

Audyt energetyczny

Audyt energetyczny jest swojego rodzaju ekspertyzą budynku, pod względem jego własności izolacyjnych i oceniających system ogrzewania, połączoną z oceną opłacalności ekonomicznej przedsięwzięć, które mogą być zastosowane w budynku celem podniesienia jego standardu izolacyjności i sprawności ogrzewania, jeśli nie spełnia on kryteriów dopuszczalnych Polskimi Normami. Audyt jest wymaganym dokumentem przy ubieganiu się o kredyt na cel termomodernizacji budynku.

W rezultacie audytu dostaniemy odpowiedź, czy poprzez termomodernizację budynku uzyskamy niższe koszty ogrzewania przy zachowanym komforcie cieplnym pomieszczeń i jakie nakłady inwestycyjne musimy w tym celu ponieść.

Dlatego audyt można podzielić na trzy zasadnicze części:

- stan bazowy (istniejący),
- stan po modernizacji,
- obliczenia opłacalności przedsięwzięć.

Dla stanu bazowego konieczne jest zebranie danych. Najlepiej wykonać to wysyłając do administratora lub właściciela budynku przygotowanej ankiety. Ankieta powinna zawierać dane dotyczące:

CZĘŚĆ OGÓLNA

1. Adresy budynku i jego właściciela.
2. Osoby wypełniającej ankietę i jej podpis.
3. Czy jest dostępna dokumentacja techniczna budynku i metryka obiektu?
4. Rok budowy.
5. Technologie wzniesienia budynku.
6. Czas użytkowania budynku i liczba osób przebywająca stale w budynku w okresie jego użytkowania.
7. Kubaturę, powierzchnię, ilość pomieszczeń i ilość kondygnacji.
8. Czy budynek jest podpiwniczony?
9. Data ostatniego remontu i co wykonano w jego ramach.
10. Rodzaj ścian zewnętrznych, stropów nad piwnicami i nad ostatnią kondygnacją.
11. Rodzaj okien i innych przegród przeszklonych zewnętrznych.

CZĘŚĆ ENERGETYCZNA

1. Zapotrzebowanie na ciepło wyliczone na potrzeby c.o. w stanie projektowym.
2. Rodzaj ogrzewania, moc kotłów (wymienników) istniejących (rok produkcji).
3. System opłat za energię ciepłą z kosztami ogrzewania za ostatnie dwa sezony grzewcze.
4. Rodzaj i ilość grzejników.
5. Rodzaj instalacji wewnętrznej c.o. (czy izolowana i jak prowadzona).
6. Rodzaj wentylacji w tym wymagania szczegółowe, jeśli budynek jest inny niż mieszkalny.
7. Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej, wielkość zasobnika, ilość punktów odbiorczych c.w.u. w tym czy jest kuchnia, ilość wydawanych posiłków i inne dane do zbilansowania potrzeb zapotrzebowania wody.
8. Ilość i rodzaj spalonego paliwa (lub odczyt licznika ciepła lub energii elektrycznej, jeśli ogrzewanie elektryczne).

Wymieniony wyżej zestaw danych może zawierać – w zależności od stopnia zaawansowania technologicznego i urządzeń dodatkowych, a zużywających energię na cele grzewcze i wentylację – bardziej rozbudowaną ankietę pytań. Powyższe przykładowe punkty ankiety wymieniono w celu zorientowania czytelnika w problematyce ankiety.

Nieodzownym elementem stanu bazowego jest przegląd budynku przez audytora po wypełnieniu i odesłaniu ankiety. Bez względu na to, czy dla budynku jest czy nie ma dostępnej dokumentacji technicznej, osoba wykonująca audyt musi potwierdzić przez wizję lokalną, czy projekt jest zgodny z rzeczywistością (mógł być modernizowany lub rozbudowany) i ocenić stan techniczny elementów budynku i systemu ogrzewania.

Ponadto, jeżeli nie ma dostępnej dokumentacji lub aktualnej inwentaryzacji, to audytor musi dokonać odtworzenia planów budynku oraz zidentyfikować materiały i grubości warstw wchodzące w skład poszczególnych przegród. Wiązać się to może z lokalnymi odkrywkami. Audytor z dużym doświadczeniem budowlanym, może również w przypadku trudności w wykonaniu odkrywek, ocenić na podstawie roku wzniesienia budynku i zastosowanej technologii rodzaj użytych materiałów. W czasie wizji lokalnej powinno się wykonać dokumentację fotograficzną budynku, instalacji, kotłowni (węzła cieplnego). Audytor ustala na miejscu usytuowanie budynku względem stron świata i ewentualne zacienienie budynku. W stosunku do okien określa wielkość szczelin, stan stolarki. W pomieszczeniach z wentylacją grawitacyjną zaleca się dokonanie pomiaru ciągu w kratkach wentylacyjnych.

Po zebraniu danych technicznych następuje wywiad z użytkownikiem na temat komfortu cieplno-wilgotnościowego poszczególnych grup pomieszczeń. Dysponując taką ilością danych przestępuje się do obliczenia bilansu cieplnego budynku, który ma na celu obliczenie sezonowego zapotrzebowania energii w standardowym sezonie grzewczym i zapotrzebowania na moc dla budynku w stanie istniejącym (bazowym).

Poniżej przedstawiono składowe bilansu cieplnego.

$$Q_h = Q_z(m) + Q_w(m) + Q_g(m) + Q_a(m) - \zeta(m) * (Q_{sw}(m) + Q_i(m))$$

gdzie:

$Q_z(m)$ – straty energii ciepła w miesiącu m przez przegrody zewnętrzne.

$Q_w(m)$ – straty energii ciepła przez przegrody wewnętrzne.

$Q_g(m)$ – straty energii ciepła przez podłogi do gruntu.

$Q_a(m)$ – straty energii ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.

$Q_{sw}(m)$ – zyski ciepła od słońca przez okna.

$Q_i(m)$ – wewnętrzne zyski ciepła od ludzi i urządzeń elektrycznych (w tym oświetlenia).

$\zeta(m)$ – współczynnik wykorzystania zysków ciepła.

Powyższe obliczenia zapotrzebowania ciepła określa się dla każdego miesiąca i sumuje dla całego roku. To samo dotyczy zapotrzebowania mocy.

Należy zaznaczyć, że potrzebną moc dla budynku określa się dla obliczeniowej temperatury minimalnej odpowiednio dla strefy klimatycznej, w której budynek się znajduje, natomiast energię oblicza się dla średniej zewnętrznej wieloletniej dla poszczególnych miesięcy określonej przez normę na podstawie danych klimatycznych z ostatnich 20 lat. Dane dotyczące napromieniowania (dla obliczenia zysków do słońca) są dostarczane przez stację aksonometryczną zlokalizowaną najbliżej przedmiotowego budynku.

Z uwagi na pracochłonność obliczeń i wielkość algorytmów dla celów bilansu cieplnego wykorzystuje się programy komputerowe. Można do tego celu używać programu Termodanfoss OZC lub Audytor 1.1.

Po wykonaniu bilansu przystępuje się do zdefiniowania przedsięwzięć mających na celu oszczędność energii a w wyniku zmniejszenie kosztów ogrzewania. Do przedsięwzięć tych można zaliczyć między innymi:

- docieplenie ścian zewnętrznych,
- docieplenie stropodachów pełnych,
- docieplenie stropodachów wentylowanych,
- docieplenie stropów pod strychowych,
- docieplenie dachów drewnianych,
- docieplenie stropów nad piwnicami,
- docieplenie ścian wewnętrznych oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych,
- docieplenie podłóg na gruncie,
- uszczelnienie okien,

- wymiana okien,
- zmniejszenie powierzchni przeszklenia (przez likwidację otworów lub zmniejszenie powierzchni okien z ich wymianą lub nie),
- likwidacja przegród przezroczystych wykonanych z bloczków szklanych (luksferów),
- wymianę kotła,
- podłączenie do innego źródła ciepła,
- modernizację wewnętrznej instalacji c.o. (w tym montaż termostatów lub / i podzielników kosztów),
- montaż automatyki pogodowej i czasowej,
- wymiana grzejników,
- montaż regulatorów podpionowych,
- rekuperacja ciepła wentylacyjnego,
- zastosowanie źródeł energii odnawialnych do wspomaganie ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, itp.

Dla każdego z powyższych przedsięwzięć obliczamy koszty inwestycyjne (na podstawie kosztorysu lub zapytań ofertowych), oszczędności kosztów energii oraz ilość zaoszczędzonej energii (GJ) i mocy (kW). Dla każdego przedsięwzięcia obliczamy również prosty czas zwrotu nakładów. Przy obliczaniu przegród zewnętrznych (za wyjątkiem okien) obliczamy grubość docieplenia, która spełnia warunki normy.

Dla sformułowania wariantów termomodernizacyjnych ustawiamy przedsięwzięcia zgodnie z rosnącym czasem zwrotu nakładów. Kolejny wariant otrzymujemy przez odrzucenie przedsięwzięcia o najwyższym czasie zwrotu. Dla tak zdefiniowanych wariantów obliczamy sumę nakładów inwestycyjnych, sumę oszczędności kosztów ogrzewania, zmniejszenie zapotrzebowania na moc i energię cieplną.

Przechodzimy do obliczeń ekonomii przedsięwzięć wg kryteriów, na jakich będzie finansowany projekt termorenowacji. W Polsce jednym z funduszy, które finansują termomodernizację jest fundusz wg Ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termorenowacyjnych zarządzany przez Bank Gospodarstwa Krajowego.

Poniżej przedstawiam w skrócie kryteria dla wspomnianej wyżej Ustawy.

W obliczeniach ekonomicznych dla każdego zdefiniowanego wariantu obliczamy wymagane środki własne, wielkość kredytu, ratę kredytu oraz różnicę między 1/12 oszczędności kosztów energii a ratą kredytu wraz z odsetkami. Oczywiście dla każdego wariantu obliczamy różnicę w zapotrzebowaniu energii i mocy. Następnie sprawdzamy, który z wariantów spełnia warunki Ustawy. Dla oceny każdego przedsięwzięcia miernikiem opłacalności inwestycji jest wartość NPV. Jeśli jest ona większa od zera to znaczy, że przedsięwzięcie jest opłacalne. Obecnie to kryterium nie obowiązuje przy opracowywaniu audytu energetycznego.

Wg obecnie obowiązujących kryteriów inwestor powinien posiadać przynajmniej 20% środków własnych do realizacji zadania. Pozostałe 80% może być finansowane jako kredyt. Jest to jednak warunek konieczny, ale niewystarczający. Drugim warunkiem jest to, aby miesięczne oszczędności kosztów ogrzewania były większe niż rata kredytu wraz z odsetkami. Trzecim warunkiem jest to, aby inwestycje zdefiniowane w danym wariantcie sponały się w okresie nie większym niż 10 lat. Czwartym warunkiem jest, aby wykonać przedsięwzięcia dla wybranego w audycie wariantu zgodnie z zaleceniami audytu. Piątym i ostatnim warunkiem jest uzyskanie odpowiedniego poziomu (%) oszczędności energii. I tak dla budynków, w których był modernizowany system grzewczy w latach 1985-2001, poziom oszczędności musi wynosić co najmniej 15%, dla budynków, w których modernizuje się tylko system grzewczy 10%, a dla pozostałych przypadków 25%.

Dla opracowania audytu konieczne jest również zebranie danych temperaturowych ze stacji klimatycznej najbliższej położonej przedmiotowego budynku. Dane mają dotyczyć tego roku, za który otrzymaliśmy rachunki za koszty ogrzewania budynku. Posłuży nam to do przeliczenia zużytego paliwa i kosztów na rok standardowy dla porównania i prognoz oszczędności w wybranym wariantcie termorenowacji.

Dla celów weryfikacji audytu wykonuje się również pomiary mocy chwilowej, zużycia energii, przepływów medium grzejnego, temperatur zasilania i powrotu, oraz pomiary temperatury zewnętrznej i wewnętrznej w badanym obiekcie, (jeśli audyt wykonujemy w okresie sezonu grzewczego). Pomiary wykonać można bezinwazyjnym ultradźwiękowym miernikiem ciepła. Urządzenie produkcji amerykańskiej o nazwie Controlotron, służące do tego celu, składa się z jednostki rejestrująco-przeliczeniowej, dwóch sond, czujników temperaturowych stykowych, przewodów połączeniowych i zasilających oraz panelu sterowniczego. To przenośne urządzenie montuje się na rurach instalacji (na zasilaniu lub powrocie). Urządzenie programuje się na odpowiednie parametry. Podaje się m.in. średnicę rur, materiał, z którego są wykonane, grubość ścianek instalacji, rodzaj medium grzejnego, rodzaj pomiaru (ogrzewanie czy chłodzenie), system przebiegu dźwięku „na odbicie” czy „przebieg bezpośredni” itd. Ustawia się datę, nazwę pomiaru, dane, które chcemy zapamiętać w pamięci urządzenia i co ile ma następować odczyt tych danych.

Przed uruchomieniem odczytu wykonuje się kalibrację przepływu zerowego (symulację przepływu zerowego) dla prawidłowości odczytów oraz sprawdza się prędkość dźwięku dla danych parametrów instalacji. Ustawia się również zakresy poszczególnych danych, które są rejestrowane. Czas pomiaru powinien wynosić ok. 10 dni, w tym okres weekendu. Niezbędnym elementem pomiarów zużycia ciepła jest pomiar temperatur w okresie, w którym wykonuje się pomiar Controlotronem. Zebrane dane temperatur wewnętrznych mają charakteryzować średnią wewnętrzną temperaturę w budynku. To determinuje wybór usytuowania czujników. Czujniki są urządzeniami samorejestrującymi i zapisującymi w pamięci dane, które później są sczytywane tak jak Controlotron przy użyciu komputera. W załączniku do niniejszego artykułu pokazano przykładowe wyniki z takich pomiarów.

Drugim ważnym zagadnieniem przy opracowywaniu audytu jest oszacowanie aktualnego strumienia powietrza wentylacyjnego w celu przewidzenia opłacalności przedsięwzięć związanych z oknami. Prawidłowy ciąg wentylacji grawitacyjnej można sprawdzić anemometrem. Jeśli jest on w normie, to w audycie można przyjąć co najmniej jedną wymianę powietrza. Po oględzinach okien, szyb i pomiarze szczelin wnioskujemy o ewentualnym zwiększeniu infiltracji powietrza. Jest to najprostsza ocena, ale wymaga już pewnego doświadczenia w ocenie. Bardziej dokładne dane otrzymamy wykonując pomiary krotności powietrza. Mamy tu do dyspozycji trzy metody.

Pierwsza to tzw. metoda blower-door, czyli pomiar spadku ciśnienia wywołanego sztucznie wentylatorem w uszczelnionym (poza oknem) pomieszczeniu.

Druga metoda to pomiar stężenia gazów znacznikowych wpuszczonych do pomieszczenia tzw. metoda chromatograficzna. Trzecia metoda to pomiar stężenia CO₂ i jego zaniku po opuszczeniu pomieszczenia przez użytkownika. Metoda pomiaru stężenia CO₂ pozwala wyciągnąć wnioski odnośnie nie tylko warunków wentylacji, ale również jakości powietrza z sanitarnego punktu widzenia.

Dopuszczalnym poziomem stężenia dwutlenku węgla w pomieszczeniu jest wartość 1000 ppm. Badania krotności powietrza i jego jakości ma fundamentalne znaczenie przy podejmowaniu przez audytorów i inwestorów decyzji wymiany okien na nowe super szczelne, zwłaszcza kiedy to dotyczy budynków użyteczności publicznej (szkoły, przedszkola). Często nie bierze się pod uwagę faktu, że do kosztów wymiany okien przy niesprawnie działającej wentylacji należy dodać koszty usprawnienia wentylacji tak, aby po modernizacji zapewnione były warunki normowe.

Jak wiemy z doświadczenia, takie inwestycje mają bardzo długi czas zwrotu nakładów. Tańszym i równorzędnym przedsięwzięciem z punktu widzenia oszczędności energii jest profesjonalne uszczelnienie okien. Dla porównania oszczędności energetycznych podaję poniższy przykład.

Dane:

pokój o powierzchni $S=20\text{ m}^2$, wysokość w świetle $h=2,8\text{ m}$ z oknem o powierzchni $s=2,5\text{ m}^2$, temperatura zewnętrzna $t_e=-10^\circ\text{C}$, temperatura wewnętrzna $t_i=20^\circ\text{C}$, współczynnik przenikania ciepła okna $2,6\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Zakładamy, że jest to pomieszczenie mieszkalne, w związku z tym wymiana powietrza powinna wynosić co najmniej $1/h$ (faktyczna może być dużo większa).

Straty ciepła na podgrzanie wymienionego infiltrującego powietrza wyniosą:

$$Q_{inf}=20 \times 2,8 \times 1,29 \times 1,0 \times 30 \times 10^{-3}=2,16\text{ MJ.}$$

Straty przez przenikanie przez okno w ciągu godziny wyniosą (gdyby wymienić okno na nowe o współczynniku $U=1,0\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$):

$$q=2,5 \times 2,6 \times 30=195\text{ W}$$

$$Q=195 \times 3600=0,702\text{ MJ}$$

$$Q/Q_{inf}=0,702/2,16*100=32,5\%$$

Z powyższych obliczeń wynika jeden oczywisty wniosek. Straty na przenikaniu to tylko 24,5 % całości strat przez okno. Pozostałe 75,5% strat to straty ciepła na podgrzanie infiltrującego powietrza przez szczeliny okienne!

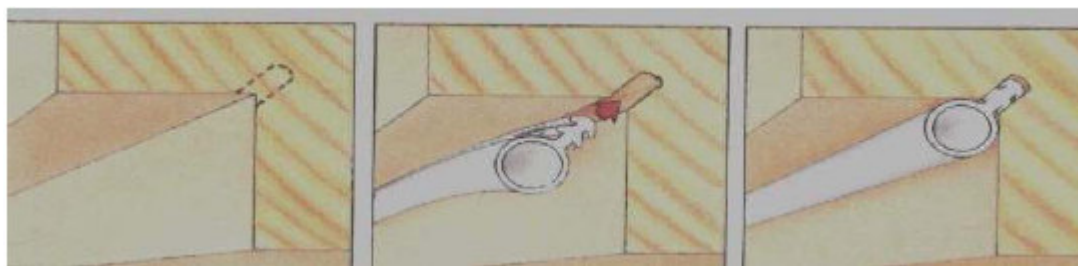
Nowe okno posiada średnio współczynnik $U=1,5-1,9\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, w związku z tym straty przez przenikanie będą jeszcze mniejsze. Stare okno typu szwedzkiego, (czyli okno, jakie występuje w większości naszych mieszkań i budynków użyteczności publicznej) można doprowadzić pod względem energetycznym do prawie takiego samego stanu jak okno nowe z szybą klejoną (bez wypełnienia gazem i bez szyby niskoemisyjnej).

Takie okno ma zazwyczaj współczynnik $U=1,9-2,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Nakłady finansowe na profesjonalne uszczelnienie okna w stosunku do nakładów na jego wymianę jest kilkakrotnie mniejsze przy takich samych oszczędnościach energii. Należy tu zaznaczyć, że główną bolączką starych okien jest:

1. Estetyka, a więc stara, często łuszcząca się powłoka malarska.
2. Niedopasowanie ram do ościeżnic przez m.in. wypaczenie się drewna.
3. Nieszczelności na styku rama – ościeżnica.
4. Nieszczelności na styku osadzenia okna w murze.
5. Nieszczelności osadzenia szyb w ramie.
6. Nieszczelności pomiędzy skręcanymi ramami (przeźródnięta międzyszybowa).

Po wyeliminowaniu tych nieszczelności, dopasowaniu ram i okuć okiennych oraz po odnowieniu powłoki malarskiej okna nadal pełnią swoją funkcję i mają parametry bardzo zbliżone, a często takie same jak okna nowe. Oczywiście koszty malowania okien nie mogą być brane pod uwagę w audycie, gdyż nie wpływają na osiąganie efektu energetycznego. W budynkach użyteczności publicznej, zwłaszcza w szkołach, gdzie często konserwacja stolarki nie była wykonywana od lat i pod względem estetycznym jest w opłakanym stanie, istnieje postawa narzekania i wyczekiwania, że ktoś wreszcie znajdzie środki na rozwiązanie problemu na miarę oczekiwań, tj. w sposób wymagający z reguły bardzo dużych jednorazowych nakładów finansowych. Ponieważ środki z budżetu są ograniczone, ale naciski użytkownika znaczne, więc kupuje się dla np. szkoły nowe okna dla paru sal lekcyjnych. Efektem tego jest otwieranie okien i straty energii cieplnej z uwagi na niedostosowanie automatyki kotłowni lub wężła ciepłego do zmniejszenia dostawy ciepła w zależności od warunków pogodowych i temperatury w pomieszczeniu oraz ze względu na brak odpowiedniego strumienia powietrza (efekt szczelnych nowych okien). Poniżej na rysunku pokazano ideę nowoczesnego uszczelniania okien.

Jednak z uwagi na ograniczony zakres tematyczny nie omawia się tego szczegółowo.



Rys. 1.
Jeden z czterech stopni uszczelnienia okien – schemat ideowy

Audyt rozszerzony zawierać powinien jeszcze analizę prawidłowości doboru liczników gazu pod względem mocy (m^3/h) (po przeprowadzonej termorenowacji w budynku ogrzewanym kotłami gazowymi) lub kontroli zużycia gazu dla celów podgrzewania c.w.u. w zakresie potrzebnej mocy liczników. Również oszczędne gospodarowanie wodą i energią elektryczną może być włączone do przedmiotu audytu energetycznego.

Przedstawiona powyżej procedura opracowywania dotyczy audytu w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej. O wiele bardziej skomplikowany jest audyt budynków przemysłowych, a raczej modernizacji technologicznej procesów wytwórczych lub systemów wentylacji, klimatyzacji, itp. zmierzających do oszczędnego gospodarowania i zarządzania energią. W tym celu powinien, przy opracowywaniu takiego audytu, współpracować zespół, w skład którego musi wchodzić technolog zakładu.

Dokumenty związane z opracowaniem audytu energetycznego i oszczędnością energii:

- PN-B-02025 Obliczenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych.
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 30 września 1997 r., Dz.U.Nr 132 poz.878 zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- PN-EN ISO 6946 Komponenty budowlane i elementy budynku, opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła, metoda obliczania.
- PN-B-03406:1994 Obliczanie zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń o kubaturze do $600 m^3$.
- PN-83/B-03430 Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej.
- PN-82/B-02402 Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
- PN-82/B-02403 Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.

- PN-69/B-02360 Kubatura budynków.
- PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.
- Ustawa z dnia 18 grudnia 1998 r. (Dz.U. z dnia 30 grudnia 1998) ze zmianami ustawy z dnia 21 czerwca 2001 r. (Dz.U. z dnia 25 lipca 2001 r.).

W najbliższym czasie ukażą się nowe normy, zastępujące obecne, które wynikają z dostosowywania przepisów do norm Unii Europejskiej.

Wyposażenie, jakim powinien dysponować audytor energetyczny to:

- taśma miernicza sztywna 3,0-5,0 metrowa,
- taśma miernicza 50 m,
- kompas,
- dystansomierz,
- areometr,
- termometr na podczerwień,
- aparat fotograficzny,
- komputer z oprogramowaniem,
- przenośny licznik ciepła,
- mikroprocesorowe rejestratory temperatur,
- termopary do pomiaru temperatury zewnętrznej.

Autor zastrzega sobie prawo do niepublikowania przez osoby trzecie niniejszego artykułu.

Przykład obniżenia temperatury na budynku mieszkalno-usługowym.

Obniżenia temperatury

OBIEKT: budynek mieszkalno-usługowy, ul. Piłsudskiego nr 1 w Jordanowie.

Średnia temperatura wewnętrzna

APTEKA

Dzień: 6:00 - 22:00

Noc: 0:00 - 4:00

Weekend: So - N

Okresy przejściowe* : 4:00 - 6:00; 22:00 - 00:00

	Dzień	Noc	Weekend	Status^ stanu „Dzień”	
	Śr. temp. wewn.	Śr. temp. wewn.	Śr. temp. wewn.	TN^^	TO^^^
ŚREDNIE	19,3	19,2	19,2	norm	norm
Minimum	18,5	18,5	18,5		
Maximum	19,9	19,9	19,9		

Obniżenia nocne	Obniżenia weekendowe
[°C]	[°C]
-0,2	-0,2

- * - założone czasy dogrzewania i wychładzania się budynku,
- ^ - P: przegrzanie, N: niedogrzenie, norm: temperatury zgodne z normatywem,
- ^^ - temperatury normatywne,
- ^^^ - temperatury odbiorowe.

Założono na podstawie specyfikacji SmartReader tolerancję +/- 0,7°C, odchyłkę odbiorową +/- 2°C i temperatury normatywne zgodnie z PN-82/B-02402.

Komentarz:

Z analizy okresu doby przyjętego za godziny nocne, wynikają obniżenia średnio o 0,2°C.

Są one wynikiem naturalnego wychładzania się budynku ogrzewanego kotłami węglowymi oraz sposobu prowadzenia kotłowni.

Po wyeliminowaniu wpływu obniżień nocnych oraz uwzględnieniu tolerancji pomiaru temperatury stwierdza się, że w obiekcie w okresie jego wykorzystania panują temperatury średnie 19,3 zgodne z normatywnymi temperaturami obliczeniowymi oraz temperaturami odbiorowymi. Średnia temperatura dla obiektu 18,5 została wyznaczona metodą analityczną (OZC).

Nazwa obiektu: **Budynek mieszkalny os.Wrzosy 5**

Adres obiektu: Jordanów, os.Wrzosy

Etap: II

Początek pomiaru: 25-03-2003

Koniec pomiaru: 27-03-2003

Pomiary temperatury

Symbol	nr Smart-Reader	Opis	Wartości całodobowe				
			Wartość średnia [°C]	Min [°C]	Max [°C]	Status [^]	
Temp. zewnętrzna	9964	pomiar os.Wrzosy	4,8	-1,7	15,3	TN ^{^^}	TO ^{^^^}
Średnia wewnętrzna	-	-	21,1	-	-	P	norm
Temp. 1	8154W	mieszkanie 1, parter	19,6	19,2	20,2	norm	norm
Temp. 2	8164A	mieszkanie 9, IV p.	21,0	19,9	22,0	P	norm
Temp. 3	8137	mieszkanie 30, IV p.	21,7	19,5	22,3	P	norm
Temp. 4	6781	mieszkanie 23, I p.	22,2	22,0	23,0	P	norm
Temp. 5			Brak pomiaru	-	-	-	-
Temp. 6			Brak pomiaru	-	-	-	-
Temp. 7			Brak pomiaru	-	-	-	-

[^] - P: przegrzanie, N: niedogrzenie, norm: temperatury zgodne z normatywnem,

^{^^} - temperatury normatywne,

^{^^^} - temperatury odbiorowe.

Założono tolerancję pomiaru +/- 0,7°C na podstawie specyfikacji SmartReader, odchyłkę odbiorową +/- 2°C i temperatury normatywne zgodnie z PN-82/B-02402 oraz średnią temperaturę w budynku na podstawie obliczeń w OZC

Pomiary ciepła

Moc średnia*	32,4	kW
Zużyta energia*	1,5	MWh
-//-	5,3	GJ
Średni przepływ*	8,3	m ³ /h
Temp. zasilania*	42,0	°C
Temp. powrotu*	38,5	°C
Różnica temperatur*	3,4	°C
Wykorzystanie mocy*	39,6	%
Moc przeliczona**	81,8	kW
Zużycie energii szacowane***	193,6	MWh/rok
-//-	696,9	GJ/rok

* - w czasie pomiaru,

** - analiza w warunkach obliczeniowych temperatur zewnętrznych,

*** - analiza w warunkach rzeczywistych przy założonym czasie sezonu grzewczego i średniej wieloletniej temperaturze zewnętrznej.

Komentarz:

Pomiar temperatur

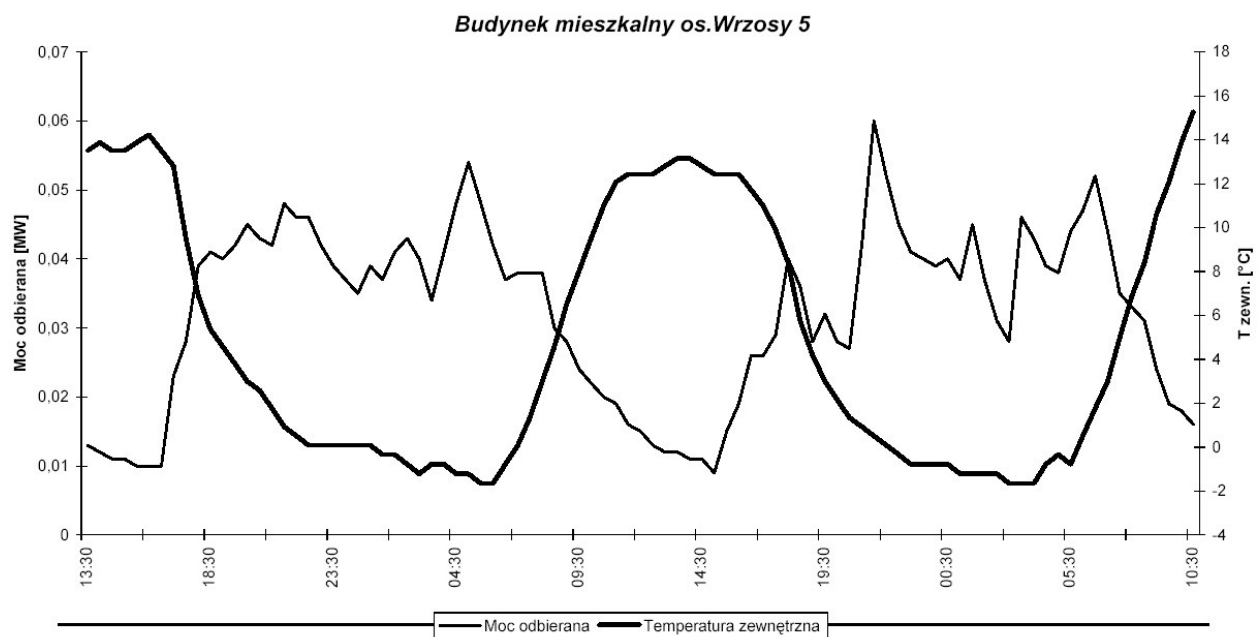
Średnia temperatura całodobowa w obiekcie, wynikająca z pomiarów, wynosi 21,1°C. Średnia temperatura w obiekcie wyznaczona analitycznie, uwzględniająca temperatury normatywne w poszczególnych strefach, wynosi 19,8°C. Na tej podstawie można stwierdzić, że są zaspokojone potrzeby cieplne obiektu jako całości. Analiza całodobowa pokazuje, że temperatura odbiorowa w monitorowanych pomieszczeniach jest utrzymywana na poziomie normowym.

Występują niewielkie rozbieżności temperatur wewnętrznych w pomieszczeniach usytuowanych w tych samych strefach.

Pomiar ciepła

Wyznaczona moc w warunkach obliczeniowych wynosi **81,8 kW**. Oszacowane roczne zużycie energii cieplnej przez budynek na potrzeby CO wynosi **193,6 MWh/rok** \ **696,9 GJ/rok**.

Wykres mocy odbieranej i temperatury zewnętrznej



Wykres temperatur: wewnętrznych i zewnętrznej

