

MAZOWIECKA AGENCJA ENERGETYCZNA Sp. z o.o.

02-326 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151 lok. 25

biuro@mae.com.pl

NIP 113-276-09-03



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Tytuł projektu: Audyt energetyczny hali gimnastycznej nr 5

Adres inwestycji: ul. Marymoncka 34; 00-968 Warszawa

**Inwestor: Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie
ul. Marymoncka 34
00-968 Warszawa**

Branża: Audyt energetyczny

Autor opracowania: mgr inż. Paweł Jabłecki

mgr inż. Paweł Jabłecki
Audyt Energetyczny
NIP 113-276-09-03
02-704 Warszawa, Al. Jerozolimskie 151/20

Styczeń 2016

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej – hala gimnastyczna nr 5	1.2 Rok budowy	1979
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie ul. Marymoncka 34 00-968 Warszawa	1.4. Adres budynku Hala gimnastyczna nr 5 ul. Marymoncka 34 00-968 Warszawa województwo: mazowieckie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o. 02-326 Warszawa , al. Jerozolimskie 151 lok. 25 REGON 141828652			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Paweł Jabłecki 02-764 Warszawa , ul. Egejska 15/20 audytor energetyczny KAPE nr 0106 			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,			
Lp		Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego	
1			
2			
5. Miejscowość: Warszawa data wykonania opracowania: 07 stycznia 2016			
6. Spis treści:			
1. Strona tytułowa..... 2			
2. Karta audytu energetycznego budynku..... 3			
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora..... 5			
4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku.....6			
5. Ocena stanu technicznego budynku..... 11			
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych..... 12			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego..... 12			
8. Opis i przedmiar optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji..... 21			
9. Załączniki do audytu22			

2. Karta audytu energetycznego budynku¹⁾

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Stalowa - Lipsk	
2.	Liczba kondygnacji	1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	10879,00	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1456,47	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1456,47	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	Ok. 50	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Z miejskiej sieci ciepłowniczej	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Z miejskiej sieci ciepłowniczej	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,39	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	1,16	0,22
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,55	0,18
3.	Strop nad piwnicą	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,35	0,35
5.	Okna, drzwi balkonowe	3,50	1,10
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,50	1,30
7.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,90	0,90
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	Mechaniczna	Mechaniczna nawiewno-wywiewna z rekuperacją
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Kanały wentylacyjne, wentylatory dachowe	Kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	10801	10801
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,1	1,1
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	190,9	105,7
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	5,5	5,5

3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1590,41	557,13
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2024,29	666,14
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	15,91	15,91
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak odrębnego licznika ciepła	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak odrębnego licznika ciepła	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	303,3	106,3
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	386,1	127,0
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	44,02	44,02
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/MW m-c]	6061,76	6061,76
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	32,13	32,13
4.	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/MW m-c]	6061,76	6061,76
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² pow. użytkowej [zł/m-c]	5,89	2,12
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]		Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	66,6
Planowane koszty całkowite [zł]		Premia termomodernizacyjna [zł]	
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			
¹⁾ - dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku ²⁾ - U _{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej ³⁾ - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii ⁴⁾ - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Hala sportowa NRD przebudowa pokrycia dachowego hali inż. R. Gurne Warszawa 1979r.
- Rzuty kondygnacji – autor nieznany lata 70 – te XXw.
- Koncepcja techniczno-ekonomiczna mgr inż. M. Niegowski , mgr inż. M. Rolka Warszawa 2015r.

3.2. Inne dokumenty:

1. Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U. Nr.223, poz.1459 z późn. zm.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. Nr 43 poz. 346
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. poz. 1606
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - Dz. U. Nr 75 poz. 690 z późn. zm.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku świadectw charakterystyki energetycznej Dz.U. poz. 376
6. Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
7. Polska Norma PN-EN-ISO 13789:2008 „Właściwości cieplne budynków. Współczynnik strat ciepła przez przenikanie. Metoda obliczania”
8. Polska Norma PN-EN-ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.”
9. Polska Norma PN-EN 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
10. Polska Norma PN-82/B-02403 „Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne”
11. Polska Norma PN-EN ISO 14683:2008 „Mostki cieplne w budynkach – liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”
12. Polska Norma PN-B-01706:1992 wraz ze zmianą PN-B-01706:1992/Az1:1999 „Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu”
13. Polska Norma PN-B-03430:1983 wraz ze zmianą PN-83/B-03430/Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania”
14. Polska Norma PN-ISO 9836:1997 „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych”.
15. Dane klimatyczne zamieszczone na stronie internetowej obsługującej Ministra Infrastruktury www.mi.gov.pl
16. Program komputerowy Auditor OZC wersja 6.6 Pro ; Sankom , mgr inż. P. Wereszczyński
17. Materiały dostarczone przez Zleceniodawcę.

3.3. Osoby udzielające informacji:

Pracownicy Działu Technicznego AWF

3.4 Data wizji lokalnej:

Grudzień 2015r.

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku,
- uzyskanie dofinansowania na wykonanie działań modernizacyjnych z innych źródeł niż określone w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów n.p. Mazowiecki RPO lub POIS

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

Inwestor deklaruje wkład własny zgodny z wymogami konkursu tj. 20% kosztów kwalifikowanych oraz możliwość zaciągnięcia zobowiązania finansowego zgodnie z wymogami konkursu RPO lub POIS

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Hala gimnastyczna nr 5
Własność	<input type="checkbox"/> prywatna <input type="checkbox"/> spółdzielcza <input type="checkbox"/> komunalna <input checked="" type="checkbox"/> Skarbu Państwa
Przeznaczenie budynku	<input type="checkbox"/> mieszkalny <input type="checkbox"/> mieszkalno-usługowy <input checked="" type="checkbox"/> inny: hala gimnastyczna
Osiedle	Marymont
Adres	Marymoncka 34
Budynek	<input checked="" type="checkbox"/> X wolno stojący <input type="checkbox"/> bliźniak <input type="checkbox"/> segment w zabudowie szeregowej

Rok budowy	1979	Rok zasiedlenia	1979
Technologia budynku	<input type="checkbox"/> UW-2Ż – unifik. warszawska	<input type="checkbox"/> RWB	<input type="checkbox"/> BSK <input type="checkbox"/> RBM-73 <input type="checkbox"/> RWP-75
<input type="checkbox"/> PBU-59 <input type="checkbox"/> PBU-62	<input type="checkbox"/> UW 2-J <input type="checkbox"/> WUF-62	<input type="checkbox"/> WUF-T	<input type="checkbox"/> OWT-67 <input type="checkbox"/> OWT-75 <input type="checkbox"/> „Szczecin”
<input type="checkbox"/> W-70 <input type="checkbox"/> Wk-70	<input type="checkbox"/> SBM-75 <input type="checkbox"/> ZSBO	<input type="checkbox"/> „Stolica”	<input type="checkbox"/> monolit <input type="checkbox"/> tradycyjna <input type="checkbox"/> ramowa
<input type="checkbox"/> szkieletowa	<input checked="" type="checkbox"/> X uprzemysłowiona: stalowa wg systemu Lipsk - NRD		
Powierzchnia zabudowy ¹⁾ [m²]	1566,00	Budynek podpiwniczony	nie
Kubatura budynku ¹⁾ [m³]	13000	Liczba klatek schodowych	0
Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, logii i galerii [m³]	10879,00	Liczba kondygnacji	1
Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m²]	0,00	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	Część niższa – 2,60 Część wyższa – średnio 8,70
Powierzchnia korytarzy [m²]	0,00	Liczba mieszkańców / użytkowników	50
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m²] (podaj przeznaczenie pomieszczeń)	-	Liczba mieszkań	-
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m²] (podaj przeznaczenie pomieszczeń)	-	Liczba mieszkań z WC w łazience	-
Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (biura, usługi, sklepy, itp.) [m²]	1456,47	Liczba mieszkań z WC osobno	-
Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m²] (4+5+6+7+8)	1456,47		

¹⁾ wg PN-ISO 9836 Właściwości użytkowe w budownictwie Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych

4.2. Szkic budynku

Lokalizację i szkic obiektu zamieszczono na załączniku nr 3. Poniżej zamieszczono dokumentację fotograficzną obiektu.



fot. nr 1: elewacja NW



fot. nr 2: elewacja NE



fot. nr 3: elewacje SW



fot. nr 4: elewacja SE

4.3 Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek stanowiący przedmiot niniejszego opracowania został oddany do użytkowania pod koniec lat 70 – tych XXw. Jest to obiekt wybudowany wg projektu pochodzącego z dawnej NRD – WZT Sportbauten Leipzig adaptowanego na polskie warunki. Hala składa się z dwóch części: wyższej o wymiarach ok. 42 x 24 m i wysokości ok. 10 m wykorzystywanej jako sala ćwiczeń dla gimnastyków oraz części niższej o wymiarach ok. 42 x 12 m i wysokości ok. 5 m wykorzystywanej jako zaplecze socjalne z szatniami, przebieralniami, natryskami, magazynami, hallem głównym, pomieszczeniami biurowymi i technicznymi w tym węzłem cieplnym z wentylatornią.

Konstrukcja w postaci słupów stalowych w rozstawie osiowym co 6 metrów. Ściany zewnętrzne prefabrykowane. Strop w postaci stalowego dźwigara przekrytego płytami lamella z wełny mineralnej jednostronnie licowanymi płytą spłasnioną twardą. Dach płaski kryty papą termozgrzewalną. Podłoga wykończona klepką drewnianą.

W elewacji NE i SW przeszklenia z pustaków szklanych. Drzwi wejściowe stalowe dwuskrzydłowe do hali i węzła cieplnego i jednoskrzydłowe jako wejście główne. Od strony SE do budynku przylega podobnej wysokości hala sportów walki.

Budynek zasilany jest z miejskiej sieci ciepłej poprzez trzyfunkcyjny węzeł cieplny znajdujący się w przyziemiu. Część niższa ogrzewana za pomocą instalacji wodnej, część wyższa ogrzewana powietrznie. Wentylacja mechaniczna nawiewna.

4.4. Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Położenie	Pow. do obl. koszt. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	U _K · W/(m ² ·K.)	W tym: pow. okna m ²	U okna W/(m ² ·K.)	W tym: pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² ·K.)
1	Ściana zewnętrzna	NW	305,30	256,46	1,16	-	-	6,25	3,50
2	Ściana zewnętrzna	NE	426,40	345,38	1,16	89,70	3,50	9,50	3,50
3	Ściana zewnętrzna	SW	426,40	345,38	1,16	140,40	3,50	-	-
4	Ściana zewnętrzna	SE	170,79	122,00	1,16	-	-	-	-
5	Podłoga na gruncie	-	1456,47	1562,33	0,35	-	-	-	-
6	Dach	-	1562,33	1562,33	0,55	-	-	-	-

4.5. Charakterystyka energetyczna budynku

L.p.	Rodzaj danych	Stan obecny
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.) MW q_{moc}	0,1909
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie c.o., cwu i c.t.) MW q	0,035 + 0,065 + 0,285
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania GJ Q_H	1590,41
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła GJ/m ³ $E = Q_H / V$	0,122
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania GJ Q_S	2024,29
6	Taryfa opłat (z VAT):	
	Opłata stała (za moc zamówioną + za przesył) miesięcznie zł/MW	6061,76
	Opłata zmienna (za ciepło + za przesył) wg licznika zł/GJ	44,02
	Opłata abonamentowa miesięcznie zł	0,00

4.6. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	Instalacja centralna, dwururowa z rozdziałem dolnym pompowa, systemu zamkniętego wykonana z rur stalowych wyposażona w grzejniki stalowe, płytowe z zaworami termostatycznymi
2	Parametry pracy instalacji	90/70
3	Przewody w instalacji	Stalowe prowadzone w ścianach i pod stropem
4	Rodzaje grzejników	Stalowe, płytowe
5	Oslonięcie grzejników	nie
6	Zawory termostatyczne	tak
7	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_g = 0,93$ $\eta_s = 1,00$ $\eta_d = 0,96$ $\eta_e = 0,88$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę	7 / 24
9	Modernizacja instalacji po roku 1984	Wymiana instalacji

4.7. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowywana jest centralnie w węźle cieplnym
2	Piony i ich izolacja	Stalowe ocynkowane, izolowane
3	Zbiornik akumulacyjny	nie
4	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Nie dotyczy
5	Zużycie ciepłej wody określone zgodnie z przepisami dotyczącymi sporządzania świadectw	$0,25 \cdot 1456,47 \cdot 0,4 \cdot 365 / 12000 = 4,4 \text{ m}^3/\text{m-c}$

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

L.p.	Rodzaj danych	Rodzaj danych
1	Rodzaj instalacji	Mechaniczna nawiewna wyposażona w wentylatory WWO AK80PO typu SF160L8 produkcji Malborskiej Fabryki Wentylatorów pochodzące z 1979r.
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m^3/h	10801

UWAGA: Strumień powietrza wentylacyjnego wyznaczono na poziomie normatywnym

4.9. Charakterystyka zasilania budynku w ciepło

Budynek stanowiący przedmiot audytu zasilany jest w energię ciepłą na potrzeby c.o. i cwu z miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez trzyfunkcyjny węzeł cieplny znajdujący się w przyziemiu budynku. Węzeł stanowi własność odbiorcy ciepła i wymaga pilnych działań modernizacyjnych. Jest to węzeł wymiennikowy wyposażony w wymienniki typu JAD na potrzeby c.o. i na cele cwu. Obieg wody wymuszają pompy obiegowe. Węzeł wyeksploatowany, bez urządzeń automatyki pogodowej. Węzeł zasilany jest czynnikiem wysokoparametrowym z wewnętrznej sieci ciepłowniczej AWF zasilanej z miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez węzeł centralny o mocy blisko 10 MW znajdujący się przy budynku Rehabilitacji Kompleksowej.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan budynku jest dość dobry i kwalifikuje budynek do przeprowadzenia termomodernizacji. Ściany zewnętrzne charakteryzują się wysokim współczynnikiem ciepła i wymagają docieplenia. Docieplić należy stropodach niewentylowany nad częścią niższą i wyższą. Podłogi na gruncie bez technicznych możliwości ocieplenia. Wymienić należy naświetla na okna plastikowe i drzwi wejściowe na aluminiowe, ocieplane.

5.2 System grzewczy

Instalacja wewnętrzna w stanie dobrym wyposażona w zawory termostatyczne wymaga regulacji po dokonanych pracach modernizacyjnych. Do wymiany kwalifikuje się również węzeł cieplny będący na majątku odbiorcy.

5.3 System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja centralna zasilana z węzła cieplnego w stanie dostatecznym na bieżąco konserwowana.

5.4. Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne mają wartości współczynnika przenikania ciepła U_c [W/m^2K] wyższe od minimalnych wynikających z przepisów techniczno-budowlanych - ściany zewnętrzne $U_c = 1,16$ - stropodach niewentylowany $U_c = 0,55$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny - dla ścian $U_c \leq 0,25$ - dla stropodachów $U_c \leq 0,20$ UWAGA: Ze względu na przewidywalny termin realizacji prac w 2017 roku przyjmuje się jako docelowy opór cieplny wg WT obowiązujących od 01.01.2017r., czyli dla ścian U nie wyższe niż $0,23 W/m^2K$, a dla stropodachów U nie wyższe niż $0,18 W/m^2K$
2	Okna są w złym stanie technicznym o średnim współczynniku $U = 3,5 W/m^2K$. Drzwi wejściowe do budynku stalowe nieocieplone o współczynniku $U = 3,5 W/m^2K$	Wymiana okien na okna plastikowe i drzwi zewnętrznych na drzwi aluminiowe o współczynniku U nie wyższym niż $1,3 W/m^2K$
3	Wentylacja grawitacyjna. Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie ciepła na ogrzewanie.	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej c.w.u. przygotowywana centralnie w węźle cieplnym.	Bez uwag.
5	System grzewczy Własny węzeł cieplny w stanie złym bez urządzeń automatyki pogodowej. Instalacja typu tradycyjnego wyposażona w zawory termostatyczne	Możliwe uzyskanie oszczędności po przeprowadzeniu całkowitej wymiany węzła cieplnego. Instalacja c.o. do regulacji po przeprowadzonych pracach modernizacyjnych.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

I.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2.	j.w przez dach	Docieplenie dachu metodą wyłożenia od góry przy wykorzystaniu np. styropapy
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna i drzwi oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien i drzwi. Wprowadzenie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją
4.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Całkowita wymiana węzła cieplnego. Regulacja instalacji c.o.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

I.p.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie dachu Wymiana okien i drzwi Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej

7.2 Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się następujące działania:

1. Ocena opłacalności i wybór optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
2. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
3. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na zmniejszeniu użycia energii na podgrzanie ciepłej wody użytkowej
4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo modernizacji	Jednostka
t_{w0}	+16 – hala, + 24 natryski i przebieralnie, + 20 pozostałe	bez zmian	°C
t_{z0}	-20	bez zmian	°C
Sd / Warszawa /	3173	bez zmian	dzień·K·a
O_{0m}, O_{1m}	6061,76*	bez zmian	zł/(MW·m-c)
O_{0z}, O_{1z}	44,02*	bez zmian	zł/GJ
A_{b0}, A_{b1}	-	bez zmian	zł/m-c

*) wartości zgodne z aktualną taryfą A3/B1/C3 dostawcy ciepła Veolia Energia Warszawa S.A.

7.2.1.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				$A = 823,37 \text{ m}^2$ $A_{koszt} = 1083,04 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia: Przewiduje się docieplenie ścian metodą bezspoinową z użyciem styropianu odmiany "15" o współczynniku przewodności cieplnej λ wynoszącym co najwyżej $0,038 \text{ W/mK}$ Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,35 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m	-	0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K)/W}$	-	3,68	4,21	4,74
3	Współczynnik U_c	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,86	4,55	5,07	5,60
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	261,84	49,65	44,50	40,32
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0360	0,0068	0,0061	0,0055
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a	-			
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-			
8	Planowany koszt robót związanych ze zmniejszeniem strat przenikania ciepła N_U	zł	-			
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata	-			
10	U_0, U_1	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	1,16	0,220	0,197	0,179
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg analizy ofert firm ociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych. Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 0		SPBT=		

7.2.1.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				$A = 759,11 \text{ m}^2$ $A_{koszt} = 748,32 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się docieplenie dachu metodą wyłożenia od góry z użyciem styropapy o współczynniku przewodności cieplnej λ wynoszącym co najwyżej $0,040 \text{ W/mK}$ Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,56 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$						
wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m	-	0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	-	3,75	4,25	4,75
3	Współczynnik U_c	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	1,82	5,57	6,07	6,57
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	235,57	76,92	70,58	65,21
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0324	0,0106	0,0097	0,0090
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a	-			
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²	-			
8	Planowany koszt robót związanych ze zmniejszeniem strat przenikania ciepła N_U	zł	-			
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata	-			
10	U_0, U_1	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	0,55	0,180	0,165	0,152
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg analizy ofert firm ociepleniowych działających na rynku lokalnym. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu wentylowanego. Jako optymalny przyjęto wariant spełniający warunki izolacyjności wynikające z ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów charakteryzujący się najmniejszą wartością SPBT						
Wybrany wariant: 1		Koszt:		SPBT=		

7.2.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien						
Przedsięwzięcie : wymiana okien						
Dane: powierzchnia okien przeznaczona do wymiany $A_{OK} = 230,10 \text{ m}^2$ $C_w = 1,0$						
Opis wariantów usprawnienia:						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne o niższych współczynnikach U: wariant 1 - okna, $U = 1,3$ $a = 0,8$ wariant 2 - okna, $U = 1,2$ $a = 0,8$ wariant 3 - okna, $U = 1,1$ $a = 0,8$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U_{ok}	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	3,5	1,3	1,2	1,1
2	$0,0000864 \text{ Sd} \cdot A_{OK} \cdot U$	GJ/a	220,78	82,01	75,70	69,39
3	Współczynnik C_r	-	1,1	1	1	1
4	$0,0000294 C_r \cdot C_w \cdot V_{norm} \cdot \text{Sd}$	GJ/a	926,20	842,00	842,00	842,00
5	$Q_0, Q_1 = (2) + (4)$	GJ/a	1146,99	924,01	917,70	911,39
6	$10 \cdot 6 \cdot A_{OK} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0304	0,0113	0,0104	0,0095
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{norm} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,1272	0,1157	0,1157	0,1157
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,1576	0,1269	0,1261	0,1252
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw} =$	zł/rok	-			
10	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł	-			
11	Koszt modernizacji wentylacji N_W	zł	-	0	0	0
12	$SPBT = (N_{OK} + N_W) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	lata	-			
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m^2 wg uśrednionych ofert firm wymieniających okna na rynku lokalnym						
Okna plastikowe: $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ – , $U = 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ – t , $U = 1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ – i + VAT 23%						
Wybrany wariant 3		Koszt	SPBT =			

7.2.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi						
Przedsięwzięcie : wymiana drzwi zewnętrznych						
Dane: powierzchnia drzwi $A_{dr} = 15,75 \text{ m}^2$ $C_w = 1,0$						
Opis wariantów usprawnienia:						
Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi szczelne o niższych współczynnikach U: wariant 1 - drzwi, $U = 1,7$ $a = 0,8$ wariant 2 - drzwi, $U = 1,5$ $a = 0,8$ wariant 3 - drzwi, $U = 1,3$ $a = 0,8$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U_{dr}	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	3,5	1,7	1,5	1,3
2	$0,0000864 S_d \cdot A_{dr} \cdot U$	GJ/a	15,11	7,34	6,48	5,61
3	Współczynnik C_r	-	1,1	1	1	1
4	$0,0000294 C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	63,42	57,65	57,65	57,65
5	$Q_0, Q_1 = (2) + (4)$	GJ/a	78,53	64,99	64,13	63,26
6	$10 \cdot 6 \cdot A_{OK} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0021	0,0010	0,0009	0,0008
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{norm} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0087	0,0079	0,0079	0,0079
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0108	0,0089	0,0088	0,0087
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw} =$	zł/rok	-			
10	Koszt wymiany drzwi N_{OK}	zł	-			
11	Koszt modernizacji wentylacji N_W	zł	-	0	0	0
12	$SPBT = (N_{OK} + N_W) / (\Delta Q_{dr} + \Delta Q_{rw})$	lata	-			
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m^2 wg uśrednionych ofert firm wymieniających drzwi na rynku lokalnym						
Drzwi: $U = 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ – , $U = 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ – , $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ – + VAT 23%						
Wybrany wariant 3		Koszt	SPBT =			

7.2.3 Ocena i wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie powietrza wentylacyjnego

Dane: $Q_{ow} = 1101,30 \text{ GJ}$ $q_{ow} = 0,0627 \text{ MW}$

Opis:

W niniejszej analizie rozpatruje się jedynie efekty energetyczne wprowadzenia w części użytkowej budynku systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją. Dokładna wielkość rekuperatorów, schemat ich podłączenia oraz przebieg kanałów instalacji nawiewno-wywiewnej powinien być ustalony przez projektanta. W niniejszym opracowaniu przyjęto strumień powietrza wentylacyjnego na poziomie normatywnym oraz 70% skuteczność rekuperacji. Koszt jednostkowy zgodnie z wytycznymi opracowanymi przez NFOŚiGW określono w wysokości \dots

Lp	Omówienie	Jedn	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Zapotrzebowanie na energię przez system wentylacji Q_{w0}, Q_{w1}	GJ/a	1101,30	622,07
2	Zapotrzebowanie mocy q_{w0}, q_{w1}	kW	62,7	48,7
3	Koszt wentylacji	zł/a		
4	Oszczędność ΔO_{rw}	zł/a	-	
5	Koszt modernizacji N_w	zł	-	
6	$SPBT = N_w / \Delta O_{rw}$	lata	-	

* w tym \dots z tytułu zużycia energii elektrycznej pomocniczej niezbędnej do napędu wentylatorów , wg wyliczenia \dots , gdzie 0,600 to szacunkowa średnia cena 1 kWh energii elektrycznej zgodnie z analizą faktury wystawianej przez dostawcę energii elektrycznej

Koszt: \dots **SPBT =** \dots

7.2.4 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1.	Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej)	.
2.	Wymiana okien		
3.	Docieplenie ścian zewnętrznych		
4.	Docieplenie dachu		
5.	Wymiana drzwi zewnętrznych		

7.3 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane : $Q_{co0} = 1590,41$ GJ/a $w_{t0} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$ $\eta_0 = 0,79$

W niniejszym opracowaniu instalację z uwagi na jej dobry stan proponuje się poddać regulacji po dokonanych pracach termomodernizacyjnych.

Węzeł ciepły zostanie całkowicie wymieniony na nowy kompaktowy z obudową sterowany urządzeniami automatyki pogodowej. Moc węzła ok. 20 kW na cele c.o. , ok. 20 kW na cele cwu i ok. 85 kW na cele c.t.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

L.p.	Rodzaj ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych η oraz współczynników w
1	Wytwarzanie ciepła – Tabela nr 2 poz. 30b → 29b str. 10 - wymiana węzła ciepłego	$\eta_g = 0,93 \rightarrow 0,99$
2	Akumulacja ciepła – Tabela nr 8 poz. 3 str. 15 - bez zmiany	$\eta_s = 1,00$
3	Przesyłanie ciepła – Tabela nr 6 poz. 3b str. 14 - bez zmiany	$\eta_d = 0,90$
4.	Regulacja i wykorzystanie systemu grzewczego – Tabela nr 3 poz. 5c str. 11 - regulacja instalacji c.o.	$\eta_e = 0,88$
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta = 0,79 \rightarrow 0,84$
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez zmiany	$w_t = 1,00$
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - bez zmiany	$w_d = 1,00$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

l.p.	Omówienie	jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Zapotrzebowanie ciepła na potrzeby c.o. Q_{co0}, Q_{co1}	GJ/a	1590,41	1590,41
2	Całkowita sprawność η_0, η_1	-	0,79	0,84
3	Zapotrzebowanie mocy q_{co0}, q_{co1}	MW	0,1909	0,1909
4	Oszczędność $\Delta Orco$	zł/a	-	
5	Koszt modernizacji N_{co}	zł	-	
6	SPBT = $N_{co} / \Delta Orco$	lata	-	

Wartość robót oszacowano metodą kalkulacji uproszczonej przyjmując jako wskaźnik liczbę grzejników przeznaczoną do regulacji wynoszącą ok. 20 szt. i cenę jednostkową 4 % za sztukę. Koszt wymiany węzła przyjęto w wysokości 1000 zł. Łączny koszt robót wynosi 1000 zł.

7.4 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje następujące działania:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rozpatruje się następujące warianty:

ZAKRES PRAC	Nr wariantu					
	1	2	3	4	5	6
Wymiana drzwi zewnętrznych	X					
Docieplenie dachu	X	X				
Docieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X			
Wymiana okien	X	X	X	X		
Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznych	X	X	X	X	X	
Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X	X	X	X

Symbolem X oznaczono wykonywanie danych prac w konkretnym wariantcie.

7.4.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$Q_0 = W_{d0} \cdot Q_{0CO} / \eta_0 + Q_{0CW}$ $q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$ $O_{or} = Q_0 \cdot O_z + q_0 \cdot O_m \cdot 12$ $\Delta O_r = O_{r1} - O_{r0}$						$Q_{1r} = w_{d1} \cdot Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$ $q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$ $O_{1r} = Q_1 \cdot O_z + q_1 \cdot O_m \cdot 12$					
Nr wariant.	Q_{0CO} Q_{1CO} GJ	q_{0CO} q_{1CO} kW	$W_{t0}W_{t1}$ $W_{d1}W_{d1}$	η_0 η_1	Q_{0CW} Q_{1CW} GJ	q_{0CW} q_{1CW} kW	Q_0 Q_1 GJ	q_0 q_1 kW	O_{or} O_{1r} zł	ΔO_r zł	N zł
stan istn.	1590,41	190,9	stan istniej, 1,00 1,00 stan docel, 1,00 1,00	0,79	15,91	5,5	2040,20	196,4	104 094	-	-
1	557,13	105,7		0,84	15,91	5,5	682,05	111,2	3		
2	566,96	107,2		0,84	15,91	5,5	693,81	112,7			
3	731,80	132,2		0,84	15,91	5,5	890,90	137,7			
4	955,85	165,7		0,84	15,91	5,5	1158,79	171,2			
5	1122,31	189,6		0,84	15,91	5,5	1357,82	195,1			
6	1590,41	190,9		0,84	15,91	5,5	1917,51	196,4			

Uwaga:

Q_{0CO} , Q_{1CO} - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji obliczone zgodnie z PN-EN ISO 13790:2009 z uwzględnieniem Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. Nr 43 poz. 346 z późn. zm.

q_{0CO} , q_{1CO} - zapotrzebowanie na moc cieplną przed i po termomodernizacji określone zgodnie z PN-EN 12831:2006

N- planowane koszty całkowite na wybrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujące koszty robót wraz z kosztami opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznych, zł zgodnie z załącznikiem nr 1.

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Optymalna kwota kredytu [zł, %]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu [zł]*	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Wariant 1			66,6				
2	Wariant 2			66,0				
3	Wariant 3			56,3				
4	Wariant 4			43,2				
5	Wariant 5			33,4				
6	Wariant 6			6,0				

* - przy założeniu stałego udziału środków własnych w wysokości 20% wartości robót

7.4.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący następujące usprawnienia:

- Docieplenie ścian zewnętrznych
- Docieplenie dachu
- Wymiana okien
- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Modernizacja instalacji wentylacji mechanicznej
- Całkowita wymiana węzła cieplnego i regulacja instalacji c.o.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

- oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 66,6 %, czyli powyżej 25 %
- wysokość premii jest nie wyższa niż dwukrotność przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii
- wysokość zaangażowanych środków własnych i wielkość zaciągniętego kredytu spełnia oczekiwania inwestora

7.4.5. Analiza ekologiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W niniejszym opracowaniu w celu określenia stopnia redukcji CO₂ w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wg optymalnego wariantu wykorzystano metodykę określoną przez NFOŚiGW w Warszawie oraz materiały publikowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE wykorzystując wskaźnik emisji CO₂ dla MSC w Warszawie wynoszący za 2014r: WE = 0,09387 Mg CO₂/GJ energii pierwotnej. Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej wynosi w tym przypadku wh = 0,7

Stan bieżący:

Emisja $0,7 \times 2040,20 \times 0,09387 = 134,06 \text{ MgCO}_2/\text{rok}$.

Wskaźnik EP = $0,7 \times 2040,20 \times 277,78 / 1456,47 = 272,38 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$

Stan docelowy:

Emisja $0,7 \times 682,05 \times 0,09387 = 44,82 \text{ Mg CO}_2/\text{rok}$.

Wskaźnik EP = $0,7 \times 682,05 \times 277,78 / 1456,47 = 91,06 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$

Redukcja:

$134,06 - 44,82 = 89,24 \text{ Mg CO}_2/\text{rok}$, tj. 66,6 %

8. Opis i przedmiar optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1 Opis i przedmiar robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu o grubości 14 cm i współczynnikiem λ wynoszącym co najwyżej 0,038 W/mK na powierzchni 1083,04 m² za sumę wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi, w tym remontem opaski
2. Ocieplenie dachu styropapą o grubości 15 cm i współczynnikiem λ wynoszącym co najwyżej 0,040 W/mK na powierzchni 1562,33 m² za sumę zł
3. Wymiana okien na okna plastikowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,1$ W/m²K. Do wymiany 230,10 m² okien. Łączna wartość prac zł
4. Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi aluminiowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m²K. Do wymiany 15,75 m² drzwi. Łączna wartość prac zł
5. Wprowadzenie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją. Przewidywany strumień powietrza wentylowanego 6944 m³/h. Wartość robót zł
6. Całkowita wymiana węzła cieplnego. Nowy węzeł cieplny o mocy ok. 125 kW, w tym 20 kW c.o., 20 kW cwu, 85 kW ct. Każda z funkcji węzła wyposażona w licznik ciepła. Węzeł sterowany urządzeniami automatyki pogodowej. Regulacja instalacji c.o. Przewidywana wartość robót zł.
7. Opracowanie niezbędnej dokumentacji projektowej i audytu energetycznego. Łącznie zł

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie
Udział środków własnych inwestora (20,0%)
Kredyt bankowy (80,0%)
Przewidywana premia termomodernizacyjna
Czas zwrotu nakładów SPBT 890.565/65.983 lat

UWAGA: Z uwagi na formę własności budynek nie kwalifikuje się do uzyskania premii termomodernizacyjnej.

8.3. Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej
2. Zawarcie umów z wykonawcami projektów i robót
3. Zgłoszenie zamiaru wykonywania robót
4. Realizacja robót i odbiór techniczny
5. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną lub o środki z innych źródeł
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)