

*Tytuł projektu: Ocena energochłonności budynku **Urzędu Miejskiego w Myszyńcu** pod kątem wskazań do wykonania audytu termomodernizacyjnego w celu pozyskania dofinansowania z funduszy krajowych lub unijnych.*



Rysunek 1.1-1: Budynek Urzędu Miejskiego w Myszyńcu

Autor opracowania:

mgr inż. Agnieszka Antoszevska - Audytor energetyczny

Zrzeszenie Audytorów Energetycznych legitymacja nr 1466.

1. Wstęp

Budynek Urzędu Miejski mieści się przy Placu Wolności 60 w Myszyńcu. Budynek został zaprojektowany pod koniec lat.80-tych.

2. Cel opracowania

Celem opracowania jest wstępna ocena energochłonności budynku pod kątem wskazań do wykonania audytu termomodernizacyjnego w celu pozyskania dofinansowania z funduszy unijnych lub krajowych.

Ocena wykaże czy wyniku termomodernizacji budynku będzie możliwe osiągnięcie oszczędności w zużyciu energii oraz redukcja emisji CO² na poziomie, który umożliwi aplikację w programach dotacyjnych. Oznacza to, że minimalny próg oszczędności musi być powyżej 25%. Ustawa o wspieraniu Termomodernizacji i Remontów z 21 listopada 2008 r jest aktem prawnym w oparciu o który wykonywane są wszystkie opracowania związane z przedsięwzięciami termomodernizacyjnymi.

W ustawie zdefiniowano przedsięwzięcie termomodernizacyjne.

2) przedsięwzięcia termomodernizacyjne – przedsięwzięcia, których przedmiotem jest:

a) ulepszenie, w wyniku którego następuje zmniejszenie zapotrzebowania na energię dostarczaną na potrzeby ogrzewania i podgrzewania wody użytkowej oraz ogrzewania do budynków mieszkalnych, budynków zbiorowego zamieszkania oraz budynków stanowiących własność jednostek samorządu terytorialnego służących do wykonywania przez nie zadań publicznych,

b) ulepszenie, w wyniku którego następuje zmniejszenie strat energii pierwotnej w lokalnych sieciach ciepłowniczych oraz zasilających je lokalnych źródłach ciepła, jeżeli budynki wymienione w lit. a, do których dostarczana jest z tych sieci energia, spełniają wymagania w zakresie oszczędności energii, określone w przepisach prawa budowlanego, lub zostały podjęte działania mające na celu zmniejszenie zużycia energii dostarczanej do tych budynków,

c) wykonanie przyłącza technicznego do scentralizowanego źródła ciepła, w związku z likwidacją lokalnego źródła ciepła, w wyniku czego następuje zmniejszenie kosztów pozyskania ciepła dostarczanego do budynków wymienionych w lit. a,

Zgodnie z zapisami w ustawie Rozdział 2 art. 3.1 premia termomodernizacyjna może zostać wypłacona, gdy w wyniku realizowanego przedsięwzięcia nastąpi

1) zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię, o którym mowa w art. 2 pkt 2 lit. a:

a) w budynkach, w których modernizuje się wyłącznie system grzewczy – co najmniej o 10%,

b) (uchylona)

c) w pozostałych budynkach – co najmniej o 25% lub

2) zmniejszenie rocznych strat energii, o którym mowa w art. 2 pkt 2 lit. b – co najmniej o 25%, lub

3) zmniejszenie rocznych kosztów pozyskania ciepła, o którym mowa w art. 2 pkt 2 lit. c – co najmniej o 20%, lub

4) zamiana źródła energii na źródło odnawialne lub zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji.

3. Podstawy prawne oraz wykaz dokumentacji

Podstawą wykonania przedsięwzięć termomodernizacyjnych są następujące akty prawne:

- Ustawa o wspieraniu Termomodernizacji i Remontów z 21 listopada 2008 r. (Dz. U. Nr 223 z 29 grudnia 2008 r. poz. 1459) z późniejszymi zmianami.
- PN - EN ISO 6946 2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania
- PN - EN ISO 12831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
- PN – EN ISO 13790: 2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, wytyczne zawarte w Art. 8 „Audyty energetyczne i systemy zarządzania energią”
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii, Dz.U. 2017 poz. 1912
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 1 marca 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o efektywności energetycznej, Dz.U. 2021 poz. 468
- Polska Norma PN-EN 16247-1:2012 Audyty energetyczne -- Część 1: Wymagania ogólne
- Polska Norma PN-EN ISO 50001 - Systemy zarządzania energią -- Wymagania i zalecenia użytkowania
- Polska Norma PN-EN 12464-1 Światło i ośnienie; Oświetlenie miejsc pracy; Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
- Opracowanie KOB i ZE w zakresie wartości opałowych WO i wskaźników CO₂ - WE w roku 2016 do raportowania w ramach Systemu Handlu do Emisji za rok 2021.

4. Zakres projektu

4.1. Charakterystyka budynku

Dane ogólne

Budynek częściowo podpiwniczony w piwnicy znajdują się pomieszczenia techniczne, kotłownia oraz archiwa. Piwnice nie są ogrzewane.

Konstrukcja budynku układ poprzeczny ścian murowanych z cegły pełnej w module 6 m. Ściany zewnętrzne ocieplone styropianem. Ściany wewnętrzne murowane z cegły. Stropy wewnętrzne typu Żerań. Konstrukcja dachu drewniana.

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| • Powierzchnia zabudowy | 463,21 m ² |
| • Powierzchnia użytkowa netto | 1 299,67 m ² |
| • Powierzchnia użytkowa ogrzewana | 1 165,46 m ² |

- Kubatura budynku 5 519,45 m³
- Ilość kondygnacji naziemnych 3 oraz poddasze
- Ilość kondygnacji podziemnych 1

Budynek zbudowany pod koniec lat 80-tych ubiegłego wieku, w 2010 roku poddasze budynku zostało zaadoptowane na pomieszczenia biurowe. W ramach projektu ocieplono dach i zmieniono pokrycie.

Ściany budynku wykonane z cegły i gazobetonu.

- Wymienione wszystkie okna na okna z PCV o $U = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Wykonano ocieplenie ścian styropianem FS15 o grubości 10 cm

Zakres obejmował

- zmianę sposobu użytkowania poddasz 100, 38 m² – kubatura 370,8 m³
- wymianę oraz wzmocnienie części konstrukcji dachu,
- ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości 20 cm między krokwiami
- montaż stolarki okiennej z nawiewnikami w połaci dachowej o współczynniku $U = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$



Rysunek 4.1-1: Widok budynku od strony wejścia do Urzędu



Rysunek 4.1-2: Dach budynku



Rysunek 4.1-3: Okno PCV

4.2. Zestawienie współczynników przenikania ciepła

Na kolejnym etapie oceny, przeliczono współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych i porównano do wymagań w zakresie izolacyjności do aktualnych warunków technicznych. Wyniki porównania zestawiono w tabeli poniżej

Tabela 4.2-1 Zestawienie współczynników przenikania ciepła dla przegród i porównanie do aktualnych WT2021

Opis	U	U max Ti=20 C	U max Ti<16 C	Ocena
Rodzaj przegrody	W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K	Spełnienie warunku U przegród WT 2014 na rok 2021
Okno zewnętrzne PCV	1,4	0,9	1,4	NIE
Drzwi zewnętrzne	1,4	1,3	1,3	NIE
Strop między kondygnacjami biurowymi	1,27	Bez wymagań		TAK
Strop nad piwnicami	1,27	0,25	0,30	NIE
Ściana zewnętrzna murowana	0,25	0,20	0,45	NIE
Dach biura	0,21	0,15	0,30	NIE

Wniosek 4.2-1: Współczynniki przenikania ciepła nieznacznie przekraczają wymagania z aktualnych WT2021

5. Metodologia obliczenia opłacalności przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Przeanalizowano koszty i efekt ekonomiczny wykonania termomodernizacji budynku, polegającej na ociepleniu ścian i dachów, oraz wymianie okien

W celu oszacowania czasu zwrotu (SPBT) z inwestycji termomodernizacyjnej, obliczenia przeprowadzono dla pogładowej powierzchni 100 m² analizowanej przegrody. Żeby określić rzeczywiste koszty modernizacji oraz możliwe do uzyskania oszczędności, należy przeprowadzić szczegółowe obliczenia uwzględniające wymiary konkretnej przegrody.

Wyliczono prosty czas zwrotu z inwestycji wyrażony w latach. Jako ekonomicznie uzasadnione przyjęto do realizacji przedsięwzięcia, których SPBT ≤ 20 lat, a w szczególnych przypadkach (gdy dotyczy termomodernizacji całego obiektu lub gdy jednocześnie wykonywane są inne prace zapobiegające degradacji budynku) czas ten może wydłużyć się do 40 lat.

5.1. Charakterystyka systemu ogrzewania

Budynek Urzędu Miejskiego jest ogrzewany przy pomocy pieca na pellet, w którym spalane jest drewno i trociny.

Na podstawie faktur ustalono cenę za jednostkę ciepła.

Cena netto za tonę pelletu wynosi 2200 złotych

Wartość kaloryczna pelletu 16-20 MJ/kg, do dalszych obliczeń przyjęto 18 MJ/kg.

Tabela 5.1-1 Ceny drewna w 2023 – prognoza Lasy Państwowe

Rodzaj drzewa	Cena drewna opałowego
grab	ok. 500 zł za metr przestrzenny
dąb	ok. 700 – 850 zł za metr przestrzenny
sosna	ok. 400 zł za metr przestrzenny
brzoza	ok. 600 – 800 zł za metr przestrzenny
buk	ok. 450 zł za metr przestrzenny
akacja	ok. 650 zł za metr przestrzenny
topola	ok. 450 zł za metr przestrzenny

Poniżej w tabeli zestawiono wartości opałowe dla różnych rodzaju drewna

Tabela 5.1-2 Wartości opałowe wysuszonej na powietrzu grubizny w kWh/mp (zaokrąglone do 100) względnie w kWh/kg poszczególnych gatunków (przy wilgotności 15 do 18% masy suchej) [1]

Gatunek drewna	Wartość opałowa grubizny		Gatunek drewna	Wartość opałowa grubizny	
	kWh/mp	kWh/kg		kWh/mp	kWh/kg
grab	2200	4,2	wierzba	1400	4,1
buk czerwony	2100	4,2	topola	1400	4,2
dąb	2100	4,2	drzewa liściaste średnio	2100	4,2
jesion	2100	4,2	dagleżja	1700	4,4
robinia	2100	4,1	sosna	1700	4,4

brzoza	1900	4,3	modrzew	1700	4,4
wiąz	1900	4,1	świerk	1600	4,4
klon	1900	4,1	jodła	1500	4,4
olcha	1500	4,1	drzewa iglaste średnio	1600	4,4
			drewno opałowe średnio	1800	4,3

Przykładowe wartości niektórych drzew wilgotność ok. 15%:

- Brzoza 1 kubik to **650 kg**
- Buk 1 kubik to **730 kg**
- Dąb 1 kubik to **710 kg**
- Grab 1 kubik to **830 kg**
- Jodła 1 kubik to **450 kg**
- Modrzew 1 kubik to **690 kg**
- Olcha 1 kubik to **530 kg**
- Osika 1 kubik to **440 kg**
- Sosna 1 kubik to **550 kg**
- Świerk 1 kubik to **470 kg**

Wartość kaloryczna drewna liściastego 7,6 MJ/kg.

Średnia cena za m³ wynosi 500 złotych

Średnio waga **1 kubika to 605 kg**

Cenę ciepła do dalszych obliczeń ustalono na poziomie 100 zł/GJ

Budynek na potrzeby ogrzewania zasilany z zmodernizowanej w 2008 roku kotłowni wyposażonej w kocioł na paliwo stałe (drewno, pellet). Kocioł na paliwo stałe i biomasę typu moderator 120 o mocy 120 kW z głowica ceramiczną i podajnikiem ślimakowym. Instalacja wyposażona w bufor ciepła w układzie ogrzewania o pojemności 1250 dm³ firmy HDG BAVARIA. Instalacja pracuje w obiegu wymuszonym zamkniętym. Projektowe parametry instalacji 90/70°C obecnie system jest zasilany wodą o parametrach 75/55 °C. Zabezpieczenie instalacji naczyniem wzbiórczym układu otwartego. Sterowanie i regulacja kotła regulatorem GECO z530 z czujnikiem temperatury zewnętrznej.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana w elektrycznych podgrzewaczach pojemnościowych.

Na dachu budynku zainstalowano instalację PV o mocy 34,68 kWp. Całkowite zapotrzebowanie na ciepło budynku na potrzeby ogrzewania wynosi 109,3 kW.

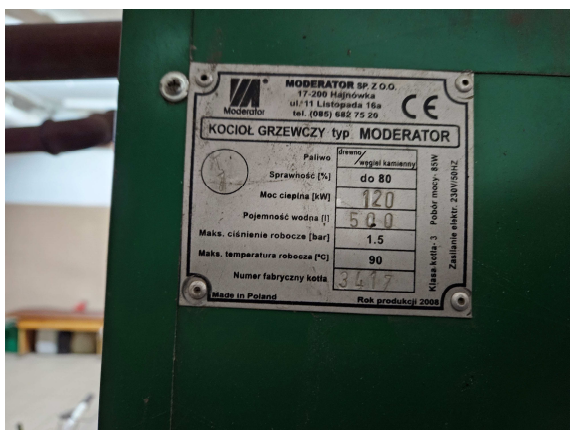
Grzejniki płytowe z głowicami termostatycznymi, zaworem odcinającym, odpowietrzającym oraz korkiem spustowym.



Rysunek 5.1-1: Piec na paliwo stałe widok z przodu



Rysunek 5.1-2: Piec na paliwo stałe widok z boku



Rysunek 5.1-3: Tablica znamionowa pieca



Rysunek 5.1-4: Grzejniki płytowe wyposażone w zawory termostatyczne

5.2. Przeprowadzone analizy

- a) określenie sposobu wykonania analizy danych, metod obliczeniowych i zastosowanych modeli matematycznych

Zastosowano metodologię wynikającą z Ustawy Termomodernizacji i Remontów z dnia 21.11.1998 r. roku stosując wzory z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Remontów z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzoru kart audytów, a także algorytmu opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

- b) opis wzorów, wskaźników i współczynników użytych w obliczeniach

Do obliczenia oszczędności z tytułu wykonania termomodernizacji dla przegród zewnętrznych takich jak dach, ściana zastosowano następujące wzory

Wartości rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0u} , Q_{1u} przez ściany i stropodachy oblicza się ze wzoru:

$$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U, \text{ [GJ/rok]} \quad (1)$$

gdzie:

U - całkowity współczynnik przenikania ciepłego ocenianej przegrody budowlanej przed i po termomodernizacji, $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$,

A - powierzchnia całkowita izolowanej przegrody przed i po termomodernizacji, m^2 ,

S_d - liczba stopniodni, obliczona według wzoru (2), $[\text{dzień} \cdot \text{K/rok}]$

Liczbę stopniodni S_d określono ze wzoru (3):

$$S_d = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{\text{wo}} - t_e(m)] L_d(m), \text{ [dzień} \cdot \text{K/rok]}$$

gdzie:

t_{wo} - obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, $^{\circ}\text{C}$

$t_e(m)$ - średnia wieloletnia temperatura miesiąca m , $^{\circ}\text{C}$,

$L_d(m)$ - liczba dni ogrzewania w miesiącu m ,

L_g - liczba miesięcy ogrzewania w sezonie grzewczym

Liczba stopniodni dla Ostrołęki przyjęta do obliczeń wynosi 3857 dni dla temperatury obliczeniowej wewnętrznej 20°C oraz 2969 dni dla temperatury obliczeniowej wewnętrznej 16°C .

c) opis przyjętych założeń oraz wskazanie źródeł danych zastosowanych do obliczeń oszczędności energii

Przy wykonywaniu obliczeń z uwagi na możliwość odliczenia podatku VAT przed przedsiębiorstwo przyjęto ceny netto, zarówno przy inwestycjach jak i cenach ciepła.

Wariantowo rozważono wykonanie termomodernizacji dla tej samej przegrody, biorąc pod uwagę sposób zasilania budynku w energię na potrzeby systemu ogrzewania: energia elektryczna, gaz ziemny, olej opałowy.

d) uzasadnienie nakładów

Koszt wykonania 1 m^2 ocieplenia przyjęto na podstawie wytycznych Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, cen Sekocenbudu oraz własnych doświadczeń.

e) obliczenia efektów analizowanych modernizacji

Jeżeli prosty czas zwrotu z inwestycji (SPBT) dla analizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych nie przekracza 20 lat, wykonanie ich jest rekomendowane.

5.2.1. Ocieplenie ściany zewnętrznej z gazobetonu o grubości 53 cm.

Wykonanie warstwy izolacji cieplnej materiałem izolacyjnym o współczynniku przewodzenia $\lambda=0,038 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ i grubości 5 cm.

Obecnie współczynnik przenikania ciepła dla ściany wynosi $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Analizowane jest wykonanie ocieplenia w celu uzyskania współczynnika ciepła zgodnego z aktualnymi WT 2014 na rok 2021. Modernizacja zostanie wykonana dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej 20°C .

Uzyskane rezultaty

Tabela czasu zwrotu - ocieplenia ściany zewnętrznej murowanej z cegły i gazobetonu - gr. 53 cm

L.p. rozdziału audytu	Rodzaj usprawnienia energetycznego	Zużycie energii przed modernizacją	Zużycie energii po modernizacji	Roczne oszczędności				Inwestycja		SPBT
		kWh	kWh	kWh	Mg CO ₂ eq.	PLN	€	PLN	€	
5.2.1	Ocieplenie ściany zewnętrznej murowanej - gr. 53 cm	2 314	1 742	573	0	206	45	32 000	6 522	145,5

Ściana zewnętrzna murowana z gazobetonu i cegły ocieplone styropianem.

Opis działania Wykonanie ocieplenia metodą lekko-mokrą, z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$, lub mniejszym i grubości 5 cm.

Rekomendacje i wnioski

Wniosek 5.2-1: Nie rekomenduje się wykonanie ocieplenia ściany zewnętrznej murowanej z gazobetonu i cegły o grubości 53 cm, ponieważ szacowany czas zwrotu z inwestycji wynosi około SPBT = 145,5 lat

Obliczenia dla tej modernizacji przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 5.2-1 Ocieplenie ściany zewnętrznej murowanej o grubości 53 cm

1. Docieplenie ściany zewnętrznej murowanej styropianem o grubości 5 cm i $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$				
l.p.	1. Dane bazowe	Źródło danych	Jednostki	Wartość
1.1	Liczba stopniodni	obliczenia	C*dn	3857,1
1.2	Powierzchnia przegrody	założenie	m ²	100
1.3	Opór cieplny przegrody	obliczenia	m ² *K/W	4,00
1.4	Roczna ilość zużywanej energii	obliczenia	kWh	2314
l.p.	2. Dane modernizacji	Źródło danych	Jednostki	Wartość
2.1	Opór cieplny przegrody	obliczenia	m ² *K/W	5,32
2.2	Bieżący kurs Euro	dane	PLN	4,60
2.3	Koszt docieplenia przegrody	obliczenia	EURO	6 522
2.4	Roczna ilość zużywanej energii po termomodernizacji	obliczenia	kWh	1 742
l.p.	3. Dane wynikowe	Źródło danych	Jednostki	Wartość
3.1	Cena ciepła	dane	PLN/GJ	100
3.2	Oszczędność energii w wyniku modernizacji	obliczenia	kWh	573
3.3	Roczny koszt zaoszczędzonej energii	obliczenia	PLN	206
3.4	Wskaźnik emisji dla pelletu/drewna	dane	tCO ₂ /GJ	0
3.5	Ekwiwalent zaoszczędzonej emisji CO ₂	obliczenia	tCO ₂ eg	0,00
3.6	Roczny koszt zaoszczędzonej energii	obliczenia	EURO	45
3.7	SPBT	obliczenia		145,5

5.2.2. Wymiana okien PCV podwójnie szklonych na okna zgodnie z WT2021

Uzyskane rezultaty

Wymiana starych okien na nowe okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ zgodnym z WT2021 dla pomieszczeń, gdzie musi być utrzymywana temperatura 20°C .

Tabela 5.2-2 Tabela czasu zwrotu - wymiany okien PCV podwójnie szklonych na okna wykonane zgodnie z WT2021

L.p. rozdziału audytu	Rodzaj usprawnienia energetycznego	Zużycie energii przed modernizacją	Zużycie energii po modernizacji	Roczne oszczędności				Inwestycja		SPBT
		kWh	kWh	kWh	Mg CO ₂ eq.	PLN	€	PLN	€	
5.2.2	Wymiana okien metalowych pojedynczo na okna Zgodne z WT2021	12 961	8 332	4 629	0	1 666	362	120 000	26 087	77,2

Opis działania

Wymiana okien PCV podwójnie szklonych o współczynniku $U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ na okna potrójnie szklone o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ zgodnym z WT2021.

Rekomendacje i wnioski

Wniosek 5.2-2: Nie rekomenduje się wykonania wymiany okien, ponieważ czas zwrotu z inwestycji SPBT wynosi 72,0 lata. Jednak okna są wadliwie osadzone i występuje nadmierna infiltracja. Wymiana okien jest rekomendowana z uwagi na ich montaż.

Obliczenia dla tej modernizacji przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 5.2-3 Wykonanie wymiany okien PCV podwójnie szklonych na okna o $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ zgodnym z WT2021

Wymiana okien o współczynniku $U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ na okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$				
l.p.	1. Dane bazowe	Źródło danych	Jednostki	Wartość
1.1	Liczba stopniodni	obliczenia	C*dni	3 857
1.2	Powierzchnia przegrody	założenie	m ²	100
1.3	Współczynnik przenikania okna	obliczenia	W/m ² *K	1,40
1.4	Roczna ilość zużywanej energii	obliczenia	kWh	12 961
l.p.	2. Dane modernizacji	Źródło danych	Jednostki	Wartość
2.1	Współczynnik przenikania okna	obliczenia	W/m ² *K	0,90
2.2	Bieżący kurs Euro	dane	PLN	4,60
2.3	Koszt wymiany przegrody	obliczenia	EURO	26 087
2.4	Roczna ilość zużywanej energii po termomodernizacji	obliczenia	kWh	8 332
l.p.	3. Dane wynikowe	Źródło danych	Jednostki	Wartość
3.1	Cena ciepła	dane	PLN/GJ	100
3.2	Oszczędność energii w wyniku modernizacji	obliczenia	kWh	4 629
3.3	Roczny koszt zaoszczędzonej energii	obliczenia	PLN	1 666
3.4	Wskaźnik emisji dla pelletu/drewna	dane	tCO ₂ /GJ	0
3.5	Ekwiwalent zaoszczędzonej emisji CO ₂	obliczenia	tCO ₂ eg	0,00
3.6	Roczny koszt zaoszczędzonej energii	obliczenia	EURO	362
3.7	SPBT	obliczenia		72,0

Wniosek 5.2-3: Nie rekomenduje się żadnych działań termomodernizacyjnych w bryle budynku. Wszystkie przedsięwzięcia zwracają się po ponad 20 latach.

Wniosek 5.2-4: Należy rozważyć wymianę okien z uwagi na wadliwe osadzenie, nadmierna infiltracja wpływała na zwiększone zapotrzebowanie ciepła na potrzeby podgrzania powietrza wentylacyjnego-. Zwiększenie szczelności budynku przyniesie wymierne oszczędności.

5.2.3. Ocena energochłonności budynku

Obliczono zapotrzebowanie na ciepło dla budynku

Nazwa projektu:	Urząd Miejski w Myszyńcu	
Miejscowość:	07-430 MYSZYNIEC	
Adres:	Plac Wolności 60	
Projektant:	Agnieszka Antoszevska	
Data obliczeń:	Sobota 25 Lutego 2023 15:20	
Data utworzenia:	Poniedziałek 20 Lutego 2023 11:05	
Plik danych:	C:\Users\laanto\OneDrive\Dokumenty\Audytor 7.0 Pro Pol\URZĄD_MYSZYNIEC.ozd	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θe:	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna θm,e:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Ostrołęka	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ:	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λg:	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1165,46	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	3765,1	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie ΦT:	38170	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła ΦV:	42335	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ:	80505	W
Nadwyżka mocy cieplnej ΦRH:	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku ΦHL:	80506	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik ΦHL odniesiony do powierzchni, φHL,A:	69,1	W/m2
Wskaźnik ΦHL odniesiony do kubatury, φHL,V:	21,4	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		

Powietrze infiltrujące V _{infv} :	266,2	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące V _{m.infv} :		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. V _{su,min} :		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V _{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. V _{ex,min} :		m3/h
Powietrze usuwane mech. V _{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,8	
Dopływające powietrze wentylacyjne V _v :	3547,3	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ _v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Ostrołęka	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V _{v,H} :	3142,4	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie Q _{H,nd} :	347,13	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie Q _{H,nd} :	96425	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A _H :	1165,46	m2
Kubatura ogrzewana budynku V _H :	3765,1	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E _{AH} :	297,8	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E _{AH} :	82,7	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E _{VH} :	92,2	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło E _{VH} :	25,6	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ _{min} :	4,0	K
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθ _{min} :	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θ _{j,u}		
Minimalna temperatura dyżurna θ _{j,u} :	16	K
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Tak	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Biurowy lub adm.	
Typ konstrukcji budynku:	Średnia	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Czas potrzebny do nagrzania pomieszczeń T _h :		h
Obniżenie temperatury podczas osłabienia Δθ _{i,o} :		K
Współczynnik nagrzewania f _{RH} :	0,0	W/m2
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n ₅₀ :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Dobre osłonięcie	
Czas użytkowania/bytowe zyski ciepła:	12 h i więcej	

Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	-0,78	m
Domyślna rzędna podłogi L_f :	0,00	m
Rzędna wody gruntowej:	-4,00	m
Domyślna wysokość kondygnacji H :	3,00	m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H_i :	2,70	m
Pole powierzchni podłogi na gruncie A_g :	122,12	m ²
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P_g :	463,21	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

Tabela 5.2-4 Obliczenie sprawności systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj sprawności	Wartość
1	Rodzaj źródła ciepła η_H , g Kocioł na pellet	0,85
2	Lokalizacja źródła ciepła η_H , d ogrzewanie wodne centralne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armatura i urządzeniami w pomieszczeniach nieogrzewanych	0,90
3	Rodzaj instalacji η_H , e centralne ogrzewania grzejniki członowe/ płytowe z regulacją centralną i miejscową (2-K)	0,93
4	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 C w przestrzeni nieogrzewanej η_H , s	0,95
5	Sprawność całkowita η_{tot}	0,68
6	W_t – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	0,80
7	W_d – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby	0,90

Zużycie ciepła dla budynku wynosi 347 GJ w sezonie grzewczym, po uwzględnieniu sprawności systemu ogrzewania oraz przerw w ogrzewaniu w sezonie grzewczym z uwzględnieniem normatywnych temperatur wyniesie.

$$QK_{obliczeniowe} = 0,80 \cdot 0,90 \cdot 347 / 0,68$$

$$QK_{obliczeniowe} = 367 \text{ GJ}$$

Na podstawie przedstawionych danych o zakupie drewna sprawdzono czy wartość obliczeniowa zużycia odpowiada ilości wynikającej z zakupionego opału.

Budynek w okresie sezonu grzewczego zużywa ok 40 m³ drewna i trocin.

Jeden m³ drewna waży ok 605 kg

Wartość kaloryczna drewna liściastego 4,2 kWh/1 kg

$$QK_{zużycie} = 40 \cdot 605 \cdot 4,2 / 277,8 = 366 \text{ GJ}$$

$$QK_{zużycie} = 366 \text{ GJ}$$

Wniosek 5.2-5: Wartość zużycie ciepła na potrzeby ogrzewania wyliczona metodą zużycia i obliczeniową wskazała tożsame wartości.

Wniosek 5.2-6: Zużycie ciepła na potrzeby ogrzewania w sezonie grzewczym wynosi 366 GJ

Tabela 5.2-5 Obliczenie zużycia ciepłej wody w roku

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący
(1)	(2)	(3)
ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{dK})$	4,19
gęstość wody ρ	kg/m^3	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,6
powierzchnia ogrzewana A_r	m^2	1165
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czterpalnym θ_{cw}	$^{\circ}\text{C}$	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,25
liczba dni w roku t_R	dzień	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{W,nd} = V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	5 459
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,95
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	1,0
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,0
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,9
sprawność całkowita η_w	-	0,91
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	5 986
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	22

W przypadku wyboru metody zużyciowej na podstawie zużycia energii można dokonać oceny energochłonności budynku pod kątem zgodności z wymogami do wykonania audytu energetycznego zgodnie z art. 45 a Prawo Energetyczne punkt 13:

„45a.13. W przypadku, gdy ilość ciepła dostarczonego do budynku wielolokalowego w ciągu kolejnych 12 miesięcy przekracza 0,40 GJ w odniesieniu do m³ ogrzewanej kubatury budynku lub 0,30 GJ w odniesieniu do m³ przygotowanej ciepłej wody, właściciel lub zarządca budynku wykonuje audyt energetyczny tego budynku w celu określenia przyczyn nadmiernej energochłonności i wskazania sposobów ograniczenia zużycia ciepła przez ten budynek lub zmiany zamówionej mocy cieplnej”.

Zużycie ciepła na potrzeby ogrzewania wynosi 366 GJ

Kubatura wewnętrzna budynku do ogrzania ok 3 765 m³

Wskaźnik nakładu energii na kubaturę wynosi

366 GJ/ 3765 m³=0,10 GJ/m³

Wniosek 5.2-7: Zgodnie z wymogami zapisanymi w prawie energetycznym współczynnik nakładu energii GJ/m³ ogrzewanej kubatury budynku wynosi 0,10 GJ/m³ < 0, 40 GJ/m³

Nie ma wskazań do wykonania audytu termomodernizacji budynku, ponieważ nie osiągnie się wymaganych wskaźników efektu

5.2.4. Wymiana kotła na paliwo stałe na inne źródła ciepła pracujące systemie ogrzewania

Wymiana obecnie eksploatowanego kotła na p na paliwo stałe p przyniesie niewielkie oszczędności, wynikające z podwyższenia sprawności wytwarzania. Zgodnie z rozporządzeniem o charakterystyce energetycznej budynków wyznaczono sprawności systemów ogrzewania.

Zmiana źródła ciepła systemu ogrzewania przyniesie oszczędności poniżej 10 %.

Dodatkowo w wyniku wymiany źródła ciepła systemu ogrzewania wzrośnie emisja CO₂, tym samym nie zostanie osiągnięty efekt ekologiczny.

Obecnie eksploatowany kocioł współczynnik emisji 0,00 kg/GJ

Kocioł gazowy współczynnik emisji dla gazu zgodnie z raportem KOB i ZE – 55,35 kg/GJ

Wniosek 5.2-8: Biorąc pod uwagę obecnie eksploatowane urządzenie i jego wpływ na środowisko, oraz dostępność opału można rozważyć zamianę źródła ciepła na kocioł zgazowujący drewno o podwyższonej sprawności.

Tabela 5.2-6 Obliczenie sprawności systemu ogrzewania przed wymianą pieca

Lp.	Rodzaj sprawności	Wartość
1	Rodzaj źródła ciepła η H, g Kocioł na pellet	0,85
2	Lokalizacja źródła ciepła η H, d ogrzewanie wodne centralne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armatura i urządzeniami w pomieszczeniach nieogrzewanych	0,90
3	Rodzaj instalacji η H, e centralne ogrzewania grzejniki członowe/ płytowe z regulacją centralną i miejscową (2-K)	0,93
4	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 C w przestrzeni nieogrzewanej η H,s	0,95
5	Sprawność całkowita η tot	0,68
6	W t – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	0,80
7	W d- współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby	0,90

Tabela 5.2-7 Obliczenie sprawności systemu ogrzewania po wymianie pieca na pompę ciepła powietrze/woda napędzaną gazem

Lp.	Rodzaj sprawności	Wartość
1	Rodzaj źródła ciepła η_H , g Pompa ciepła powietrze /woda napędzane elektrycznie	3,2
2	Lokalizacja źródła ciepła η_H , d ogrzewanie wodne centralne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armatura i urządzeniami w pomieszczeniach ogrzewanych	0,96
3	Rodzaj instalacji η_H , e centralne ogrzewania grzejniki członowe/ płytowe z regulacją centralną i miejscową (2-K)	0,93
4	Parametry zasobnika buforowego i jego usytuowanie η_H , s	1,0
5	Sprawność całkowita η_{tot}	2,86
6	W t – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	0,80
7	W d- współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby	0,90

Tabela 5.2-8 Obliczenie sprawności systemu ogrzewania po wymianie pieca na pompę ciepła powietrze/woda napędzaną gazem

Lp.	Rodzaj sprawności	Wartość
1	Rodzaj źródła ciepła η_H , g Pompa ciepła powietrze /woda napędzane elektrycznie	1,4
2	Lokalizacja źródła ciepła η_H , d ogrzewanie wodne centralne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armatura i urządzeniami w pomieszczeniach ogrzewanych	0,96
3	Rodzaj instalacji η_H , e centralne ogrzewania grzejniki członowe/ płytowe z regulacją centralną i miejscową (2-K)	0,93
4	Parametry zasobnika buforowego i jego usytuowanie η_H , s	1,0
5	Sprawność całkowita η_{tot}	1,25
6	W t – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	0,80
7	W d- współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby	0,90

Tabela 5.2-9 Obliczenie sprawności systemu ogrzewania po wymianie pieca na kocioł gazowy

Lp.	Rodzaj sprawności	Wartość
1	Rodzaj źródła ciepła η_H , g Kocioł kondensacyjny gazowy 70/55 powyżej 120 kW	0,98
2	Lokalizacja źródła ciepła η_H , d ogrzewanie wodne centralne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armatura i urządzeniami w pomieszczeniach ogrzewanych	0,96
3	Rodzaj instalacji η_H , e centralne ogrzewania grzejniki członowe/ płytowe z regulacją centralną i miejscową (2-K)	0,93
4	Parametry zasobnika buforowego i jego usytuowanie η_H , s	1,0
5	Sprawność całkowita η_{tot}	0,87
6	W t – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	0,80
7	W d- współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby	0,90

6. Wnioski końcowe

Przeprowadzona analiza pod kątem wykonania audytu termomodernizacyjnego budynku jednoznacznie wykazała, że opracowanie audytu nie jest zasadne.

Wszystkie analizowane przedsięwzięcia termomodernizacyjne w obrębie przegród budynku miały bardzo długi czas zwrotu z inwestycji od 72- -145,5 lat, tym samym nie są rekomendowane do wdrożenia.

Należy rozważyć wymianę okien z uwagi na wadliwe osadzenie, zwiększy to szczelność budynku i zmniejszy ilość ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego, jednak osiągnięte z tego tytułu oszczędności nie osiągną 25 %, tym samym przedsięwzięcie nie jest zgodne z ustawą termomodernizacji i remontów.

Wymiana źródła ciepła na kocioł gazowy lub gazową pompę ciepła podniesie ogólną sprawność systemu o 8-10 % ale pogorszy efekt ekologiczny projektu.

Wymiana źródła ciepła na pompę ciepła powietrze/woda napędzaną elektrycznie zmniejszy zapotrzebowanie ciepła, ale może zwiększyć koszt eksploatacji budynku, ponieważ obecnie zainstalowane ogniwa PV, nie pokrywają zużycia energii elektrycznej w budynku i konieczny jest zakup części energii elektrycznej z sieci.

Składając wniosek o dofinansowanie w programach dedykowanych termomodernizacji projekt z powodu zbyt niskiej oszczędności energii i braku efektu ekologicznego nie uzyskałby dofinansowania z funduszy krajowych oraz unijnych