przez system BEMS wymienić należy:

1. Centralna wizualizacja stanu obiektu (monitoring) mająca na celu kontrolę stopnia utrzymywania cech użytkowych budynku; w odniesieniu do poszczególnych instalacji będą to parametry pracy źródła ciepła i chłodu,
2. Sygnalizacja stanów alarmowych związanych z przekroczeniem dopuszczalnych wartości kontrolowanych parametrów w pomieszczeniach, instalacjach użytkowych lub zadziałania układów zabezpieczających. Najważniejsze z nich to:
3. Zdalne oddziaływanie na poszczególne elementy technicznych instalacji wewnętrznych, (załączanie i wyłączanie pomp i wentylatorów oraz otwieranie i zamykanie klap i zaworów regulacyjnych),

4. Archiwizacja danych pomiarowych,
5. Zliczanie czasu pracy urządzeń i sygnalizacja terminów konserwacji i przeglądów urządzeń instalacji wewnętrznych,
6. Kształtowanie strategii zarządzania pracą poszczególnych instalacji jako elementu optymalizacji procesu eksploatacji budynku.

JAKIE SĄ NAJWAŻNIEJSZE CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ŻUŻYCIE CIEPŁA, CHŁODU I KOSZTY EKSPLOATACJI

Znaczące efekty można uzyskać poprzez prawidłową eksploatację już wykonanego i uruchomionego systemu, tzn. przyjęcie właściwego algorytmu oraz ustawienie optymalnych parametrów pracy układu sterowania.

Jako najważniejsze z tego zakresu wyróżnić należy:

1. Dopasowanie wartości zadanych i czasu pracy instalacji do rzeczywistych wymagań użytkowników. Oznacza to, że w okresie przerwy w pracy, instalacja wentylacyjna powinna być wyłączona (z uwzględnieniem pkt. 5), a w okresie chwilowej nieobecności użytkowników w godzinach pracy - instalacja powinna pracować z mniejszą wydajnością.
2. Ustalanie wartości zadanych spośród wartości dopuszczalnych wymagających minimalnego zużycia energii, oznacza to, że w okresie pracy, użytkownicy mogą zmieniać wartości zadane tylko w granicach obszaru dopuszczalnego.
3. Utrzymywanie optymalnych parametrów powietrza nawiewanego w podsystemie przygotowania powietrza do kilku czy kilkunastu obsługiwanych pomieszczeń - oznacza to, że parametry powietrza nawiewanego powinny być tak przyjęte, aby zapewnić utrzymanie parametrów powietrza w pomieszczeniach w obszarze dopuszczalnym, przy minimalnych kosztach eksploatacji.
4. Wykorzystanie wydzielanych zysków ciepła do równoważenia bilansu cieplnego pomieszczenia; oznacza to zmniejszenie mocy ogrzewania konwekcyjnego lub obniżenie temperatury powietrza nawiewanego w okresie wymagającym ogrzewania.
5. Stosowanie nocnego chłodzenia pomieszczenia powietrzem zewnętrznym; oznacza to załączanie nocą w okresie letnim instalacji wentylacyjnej przy pełnym udziale powietrza zewnętrznego i obniżenie temperatury powietrza w pomieszczeniu do minimalnej dopuszczalnej wartości.
6. Stosowanie zmiennej ilości powietrza zewnętrznego w systemie; przy czym jego udział powinien być taki, aby zapewniać minimalne zużycie ciepła lub chłodu w systemie, ale nie mniejszy niż wynika to z wymagań higienicznych.
7. Stosowanie zmiennej prędkości obrotowej pomp i wentylatorów przy możliwie stałej charakterystyce hydraulicznej instalacji.
8. Stosowanie systemów ze zmienną ilością powietrza wentylacyjnego.
9. Stosowanie w jak najszerszym zakresie optymalizacji pracy systemu w czasie rzeczywistym.
10. Ustalenie optymalnej wartości mocy zamówionej do celów wentylacji, ogrzewania i przygotowania c.w.u. przy uwzględnieniu wzajemnej współpracy tych instalacji.

Przedsięwzięcia termomodernizacyjne charakteryzują się dość długim okresem zwrotu poniesionych na nie nakładów z osiągniętych oszczędności. Stąd też uzasadnione jest posilkowanie się finansowaniem zewnętrznym w postaci kredytów komercyjnych, preferencyjnych i dotacji w celu zmniejszenia obciążeń budżetów jednostek zarządzających obiektami.

6.1. KORZYSTANIE Z KREDYTU TERMOMODERNIZACYJNEGO

Uzasadnieniem dla skorzystania z kredytu na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest istnienie wewnętrznego źródła jego spłaty w postaci zmniejszenia kosztów eksploatacji obiektu.

Przykładowo:

W szkołach wybudowanych w latach 60. i 70., w których nie dokonano modernizacji kotłowni, wymiany stolarki okiennej i drzwiowej oraz docieplenia ścian zewnętrznych, koszty ponoszone na eksploatację kotłowni sięgają 40 zł/m² powierzchni użytkowej rocznie. Dla przeciętnej wielkości szkoły o pow. 2500 m² oznacza to wydatek roczny ok. 100 000 zł. Koszty te stanowią często do 25% rocznego budżetu szkoły. Koszty te mogą zostać zmniejszone nawet o 60%, co oznacza oszczędność roczną w wysokości 60 000 zł. Ich zmniejszenie staje się wymogiem nie tylko ekonomicznym. Przedsięwzięcia termomodernizacyjne, tj. takie, które przynoszą zmniejszenie kosztów ogrzewania i ciepłej wody, to przecież równocześnie składniki remontów kapitalnych budynków eksploatowanych od 20-30 lat. Przedsięwzięcia termomodernizacyjne stanowią z reguły ok. 60% kosztów remontu kapitalnego budynku.

Przeprowadzenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych jest kosztowne, ale pozwala na ich sfinansowanie w dużej części z oszczędności kosztów ogrzewania. Ini-

cjatywom samorządów i innych właścicieli i zarządców budynków użyteczności publicznej (z wyłączeniem jednostek budżetowych) idącym w tym kierunku sprzyja funkcjonowanie od 1998 roku systemu finansowania wprowadzonego Ustawą o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

SYSTEM WSPIERANIA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

System został stworzony Ustawą o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych z 18.12.1998 r. (Dz.U. nr 162, poz. 1121 z późniejszymi zmianami). W przypadku obiektów użyteczności publicznej pomoc państwa dotyczy termomodernizacji następujących obiektów: budynki służące do wykonywania zadań publicznych przez jednostki samorządu terytorialnego, jak np. szkoły, budynki administracji gminnej, itp. oraz lokalne



źródła ciepła lub węzły cieplne i lokalne sieci ciepłownicze o mocy do 11,6 MW.

Istotą tego systemu jest umorzenie 25% kredytu po spełnieniu następujących warunków:

1. w wyniku przeprowadzonych przedsięwzięć zużycie ciepła zmniejszy się o co najmniej 25% (lub co najmniej 10%, jeśli jest modernizowany tylko system grzewczy, albo co najmniej 15%, jeśli system grzewczy został zmodernizowany w latach 1985-2001),
2. kredyt spłaci się w okresie 10 lat z oszczędności w kosztach ciepła,
3. inwestor pokryje co najmniej 20% kosztów termomodernizacji ze środków własnych.

Powyższe warunki muszą być potwierdzone w audycie energetycznym opracowanym przed przystąpieniem do programu termomodernizacji budynku. Dotychczas ok. 4000 inwestorów skorzystało z dobrodziejstw ustawy. Jest wśród nich szereg samorządów, które kredytem termomodernizacyjnym uzupełniły środki własne i skorzystały z jego umorzenia.

Przykładowo:

Koszt termomodernizacji budynku szkoły polegający na wymianie stolarki okiennej i drzwiowej, dociepleniu ścian zewnętrznych i modernizacji kotłowni sięga 300 zł/m² powierzchni użytkowej. Okres zwrotu nakładów z oszczędności w kosztach ogrzewania jest uzależniony w dużym stopniu od zakresu modernizacji źródła ciepła i sięga 8-12 lat. W przypadku zastosowania źródeł ciepła opalanych biomasą, co może dotyczyć głównie szkół położonych na obszarach wiejskich, uzyskuje się dużą różnicę w koszcie jednostkowym paliwa. Przykładowo koszt energii otrzymywanej z węgla kamiennego sięga 20-25 zł/GJ, podczas gdy koszt energii uzyskiwanej

ze spalania zrębków drzewnych lub słomy wynosi 12-15 zł/GJ, a koszt energii uzyskiwanej ze spalania gazu ziemnego wynosi 35-40 zł/GJ. Najdroższym paliwem aktualnie jest olej opałowy, którego koszt sięga 65-70 zł/GJ. Na oszczędność kosztów ciepła składają się zatem dwa czynniki: koszt energii uzyskiwanej w źródle ciepła – uzależniony od cen paliw i drugi – zapotrzebowanie budynku na ciepło – wynikające ze strat ciepła przez przegrody budowlane (okna, ściany zewnętrzne, dach, drzwi wejściowe) oraz wynikające ze sprawności instalacji ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Przeprowadzenie kompleksowej termomodernizacji budynku może doprowadzić do zmniejszenia kosztów ciepła nawet do 60% rocznie. Ta różnica może zostać wykorzystana do spłaty kredytu termomodernizacyjnego po wygospodarowaniu 20% nakładów inwestycyjnych w bieżącym budżecie gminy. Spłata kredytu w kolejnych latach (przy założeniu zaciągnięcia kredytu na 10 lat) pozostaje neutralna dla kolejnych budżetów gminy dzięki zmniejszeniu kapitału kredytu przez premię termomodernizacyjną o 25%.

Warunkiem uzyskania premii termomodernizacyjnej, poza koniecznością spełnienia wymienionych wcześniej wymagań techniczno-ekonomicznych, jest uzyskanie kredytu. Z kolei zawarcie umowy kredytowej wymaga posiadania zdolności kredytowej – zdolności do spłaty zaciągniętego kredytu wraz z odsetkami w umownych terminach płatności, tzn. w terminach wynikających z umowy kredytowej. Przy ocenie zdolności kredytowej bank bierze pod uwagę aktualną i przewidywaną (do momentu spłaty kredytu) efektywność gospodarowania, stan majątkowy oraz płynność płatniczą. Warunkiem uzyskania kredytu jest też prawne zabezpieczenie spłaty kredytu, a niekiedy także posiadanie rachunku bieżącego w banku.

Inwestor powinien zapoznać się z ofertą kredytową różnych banków – regulaminami kredytowymi oraz prowizjami i oprocentowaniem.

Umowa kredytowa z bankiem jest zawierana pod warunkiem, iż będzie ona obowiązywać dopiero po przyznaniu premii termomodernizacyjnej. Warunkowa umowa wraz z wnioskiem o przyznanie premii i audytem energetycznym jest kierowana przez bank kredytujący do Banku Gospodarstwa Krajowego. BGK odpowiada za weryfikację audytu i w przypadku pozytywnej weryfikacji zawiadamia inwestora i bank kredytujący o przyznaniu premii termomodernizacyjnej (jest to kwota wyliczona w audycie energetycznym) i udziela promesy pod warunkiem posiadania środków w Funduszu Termomodernizacji.

Wypłata premii następuje po zakończeniu realizacji przedsięwzięć określonych w audycie, potwierdzeniu ich zgodności z audytem energetycznym i projektem. Premia wpływa na konto banku kredytującego, który dokonuje przeliczenia rat kapitałowo-odsetkowych z jej uwzględnieniem. Choć warunkiem uzyskania premii jest, kalkulowana w audycie energetycznym, spłata kredytu z oszczędności w okresie 10 lat, to okres kredytowania nie jest ograniczony. Oznacza to, że w zależności od zdolności obsługi można kredyt spłacić wcześniej lub później niż w okresie 10-letnim.

PRZYKŁAD TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU SZKOŁY

Budynek główny szkoły, w której przeprowadzono termomodernizację, powstał w 1966 roku. Następnie w latach 70. i 90. dobudowano 3 kolejne segmenty, w tym stołówkę i salę gimnastyczną. Budynek wybudowany zgodnie z wówczas obowiązującymi

normami charakteryzowały się dużymi stratami ciepła. Stolarka okienna i drzwiowa była nieszczelna, kotłownia węglowa nadawała się praktycznie na złom.

W audycie energetycznym określono następujący zakres przedsięwzięć termomodernizacji:

Zgodnie z wynikami obliczeń w audycie energetycznym, realizacja wymienionych przedsięwzięć powinna przynieść ok. 68% zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło.

Do docieplenia ścian użyto styropianu o grubości 14 cm, do ocieplenia stropodachu zastosowano materiał izolacyjny o grubości 14 cm, okna wymienione na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, a drzwi na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kotłownia węglowa została wymieniona na kotłownię opalaną zrębkami drewnianymi, instalacja wewnętrzna c.o. została wypłukana i wyposażona w zawory automatyczne. Na podstawie audytu energetycznego gmina mogła zaciągnąć kredyt pokrywający 80% nakładów inwestycyjnych, który został umorzony w 25% po zrealizowaniu przedsięwzięć zgodnie z audytem.

Uzyskanie tak korzystnych efektów ekonomicznych przedsięwzięć było możliwe dzięki:

1. kompleksowości przedsięwzięć,
2. zastosowaniu kotłowni opalanej biomasą pochodzącą z drzewnego uzyskiwaną z lokalnych lasów.

Dodatkowymi efektami dla gminy są:

1. doprowadzenie budynku szkoły do standardów europejskich,
2. utrzymanie miejsc pracy w kotłowni,
3. odciążenie budżetu gminy od potężnych jednorazowych nakładów inwestycyjnych,
4. możliwość rozpoczęcia kolejnych inwestycji gminnych spłacających się z oszczędności eksploatacyjnych.

Nie w każdym miejscu możliwe jest wykorzystanie taniego paliwa pozyskiwanego lokalnie. Tam gdzie zostanie zastosowany gaz ziemny lub olej opałowy, efekt ekonomiczny przedsięwzięć nie będzie niewątpliwie tak dobry, jak w tym przypadku. Należy wtedy liczyć się z poniesieniem wyższego udziału własnego w przedsięwzięciach. Wówczas można dodatkowo starać się o pożyczki preferencyjne z Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska. Dla inwestycji obejmujących większe budynki szkół i kompleksy budynków samorządowych użyteczności publicznej (o zapotrzebowaniu na moc grzewczą powyżej 1 MW) można się ubiegać o dotację z Fundacji EkoFundusz.

6.2. POMOC FINANSOWA Z FUNDUSZY OCHRONY ŚRODOWISKA

Poszukując pomocy finansowej na modernizację systemów zasilania w ciepło, wychodzimy z założenia, że każde działanie zmierzające do ograniczenia zużycia energii (ciepła) prowadzi do zmniejszenia emisji za-

nieczyszczeń do powietrza – jest zatem działaniem służącym ochronie środowiska.

Wspieranie finansowe inwestycji proekologicznych to jedno z zadań Narodowego, Wojewódzkich, Powiatowych i Gminnych Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Każdy z tych funduszy działa na obszarze odpowiadającym jego nazwie i każdy z nich kieruje się własnymi zasadami, uwzględniającymi odpowiednio ponadregionalne, regionalne lub lokalne priorytety.

Ubieganie się o dotację winno być poprzedzone dokładnym zapoznaniem się z kryteriami: merytorycznymi, formalnymi i techniczno-ekonomicznymi, a także innymi warunkami określonymi w aktualnych zasadach udzielania pomocy finansowej przez poszczególne fundusze (informacje dotyczące Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej - na stronie internetowej www.nfosigw.gov.pl).

Kompleksowa termomodernizacja obiektów samorządowych, obejmująca budynki, sieć ciepłowniczą, węzły ciepłownicze i źródło ciepła może liczyć na dotację Fun-

Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne o grubości 44 cm - starsza część budynku (segmenty 1 i 2)	Ocieplenie ścian - metoda lekka mokra.
j.w. przez ściany zewnętrzne o grubości 45 cm - nowsza część budynku (segment 3)	Ocieplenie ścian - metoda lekka mokra.
j.w. przez ściany zewnętrzne o grubości 47 cm - najnowsza część budynku (łącznik segmentu 4)	Ocieplenie ścian - metoda lekka mokra.
j.w. przez stropodach niewentylowany - starsza część budynku (segmenty 1 i 2)	Ocieplenie stropodachu.
j.w. przez stropodach wentylowany - nowsza część budynku (segmenty 3 i łącznik segmentu 4)	Ocieplenie stropodachu.
j.w. przez okna	Wymiana okien na szczelne o niskim współczynniku przenikania ciepła U.
j.w. przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi na szczelne o niskim współczynniku przenikania ciepła U.
Zwiększenie sprawności instalacji CO i źródła ciepła	Modernizacja instalacji CO - płukanie instalacji, montaż zaworów termostatycznych, montaż automatycznych odpowietrzników. Modernizacja źródła ciepła - wymiana kotła, montaż układu regulacji pogodowej.

dacji EkoFundusz. Tu również konieczne jest zapoznanie się z aktualnymi zasadami działania Fundacji oraz ogłaszanych przez nią konkursów. Dobrym źródłem informacji jest strona internetowa: www.ekofundusz.org.pl.

Temu samemu celowi służą preferencyjne kredyty udzielane przez banki, w szczególności Bank Ochrony Środowiska S.A., dzięki współpracy z Narodowym i Wojewódzkimi Funduszami Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Kredyty te charakteryzują się niskim oprocentowaniem oraz możliwością uzyskania karencji w spłacie kapitału (odroczenia momentu rozpoczęcia spłaty np. do czasu zakończenia inwestycji).

Warto zatem, przystępując do realizacji zadania, zapytać w najbliższej placówce BOŚ S.A., czy na planowane przedsięwzięcie można uzyskać preferencyjny kredyt.

Oprócz standardowych dokumentów, jakie należy złożyć w banku przy ubieganiu się o kredyt (o tym szerzej w części poświęconej pożyczkom i kredytom komercyjnym), konieczne jest wykazanie, że inwestycja przyniesie efekt ekologiczny, tzn., że na jej realizacji zyska nie tylko właściciel budynku, ale również środowisko. W określeniu tego efektu, na podstawie danych o inwestycji, pomogą pracownicy banku.

Kredyty preferencyjne umożliwiają stosowanie uproszczonych form zamówienia publicznego.

6.3. KREDYTY NA ZAKUP I MONTAŻ URZĄDZEŃ I WYROBÓW SŁUŻĄCYCH OCHRONIE ŚRODOWISKA

Są to kredyty oferowane przez Bank Ochrony Środowiska S.A. w ramach porozumień ze sprzedawcami urządzeń i wyrobów, których stosowanie powoduje powstanie korzyści dla środowiska. W tym przypadku część

odsetek należnych od inwestora z tytułu zaciągniętego kredytu spłaca dostawca urządzenia. Wysokość spłaty zależy od deklaracji dystrybutora określonej w porozumieniu zawartym pomiędzy nim a Bankiem. Od niej zależy wysokość oprocentowania kredytu, która może wynosić od 1% w skali roku (przy krótkim okresie kredytowania). Dzięki tej formule sprzedawca uzyskuje szybką i pewną zapłatę za dostarczone urządzenie lub wyrób, a inwestor – tani kredyt w wysokości do 100% kosztów zakupu i montażu urządzeń. Kredyty te mają zastosowanie dla różnorodnych zadań proekologicznych, również dla modernizacji źródeł ciepła.

6.4. KREDYTY I POŻYCZKI KOMERCYJNE

Większość banków jest w stanie zaoferować osobie realizującej modernizację systemu zasilania w ciepło pożyczkę gotówkową lub kredyt inwestycyjny na przyjętych przez bank warunkach rynkowych.

Ubiegający się o pożyczkę lub kredyt musi złożyć w banku wypełniony wniosek, do którego należy dołączyć wymagane przez bank dokumenty. Będą to przede wszystkim:

- dokumenty stwierdzające posiadanie pełnej zdolności do czynności prawnych,
- potwierdzenie zdolności do spłaty kredytu (dokumenty stwierdzające, że wysokość osiągniętych dochodów pozwala na spłatę zaciągniętego kredytu wraz z odsetkami w przewidzianych terminach),
- prawne zabezpieczenie spłaty kredytu (np. poręczenie innej osoby, weksel, blokada środków na rachunku bankowym, hipoteka, ubezpieczenie i wszelkie inne formy przewidziane prawem cywilnym i wekslowym).

W przypadku kredytu – który musi mieć określone przeznaczenie, niezbędne będą również dokumenty związane z samą inwestycją:

- potwierdzenie prawa do dysponowania nieruchomością (własność budynku, dzierżawa),
- decyzje administracyjne dotyczące inwestycji (dokumenty wymagane prawem budowlanym).

Bank może także poprosić o inne dokumentów, dlatego ważne jest, aby podczas pierwszego kontaktu z pracownikiem banku poprosić o przedstawienie listy wymagań.

Choć może się wydawać, że modernizacja z kredytem to drogi sposób, jednak należy pamiętać, że wykonanie takiego przedsięwzięcia zawsze się opłaca. Włożone na etapie inwestycji pieniądze zwrócą się podczas eksploatacji. Dodatkowe korzyści to uzyskany komfort cieplny i wygoda obsługi.



**NA CO ZWRÓCIĆ UWAGĘ?!
POZA SAMYM OPROCENTOWANIEM
W PRZYPADKU KREDYTU CZY
POŻYCZKI ISTOTNE SĄ TAKŻE
PROWIZJE I INNE OPŁATY POBIERANE
PRZEZ BANK ORAZ KOSZTY
ZWIĄZANE Z USTANOWIENIEM
ZABEZPIECZENIA. TO WSZYSTKO
NALEŻY WZIĄĆ POD UWAGĘ,
WYBIERAJĄC BANK I RODZAJ USŁUGI**

6.5. REALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH PRZEZ TRZECIĄ STRONĘ

Jedną z możliwości ograniczenia zaangażowania własnych środków w inwestycje termomodernizacyjną jest współpraca inwestora z firmą typu ESCO (Energy Saving Company – Przedsiębiorstwo Oszczędzania Energii). Pomiedzy stronami zostaje zawarte porozumienie finansowe, na podstawie którego termomodernizację obiektu realizuje i finansuje firma ESCO występująca jako tzw. trzecia strona. Firmy tego rodzaju zajmują się przede wszystkim wykonawstwem robót, a finansują przedsięwzięcia ze środków własnych lub z wyspecjalizowanych funduszy, a także z kredytów zaciąganych przez nie.

Choć takie rozwiązanie jest korzystne przede wszystkim dla inwestorów nie mających uprawnień do zaciągania kredytu lub nie posiadających zabezpieczenia kredytowego wymaganego przez bank, to jednak nie niesie żadnych dodatkowych korzyści, gdyż strona trzecia musi uzyskać pełny zwrot nakładów poniesionych na dane przedsięwzięcie oraz zysk.

Ofertą konkurencyjną dla firm typu ESCO jest zespół działań określany jako „kompleksowa obsługa termomodernizacji budynku”.

W skład tych działań może wejść:

1. opracowanie audytu energetycznego,
2. opracowanie specyfikacji istotnych warunków do przetargu na wykonawstwo,
3. inwestorstwo zastępcze,
4. pomoc w opracowaniu wniosków do instytucji finansujących termomodernizację,
5. pomoc w wyborze najkorzystniejszej oferty bankowej,

6. opracowanie dokumentacji projektowej,
7. wykonawstwo.

Ofertę tego rodzaju posiadają firmy działające na pograniczu sektora budowlanego i doradczego, gdyż oferta ta wymaga znajomości procesu budowlanego oraz wymagań stawianych przez instytucje finansowe. W przypadku korzystania z oferty takiej firmy należy przestrzegać warunku wykonania audytu energetycznego przez niezależnego audytora.

patronat medialny

NAJSOLIDNIEJSZYM FUNDAMENTEM DOMU JEST WIEDZA O JEGO BUDOWANIU

📖 O budowaniu wiemy wszystko i tą wiedzę dzielimy się z Czytelnikami.

📖 Jesteśmy niekwestionowanym liderem na rynku prasy budowlanej.

📖 Dajemy kompletną, fachową i rzetelną wiedzę na temat budowania, remontowania i urządzania domu.

📖 Podpowiadamy, jak się nie zgubić w gąszczu przepisów budowlanych, pomagamy wybrać najlepszy projekt, technologię, urządzenia.

Zamówienia: 0-801 322 555, 0 22 59 05 555, klienci@murator.com.pl
Forum Muratora: www.forum.murator.com.pl



murator

Termomodernizacja budynku uwzględniająca aspekty ekonomiczne, środowiskowe i społeczne musi zapewnić godziwe warunki pracy użytkownikom przy możliwie małym oddziaływaniu na środowisko przyrodnicze. W trakcie budowy, modernizacji i użytkowania, a następnie rozbiórki budynków zużycie surowców mineralnych i paliw powinno być możliwie niskie. Należy przy tym dążyć do maksymalnego wykorzystania odnawialnych zasobów przyrody.

Każdy projekt termomodernizacyjny spełniający powyższe wymagania polega na analizie technologii i wyborze rozwiązań. Rozpatruje się przy tym z reguły następujące technologie:

- technologie służące efektywnemu ogrzewaniu budynku i przygotowaniu ciepłej wody użytkowej,
- technologie służące efektywnemu chłodzeniu,
- technologie służące efektywnej wentylacji,
- technologie służące efektywnemu wykorzystaniu światła dziennego,
- technologie służące efektywnemu wykorzystaniu oświetlenia sztucznego,
- inne technologie wpływające na zrównoważony charakter budynku (woda, odpady, efektywność wykorzystania terenu, relacje ze środowiskiem zabudowanym itp.).

Zastosowanie wybranego rozwiązania modernizacyjnego należy rozpatrywać w kontekście cyklu istnienia budynku, a to w przypadku termomodernizacji oznacza czas od momentu podjęcia decyzji o modernizacji do decyzji o rozbiórce obiektu. Budynki publiczne to zwykle miejsca pracy, w których wymagania dotyczące zdrowia, higieny i ochrony środowiska podobnie jak w przypadku budynków mieszkalnych powinny być nadrzędne w stosunku do wymagań dotyczących oszczędności energii. Z tego względu często rozpatruje się technologie poprawiające jakość powietrza w pomieszczeniach, które

nie zmniejszają zużycia energii lub wręcz je zwiększają.

W roku 2002 Politechnika Warszawska oraz Norweski Uniwersytet Techniczny z Trondheim rozpoczęły współpracę w ramach programu SUREBUILD. Projekt był poświęcony naukowym podstawom modernizacji budynków w Polsce opartej na zasadach rozwoju zrównoważonego, ale specjalna uwaga została skupiona na budynkach edukacyjnych. Poniżej skrótkowo przedstawiono wyniki polegające na opracowaniu modelowego projektu termomodernizacji dla wybranego budynku szkoły podstawowej nr 1 w Zgierzu. Rozważania dotyczące koncepcji modernizacji szkoły wykraczały poza standardowy zakres termomodernizacji, a w szczególności obejmowały następujące zagadnienia:

- zastosowanie materiałów budowlanych o niskiej emisji zanieczyszczeń gazowych oraz pyłów,
- rozcieńczanie zanieczyszczeń poprzez zwiększoną wentylację,
- zastosowanie wentylacji hybrydowej (wspomaganej wentylacji naturalnej),
- zastosowanie wentylacji mechanicznej o małych oporach przepływu,
- zastosowanie wentylacji o intensywności dostosowywanej do zmiennych potrzeb,
- zastosowanie odzyskiwania ciepła z powietrza uwanego,
- zastosowanie wymienników ciepła grunt-powietrze,
- zastosowanie zdecentralizowanych systemów wentylacji mechanicznej,
- zastosowanie zdecentralizowanych systemów automatycznej regulacji,
- zastosowanie waporowego rozdziału powietrza,
- zastosowanie efektywnej filtracji cząstek stałych,
- zastosowanie filtrów z węglem aktywnym w celu adsorpcji zanieczyszczeń gazowych,

- możliwości optymalnego wykorzystania z naturalnego oświetlenia i efektywnych systemów oświetleniowych,
- potencjalnego wykorzystania termicznych właściwości gruntu,
- zastosowania dostępnych źródeł pasywnej energii – energii słonecznej, wiatru, biomasy itp.
- wykorzystania kubatury termicznej elementów konstrukcyjno-budowlanych, określenia ich wpływu na estetyczny wyraz całego obiektu oraz detalu architektonicznego,
- zastosowanie materiałów budowlanych o niskiej energii skumulowanej,
- zbadania lokalnych nisz ekologicznych wraz z poziomem degradacji terenu działki, sprawdzenia istniejących warunków gruntowo-wodnych i lokalnej flory oraz fauny wraz z próbą takiego zagospodarowania terenu, aby zachować i utrzymać jak najlepsze parametry środowiskowe,
- kształtowanie przestrzeni otaczającej przy zachowaniu walorów kulturowych i społecznych stanowiących o integracji lokalnego społeczeństwa i stworzenia poczucia „przynależności”.

Ostatecznym celem prac modernizacyjnych jest uzyskanie optymalnego współdziałania wszystkich systemów budynku, a nie tylko zoptymalizowanie działania pojedynczych systemów.



Budynek szkolny - przed modernizacją.

Szkoła wzniesiona w ramach akcji „szkół tysiąclecia”, na początku lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku, ma układ pawilonów połączonych korytarzem o funkcji komunikacyjno-rekreacyjnej. Na początku lat osiemdziesiątych dobudowano dodatkowe skrzydło, w którym umieszczono pomieszczenia lekcyjne oraz zaplecze sportowe i szatnie. Z uwagi na konieczność zachowania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, wewnętrzny dziedziniec został ogrodzony i stanowi obecnie główne wejście na teren obiektu szkolnego. Dawne wejście główne funkcjonuje jedynie w miesiącach letnich.

W ramach projektu zaproponowano następujące zmiany funkcjonalne i technologiczne:

- stworzenie wewnętrznego przekrytego atrium stanowiącego część o charakterze komunikacyjnym i integracji społecznej,
- funkcjonalne wydzielenie pawilonu, w którym znajduje się stołówka, tak aby mógł on funkcjonować jako dostępne z zewnątrz centrum kulturalne przeznaczone dla lokalnej społeczności,
- przebudowa wewnętrzna szkoły została zaproponowana tak, aby obiekt był w pełni dostępny dla osób niepełnosprawnych,
- wykonanie prac termomodernizacyjnych wraz z wymianą stolarki okiennej i drzwiowej,
- stworzenie hybrydowego systemu wentylacyjnego



Budynek szkolny - projekt modernizacji.

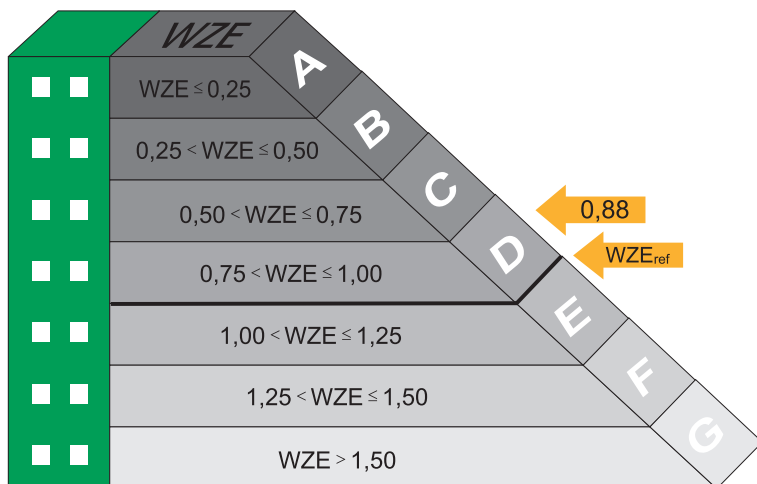
wraz z systemem czepni i podziemnych korytarzy, w których następuje schładzanie bądź ogrzewanie powietrza,

- zastosowanie systemu oświetlenia sztucznego współpracującego ze zmiennymi parametrami naturalnego oświetlenia,
- zastosowanie systemów pasywnego pozyskiwania i kumulowania zysków ciepłych – np. przesłony żaluzjowe w oknach, przezroczysta izolacja termiczna, rekuperacja zysków ciepłych,
- wprowadzenie elementów środowiska przyrodniczego do wnętrza budynku,
- propozycja zagospodarowania terenów otaczających w sposób utrzymujący ich wartość kulturową oraz ekologiczną.

Dla zmodernizowanego obiektu oszacowano wskaźnik charakterystyki energetycznej budynku. Zastosowano metodykę wyznaczania wskaźnika

charakterystyki energetycznej wg przepisów wdrażających Dyrektywę Unii Europejskiej o charakterystyce energetycznej budynków. Dyrektywa ta wymaga, aby kraje członkowskie zadbały w pierwszej kolejności o opracowanie świadectwa energetycznego dla budynków publicznych wykorzystywanych przez władze lokalne i administrację do realizacji zadań statutowych. Budynki szkolne są wymieniane w tej grupie jako te, które mają największy potencjał w rozpowszechnianiu idei oszczędzania energii.

Dla rozpatrywanego obiektu oceniono, że po termomodernizacji zintegrowany wskaźnik charakterystyki energetycznej wyniesie 0,88 (przy wartości 2,3 dla stanu istniejącego przed modernizacją). Wartość wskaźnika w przybliżeniu określa, o ile procent mniej lub więcej należy zapłacić za energię w stosunku do budynku referencyjnego, dla którego wartość wskaźnika wynosi 1.



8.1.

URZĘDY PAŃSTWOWE

Ministerstwo Budownictwa

Departament Rynku Budowlanego

00-926 Warszawa, ul. Wspólna 2/4

www.mtib.gov.pl

tel. (0-22) 661 80 34, fax (0-22) 621 38 72

Do Ministerstwa można zwracać się o interpretację przepisów ustawowych i rozporządzeń dotyczących termomodernizacji. Publikuje w internecie listę audytorów energetycznych.

Główny Urząd Nadzoru Budowlanego

00-926 Warszawa, ul. Krucza 38/42

tel. (0-22) 661 81 11, fax (0-22) 661 81 42

www.gunb.gov.pl

Urząd sprawuje nadzór i kontrolę nad przestrzeganiem prawa budowlanego.

Urząd Regulacji Energetyki

00-872 Warszawa, ul. Chłodna 64

tel. (0-22) 661 61 07, fax (0-22) 661 61 52

www.ure.gov.pl

URE jest instytucją państwową, która między innymi zatwierdza taryfy opłat ustalane przez przedsiębiorstwa dostarczające paliwa i energię, a więc taryfy za ciepło, gaz i energię elektryczną.

Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów

00-950 Warszawa, Plac Powstańców Warszawy 1

tel. (0-22) 55 60 800, fax (0-22) 826 50 76

www.uokik.gov.pl

Zadaniem Urzędu jest ochrona konsumentów, w tym odbiorców energii i paliw. Do Urzędu można zgłaszać skargi na nieprawidłowe działania dostawców energii.

8.2.

BANKI I INSTYTUCJE PAŃSTWOWE

Bank Gospodarstwa Krajowego

00-955 Warszawa, Al. Jerozolimskie 7

tel. (0-22) 522 91 12

fax (0-22) 627 03 78

www.bgk.com.pl e-mail: bgk@com.pl

Bank kieruje systemem wspierania przedsięwzięć termomodernizacyjnych. W Banku utworzony jest Fundusz Termomodernizacji przeznaczony na udzielanie premii termomodernizacyjnej.

Bank Inicjatyw Społeczno-Ekonomicznych S.A.

00-184 Warszawa, ul. Dubois 5a

www.bise.pl

Oferuje: kredyty inwestycyjne i termomodernizacyjne z premią BGK o prostym sposobie zabezpieczenia, obsługę bieżącą wspólnot w formie preferencyjnego pakietu usług, dogodne formy lokowania środków funduszu remontowego, poręczenia kredytów dla wspólnot, Home-Banking oraz specjalistyczne oprogramowanie księgowe dla Zarządców.

Bank Ochrony Środowiska S.A.

00-950 Warszawa, Al. Jana Pawła II 12

tel. (0-22) 850 87 20, fax (0-22) 850 88 91

www.bosbank.pl

e-mail: bos@bosbank.pl

Bank udziela kredytów na przedsięwzięcia termomodernizacyjne i niskooprocentowane kredyty na inwestycje proekologiczne.

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

02-673 Warszawa, ul. Konstruktorska 3a

tel. (0-22) 49 00 80, 49 00 79, 48 22 80

fax (0-22) 49 72 72

Wspomaga finansowo inwestycje w zakresie ochrony środowiska i gospodarki wodnej, a także racjonalizacji użytkowania energii, przez udzielanie preferencyjnych pożyczek na zasadach niskooprocentowanego kredytu bankowego. Fundusz sponsoruje zadania w zakresie edukacji ekologicznej, programy i ekspertyzy ekologiczne.

Wojewódzkie, Powiatowe i Gminne Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

(Przy Urzędach Wojewódzkich, Powiatowych i Gminnych) wspierają inwestycje w zakresie ochrony środowiska na swoim obszarze (w formie dotacji i preferencyjnych pożyczek).

EkoFundusz

00-502 Warszawa, ul. Bracka 4
tel. (0-22) 621 27 04, fax (0-22) 629 51 25
www.ekofundusz.org.pl

EkoFundusz wspiera (w formie dotacji) inwestycje, które przyczyniają się do ochrony środowiska (np. likwidacja lokalnych kotłowni węglowych), a także wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych (energia słoneczna, wiatrowa, biopaliwa itp.).

8.3.

**INSTYTUCJE WSPIERAJĄCE
TERMOMODERNIZACJĘ**

Fundacja Poszanowania Energii

00-611 Warszawa, ul. Filtrowa 1
tel. (0-22) 825 52 85, 825 16 02
fax (0-22) 825 86 70
www.fpe.org.pl

Fundacja prowadzi szkolenia przygotowujące do czynności audytora energetycznego, a także wydaje podręczniki i poradniki w ramach Biblioteki Fundacji Poszanowania Energii.

Z Fundacją współdziała:

Narodowa Agencja Poszanowania Energii

00-611 Warszawa, ul. Filtrowa 1
tel. (0-22) 825 52 85, 825 16 02
fax (0-22) 825 86 70
nape@nape.pl
www.nape.pl

NAPE S.A. prowadzi usługi konsultingowe (auditing energetyczny) dla obiektów i instalacji we wszystkich działach gospodarki, opracowuje studia i programy związane z gospodarką energetyczną, prowadzi szkolenia i seminaria dotyczące racjonalizacji użytkowania energii i oszczędności energii, opracowuje i rozpowszechnia programy komputerowe do audytu energetycznego.

Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

00-560 Warszawa, ul. Mokotowska 35
tel. (0-22) 626 09 10
fax (0-22) 626 09 11
www.kape.gov.pl

KAPE S.A. przygotowuje i organizuje realizację rządowej polityki w zakresie racjonalizacji użytkowania energii.

Zrzeszenie Auditorów Energetycznych

00-611 Warszawa, ul. Filtrowa 1
tel. (0-22) 825 52 85, 825 16 02
fax (0-22) 825 86 70
www.zae.org.pl

ZAE zrzesza audytorów energetycznych, przygotowuje materiały i pomoce dla audytu energetycznego, wydaje „Biuletyn Poszanowania Energii”, publikuje listy audytorów w internecie.

8.4.

INSTYTUCJE NAUKOWE, BADAWCZE I EDUKACYJNE

W tych instytucjach można uzyskać porady i informacje w bardziej skomplikowanych problemach technicznych i materiałowych:

Centralny Ośrodek

Badawczo-Rozwojowy Techniki Instalacyjnej INSTAL

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21

tel. (0-22) 843 71 75, fax (0-22) 843 71 65

Ośrodek prowadzi prace z dziedziny ciepłownictwa, ogrzewnictwa, wentylacji, klimatyzacji i izolacji termicznych. Udziela aprobat technicznych dla wyrobów instalacji sanitarnych i grzewczych.

Akademia VIESSMANN

Dąży do stworzenia swoim Partnerom na rynku instalacji grzewczych możliwości dalszego doskonalenia i podnoszenia kwalifikacji zawodowych.

Rozwój edukacji i wiedzy o nowoczesnych technologiach instalacji grzewczych jest ich celem.

Policealne Studium Nowoczesnych Technik Grzewczych

www.viessmann.edu.pl, www.kotly.pl

tel. (032) 222 03 60

tel. kom. (505) 036 015, (694) 506 672

8.5.

STOWARZYSZENIA FIRM PRODUKUJĄCYCH MATERIAŁY I WYROBY BUDOWLANE

Stowarzyszenie Producentów Styropianu

32-600 Oświęcim, ul. Chemików 1

tel./fax (0-33) 847 27 14

www.styropiany.pl

e-mail: info@styropiany.pl

Stowarzyszenie Producentów Włny Mineralnej: Szkłanej i Skalnej

62-240 Trzemeszno, ul. Gnieźnieńska 4

tel. (0-52) 568 23 60, fax (0-52) 315 45 79

Biuro:

00-896 Warszawa, ul. Ogrodowa 28/30

tel. (0-22) 624 38 98, fax (0-22) 624 39 98

www.miwo.pl

e-mail: stowarzyszenie@miwo.pl

Polskie Okna i Drzwi. Związek Producentów, Dostawców i Dystrybutorów

03-612 Warszawa, ul. Konieczynowa 2a

tel./fax (0-22) 678 65 73

www.okna.org.pl

e-mail: biuro@okna.org.pl

Stowarzyszenie na Rzecz Systemów Dociepleń

03-872 Warszawa, ul. Zabraniecka 15

www.systemyocieplen.pl

e-mail: biuro@systemyocieplen.pl

Stowarzyszenie Polska Wentylacja

00-238 Warszawa, ul. Długa 29/125

tel./fax (0-22) 635 13 24

www.wentylacja.info.pl

9.1. USTAWY I ROZPORZĄDZENIA

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz.U. z 2000 r. nr 106 poz. 1126 z późniejszymi zmianami).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).
3. Ustawa z dnia 18 grudnia 1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz.U. nr 162/99 poz. 1121) ze zmianami wg Ustawy z 21 czerwca 2001 r. (Dz.U. nr 76/01 poz. 808).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 stycznia 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego (Dz.U. nr 12/02 poz. 114).
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 stycznia 2002 r. w sprawie weryfikacji audytu (Dz.U. nr 12/02 poz. 115).

6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. nr 120, poz. 1133).
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca w sprawie wzorów wniosków o pozwolenie na budowę (Dz.U. nr 120, poz. 1127).
8. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. nr 8 poz. 70).

9.2. NORMY I INSTRUKCJE

9. Polska Norma PN-83/B-03430 Wentylacja w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej. Wymagania.
10. Polska Norma PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
11. Instrukcja nr 334/2002 Instytutu Techniki Budowlanej w sprawie ocieplania ścian metodą bezspoinową.

patronat medialny

Budowlaniec



www.budowlaniec.pl

ADMINISTRATOR

OGÓLNOPOLSKI MIESIĘCZNIK DLA ZARZĄDÓW NIERUCHOMOŚCI

www.coib-budexpo.com.pl/adminis.html

Fachowy

Elektryk

www.fachowyelektryk.pl



FACHOWY

instalator

www.fachowyinstalator.pl



MIESIĘCZNIK

MATERIAŁY BUDOWLANE

technologie • rynek • wykonawstwo

www.sigma-not.pl

Mieszkanie i Wspólnota

www.miwspolnota.waw.pl

Mamy nadzieję, że niniejsza broszura dostarczyła Państwu informacji przydatnych zarówno w procesie planowania przedsięwzięcia inwestycyjnego, modernizacji budynku, jak i w trakcie jego użytkowania.

Budynki użyteczności publicznej to najczęściej miejsca pracy, nauki, lecznictwa lub związane z realizacją innych zadań administracyjno-samorządowych. Od jakości środowiska wewnętrznego zależy jakość pracy i usług realizowanych w danym budynku. Prawidłowo zaplanowane i zrealizowane przedsięwzięcie termomodernizacyjne polega na wprowadzeniu wielu usprawnień technicznych, które zostały szczegółowo omówione w naszej broszurze. Osobne miejsce zajmuje w niej energia odnawialna, której wykorzystanie powinno stać się wizytówką każdego budynku użyteczności publicznej jako dowód na szczególną dbałość jego właściciela o środowisko przyrodnicze. Sprawy finansowania inwestycji termomodernizacyjnych jako kluczowe dla podejmowania decyzji inwestycyjnych zostały również wyczerpująco – jak na możliwości wydawnictwa – omówione. Dostarczono także podstawowych wskazówek dotyczących aspek-

tów prawnych inwestycji. Na zakończenie podany został modelowy przykład projektu modernizacji budynku szkolnego, zgodny z wymaganiami rozwoju zrównoważonego.

W całej broszurze staraliśmy się obok zagadnień technicznych termomodernizacji pokazać szerszy kontekst związany z jakością środowiska wewnętrznego – stąd obszerniejsze potraktowanie zagadnień wentylacji, jak i środowiska zewnętrznego – dlatego zamieszczono szereg uwag dotyczących m.in. gospodarki odpadami, wodą, terenem, lokalizacją budynku i wielu innych.

Wszystkich Państwa, którzy zechcieliby podzielić się swoimi uwagami na temat termomodernizacji budynków użyteczności publicznej lub niniejszej broszury, zapraszamy na strony internetowe programu www.domprzyjazny.pl lub do kontaktu z autorami. Wyrażamy nadzieję, że z życzliwością przyjmą Państwo niniejszą próbę uzupełnienia rynkowej informacji o procesie termomodernizacji budynków, a do podjęcia takich inwestycji wszystkich zainteresowanych serdecznie namawiamy.

patronat medialny



NIERUCHOMOŚCI

w każdy poniedziałek

BUDOWNICTWO • INWESTYCJE • FINANSOWANIE

- **za ile kupisz mieszkanie nowe lub używane**
 - **ile kosztuje dom, a ile działka**
 - **kredyty na zakup nieruchomości**
 - **porady dla wspólnot mieszkaniowych**

Biuro Reklamy i Ogłoszeń

tel. (22) 621 48 69, 629 86 14, fax (22) 625 61 57, 621 46 58



Zarządzanie **Twoją** firmą stanie się **łatwiejsze** dzięki **naszym** usługom

› **Poczta Firmowa**

Wysyłasz duże ilości korespondencji i towarów? W trosce o Twoją wygodę i czas możemy odbierać przesyłki z siedziby Twojej firmy.

› **Przesyłka Pobraniowa**

Sprzedajesz przez Internet? Twoi klienci mogą płacić za zakupy i sprawdzić zawartość paczki przy odbiorze.

› **Obsługa Kampanii Reklamowych**

Potrzebujesz pomocy przy przygotowaniu materiałów reklamowych, chcesz wysłać klientowi próbkę towaru lub swój katalog?

Zapytaj o usługi:

Druki Bezadresowe, Próbką Towaru, Przesyłka Reklamowa, DM System.

› **Obsługa Płatności Masowych**

Odbierasz duże ilości płatności? Oferujemy: wydruk i dostarczenie dokumentów, kasową obsługę wpłat i odbiór gotówki, identyfikację danych dotyczących płatności i dostarczenie informacji o nich w oczekiwanym przez Ciebie zakresie i formie.

› **Pocztowe Konto Firmowe**

Oto specjalna oferta dla małych firm.

Oferujemy najniższe ceny na rynku, kredyt w koncie do 50 tysięcy zł, obsługę telefoniczną, 500 bezpłatnych bankomatów.



program edukacyjno-informacyjny

termomodernizacja i unowocześnienie budynków użyteczności publicznej

patronat

Departament Rynku Budowlanego Ministerstwa Budownictwa
Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A.
Zrzeszenie Auditorów Energetycznych

stowarzyszenia i organizacje współpracujące

Akademia VIESSMANN
Stowarzyszenie Producentów Styropianu
Stowarzyszenie Producentów Włny Mineralnej i Szkłanej
Stowarzyszenie Polska Wentylacja
Stowarzyszenie na Rzecz Systemów Ociepleń

patronat medialny

Administrator
Budowlaniec
Fachowy Elektryk
Fachowy Instalator
Materiały Budowlane
Mieszkanie i Wspólnota
Murator
Rzeczpospolita

autorzy

Zespół pod kierunkiem dr inż. Aleksandra Panka i dr inż. Macieja Robakiewicza:
dr inż. Jerzy Sowa
prof. dr hab. inż. Bernard Zawada
dr hab. inż. arch. Elżbieta Ryńska
dr inż. Piotr Narowski
dr inż. Jarosław Chudziński
dr inż. Piotr Pracki
mgr inż. Grażyna Kasprzak
mgr inż. Małgorzata Popiołek
mgr Andrzej Rajkiewicz

SUREBUILD NTNU:
prof. Øyvind Aschehoug
dr Barbara Matusiak
dr Inger Andresen
dr Karin Buvik

Koncepcja architektoniczna modelowej termomodernizacji:
Zbigniew Badowski i Marek Budzyński



program edukacyjno-informacyjny
www.domprzyjazny.pl

wydawca

ARDO-STUDIO sp. z o.o.
ul. Pogodna 24, 60-275 Poznań

ISBN 83-919258-8-9