

SPIS TREŚCI

1. Karta audytu energetycznego budynku.
2. Podstawa opracowania.
3. Cel i zakres opracowania.
4. Opis obiektu.
5. Ocena aktualnego stanu obiektu.
6. Propozycje działań termomodernizacyjnych.
7. Określenie optymalnego zakresu działań termomodernizacyjnych.
8. Określenie zakresu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
9. Ocena opłacalności ekonomicznej przedsięwzięcia.
10. Wnioski.
11. Załączniki:

Załącznik nr 1 – Współczynniki przenikania ciepła przegród dla budynku.

Załącznik nr 2 – Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego.

Załącznik nr 3 – Określenie sprawności systemu grzewczego.

Załącznik nr 4 – Wyniki obliczeń zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie - stan wyjściowy.

Załącznik nr 5 – Wyniki obliczeń zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie - stan po termomodernizacji.

Załącznik nr 6 – Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na przygotowanie c.w.u.

Załącznik nr 7 – Analiza ekonomiczna zadania – finansowanie ze środków własnych.

Załącznik nr 8 – Analiza ekonomiczna zadania – współfinansowanie ze środków WFOŚiGW.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania są:

- Umowa nr BU.BA.2222-0025/09;
- Inwentaryzacja Budowlana Wiejskiego Ośrodka Kultury w Gołkowicach wykonana przez ENERGOSYSTEM Rybnik Sp. z o.o.;
- PBW Termomodernizacji i Przebudowy Wejścia Głównego Wiejskiego Ośrodka Kultury w Gołkowicach, ul. 1- go Maja 101, wykonany przez firmę ENERGOSYSTEM Rybnik Sp. z o.o.;
- PBW modernizacji kotłowni Wiejskiego Ośrodka Kultury w Gołkowicach, ul. 1- go Maja 101, wykonany przez firmę ENERGOSYSTEM Rybnik Sp. z o.o.;
- PBW modernizacji instalacji c.o. Wiejskiego Ośrodka Kultury w Gołkowicach, ul. 1- go Maja 101, wykonany przez firmę ENERGOSYSTEM Rybnik Sp. z o.o.;
- Obowiązujące normy przepisy i katalogi.

3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Podstawowym celem tej pracy jest ocena opłacalności ekonomicznej przedsięwzięcia mającego na celu termomodernizację budynku Wiejskiego Ośrodka Kultury przy ul. 1- go Maja 101 w Gołkowicach obejmującą docieplenie ścian zewnętrznych, docieplenie dachu, wymianę okien drewnianych oraz okien z luksferów, wymianę drzwi w złym stanie technicznym, modernizację instalacji c.o.

Zakres niniejszego opracowania obejmuje:

- ocenę aktualnego stanu budynku
- określenie zakresu robót termomodernizacyjnych oraz nakładów finansowych na ich realizację,
- ocenę opłacalności całego przedsięwzięcia.

4. OPIS OBIEKTU

Budynek Wiejskiego Ośrodka Kultury przy ul. 1- go Maja 101 w Łaziskach jest budynkiem 2 kondygnacyjnym częściowo podpiwniczonym, został wykonany w technologii tradycyjnej. Nad ostatnią kondygnacją znajduje się dach o konstrukcji żelbetowej. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej pełnej o gr. muru 51 cm, 38 cm oraz o gr. muru 25 cm. Stropy budynku żelbetowe, dach o konstrukcji żelbetowej, pokryty papą na lepiku. Okna przedmiotowego budynku zostały częściowo wymienione na nowe okna z PCV oraz drzwi zewnętrzne częściowo wymienione na nowe (elewacja południowa oraz 1 drzwi na elewacji wschodniej). Pozostałe okna drewniane o wysokim współczynniku przenikania ciepła oraz okna z luksferów, reszta drzwi zewnętrznych (elewacja zachodnia oraz 2 drzwi elewacja wschodnia) w złym stanie technicznym. W przedmiotowym budynku znajduje się Ochotnicza Straż Pożarna, pomieszczenia Wiejskiego Ośrodka Kultury, biblioteka, kino, sala bankietowa oraz pomieszczenia pomocnicze.

Powierzchnia zabudowy: **604,92 m²**, kubatura budynku: **6 244,9 m³**. Rok oddania obiektu do użytkowania **1955 r.**, rozbudowa oddana do użytkowania w **1985 r.**

Instalacja c.o. przedmiotowego budynku jest instalacją wodną z rozdziałem dolnym. Źródłem ciepła dla instalacji c.o. są 2 kotły węglowe stalowe na paliwo stałe, znajdujące się w kotłowni usytuowanej w piwnicy budynku.

Instalacja c.o. budynku wykonana jest z rur stalowych, przewody poziome prowadzone są dla części podpiwniczonej pod stropem piwnic, dla części niepodpiwniczonej prowadzone na posadzce, pod stropem lub częściowo w kanałach nieprzechodnich. Piony prowadzone po ścianach, instalacja c.o. wyposażona w centralne odpowietrzenie. Grzejniki w budynku żeliwne członowe oraz z rur ożebrowanych.

Przygotowanie c.w.u. - poprzez elektryczne przepływowe oraz pojemnościowe podgrzewacze wody.

Rzeczywiste średnioroczne zużycie paliwa wynosi: **37 Mg/a.**

5. OCENA AKTUALNEGO STANU OBIEKTU

Na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej stwierdzono, że ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry.

5.1 Izolacyjność przegród.

5.2 Ściany, okna i drzwi wejściowe

Współczynniki przenikania ciepła szacuje się na:

- ściana zewnętrzna cegła pełna o gr. muru 51 cm $U = 1,151 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ściana zewnętrzna cegła pełna o gr. muru 38 cm $U = 1,428 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ściana zewnętrzna cegła pełna o gr. muru 25 cm $U = 1,882 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ściana piwnic przy gruncie 86 $U = 0,553 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ściana piwnic przy gruncie 60 $U = 0,637 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ściana piwnic przy gruncie 50 $U = 0,679 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ściana piwnic przy gruncie 30 $U = 0,787 \text{ W/m}^2\text{K}$
- okna PCV $U = 1,800 \text{ W/m}^2\text{K}$
- okna drewniane $U = 2,600 \text{ W/m}^2\text{K}$
- okna z luksferów $U = 4,545 \text{ W/m}^2\text{K}$
- drzwi garażowe z wkładem cieplnym $U = 2,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
- drzwi PCV $U = 2,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
- drzwi drewniane w złym stanie technicznym $U = 3,500 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.3 Stropy

Współczynniki przenikania ciepła szacuje się na:

- dach $U = 0,450 \text{ W/m}^2\text{K}$
- podłoga w piwnicy $U = 0,231 \text{ W/m}^2\text{K}$
- podłoga na gruncie $U = 0,273 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.4 System grzewczy

Sprawności systemu grzewczego dla całego budynku szacuje się na:

- $\eta_g = 0,75$ – sprawność wytwarzania
- $\eta_e = 0,85$ – sprawność regulacji i wykorzystania
- $\eta_d = 0,90$ – sprawność przesyłu
- $\eta_s = 1,00$ – sprawność akumulacji
- $\eta_c = \eta_g \times \eta_e \times \eta_d \times \eta_s$
- $\eta_c = 0,574$

Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia $w_t = 0,85$

Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby $w_d = 0,91$

5.5 Zużycie ciepła i koszty ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i źródła ciepła:

- sezonowe zapotrzebowanie ciepła w standardowym sezonie grzewczym: **925 GJ**
- sezonowe zapotrzebowanie ciepła z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego oraz współczynników uwzględniających przerwy w ogrzewaniu: **1 247 GJ**
- zapotrzebowanie mocy grzewczej: **0,137 MW**

Roczne koszty ogrzewania dla standardowego sezonu grzewczego z uwzględnieniem sprawności źródła ciepła wynoszą:

- ilość zużytego paliwa: $(1247\text{GJ/a} / 27\text{GJ/Mg}) = 46 \text{ Mg/a}$
- koszt opału: $610 \text{ zł/Mg} \times 46\text{Mg} = 28 060 \text{ zł}$
- koszt obsługi: $5 000 \text{ zł/a}$

Całkowity koszt ogrzewania budynku w stanie istniejącym wynosi: 33 060 zł.
Obliczenia sezonowego zapotrzebowania ciepła znajdują się w załączniku.

6. PROPOZYCJE DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH

Zmniejszenie zużycia energii cieplnej w rozpatrywanym obiekcie, a tym samym obniżenie kosztów ogrzewania, można osiągnąć wykonując następujące przedsięwzięcia:

- docieplenie ścian zewnętrznych
- docieplenie dachu
- wymianę okien drewnianych oraz okien z luksferów
- wymianę istniejących drzwi drewnianych w złym stanie technicznym
- modernizację instalacji c.o.

7. OKREŚLENIE OPTYMALNEGO ZAKRESU DZIAŁAŃ TEMOMODERNIZACYJNYCH

7.1 GRUBOŚĆ OCIEPLENIA PRZEGRÓD

Optymalną grubość warstwy izolacji termicznej określono zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 17. 03. 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego minimalna wartość oporu cieplnego przegrody budowlanej powinna wynosić:

- dla ścian zewnętrznych $R_{\min} \leq 4,00 \text{ (m}^2\text{xK)/W}$
- dla stropodachów i stropów pod nieogrzewnym poddaszem lub nad przejazdem
 $R_{\min} \leq 4,50 \text{ (m}^2\text{xK)/W}$

Koszty robót termomodernizacyjnych określono na podstawie kosztorysów Inwestorskich.
Roczne koszty energii określono na podstawie obowiązujących norm oraz na podstawie średniorynkowych cen paliwa.

7.1.1 Określenie optymalnej grubości ocieplenia ścian zewnętrznych.

Po zapoznaniu się z konstrukcją budynku, docieplenie ścian zewnętrznych proponuje się wykonać bezspoinowym systemem, metodą BSO.

Do docieplenia przyjęto **styropian XPS gr. 14 cm ($\lambda = 0,040 \text{ W/mxK}$)** na wysokości 1m docieplenia budynku oraz **styropian EPS 70- 040 gr. 14 cm ($\lambda = 0,040 \text{ W/mxK}$)** na pozostałej wysokości docieplenia budynku.

7.1.2 Określenie optymalnej grubości ocieplenia dachu.

Po zapoznaniu się z konstrukcją dachu należy wykonać docieplenie dachu poprzez ułożenia styropapy. Do docieplenia przyjęto styropapę **gr. 9 cm ($\lambda = 0,038 \text{ W/mxK}$)**.

7.1.3 Wymiana stolarki okiennej.

Istniejące okna drewniane o wysokim współczynniku przenikania ciepła $U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ oraz okna z luksferów o wysokim współczynniku przenikania ciepła $U = 4,545 \text{ W/m}^2\text{K}$ należy wymienić na nowe okna PCV o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ wyposażone w nawiewniki okienne.

7.1.4 Wymiana stolarki drzwiowej.

Istniejące drzwi drewniane w złym stanie technicznym (elewacja zachodnia oraz 2 drzwi na elewacji wschodniej) – należy wymienić na nowe drzwi z PCV o współczynniku przenikania ciepła $U = 2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

7.2 Określenie zakresu modernizacji systemu grzewczego poprawiającego jego sprawność.

Kompleksowa modernizacja instalacji c.o. obejmuje:

1. wymianę przewodów instalacji c.o. na nowe przewody wielowarstwowe
2. wymianę grzejników na nowe grzejniki stalowe płytowe z wbudowanymi zaworami termostatycznymi
3. montaż głowic termostatycznych
4. montaż regulatorów różnicy ciśnienia na poszczególnych sekcjach instalacji c.o.
5. montaż pozostałych materiałów i niezbędnego osprzętu
6. regulację instalacji c.o.

7.3 Określenie zakresu modernizacji źródła ciepła poprawiającego jego sprawność.

Kompleksowa modernizacja źródła ciepła obejmuje:

1. montaż kotłów węglowych z podajnikiem retortowym wraz regulatorem pogodowym
2. montaż kominów spalinowych wraz z czopuchem
3. montaż kanału wentylacji nawiewnej
4. montaż komina wentylacji wywiewnej
5. montaż pozostałych materiałów koniecznych wykonania nowoprojektowanej kotłowni (rury, kształtki, armatura, izolacje).

7.4 System grzewczy

Sprawności systemu grzewczego po termomodernizacji szacuje się na:

7.4.1 System grzewczy– instalacja c.o.

$\eta_g = 0,82$ – sprawność wytwarzania

$\eta_e = 0,93$ – sprawność regulacji i wykorzystania

$\eta_d = 0,95$ – sprawność przesyłu

$\eta_s = 1,00$ – sprawność akumulacji

$\eta_c = \eta_g \times \eta_e \times \eta_d \times \eta_s$

$\eta_c = 0,724$

Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia $w_t = 0,85$

Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby $w_d = 0,91$

8. OKREŚLENIE ZAKRESU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO.

Przedsięwzięcie termomodernizacyjne będzie obejmowało następujące roboty:

- docieplenie ścian zewnętrznych
- docieplenie dachu
- wymianę stolarki okiennej
- wymianę stolarki drzwiowej
- modernizację systemu grzewczego
- modernizację źródła ciepła

W poniższej tabeli zestawiono nakłady - na podstawie kosztorysów Inwestorskich dla poszczególnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Rodzaj przedsięwzięcia	Materiał	Powierzchnia [m ²]	Nakłady [zł]
Ocieplenie ścian zewnętrznych	Styropian gr. 14 cm $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$	969	443 262
Ocieplenie dachu	Styropapa gr. 9 cm $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$	575	90 075
Wymiana stolarki okiennej	Wymiana istniejących okien drewnianych oraz okien z luksferów o wysokich współczynnikach przenikania ciepła na nowe okna PCV wyposażone w nawiewniki okienne	68,2	50 460
Wymiana stolarki drzwiowej	Wymiana istniejących drzwi w złym stanie technicznym na nowe z wkładem cieplnym	10,5	19 557
Modernizacja instalacji c.o.	wg pktu. 7.2		234 017
Modernizacja źródła ciepła	wg pktu. 7.3		102 341
Dokumentacja techniczna			14 500
RAZEM			954 212

Po wykonaniu w/w zakresu robót zużycie ciepła wyniesie:

8.1 Zużycie ciepła i koszty ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i źródła ciepła po termomodernizacji budynku

8.1.1 Instalacja c.o.

- sezonowe zapotrzebowanie ciepła w standardowym sezonie grzewczym: **427 GJ**
- sezonowe zapotrzebowanie z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego oraz współczynników uwzględniających przerwy w ogrzewaniu: **456 GJ**
- zapotrzebowanie mocy grzewczej: **0,080 MW**

Roczne koszty ogrzewania dla standardowego sezonu grzewczego z uwzględnieniem sprawności źródła ciepła wynoszą:

- budynek opalany węglem 31.2 o wartości opałowej **27 GJ/Mg**

- ilość zużytego paliwa: $(456 \text{ GJ/a} / 27 \text{ GJ/Mg}) = 17 \text{ Mg/a}$
- koszt opału: $660 \text{ zł/Mg} \times 17 \text{ Mg} = 11\,220 \text{ zł}$
- koszt obsługi: $5\,000 \text{ zł/a}$

Całkowity koszt ogrzewania wynosi: **16 220 zł**.

Obliczenia sezonowego zapotrzebowania ciepła znajdują się w załączniku.

Szacunkowa oszczędność kosztów ogrzewania w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego objętego niniejszym opracowaniem dla budynku Wiejskiego Ośrodka Kultury przy ul. 1- go Maja 101 w Gołkowicach wynosi **16 840 zł**.

9. OCENA OPŁACALNOŚCI EKONOMICZNEJ PRZEDSIĘWZIĘCIA.

9.1 FINANSOWANIE ZE ŚRODKÓW WŁASNYCH I ŚRODKÓW WFOŚiGW

Do oceny opłacalności ekonomicznej przedsięwzięcia przyjęto następujące założenia:

- całkowity koszt zadania: **939 712 zł**
- środki własne: **187 943 zł**
- środki WFOŚ i GW pożyczka 50 % tj. **469 856 zł**
- środki WFOŚ i GW dotacja 30 % tj. **281 913 zł**
- umorzenie pożyczki po 5 -ciu latach spłaty
- stopa dyskonta 4,5 %
- oprocentowanie pożyczki 3,2 %
- wzrost cen nośników energii 8% w ciągu roku
- okres realizacji 1 rok
- okres eksploatacji przedsięwzięcia: 20 lat

Wskaźniki ekonomiczne dla tej inwestycji przedstawiają się następująco:

- wartość bieżąca netto NPV = 1 969 zł
- wewnętrzna stopa zwrotu IRR = 4,55 %
- wskaźnik wartości bieżącej NPVR = 0,01
- prosty czas zwrotu SPBT = 55,80 lat

Przepływy finansowe w poszczególnych latach oraz obliczenia wskaźników efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia znajdują się w załączniku.

10. WNIOSKI

Przeprowadzone roboty termomodernizacyjne poprawią stan techniczny budynku oraz efektywność wykorzystania nośników energetycznych i będą bezpośrednią przyczyną zmniejszenia zużycia energii cieplnej na potrzeby ogrzewania. Jednocześnie pomimo zmniejszonego zapotrzebowania na energię cieplną, zostaną polepszone parametry środowiska wewnętrznego, co zapewni warunki komfortu cieplnego w obiektach.

Termomodernizacja struktury budowlanej realizowana jednocześnie z modernizacją systemu grzewczego daje możliwość osiągnięcia pełnego efektu oszczędnościowego. Rosnące ceny

nośników energetycznych podrażają koszty utrzymania budynków, zwłaszcza tych w złym stanie technicznym i zasadne staje się wprowadzenie pojęcia energooszczędności obiektów budowlanych.