

Audyty energetyczny

budynku

**Szkoły Podstawowej w Gardei
ul. Sportowa 1, 82-520 Gardeja**

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<i>Użyteczności publicznej</i>	1.2 Rok budowy	1956/1997
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Gardeja	1.4 Adres budynku	
	Ul. Kwidzyńska 27 82-520 Gardeja	Szkoła Podstawowa im. Obrońców Westerplatte w Gardei ul. Sportowa 1 82-520 Gardeja Woj.. Pomorskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt			
Powiślańska Regionalna Agencja Zarządzania Energią Górki 3a 82-500 Kwidzyn			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
mgr inż. Marek Duda uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej: wpis nr 14090			 podpis
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	dr Michał Duda	Inwentaryzacja, obliczenia cieplne	
5. Miejscowość: Gardeja		Data wykonania opracowania	2024
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			
2. Karta audytu energetycznego budynku			
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji			

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	PBU-59	PBU-59
2.1.2.	Liczba kondygnacji	3	3
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	12537,24	12537,24
2.1.4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	2790,33	2790,33
2.1.5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	0,00	0,00
2.1.6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 2.1.5) / (poz. 2.1.4) [%]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	300,00	300,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,42	0,42
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² ·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	0,44; 0,45; 0,23	0,20; 0,20; 0,23
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,20	0,20
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,90; 0,14; 0,98; 1,03; 1,82	1,90; 0,14; 0,98; 1,03; 1,82
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	2,20; 1,50; 1,50	0,90; 0,90; 1,50
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,80; 2,20	1,30; 1,30
2.2.7.	Stropy zewnętrzne	0,20; 0,27; 0,15	0,20; 0,27; 0,15
2.2.8.	Stropy wewnętrzne	2,36; 2,49; 2,37	2,36; 2,49; 2,37
2.2.9.	Ściany wewnętrzne	2,42; 1,41	2,42; 1,41
2.2.10.	Ściany na gruncie	1,59	1,59
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,732	3,500
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,800	0,960
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,930
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,930
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,850	0,850
2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,880	0,910
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji

2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,650	3,000
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,600	0,800
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,850	0,850
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka kanały grawitacyjne	stolarka kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	6770,42	6764,14
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,54	0,54
2.5.2.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja mechaniczna wywiewna	Wentylacja z odzyskiem
2.5.2.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kanały wentylacyjne	stolarka kanały grawitacyjne Vex/Vsup
2.5.2.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	6652,30	6652,30/6652,00
2.5.2.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,53	0,53
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	227,48	185,99
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie cwu [kW]	26,61	4,32
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1002,47	775,92
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1662,63	206,52
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	153,83	25,00
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1719,90	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Wraz z ciepłem na ogrzewanie – brak możliwości pomiaru	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	103,64	80,22
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	171,90	21,35

2.6.10.1)	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	75,48	71,02
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	49,10	133,00
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł/(MW·m-c)]	0,00	0,00
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m ³]	21,61	12,29
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ³⁾ [zł/(MW·m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² ·m-c)]	4,13	1,10
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	2000,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
2.8.1. Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
2.8.1.1.	EK - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² rok)]	187,80	23,94
2.8.1.2.	EP - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]	83,97	35,90
2.8.1.3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	87,25	
2.8.1.4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	1584,94	
2.8.1.5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	37,86	
2.8.1.6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	49,03	
2.8.1.7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	80688,53	
2.8.1.8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji ⁴⁾ [kW]	30,00	
2.8.2. Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
2.8.2.1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2.8.2.2. [zł]	netto	brutto
		1615043,07	1986502,97
2.8.2.2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [zł]	netto	brutto
		655000,00	805650,00
2.8.2.3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [%]	28,85	
2.8.2.4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE? ⁵⁾	NIE	
2.8.2.5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł]	0,00	
2.9. Grant termomodernizacyjny			
2.9.1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ²)]	70,00	
2.9.2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJA ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności		

	ciepłej określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane	
2.9.3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego ^{8)*)} [zł]	161504,31
2.10. Premia MZG i grant MZG⁹⁾		
2.10.1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy	NIE
2.10.2.	Wysokość premii MZG [zł]	0,00
2.10.3.	Wysokość grantu MZG ^{4)***)} [zł]	0,00
2.10.4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	0,00
2.11. Inne		
2.11.1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja	
2.11.2.	Budynek NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków	
2.11.3.	Przedsięwzięcie NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy	
2.11.4.	Z audytu energetycznego NIE WYNIKA, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾	
<p>1) UOZE [%] 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.</p> <p>2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p> <p>4) Jeśli dotyczy.</p> <p>5) Jeśli dotyczy, w przypadku, gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.</p> <p>6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.</p> <p>7) Niepotrzebne skreślić.</p> <p>8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.</p> <p>9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1.</p> <p>10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.</p> <p>*) wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:</p> <p>1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy,</p> <p>2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy,</p> <p>3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy</p> <p>**) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto</p> <p>***) 30% kosztów przedsięwzięcia netto</p>		

* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa z dnia 29 września 2022 r o zmienia niektórych ustaw wspierających poprawę warunków

mieszkańców.

2. Ustawa z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy - Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw.
3. Ustawa z dnia 23 stycznia 2020 r. o zmianie ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
4. Rozporządzenie z dnia 15.12.2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
5. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 24 sierpnia 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów.
7. Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 6 września 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
8. Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
9. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 stycznia 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o efektywności energetycznej.
10. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMOCAD 10.2

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

150000 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

10000000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Konstrukcja/technologia budynku	-	PBU-59
Kubatura budynku	-	12751,57 m ³
Kubatura ogrzewania	-	12537,24 m ³
Powierzchnia netto budynku	-	2790,33 m ²
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,42 m ⁻¹
Powierzchnia zabudowy budynku	-	0,00 m ²
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	300,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Główna część budynku z roku 1956 posiada trzy skrzydła A, B, i C połączone łącznikiem. Skrzydło A oraz B częściowo podpiwniczone. W piwnicy w skrzydle A znajduje się kotłownia z dwoma kotłami o jednostkowej mocy 190 kW na drewno kawałkowe i miał węglowy wyprodukowanymi w 2015 r. oraz zasobnik c.w.u. W części podpiwniczenia w skrzydle B znajduje się szatnia okryć zewnętrznych, która aktualnie jest wyłączona z użytkowania, a w pozostałą część stanowią pomieszczenia magazynowe nieogrzewane. Ściany zewnętrzne wykonane z filarów betonowych międzyokiennych z wypełnieniem pól pod oknami gazobetonem. Ściany szczytowe wykonane z gazobetonu. Całość w późniejszym okresie została docieplona warstwą styropianu o grubości 15 cm. Strop zewnętrzny łącznika oraz Sali gimnastycznej wykonany na konstrukcji stalowej kratowej z płytą bytomską. W pozostałej części skrzydła A, B i C strop zewnętrzny DMS. W późniejszym okresie strop zewnętrzny docieplony styropapą o grubości 15 cm. Stolarka okienna w Sali gimnastycznej z PVC w polach przeziernych z poliwęglanu komorowego, nieliczne pola z szybą podwójną zespoloną, w pozostałej części okna PVC z podwójną szybą zespoloną.

Skrzydło D zostało dobudowane w 1997 r. i składa się z dużej Sali gimnastycznej, sal lekcyjnych oraz pomieszczeń biurowych i sanitarnych. Ściana zewnętrzna bryły D warstwowa z cegły pełnej z izolacją cieplną umieszczoną pomiędzy warstwami murowanymi, w części stanowiącej salę gimnastyczną do wysokości 6 m. Ściana zewnętrzna Sali gimnastycznej (bryła D) powyżej 6 m wykonanie lekkie z izolacją z wełny mineralnej i obłożona blachą trapezową. Strop zewnętrzny w skrzydle D prefabrykowany „Trial” docieplony wełną mineralną, nad salą gimnastyczną dach na konstrukcji stalowej kratowej docieplony wełną mineralną i wykończony blachą trapezową. Stolarka okienna w Sali gimnastycznej PVC w polach przeziernych z poliwęglanu komorowego, w pozostałej części bryły okna PVC z podwójną szybą zespoloną.

W całym budynku system grzewczy centralny z centralną regulacją i grzejnikami płytowymi. W skrzydle D orurowanie systemu miedziane w pozostałych stalowe. Orurowanie bez izolacji w ciągach komunikacyjnych. Opał głównie w postaci drewna kawałkowego przygotowywany przez pracownika szkoły, często stanowi drewno nie sezonowane. Specyfika kotłów nie umożliwia dokładnego sterowania i często prowadzi do zwiększenia strat.



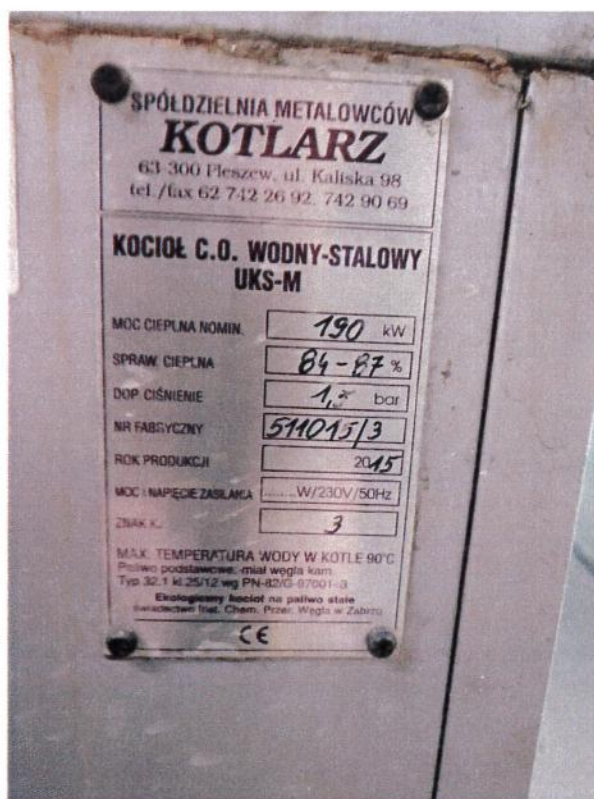
Rysunek 1 Bryła A budynku



Rysunek 2 Sala gimnastyczna



Rysunek 3 Bryła B budynku i tęcznik



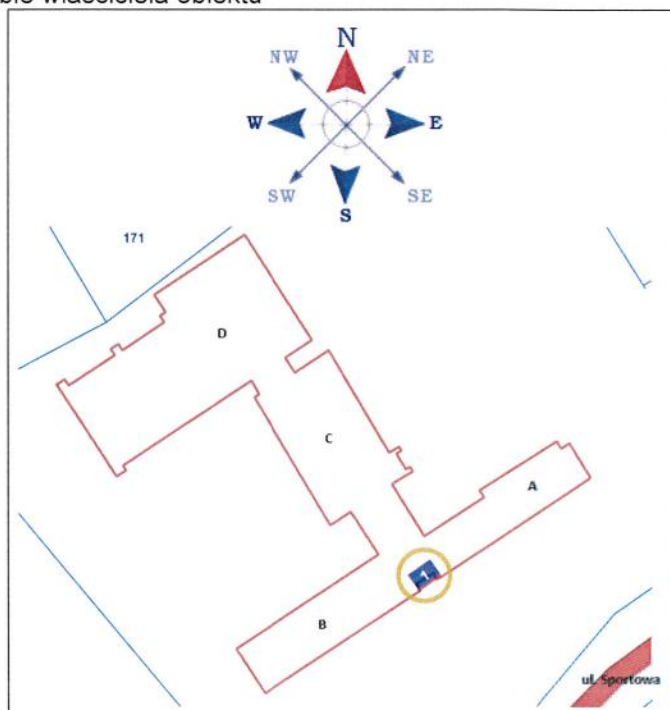
Rysunek 4 Tabliczka znamionowa jednego z dwóch posiadanych kotłów



Rysunek 5 Widok kotłowni

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w siedzibie właściciela obiektu

Usytuowanie budynku w stosunku do stron świata



4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	0,44; 0,45; 0,23	W/(m ² ·K)
Dach/stropodach	0,20	W/(m ² ·K)
Strop piwnicy	---	W/(m ² ·K)
Okna	2,20; 1,50; 1,50	W/(m ² ·K)
Drzwi/bramy	1,80; 2,20	W/(m ² ·K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² ·K)
Stropy zewnętrzne	0,20; 0,27; 0,15	W/(m ² ·K)
Stropy wewnętrzne	2,36; 2,49; 2,37	W/(m ² ·K)
Ściany wewnętrzne	2,42; 1,41	W/(m ² ·K)
Ściany na gruncie	1,59	W/(m ² ·K)
Podłogi na gruncie	1,90; 0,14; 0,98; 1,03; 1,82	W/(m ² ·K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	49,10 zł/GJ	133,00 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	2000,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	38,00 zł/GJ	133,00 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW·m-c)	0,00 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

kotły na drewno 70%		
Wytwarzanie	Kotły na biomase (słoma) automatyczne o mocy do 100kW	$\eta_{H,g} = 0,700$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z nieizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,800$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni	$w_t = 0,850$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 16 godzin	$w_d = 0,880$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,431
Informacje uzupełniające	...	

dotyczące przerw w ogrzewaniu		
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: wymiana kotłów	
kocioł na węgiel 30%		
Wytwarzanie	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r. Paliwo - węgiel kamienny	$\eta_{H,g} = 0,820$
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d} = 0,800$
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e} = 0,770$
Akumulacja ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s} = 1,000$
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 5 dni	$w_t = 0,850$
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: 16 godzin	$w_d = 0,880$
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s} =$		0,505
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
kotły na drewno 100%		
Wytwarzanie ciepła	Kotły stałotemperaturowe wyprodukowane przed 1980 r. (tylko przygotowanie ciepłej wody użytkowej)	$\eta_{W,g} = 0,650$
Przesył ciepłej wody	Systemy przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach jednorodzinnych	$\eta_{W,d} = 0,600$
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e} = 1,000$
Akumulacja ciepła	Zasobnik ciepłej wody użytkowej wyprodukowany po 2005 r.	$\eta_{W,s} = 0,850$
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \eta_{W,d} \eta_{W,s} \eta_{W,e} =$		0,332
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	6770,42	
Krotność wymian powietrza	0,54	
Rodzaj wentylacji	Wentylacja mechaniczna wywiewna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	kanały wentylacyjne Vex	

Strumień powietrza wentylacyjnego	6652,30
Krotność wymian powietrza	0,53

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
Strop zewnętrzny bryły A,B,C	Strop typu płyta bytomska, ocieplony warstwą styropapy – w dobrym stanie technicznym, modernizacja nie jest ekonomicznie uzasadniona
Strop wewnętrzny	Strop międzykondygnacyjny
Ściana zewnętrzna bryły A,B,C	Ściany zewnętrzne ocieplone warstwą styropianu 15 cm, stan techniczny dostateczny – widoczne ubytki tynku oraz zagrzybienie tynku, modernizacja nie jest ekonomicznie uzasadniona, zaleca się czyszczenie tynku
Ściana wewnętrzna bryły A	Ściana wewnętrzna
Ściana na gruncie	Ściana piwniczna, w dobrym stanie technicznym
Podłoga na gruncie	...
Podłoga na gruncie	...
Dach	Dach Sali gimnastycznej – konstrukcja lekka, stelażowa, ocieplony filcem, modernizacja nie jest ekonomicznie uzasadniona
Podłoga na gruncie	...
Podłoga na gruncie	...
Strop zewnętrzny bryły D	Strop typu płyta bytomska, ocieplony warstwą styropapy – w dobrym stanie technicznym, modernizacja nie jest ekonomicznie uzasadniona
Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna dolna	Ściana Sali gimnastycznej – wykonana z cegły pełnej, ocieplona od wewnątrz, istnieje możliwość modernizacji i poprawy izolacyjności
Strop zewnętrzny	...
Ściana wewnętrzna bryły A	...
Podłoga na gruncie	...
Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna górna	Ściana Sali gimnastycznej górna – lekka, istnieje możliwość modernizacji i poprawy izolacyjności
Strop wewnętrzny	...
Okno zewnętrzne OZ bryły AB	Okna PCV z początku lat 2000-nych, obecnie widoczne spracowanie konstrukcji i nieszczelności, możliwość wymiany na nową
Okno zewnętrzne OZ bryły A sala	Okna z poliwęglanu, możliwość wymiany na nowe
Drzwi zewnętrzne DZ wej. gł.	Drzwi z aluminium, obecnie liczne nieszczelności, możliwość wymiany na nowe
Drzwi zewnętrzne DZ wej. bryły B	Drzwi drewniane, obecnie liczne nieszczelności, możliwość wymiany na nowe
System grzewczy	System grzewczy oparty na kotłach na paliwo stałe, w głównej mierze na

	drewno kawałkowe, orurowanie głównie z rur stalowych, grzejniki stalowe z zaworami odcinającymi, nieliczne zawory termostatyczne zostały zdemontowane
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Zasobnik ciepłej wody użytkowej o pojemności 500 litrów znajduje się w kotłowni, system bez obiegów cyrkulacyjnych powoduje zużycie znacznej ilości wody, nie dając jednocześnie komfortu cieplnego
Wentylacja	Wentylacja w głównej mierze oparta o wentylację grawitacyjną, w Sali gimnastycznej centrala wywiewna – wentylacja mechaniczna, obecnie nie użytkowana

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia modernizacyjnego

6.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna górna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1, Maty z wełny mineralnej URSA DF 35, $\lambda = 0,035$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s	370,42m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k	370,42m ²	
Stopniodni: 3133,39 dzień·K/rok	$t_{wo} = 16,00$ °C	$t_{zo} = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	49,10	133,00	133,00	133,00
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	2000,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	10	12	14
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,447	0,196	0,177	0,160
Opór cieplny R	(m²K)/W	2,24	5,09	5,66	6,24
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	2,86	3,43	4,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	44,86	19,69	17,71	16,08
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0056	0,0025	0,0022	0,0020
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	23583,71	23847,96	24063,78
Cena jednostkowa usprawnienia K _i	zł/m²	---	310,00	320,00	330,00
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	141242,59	145798,81	150355,02
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	5,99	6,11	6,25

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 141242,59 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 5,99 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

Informacje uzupełniające:

Koszt poniesiony na rozebranie blachy od zewnątrz, wykonanie stelażu, dołożenie wełny mineralnej oraz zabezpieczenie od zewnątrz - folia i blachą, ewentualnie innym pokryciem chroniące przed wodą

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna dolna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s	654,10m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k	654,10m²	
Stopniodni: 3519,76 dzień·K/rok	$t_{wo} = \mathbf{18,36} \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = \mathbf{-18,00} \text{ }^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer		
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	49,10	133,00	133,00	133,00
Opłata za 1 MW Om zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	0,00	0,00
Inne koszty, abonament Ab zł/m-c	2000,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	10	12	14
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	0,438	0,191	0,173	0,158
Opór cieplny R (m ² K)/W	2,28	5,24	5,79	6,35
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m ² K)/W	---	2,96	3,51	4,07
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	87,21	39,32	35,43	32,24
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0104	0,0047	0,0042	0,0039
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	23052,16	23569,66	23993,97
Cena jednostkowa usprawnienia K_i zł/m ²	---	260,00	270,00	280,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u zł	---	209179,87	217225,25	225270,63
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	9,07	9,22	9,39

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 209179,87 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 9,07 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 10 cm

Informacje uzupełniające:

Nakład obejmuje ocieplenie ściany od zewnątrz metodą lekko-mokrą wraz z wykonaniem elewacji i robotami pomocniczymi (orynowanie) z wykorzystaniem styropianu o $\lambda < 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

6.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V **25,09** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją **4,20**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji **4,20**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów **4,20**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **3729,67** dzień K/rok $\theta_i = 19,29$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ zł/GJ	49,10	133,00	
Opłata za 1 MW zł/(MW·m-c)	0,00	0,00	
Inne koszty, abonament zł/m-c	2000,00	0,00	
Współczynnik c _m	1,35	1,00	
Współczynnik c _r	1,20	0,70	
Współczynnik a	---	---	
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	2,200	1,300	
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	36,82	21,50	
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0008	0,0005	
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	22948,25	
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi zł/m ²	---	2500,00	
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok zł	---	12915,00	
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw zł	---	0,00	
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	0,56	

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 12915,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 0,56 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Koszt obejmuje wymianę drzwi na nowe wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi tj. demontażem i obróbką

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

Modernizacja przegrody DZ wej. gł. 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V 110,99 m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją 11,34m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji 11,34m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów 11,34m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru Brak osłonięcia $c_r = 1,2$, $c_w = 1,00$

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna ($a > 4$)

Stopniodni: 3843,01 dzień·K/rok $\theta_i = 19,79$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer
			W1
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	49,10	133,00
Oplata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	2000,00	0,00
Współczynnik c_m		1,35	1,00
Współczynnik c_r		1,20	0,85
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,800	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	19,09	13,62
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0027	0,0020
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	23126,42
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	2500,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	34870,50
Koszt realizacji modernizacji wentylacji N_w	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	1,51

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 34870,50 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 1,51 lat

Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Modernizacja systemu wentylacji

$U = 1,30$

Informacje uzupełniające:

Koszt obejmuje wymianę drzwi na nowe wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi tj. demontażem i obróbką

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

Modernizacja przegrody OZ bryła A sala Zamiana 'Wentylacja mechaniczna wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V **6652,30** m³/h
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją **181,40**m²
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji **181,40**m²
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów **181,40**m²
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00
Stan istniejący: ---
Stopniodni: **3061,08** dzień·K/rok $\theta_i = 16,35$ °C $\theta_e = -18,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	49,10	133,00
Oplata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	2000,00	0,00
Współczynnik c_m	---	---	---
Współczynnik c_r	---	---	---
Współczynnik a	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,200	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	105,90	43,28
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,1186	0,0274
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	23443,89
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1200,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	267741,09
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	120000,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,54

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 387741,09 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,54 lat

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Nakłady obejmują wymianę okien na sali gimnastycznej dużej oraz małej wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi oraz montaż wentylacji nawiewno-wywiewnej wraz z rekuperacją o sprawności min. 72% - dla każdej z sal gimnastycznych

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

Modernizacja przegrody OZ bryła AB 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V **6634,34** m³/h
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją **415,02**m²
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji **415,02**m²
 Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów **415,02**m²
 Stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00
 Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)
 Stopniodni: **3890,54** dzień·K/rok θi = **20,00** °C θe = **-18,00** °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Oplata za 1 GJ	zł/GJ	49,70	95,00
Oplata za 1 MW	zł/(MW·m-c)	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	zł/m-c	4000,00	0,00
Współczynnik c _m		1,35	1,00
Współczynnik c _r		1,20	0,70
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,500	0,900
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	904,26	533,02
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,1394	0,0998
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	42304,83
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	1400,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	714667,02
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	0,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,89

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 714667,02 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,89 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 0,90

Informacje uzupełniające:

Nakład obejmuje wymianę stolarki okiennej na nową, wraz z parapetami i robotami wykończeniowymi

6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

		Stan istniejący	Wariant 1
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,55	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	1684,00	1684,00
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	12,00	12,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	1,50	1,50
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,65	3,00
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	0,60	0,80
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,85	0,85
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	153,83	25,00
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	26,61	4,32

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	38,00	133,00
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/rok]	---	2520,81
Koszt modernizacji N_u	[zł]	---	129150,00
SPBT	[lat]	---	51,23

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia	Nakłady [zł]
pompa ciepła	30750,00
wymiana cwu	98400,00
---	---
Suma:	129150,00

6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu ciepłej wody użytkowej

pompa ciepła 100%	
Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	wykorzystanie pompy ciepła wspólnie na potrzeby cwu i co
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	wymiana rurociągów wraz z ich izolacją, montaż cyrkulacji
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	pozostawienie istniejącego zbiornika cwu

Koszt wskazany jako pompa ciepła to koszt dostosowania pompy ciepła zakupionej na cele c.o. do wykorzystania do cwu. Przewiduje się poprowadzenie nowej instalacji cwu wraz z obiegiem cyrkulacyjnym, sterowanie cyrkulacją jak również pompą ciepła oraz temperaturą cwu powinno być możliwe z aplikacji użytkownika dla administratora budynku celem maksymalnego wykorzystania własnej energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych.

6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	49,10	133,00
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	0,00	0,00
Inne koszty, abonament	[zł]	2000,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową	[GJ]	1002,47	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,2275	
Sprawność systemu grzewczego		0,451	2,906
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/rok]	---	68704,66
Koszt modernizacji	[zł]	---	977886,90
SPBT	[lat]	---	14,23

Wariant 2
75,00
0,00
0,00
0,747
26368,40
535086,90
20,29

Informacje uzupełniające:

Wariant 1 obejmuje montaż pomp ciepła powietrznych, natomiast wariant 2 obejmuje wykorzystanie kotłów na pellet. Wybrany został wariant nr 1. Obejmuje on montaż 4 pomp ciepła o mocy po 36kW każda, które mogą pracować w kaskadzie, montaż zbiornika buforowego, wykonanie wszelkich robót koniecznych dla uruchomienia pomp ciepła – jak np. instalacja elektryczna do ich zasilania, montaż pomp obiegowych etc. Przewiduje się wymianę instalacji c.o. w całym budynku z zastosowaniem zaworów termostatycznych oraz regulacji automatycznej.

Dostęp do parametrów pracy oraz obiegów powinien być możliwy z aplikacji dostępnej dla administratora celem możliwości sterowania grupą pomieszczeń zasilanych z danego obiegu w celu maksymalnego wykorzystania możliwości ograniczenia temperatury ogrzewania.

6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych η oraz współczynników w
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	3,500
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,960
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,930
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	0,930
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	0,850
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,910
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	2,906

*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia	Nakłady [zł]
pompa ciepła o mocy 36kW wraz z montażem	590400,00
wymiana ogrzewania w budynku	346896,90
montaż automatyki	9840,00
zbiornik buforowy	30750,00
Suma:	977886,90

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

pompy ciepła 100%	
Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	przewiduje się montaż powietrznych pomp ciepła w kaskadzie 2x70kW
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	przewiduje się wymianę instalacji grzewczej wraz jej zaizolowaniem
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	przewiduje się wymianę grzejników, montaż zaworów termostatycznych jak również montaż automatyki pogodowej
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	przewiduje się montaż zbiornika buforowego
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	poprzez automatykę oraz sterowanie zdalne źródłem ciepła ograniczony zostanie czas prac w ciągu dnia i tygodnia

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowanie według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'	12915,00 zł	0,56
2.	Modernizacja przegrody DZ wej. gł. 'Wentylacja grawitacyjna'	34870,50 zł	1,51
3.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	141242,59 zł	5,99
4.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	209179,87 zł	9,07
5.	Modernizacja przegrody OZ bryła A sala Zamiana 'Wentylacja mechaniczna wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	387741,09 zł	16,54
6.	Modernizacja przegrody OZ bryła AB 'Wentylacja grawitacyjna'	714667,02 zł	16,89
7.	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	129150,00 zł	51,23
8.	Instalacja OZE	184500,00 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	977886,90	14,23

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'	12915,00
2	Modernizacja przegrody DZ wej. gł. 'Wentylacja grawitacyjna'	34870,50
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	141242,59
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	209179,87
5	Modernizacja przegrody OZ bryła A sala Zamiana 'Wentylacja mechaniczna wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	387741,09
6	Modernizacja przegrody OZ bryła AB 'Wentylacja grawitacyjna'	714667,02
7	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	129150,00
8	Modernizacja systemu grzewczego	977886,90
9	Instalacja OZE	184500,00
Całkowity koszt		2792152,97

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'	12915,00
2	Modernizacja przegrody DZ wej. gł. 'Wentylacja grawitacyjna'	34870,50
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	141242,59

4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	209179,87
5	Modernizacja przegrody OZ bryła A sala Zamiana 'Wentylacja mechaniczna wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	387741,09
6	Modernizacja przegrody OZ bryła AB 'Wentylacja grawitacyjna'	714667,02
7	Modernizacja systemu grzewczego	977886,90
8	Instalacja OZE	184500,00
Całkowity koszt		2663002,97

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'	12915,00
2	Modernizacja przegrody DZ wej. gł. 'Wentylacja grawitacyjna'	34870,50
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	141242,59
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	209179,87
5	Modernizacja przegrody OZ bryła A sala Zamiana 'Wentylacja mechaniczna wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'	387741,09
6	Modernizacja systemu grzewczego	977886,90
7	Instalacja OZE	184500,00
Całkowity koszt		1948335,95

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'	12915,00
2	Modernizacja przegrody DZ wej. gł. 'Wentylacja grawitacyjna'	34870,50
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	141242,59
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	209179,87
5	Modernizacja systemu grzewczego	977886,90
6	Instalacja OZE	184500,00
Całkowity koszt		1560594,86

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'	12915,00
2	Modernizacja przegrody DZ wej. gł. 'Wentylacja grawitacyjna'	34870,50
3	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna	141242,59
4	Modernizacja systemu grzewczego	977886,90
5	Instalacja OZE	184500,00
Całkowity koszt		1351414,99

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'	12915,00
2	Modernizacja przegrody DZ wej. gł. 'Wentylacja grawitacyjna'	34870,50
3	Modernizacja systemu grzewczego	977886,90
4	Instalacja OZE	184500,00
Całkowity koszt		1210172,40

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'	12915,00
2	Modernizacja systemu grzewczego	977886,90
3	Instalacja OZE	184500,00
Całkowity koszt		1175301,90

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	977886,90
2	Instalacja OZE	184500,00
Całkowity koszt		1162386,90

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	Sumaryczna strata ciepła budynku	Roczne zapotrzebowanie energii budynku	Średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	Kubatura pomieszczeń ogrzewanych	Kubatura budynku	Kubatura przestrzeni ogrzewanej	Wskaźnik cieplny budynku	Stosunek pow. przegrod zewnętrznych do kubatury przestrzeni
	[MW]	[GJ]	[°C]	[m²]	[m³]	[m³]	[m³]	[W/m³]	[1/m]
0	0,2275	1002,47	18,08	2686,79	12537,24	12751,57	12537,24	18,35	0,42
1	0,1860	775,92	18,08	2686,79	12537,24	12751,57	12537,24	17,63	0,42
2	0,1860	775,92	18,08	2686,79	12537,24	12751,57	12537,24	17,63	0,42
3	0,1954	859,79	18,08	2686,79	12537,24	12751,57	12537,24	17,64	0,42
4	0,2183	924,53	18,08	2686,79	12537,24	12751,57	12537,24	17,64	0,42
5	0,2240	973,82	18,08	2686,79	12537,24	12751,57	12537,24	18,10	0,42
6	0,2272	999,64	18,08	2686,79	12537,24	12751,57	12537,24	18,35	0,42
7	0,2273	1001,28	18,08	2686,79	12537,24	12751,57	12537,24	18,35	0,42

8	0,2275	1002,47	18,08	2686,79	12537,24	12751,57	12537,24	18,35	0,42
---	--------	---------	-------	---------	----------	----------	----------	-------	------

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ $Q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ $Q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$W_{t0,1}$	$W_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\% \Delta O$
-	GJ	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	1002,47 0,2275	153,83 0,0266	0,45	0,85	0,88	1816,46	111480,6 9	---	---
1	775,92 0,1860	25,00 0,0043	2,91	0,85	0,91	231,52	30792,16	80688,53	72,38
2	775,92 0,1860	153,83 0,0266	2,91	0,85	0,91	360,35	33312,97	78167,72	70,12
3	859,79 0,1954	153,83 0,0266	2,91	0,85	0,91	382,67	36282,07	75198,62	67,45
4	924,53 0,2183	153,83 0,0266	2,91	0,85	0,91	399,90	38573,83	72906,86	65,40
5	973,82 0,2240	153,83 0,0266	2,91	0,85	0,91	413,02	40318,82	71161,87	63,83
6	999,64 0,2272	153,83 0,0266	2,91	0,85	0,91	419,90	41232,92	70247,77	63,01
7	1001,28 0,2273	153,83 0,0266	2,91	0,85	0,91	420,33	41290,91	70189,78	62,96
8	1002,47 0,2275	153,83 0,0266	2,91	0,85	0,91	420,65	41333,10	70147,59	62,92

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Premia termomodernizacyjna
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]
1.	2792152,97	80688,53	87,25	0,00
2.	2663002,97	78167,72	80,16	0,00
3.	1948335,95	75198,62	78,93	0,00
4.	1560594,86	72906,86	77,98	0,00
5.	1351414,99	71161,87	77,26	0,00
6.	1210172,40	70247,77	76,88	0,00

7.	1175301,90	70189,78	76,86	0,00
8.	1162386,90	70147,59	76,84	0,00

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	2792152,97 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	150000,00 zł		
- planowana kwota kredytu	---	2642152,97 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	0,00 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	80688,53 zł	tj.	72,38 %

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna górna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Maty z wełny mineralnej URSA DF 35

Uwagi:

Koszt poniesiony na rozebranie blachy od zewnątrz, wykonanie stelarzu, dołożenie wełny mineralnej oraz zabezpieczenie od zewnątrz - folia i blacha

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna sala gimnastyczna dolna**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 10 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

Nakład obejmuje ocieplenie ściany od zewnątrz metodą lekko-mokrą wraz z wykonaniem elewacji i robotami pomocniczymi (orynnowanie) z wykorzystaniem styropianu o $\lambda < 0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ wej. bryła B 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Uwagi:

Koszt obejmuje wymianę drzwi na nowe wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi tj. demontażem i obróbką

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ wej. gł. 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Uwagi:

Koszt obejmuje wymianę drzwi na nowe wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi tj. demontażem i obróbką

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ bryła A sala Zamiana 'Wentylacja mechaniczna wywiewna' na 'Wentylacja z odzyskiem'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $0,900 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Uwagi:

Nakłady obejmują wymianę okien na sali gimnastycznej dużej oraz małej wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi oraz montaż wentylacji nawiewno-wywiewnej wraz z rekuperacją o sprawności min. 72% - dla każdej z sal gimnastycznych

O4

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ bryła AB 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $0,900 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Uwagi:

Nakład obejmuje wymianę stolarki okiennej na nową, wraz z parapetami i robotami wykończeniowymi

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. pompa ciepła
2. wymiana cwu

Uwagi:

Koszt wskazany jako pompa ciepła to koszt dostosowania pompy ciepła zakupionej na cele c.o. do wykorzystania do cwu. Przewiduje się poprowadzenie nowej instalacji cwu wraz z obiegiem cyrkulacyjnym, sterowanie cyrkulacją jak również pompą ciepła oraz temperaturą cwu powinno być możliwe z aplikacji użytkownika dla administratora budynku celem maksymalnego wykorzystania własnej energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych.

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

1. pompa ciepła o mocy 70kW wraz z montażem
2. wymiana ogrzewania w budynku
3. montaż automatyki
4. zbiornik buforowy

Uwagi:

Usprawnienie obejmuje montaż 2 pomp ciepła o mocy po 70kW każda, które mogą pracować w kaskadzie, montaż zbiornika buforowego, wykonanie wszelkich robót koniecznych dla uruchomienia pomp ciepła – jak np. instalacja elektryczna do ich zasilania, montaż pomp obiegowych etc. Przewiduje się wymianę instalacji c.o. w całym budynku z zastosowaniem zaworów termostatycznych oraz regulacji automatycznej. Dostęp do parametrów pracy oraz obiegów powinien być możliwy z aplikacji dostępnej dla administratora celem możliwości sterowania grupą pomieszczeń zasilanych z danego obiegu w celu maksymalnego wykorzystania możliwości ograniczenia temperatury ogrzewania.

Mikroinstalacja

Usprawnienie: **Instalacja OZE**

Moc mikroinstalacji: 30,00 kW

