doradztwo energetyczne
03-532 Warszawa, ul. Obwodowa 11 j
tel. 604 443 003, 608 375 628, tel./fax: +48 22 743 69 38
www.argoxee.com.pl
argoxee@poczta.fm, p.peska@argoxee.com.pl

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 2 PRZY UL. NARUTOWICZA 21 W BŁONIU

wykonany zgodnie z ustawą z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów



Zamawiający	**Gmina Błonie**
	ul. Rynek 6
	05-870 Błonie
Data wykonania	**maj 2012 r.**

1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	budynek oświaty	1.2 Rok budowy	1965
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Błonie ul. Rynek nr 6 kod: 05-870 miejscowość: Błonie tel. (22) 7253004 fax: (22) 7253067 PESEL --------- Nazwa --------- nr ---------	1.4 Adres budynku ul. Narutowicza nr 21 kod: 05-870 miejscowość: Błonie powiat: warszawski zachodni województwo: mazowieckie	

2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:

Argox Eco Energia Tomasz Jaremkiewicz, 03-532 Warszawa, ul. Obwodowa 11j, REGON: 142050522

3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:

mgr inż. Tomasz Jaremkiewicz, 03-532 Warszawa, ul. Obwodowa 11j, studia podyplomowe „Budownictwo energooszczędne, certyfikacja energetyczna, audyt energetyczny i termomodernizacja budynków" MEiL PW, audytor energetyczny ZAE Nr 1641

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac

Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego
1.	Przemysław Peska	Wizja lokalna, dokumentacja fotograficzna, uzgodnienia z Inwestorem
2.	mgr inż. Leszek Jaremkiewicz uprawnienia budowlane St-527/85 audytor energetyczny ZAE Nr 1631	Ocena stanu istniejącego

5. Miejscowość: Warszawa data wykonania opracowania: 2012-05-14

6. Spis treści

1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU 1
2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU 3
3. WYKAZ DOKUMENTÓW I DANYCH ŹRÓDŁOWYCH ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA, STANOWIĄCE OGRANICZENIA ZAKRESU MOŻLIWYCH ULEPSZEŃ 5
   - 3.1. Wykaz dokumentów, będących podstawą do wykonania audytu 5
   - 3.2. Dane źródłowe 5
   - 3.3. Wytyczne i uwagi inwestora 5
   - 3.4. Wykaz norm i rozporządzeń 5
4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU 7
   - 4.1. Ogólne dane techniczne 7
   - 4.2. Dokumentacja techniczna – rzuty poziome 10
   - 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku 10
   - 4.4. Charakterystyka energetyczna budynku 13
   - 4.5. Charakterystyka systemu grzewczego 15
   - 4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej 17
   - 4.7. Charakterystyka kotłowni lub węzła cieplnego w budynku 17
   - 4.8. Charakterystyka systemu wentylacji 17
   - 4.9. Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych 18

4.10. Charakterystyka instalacji elektrycznej 18
5. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU W ZAKRESIE ISTOTNYM DLA WSKAZANIA WŁAŚCIWYCH ULEPSZEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH 19
5.1. Ocena izolacyjności przegród zewnętrznych budynku 19
5.2. Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznych 20
6. ZESTAWIENIE WSKAZANYCH RODZAJÓW ULEPSZEŃ ORAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYKONANYCH ZGODNIE Z ALGORYTMEM OCENY OPŁACALNOŚCI I PODDANYCH OPTYMALIZACJI 21
7. DOKUMENTACJA WYKONANIA KOLEJNYCH KROKÓW OPTYMALIZACYJNYCH ALGORYTMU OCENY OPŁACALNOŚCI PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO I WYBORU OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO 22
7.1. Ulepszenia termomodernizacyjne mające na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego 25
7.2. Zestawienie zoptymalizowanych ulepszeń i wariantów termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów SPBT 38
7.3. Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego 39
7.4. Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 41
8. OPIS TECHNICZNY OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI 50
8.1. Opis robót 50
ZAŁĄCZNIK 1 52
Szczegółowa budowa przegród wielowarstwowych 52
ZAŁĄCZNIK 2 61
Dokumentacja obliczenia zapotrzebowania na ciepło oraz moc dla wariantu istniejącego i wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 61
ZAŁĄCZNIK 3 67
Rzut parteru 67

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja/technologia budynku	Konstrukcja żelbetowa, prefabrykowana	
2	Liczba kondygnacji	od 1 do 4	
3	Kubatura części ogrzewanej [m³]	11064.76	
4	Powierzchnia netto budynku [m²]	2853.70	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m²]	0.00	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²]	2853.70	
7	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8	Liczba osób użytkujących budynek	575	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Źródłem ciepła dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej są podgrzewacze elektryczne	
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Źródłem ciepła dla budynku jest miejska sieć ciepłownicza	
11	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0.44	
12	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
1	Ściana zewnętrzna północna	1.271	1.271
2	Ściany zewnętrzne	1.271	0.243
3	Ściana przylegająca do gruntu	1.226	0.272
4	Podłoga na gruncie	0.511	0.511
5	Stropodach niewentylowany	0.984	0.218
6	Stropodach wentylowany	1.192	0.215
7	Drzwi drewniane	3.000	1.600
8	Drzwi wymienione	1.800	1.800
9	Luksfery	5.000	2.560
10	Okna	1.600	1.600
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania	0.93	0.93
2	Sprawność przesyłania	0.96	0.98
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0.75	0.93
4	Sprawność akumulacji	1.00	1.00
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1.00	1.00
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1.00	1.00

4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	kanały wentylacji grawitacyjnej, nieszczelności okien i drzwi	kanały wentylacji grawitacyjnej, nieszczelności okien i drzwi
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m³/h]	9959.54	9927.17
4	Liczba wymian [1/h]	1.04	1.04
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	344.00	242.23
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	19.83	19.83
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2159.82	1267.22
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3225.53	1495.06
5	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	255.93	255.93
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m² rok)]	210.25	123.36
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m² rok)]	314.00	145.54
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1	Cena za 1GJ na ogrzewanie**) [zł]	71.66	71.66
2	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc***) [zł]	10597.95	10597.95
3	Opłata za podgrzanie 1 m^3 wody użytkowej **) [zł]	36.66	36.66
4	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie wody użytkowej na miesiąc***) zł]	4452.60	4452.60
5	Opłata za ogrzanie 1 m^2 pow. użytkowej [zł]	6.75	3.13
6	Opłata abonamentowa [zł]	27.92	27.92
7	Inne: Cena za 1GJ na podgrzanie wody użytkowej [zł]	192.94	192.94

7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu [zł]	1101619.21	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	49.79		
Planowane koszty całkowite [zł]	1101619.21	Premia termomodernizacyjna [zł]	176259.07		
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	137112.74				

*) - dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

**) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

***) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

3. WYKAZ DOKUMENTÓW I DANYCH ŹRÓDŁOWYCH ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA, STANOWIĄCE OGRANICZENIA ZAKRESU MOŻLIWYCH ULEPSZEŃ

3.1. Wykaz dokumentów, będących podstawą do wykonania audytu

Umowa na opracowanie audytów energetycznych dla budynków należących do gminy Błonie.

3.2. Dane źródłowe

1) Audyt energetyczny budynku, listopad 2009
2) Projekt architektoniczno-budowlany termomodernizacji budynku, grudzień 2009
3) Projekt instalacji centralnego ogrzewania, 2010
4) Dokumentacja fotograficzna, marzec 2012
5) Wizja lokalna, marzec 2012
6) Wywiad przeprowadzony z przedstawicielami Inwestora, marzec 2012

3.3. Wytyczne i uwagi inwestora

Analiza możliwości obniżenia kosztów eksploatacyjnych obiektu, poprzez wskazanie uzasadnionych ekonomicznie rozwiązań wpływających na zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię do ogrzewania. Sprawdzenie ich opłacalności zgodnie z metodą określoną w rozporządzeniu w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego. Wskazanie do realizacji optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Przedstawienie uzasadnionych ekonomicznie rozwiązań poprawiających komfort użytkowania obiektu.

Zleceniodawca określił następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu budynku

1) Ocieplenie przegród zewnętrznych budynku.
2) Wymiana okien i drzwi zewnętrznych.
3) Modernizacja systemu grzewczego.
4) Środki własne Inwestora przeznaczone na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego: 0% kosztów przedsięwzięcia.

3.4. Wykaz norm i rozporządzeń

1) Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane [Dz.U. 2006 Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.]
2) Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów [Dz.U. 2008 Nr 223 poz. 1459, z póź. zm.]
3) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego,

wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego [Dz.U. 2009 Nr 43 poz. 346]

4) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej [Dz.U. 2008 Nr 201 poz. 1240]
5) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowani [Dz.U. 2008 Nr 201 poz. 1238 z póź. zm.]
6) Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego [Dz.U. z 16 września 2004 r. Nr 202, poz. 2072]
7) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym [Dz.U. 2004 nr 130 poz. 1389]
8) Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia
9) Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania
10) Polska Norma PN-EN ISO 13370 Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania
11) Polska Norma PN-EN ISO 14683 Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne
12) Polska Norma PN-B-03430:1983 Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania
13) Polska Norma PN-B-03430:1983/AZ3:2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania
14) Polska Norma PN-EN 12831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego
15) Polska Norma PN-EN 13830:2005 Ściany osłonowe – Norma wyrobu
16) Polska Norma PN-EN 14351-1:2006 Okna i drzwi – Norma wyrobu, właściwości eksploatacyjne – Część 1: Okna i drzwi zewnętrzne bez właściwości dotyczących odporności ogniowej i/lub dymoszczelności
17) Polska Norma PN-EN ISO 15927-1:2005 Cieplno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków – Obliczanie i prezentacja danych klimatycznych – Część 1: Średnie miesięczne niezależnych parametrów meteorologicznych
18) Polska Norma PN-EN ISO 15927-4:2007 Cieplno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków – Obliczanie i prezentacja danych klimatycznych – Część 4: Dane godzinowe do oceny rocznego zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia
19) Polska Norma PN-EN ISO 13789: 2008 Cieplne właściwości użytkowania budynków – Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU

4.1. Ogólne dane techniczne

4.1.1. Opis konstrukcji i technologii

Budynek Szkoły Podstawowej nr 2 im. Janusza Korczaka przy ul. Narutowicza 21 w Błoniu został zbudowany w 1965 roku.

Obiekt składa się z czterokondygnacyjnego budynku głównego, parterowego łącznika oraz sali gimnastycznej z zapleczem.

Lokalizację budynku Szkoły Podstawowej nr 2 pokazano na Rys. 1.



Rys. 1. Lokalizacja budynku głównego Szkoły Podstawowej nr 2
(źródło: google.maps.pl)

Budynek główny jest obiektem dwuklatkowym, wzniesionym na planie prostokąta o wymiarach 45.6 × 15.8 m i wysokości około 14.5 m.

Budynek sali gimnastycznej jest obiektem jedno i dwukondygnacyjnym, wzniesionym na planie prostokąta o wymiarach 18.6 × 18.5 m i wysokości około 7.7 m.

Budynek łącznika zbudowany jest na planie prostokąta o wymiarach 10.0 × 5.5 m i wysokości około 7 m.

Konstrukcja budynku ramowa, żelbetowa. Ściany z cegły żerańskiej. Stropy żelbetowe, prefabrykowane z płyt żerańskich.

Stropodach budynku głównego wentylowany ocieplony trocinami i płytą trzcinową grubości około 0.05 m, kryty papą asfaltową na lepiku. Stropodach łącznika oraz zaplecza sali z pustką powietrzną, ocieplony płytami trzcinowymi. Stropodach sali gimnastycznej niewentylowany z płyt panwiowych, ocieplony supremą grubości 0.10 m.

Stropodachy kryte papą asfaltową na lepiku.

Posadzka w sali gimnastycznej wykończona klepką dębową, z pozostałych pomieszczeniach wykończona lastriko, terakotą lub PCV, w zależności od przeznaczenia pomieszczenia. Podłogi na gruncie zaizolowane matami trzcinowymi grubości 0.05 m.

Okna wymienione kilkanaście lat temu na okna PCV. Okna sali gimnastycznej wymienione na okna szklone poliwęglanem komórkowym. Na klatkach schodowych budynku głównego luksfery.

Drzwi wejściowe wymienione na aluminiowe, pozostałe drewniane lub stalowe.

W najbliższym czasie planowana jest rozbudowa budynku głównego w kierunku północnym o około 6.75 m.

Na Rys. 2 ÷ Rys. 9 pokazano elewacje Szkoły Podstawowej nr 2 przy ul. Narutowicza 21 w Błoniu.



Rys. 2. Elewacje wschodnia budynku głównego



Rys. 3. Elewacja zachodnia budynku głównego



Rys. 4. Elewacja południowa budynku głównego



Rys. 5. Elewacja północna budynku głównego



Rys. 6. Elewacja północna sali gimnastycznej



Rys. 7. Elewacja południowa sali gimnastycznej



Rys. 8. Elewacja wschodnia sali gimnastycznej



Rys. 9. Elewacja północna łącznika

4.1.2. Nazwa systemu

System żerański.

4.1.3. Wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe

Wskaźnik	j.m.	Wartość
Powierzchnia zabudowy	[m^2]	1172.64
Powierzchnia netto pomieszczeń ogrzewanych	[m^2]	2853.70
Kubatura ogrzewanej części budynku	[m^3]	11064.76

4.1.4. Średnia wysokość kondygnacji

Wskaźnik	Wartość [m]
Budynek główny	3.20
Sala gimnastyczna	5.75÷6.60
Zaplecze sali gimnastycznej	2.50
Łącznik	3.54

4.1.5. Współczynnik kształtu

Współczynnik kształtu obiektu A/V wynosi 0.44 m^{-1}.

4.2. Dokumentacja techniczna – rzuty poziome

Rzuty budynku zawiera ZAŁĄCZNIK 3.

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Ściany zewnętrzne

Ściany zewnętrzne budynku Szkoły Podstawowej nr 2 przy ul. Narutowicza 21 w Błoniu z cegły żerańskiej ocieplonej bloczkami betonu komórkowego.

Ściany pokryte tynkiem cementowo-wapiennym.

Współczynnik przenikania ciepła ścian równy 1.271 W/(m^2·K).

Szczegółową budowę ścian zewnętrznych zawiera Załącznik nr 1.

Ściany budynku pokazano na Rys. 10 ÷ Rys. 13.



Rys. 10. Fragment ściany zachodniej budynku głównego



Rys. 11. Ściany budynku głównego



Rys. 12. Ściany sali i łącznika



Rys. 13. Wschodnia ściana sali gimnastycznej

4.3.2. Dachy

Stropodach budynku głównego, łącznika oraz zapleczem sali gimnastycznej wentylowany, ocieplony trocinami i płytą trzcinową grubości około 0.05 m.

Stropodach sali gimnastycznej z płyt dachowych panwiowych, ocieplony supremą grubości 0.10 m.

Stropodachy pokryte papą asfaltową. Stan techniczny pokrycia dachowego niezadowalający.

Współczynnik przenikania ciepła stropodachu wentylowanego równy 1.192 W/(m^2·K), stropodachu sali gimnastycznej – 0.984 W/(m^2·K).

Szczegółową budowę dachu zawiera ZAŁĄCZNIK 1.

Dach budynku głównego pokazano na Rys. 14 ÷ Rys. 15.



Rys. 14. Dach budynku głównego



Rys. 15. Stan pokrycia z papy na dachu budynku głównego

4.3.3. Podłogi na gruncie, ściany przylegające do gruntu

Podłogi na gruncie zaizolowane warstwą mat trzcinowych o grubości 0.05 m.

Współczynnik przenikania ciepła podłogi na gruncie równy 0.511 W/(m^2·K), zaś ściany przylegającej do gruntu 1.226 W/(m^2·K).

Szczegółową budową podłóg na gruncie oraz ścian przylegających do gruntu zawiera ZAŁĄCZNIK 1.

4.3.4. Okna

Okna w budynku wymieniono na nowe okna PCV.

Współczynnik przenikania ciepła okien PCV równy 1.600 W/(m^2·K).

W ścianie wschodnie budynku głównego w ścianach klatek schodowych zamontowano luksfery.

Do obliczeń przyjęto współczynnik przenikania ciepła luksferów równy 5.000 W/(m^2·K).

Szczegółowe parametry okien zawiera ZAŁĄCZNIK 1.

Na Rys. 16 ÷ Rys. 19 pokazano okna w budynku głównym Szkoły Podstawowej nr 2.



Rys. 16. Okna i luksfery – elewacja wschodnia



Rys. 17. Okna PCV



Rys. 18. Okna północne sali gimnastycznej



Rys. 19. Okna sali gimnastycznej

4.3.5. Drzwi

Drzwi zewnętrzne aluminiowe, ocieplone oraz stare drewniane.

Do obliczeń przyjęto współczynnik przenikania ciepła drzwi aluminiowych równy 1.800 W/(m^2·K), zaś drzwi drewnianych 3.000 W/(m^2·K)

Szczegółowe parametry drzwi zewnętrznych zawiera ZAŁĄCZNIK 1.

Na Rys. 20 ÷ Rys. 23 pokazano drzwi wejściowe do budynku szkoły.



Rys. 20. Drzwi łącznika



Rys. 21. Drzwi drewniane – budynek główny



Rys. 22. Drzwi drewniane



Rys. 23. Drzwi drewniane – sala gimnastyczna

4.4. Charakterystyka energetyczna budynku

Źródłem ciepła dla systemu centralnego ogrzewania jest miejska sieć ciepłownicza. Węzeł cieplny zlokalizowany w budynku szkoły (Rys. 24).



Rys. 24. Węzeł cieplny

4.4.1. Moc cieplna

Wielkość	Jednostka	Wartość
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	kW	344.00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	kW	19.83

4.4.2. Zapotrzebowanie na ciepło

Wielkość	Jednostka	Wartość
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	2159.82
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	kWh/(m²·rok)	210.25
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	kWh/(m² rok)	314.00
Wskaźnik kubaturowy rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	kWh/(m^3 rok)	80.98

4.4.3. Zużycie energii

Wielkość	Jednostka	Wartość
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	GJ/rok	3225.53
Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	255.93

4.4.4. Wysokość taryf i opłat

Symbol	Objaśnienia	Jednostka	Wartość
Przed wykonaniem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Ogrzewanie budynku – paliwo/źródło energii: **ciepło sieciowe**, udział w instalacji c.o. 100%			
O_{0z}	Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii	zł/GJ	71.66
O_{0m}	Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii	zł/(MW·miesiąc)	10597.95
Ab_0	Miesięczna opłata abonamentowa	zł/miesiąc	0.00

Przygotowanie c.w.u. – paliwo/źródło energii: **energia elektryczna**, udział w instalacji c.w.u. 100%			
O_{0z}	Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii	zł/GJ	192.94
O_{0m}	Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii	zł/(MW·miesiąc)	4452.6
Ab_{0cw}	Miesięczna opłata abonamentowa	zł/miesiąc	27.92
Po wykonaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Ogrzewanie budynku – paliwo/źródło energii: **ciepło sieciowe**, udział w systemie c.o. 100%			
O_{1z}	Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii	zł/GJ	71.66
O_{1m}	Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii	zł/(MW·miesiąc)	10597.95
Ab_1	Miesięczna opłata abonamentowa	zł/miesiąc	0.00
Przygotowanie c.w.u. – paliwo/źródło energii: **energia elektryczna**, udział w systemie c.w.u. 100%			
O_{0z}	Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii	zł/GJ	192.94
O_{0m}	Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii	zł/(MW·miesiąc)	4452.6
Ab_{0cw}	Miesięczna opłata abonamentowa	zł/miesiąc	27.92

- Cena ciepła sieciowego ustalona w oparciu o aktualną taryfę B1 „Geotermia Mazowiecka" S.A.
- Cena energii elektrycznej ustalona w oparciu o aktualną taryfę C11.
- Ceny obowiązujące w dniu sporządzania audytu zawierają 23% VAT.

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

4.5.1. Sprawności składowe systemu grzewczego w stanie istniejącym

Nośnik energii końcowej	Paliwo/źródło energii: **ciepło sieciowe**
Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło [%]	100.00
Udział systemu w zapotrzebowaniu na moc [%]	100.00
Sprawność wytwarzania ciepła w źródle η_g	0.93
Sprawność przesyłu ciepła η_d	0.96
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła η_e	0.75
Sprawność akumulacji η_s	1.00

Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	1.00
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1.00
Sprawność całkowita systemu grzewczego przed termomodernizacją $\eta_0 = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$	0.67

4.5.2. Typ instalacji

Istniejąca instalacja centralnego ogrzewania wodna, dwururowa.

4.5.3. Parametry pracy

Parametry temperaturowe systemu 90/70°C.

4.5.4. Rodzaje grzejników

Grzejniki w budynku żeliwne członowe oraz stalowe rurowe, bez zaworów termostatycznych.

Przykładowe grzejniki zamontowane w budynku pokazano na Rys. 25 ÷ Rys. 28.



Rys. 25. Jeden z grzejników w budynku



Rys. 26. Kolejny grzejnik



Rys. 27. Grzejnik stalowy rurowy ożebrowany



Rys. 28. Instalacja w budynku szkoły

4.5.5. Opis modernizacji systemu grzewczego po roku 1984

Brak danych na temat modernizacji systemu grzewczego po roku 1984.

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Źródłem ciepła dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku Szkoły Podstawowej nr 2 przy ul. Narutowicza 21 w Błoniu są podgrzewacze elektryczne (Rys. 29).



Rys. 29. Podgrzewacze elektryczne

4.6.1. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym

Nośnik energii końcowej	Paliwo/źródło energii: **energia elektryczna**
Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło [%]	100.00
Udział systemu w zapotrzebowaniu na moc [%]	100.00
Sprawność wytwarzania ciepła η_g	0.99
Sprawność przesyłu ciepła η_d	0.80
Sprawność akumulacji η_s	0.86
Sprawność całkowita systemu grzewczego przed termomodernizacją $\eta_0 = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s$	0.68

4.7. Charakterystyka kotłowni lub węzła cieplnego w budynku

W budynku szkoły zlokalizowano jest węzeł cieplny.

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

W budynku zastosowano system wentylacji grawitacyjnej.

Do obliczeń przyjęto 1 wymianę powietrza na godzinę.

4.9. Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych

W budynku brak instalacji gazowej.

Stan techniczny przewodów kominowych budynku nie ma wpływu na przedsięwzięcie termomodernizacyjne.

4.10. Charakterystyka instalacji elektrycznej

Stan techniczny instalacji elektrycznej w budynku nie ma wpływu na przedsięwzięcie termomodernizacyjne.

5. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU W ZAKRESIE ISTOTNYM DLA WSKAZANIA WŁAŚCIWYCH ULEPSZEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

Na podstawie dokumentacji technicznej, wizji lokalnej oraz rozmów z przedstawicielami Inwestora ustalono co następuje.

5.1. Ocena izolacyjności przegród zewnętrznych budynku

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	**Ściany zewnętrzne** Współczynnik przenikania ciepła ścian zewnętrznych: U = 1.271 W/(m^{2}K) > 0.300 W/(m^{2}K) Opis techniczny przegród w pkt. 4.3.1.	Ściany zewnętrzne nie spełniają wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej przegród i podłóg na gruncie określonych w WT2008. Przewiduje się docieplenie ścian zewnętrznych styropianem, metoda lekka mokra. Ze względu na planowaną rozbudowę nie przewiduje się ocieplenia ściany północnej budynku głównego. Minimalna wartość oporu cieplnego po termomodernizacji przegrody wynosi R = 4.0 (m^2·K)/W.
2.	**Stropodach** Współczynnik przenikania ciepła stropodachów: U = 1.192 W/(m^2·K) > 0.250 W/(m^{2}K) U = 0.984 W/(m^2·K) > 0.250 W/(m^{2}K) Opis techniczny przegród w pkt. 4.3.2.	Stropodachy nie spełniają wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej przegród i podłóg na gruncie określonych w WT2008. Przewiduje się docieplenie stropodachów wełną mineralną lub styropapą. Minimalna wartość oporu cieplnego po termomodernizacji przegrody wynosi R = 4.5 (m^2·K)/W.
3.	**Ściana przylegająca do gruntu** Współczynnik przenikania ciepła podłogi: U = 1.226 W/(m^2·K) Opis techniczny przegród w pkt. 4.3.3	Przewiduje się docieplenie ścian przy gruncie styrodurem. Minimalna wartość oporu cieplnego po termomodernizacji przegrody wynosi R = 2.0 (m^2·K)/W.
4.	**Podłoga na gruncie** Współczynnik przenikania ciepła podłogi: U = 0.511 W/(m^2·K) > 0.450 W/(m^{2}K) Opis techniczny przegród w pkt. 4.3.3	Podłoga na gruncie nie spełnia wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej przegród i podłóg na gruncie określonych w WT2008. Nie przewiduje się realizacji prac związanych z dociepleniem podłóg na gruncie w ramach aktualnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
5.	**Okna** Współczynnik przenikania ciepła okien: U = 1.600 W/(m^2·K) < 1.800 W/(m^{2}K) U = 5.000 W/(m^2·K) > 1.800 W/(m^{2}K) Opis techniczny przegród w pkt. 4.3.4	Okna spełniają wymagania w zakresie izolacyjności cieplnej przegród określone w WT2008. Luksfery nie spełniają wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej przegród określonych w WT2008. Przewiduje się wymianę luksferów na nowe pustaki szklane o niższym współczynniku przenikania ciepła.

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
6.	**Drzwi zewnętrzne** Współczynnik przenikania ciepła drzwi zewnętrznych: U = 1.800 W/(m^2·K) < 2.600 W/(m^{2}K) U = 3.000 W/(m^2·K) > 2.600 W/(m^{2}K) Opis techniczny przegród w pkt. 4.3.5.	Część drzwi zewnętrznych nie spełniają wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej przegród określonych w WT2008. Przewiduje się wymianę drzwi drewnianych na drzwi o niższym współczynniku przenikania ciepła.

5.2. Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznych

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	**Instalacja c.o.** Źródłem ciepła dla budynku jest miejska sieć ciepłownicza. Przewody nieizolowane, grzejniki żeliwne członowe, bez zaworów termostatycznych. Sprawności składowe instalacji c.o. podano w pkt. 4.5.1.	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.
2	**Instalacja c.w.u.** Źródłem ciepła dla systemu przygotowania c.w.u. są podgrzewacze elektryczne. Sprawności składowe instalacji c.w.u. podano w pkt. 4.6.1	Nie przewiduje się modernizacji systemu przygotowania c.w.u.

6. ZESTAWIENIE WSKAZANYCH RODZAJÓW ULEPSZEŃ ORAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYKONANYCH ZGODNIE Z ALGORYTMEM OCENY OPŁACALNOŚCI I PODDANYCH OPTYMALIZACJI

Lp.	Rodzaj ulepszeń oraz przedsięwzięć	Sposób realizacji
1.	Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne budynku	– Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem, metoda lekka mokra. – Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem. – Docieplenie stropodachów wełną mineralną lub styropapą. – Wymiana drzwi drewnianych na drzwi o niższym współczynniku przenikania ciepła. – Wymiana luksferów na nowe pustaki szklane o niższym współczynniku przenikania ciepła.
2	Poprawa sprawności systemu grzewczego	– Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.

7. DOKUMENTACJA WYKONANIA KOLEJNYCH KROKÓW OPTYMALIZACYJNYCH ALGORYTMU OCENY OPŁACALNOŚCI PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO I WYBORU OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

Optymalne ulepszenia prowadzące do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy, to takie ulepszenia, dla których prosty czas zwrotu nakładów SPBT, liczony w latach, przyjmuje wartość minimalną:

$$SPBT = N_U \Big/ \sum_n \Delta O_{rU} \tag{1}$$

N_U – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł],

ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii [zł/rok].

Roczne oszczędności kosztów energii dla n-tego źródła [zł/rok]:

$$\Delta O_{rU} = \left(x_0 \cdot Q_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1u} \cdot O_{1z}\right) + 12 \cdot \left(y_0 \cdot q_{0u} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1u} \cdot O_{1m}\right) + 12 \cdot \left(Ab_0 - Ab_1\right) \tag{2}$$

x_0, x_1 – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego,

Q_{0u}, Q_{1u} – roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [GJ/rok],

O_{0z}, O_{1z} – opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki nośnika energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/GJ],

y_0, y_1 – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego,

q_{0u}, q_{1u} – zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego [MW],

O_{0m}, O_{1m} – stałą opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem nośnika energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/MW·miesiąc],

Ab_0, Ab_1 – miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/miesiąc].

Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie, przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego

$$Q_{0u}, Q_{1u} = \frac{8.64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A}{R} \tag{3}$$

Wartość rocznego zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie, przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego

$$q_{0u}, q_{1u} = \frac{10^{-6} \cdot A \cdot \left(t_{wo} - t_{zo}\right)}{R} \tag{4}$$

R – całkowity opór cieplny ocenianej przegrody budowlanej przed i po termomodernizacji [(m^2·K)/W],

A – powierzchnia całkowita przegrody przed i po termomodernizacji [m^2],

t_{wo} – obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego [°C],

t_{zo} – obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego [°C],

$$S_d = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)] L_d(m) \quad (5)$$

S_d – liczba stopniodni [dzień·K/rok],

$t_e(m)$ – średnia wieloletnia temperatura miesiąca m [°C],

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

L_g – liczba miesięcy ogrzewania.

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz na poprawie systemu wentylacji naturalnej i mechanicznej wywiewnej, to taki wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT, liczony w latach, przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie ulepszeń.

$$SPBT = (N_{Ok} + N_W) \Big/ \sum_n (\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW}) \quad (6)$$

N_{Ok}, N_W – planowane koszty robót związanych z wymianą okien i drzwi, modernizacją wentylacji [zł],

ΔO_{rOk} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien lub drzwi, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii [zł/rok].

ΔO_{rW} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z modernizacji wentylacji, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii [zł/rok].

Roczne oszczędności kosztów energii dla n-tego źródła [zł/rok]:

$$\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1) \quad (7)$$

x_0, x_1 – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego,

Q_0, Q_1 – roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (okna i drzwi nie pełnią funkcji doprowadzenia powietrza); roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat ciepła przez przenikanie oraz ogrzanie powietrza wentylacyjnego (okna i drzwi pełnią funkcję doprowadzenia powietrza) [GJ/rok],

O_{0z}, O_{1z} – opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki nośnika energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/GJ],

y_0, y_1 – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego,

q_{0u}, q_{1u} – zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację lub na pokrycie strat ciepłą przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego [MW],

O_{0m}, O_{1m} – stałą opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem nośnika energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/MW·miesiąc],

Ab_0, Ab_1 – miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/miesiąc].

Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło, gdy doprowadzenie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki okienne lub ścienne, okna lub drzwi:

$$Q_0, Q_1 = 8.64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{Ok} \cdot U + Q_{\inf} \quad (8)$$

Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło, gdy doprowadzenie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki okienne lub ścienne, okna lub drzwi:

$$Q_0, Q_1 = (8.64 \cdot S_d \cdot A_{Ok} \cdot U + 2.94 \cdot c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} \cdot S_d) \cdot 10^{-5} \quad (9)$$

S_d – liczba stopniodni [dzień·K/rok],

U – współczynnik przenikania okna lub drzwi,

A_{Ok} – powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed i po termomodernizacji [m^2],

Q_{inf} – roczne zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza infiltrującego przez nieszczelności okien i drzwi [GJ/rok],

V_{nom} – strumień powietrza wentylacyjnego [m^3/h],

c_r, c_w – współczynniki korekcyjne.

Wartość rocznego zapotrzebowania na moc cieplną, gdy doprowadzenie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki okienne lub ścienne, okna lub drzwi:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} A_{Ok}\left(t_{wo} - t_{zo}\right)\cdot U + 1.65\cdot 10^{-8}\cdot a\cdot l\cdot\left(t_{wo} - t_{zo}\right)^{5/3} \tag{10}$$

Wartość rocznego zapotrzebowania na moc cieplną, gdy doprowadzenie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki okienne lub ścienne, okna lub drzwi:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} A_{Ok}\left(t_{wo} - t_{zo}\right)\cdot U + 3{,}4\cdot 10^{-7}\cdot V_{obl}\cdot\left(t_{wo} - t_{zo}\right) \tag{11}$$

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczący poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego, to wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT, liczony w latach, przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie ulepszeń.

$$SPBT = N_{co} \Big/ \sum_{n} \Delta O_{rco} \tag{12}$$

N_{co} – planowane koszty robót związanych z zastosowaniem wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego [zł],

ΔO_{rco} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii [zł/rok].

Roczne oszczędności kosztów energii dla n-tego źródła [zł/rok]:

$$\Delta O_{rco} = \left(\frac{x_0\cdot w_{t0}\cdot w_{d0}\cdot Q_{0co}\cdot O_{0z}}{\eta_0} - \frac{x_1\cdot w_{t1}\cdot w_{d1}\cdot Q_{1co}\cdot O_{1z}}{\eta_1}\right) + \\ + 12\cdot\left(y_0\cdot q_{0m}\cdot O_{0m} - y_1\cdot q_{1m}\cdot O_{1m}\right) + 12\cdot\left(Ab_0 - Ab_1\right) \tag{13}$$

x_0, x_1 – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

Q_{0co}, Q_{1co} – roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego [GJ/rok],

η_0, η_1 – całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji,

w_{t0}, w_{t1} – współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przed i po modernizacji,

w_{d0}, w_{d1} – współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przed i po modernizacji,

O_{0z}, O_{1z} – opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki nośnika energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/GJ],

y_0, y_1 – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego,

q_{0u}, q_{1u} – zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewczego budynku [MW],

O_{0m}, O_{1m} – stałą opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem nośnika energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/MW·miesiąc],

Ab_0, Ab_1 – miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego dla n-tego źródła [zł/miesiąc].

7.1. Ulepszenia termomodernizacyjne mające na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

Lp.	Opis ulepszenia
1.	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem, metoda lekka mokra.
2.	Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem.
3.	Docieplenie stropodachów wełną mineralną lub styropapą.
4.	Wymiana drzwi drewnianych na drzwi o niższym współczynniku przenikania ciepła.
5.	Wymiana luksferów na nowe pustaki szklane o niższym współczynniku przenikania ciepła.

7.1.1. Optymalizacja przegród wielowarstwowych

Poniżej przedstawiono optymalizację przegród zewnętrznych budynku.

Dobór optymalnej grubości materiału izolacyjnego dla grupy przegród: Ściana przylegająca do gruntu	
Powierzchnia do obliczeń strat ciepła	266.56 [m^2]
Powierzchnia do docieplenia	266.56 [m^2]
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna	20.00 [°C]
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	-20.00 [°C]
Liczba stopniodni	3686
Opis sposobu wykonania termomodernizacji przegrody	Docieplenie ściany przylegającej do gruntu styrodurem. Grubość warstwy docieplającej musi być tak dobrana, aby przegroda spełniała wymagania na R_{min}.
Materiał izolacyjny	styrodur
Współczynnik przewodzenia ciepła	0.042 [W/mK]
Wybrana grubość dodatkowej warstwy materiału izolacyjnego	0.12 [m]
Cena 1 m^3 materiału izolacyjnego	350.00 [zł/m^3]

Dokumentacja obliczeń liczby stopniodni

	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	-1.2	-0.9	4.4	6.3	12.2	17.1
L_m	31	28	31	30	5	0
Sd_m	657.2	585.2	483.6	411	39	0
	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	19.2	16.6	12.8	8.2	2.9	0.8
L_m	0	0	5	31	30	31
Sd_m	0	0	36	365.8	513	595.2

Szczegółowe koszty 1m^2 docieplenia grupy przegród dla wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Koszt robocizny	-
Koszt 1m^2 materiału izolacyjnego	-
Koszt dodatkowy	-
Łączny koszt 1m^2 docieplenia	172.00 [zł/m^2]
Koszt sprzętu	-
Podstawy przyjęcia wyceny	Wycena na poziomie średnich cen stosowanych na rynku lokalnym

Wyniki obliczeń

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4	Wariant 5
d	[m]	-	0.08	0.10	**0.12**	0.14	0.15
ΔR	[(m^2 K)/W]	-	1.905	2.381	**2.857**	3.333	3.571
R	[(m^2 K)/W]	0.816	2.721	3.197	**3.673**	4.149	4.387
U	[W/(m^2 K)]	1.226	0.37	0.31	**0.27**	0.24	0.23
Q	[GJ]	104.04	31.20	26.55	**23.11**	20.46	19.35
q	[MW]	0.0131	0.0039	0.0033	**0.0029**	0.0026	0.0024
ΔQ	[zł/rok]	-	6383.18	6790.48	**7092.16**	7324.60	7421.90
N	[zł]	-	42116.48	43982.40	**45848.32**	47714.24	48647.20
SPBT	[lata]	-	6.60	6.48	**6.46**	6.51	6.55

Wybrany wariant	
SPBT	**6.46 [lata]**
Numer wybranego wariantu	**3**
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego	**7092.16 [zł/rok]**
Całkowity koszt wykonania ulepszenia	**45848.32 [zł]**
Koszt energii Szczegółowe informacje o opłatach za energię znajdują się w pkt. 4.4.4.	
Uzasadnienie Przegroda po docieplenіu warstwą izolacji o podanej grubości spełnia wymagania w zakresie izolacyjności cieplnej przegród i podłóg na gruncie określone w WT2008 i minimalnej wartości oporu cieplnego po termomodernizacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.	
Uwagi audytora Podane ceny są cenami brutto. Na etapie projektowania oraz wykonawstwa należy zminimalizować niebezpieczeństwo powstania mostków termicznych. Roboty należy wykonać zgodnie ze specyfikacją techniczną wykonania i odbioru robót ociepleniowych.	

Dobór optymalnej grubości materiału izolacyjnego dla grupy przegród: Stropodach wentylowany	
Powierzchnia do obliczeń strat ciepła	963.95 [m^2]
Powierzchnia do docieplenia	963.95 [m^2]
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna	20.00 [°C]
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	-20.00 [°C]
Liczba stopniodni	3686
Opis sposobu wykonania termomodernizacji przegrody	Docieplenie stropodachu wentylowanego wełną mineralną, z wykonaniem nowego pokrycia papą. Grubość warstwy docieplającej musi być tak dobrana, aby przegroda spełniała wymagania na R_{min}.
Materiał izolacyjny	wełna mineralna
Współczynnik przewodzenia ciepła	0.042 [W/mK]
Wybrana grubość dodatkowej warstwy materiału izolacyjnego	0.16 [m]
Cena 1 m^3 materiału izolacyjnego	450.00 [zł/m^3]

Dokumentacja obliczeń liczby stopniodni

	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	-1.2	-0.9	4.4	6.3	12.2	17.1
L_m	31	28	31	30	5	0
Sd_m	657.2	585.2	483.6	411	39	0
	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	19.2	16.6	12.8	8.2	2.9	0.8
L_m	0	0	5	31	30	31
Sd_m	0	0	36	365.8	513	595.2

Szczegółowe koszty 1m^2 docieplenia grupy przegród dla wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Koszt robocizny	-
Koszt 1m^2 materiału izolacyjnego	-
Koszt dodatkowy	-
Łączny koszt 1m^2 docieplenia	202.00 [zł/m^2]
Koszt sprzętu	-
Podstawy przyjęcia wyceny	Wycena na poziomie średnich cen stosowanych na rynku lokalnym

Wyniki obliczeń

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4	Wariant 5
d	[m]	-	0.14	0.15	**0.16**	0.17	0.18
ΔR	[(m^2 K)/W]	-	3.333	3.571	**3.810**	4.048	4.286
R	[(m^2 K)/W]	0.839	4.173	4.411	**4.649**	4.887	5.125
U	[W/(m^2 K)]	1.192	0.24	0.23	**0.22**	0.20	0.20
Q	[GJ]	365.82	73.57	69.60	**66.04**	62.82	59.90
q	[MW]	0.0459	0.0092	0.0087	**0.0083**	0.0079	0.0075
ΔQ	[zł/rok]	-	25610.70	25958.76	**26271.16**	26553.12	26808.88
N	[zł]	-	186042.35	190380.13	**194717.90**	199055.68	203393.45
SPBT	[lata]	-	7.26	7.33	**7.41**	7.50	7.59

Wybrany wariant	
SPBT	**7.41 [lata]**
Numer wybranego wariantu	**3**
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego	**26271.16 [zł/rok]**
Całkowity koszt wykonania ulepszenia	**194717.90 [zł]**
Koszt energii Szczegółowe informacje o opłatach za energię znajdują się w pkt. 4.4.4.	
Uzasadnienie Przegroda po docieplenіu warstwą izolacji o podanej grubości spełnia wymagania w zakresie izolacyjności cieplnej przegród i podłóg na gruncie określone w WT2008 i minimalnej wartości oporu cieplnego po termomodernizacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.	
Uwagi audytora Podane ceny są cenami brutto. Na etapie projektowania oraz wykonawstwa należy zminimalizować niebezpieczeństwo powstania mostków termicznych. Roboty należy wykonać zgodnie ze specyfikacją techniczną wykonania i odbioru robót ociepleniowych.	

Dobór optymalnej grubości materiału izolacyjnego dla grupy przegród: Stropodach niewentylowany	
Powierzchnia do obliczeń strat ciepła	208.69 [m^2]
Powierzchnia do docieplenia	208.69 [m^2]
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna	20.00 [°C]
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	-20.00 [°C]
Liczba stopniodni	3686
Opis sposobu wykonania termomodernizacji przegrody	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą. Grubość warstwy docieplającej musi być tak dobrana, aby przegroda spełniała wymagania na R_{min}.
Materiał izolacyjny	styropapa
Współczynnik przewodzenia ciepła	0.042 [W/mK]
Wybrana grubość dodatkowej warstwy materiału izolacyjnego	0.15 [m]
Cena 1 m^3 materiału izolacyjnego	350.00 [zł/m^3]

Dokumentacja obliczeń liczby stopniodni

	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	-1.2	-0.9	4.4	6.3	12.2	17.1
L_m	31	28	31	30	5	0
Sd_m	657.2	585.2	483.6	411	39	0
	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	19.2	16.6	12.8	8.2	2.9	0.8
L_m	0	0	5	31	30	31
Sd_m	0	0	36	365.8	513	595.2

Szczegółowe koszty 1m^2 docieplenia grupy przegród dla wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Koszt robocizny	-
Koszt 1m^2 materiału izolacyjnego	-
Koszt dodatkowy	-
Łączny koszt 1m^2 docieplenia	172.50 [zł/m^2]
Koszt sprzętu	-
Podstawy przyjęcia wyceny	Wycena na poziomie średnich cen stosowanych na rynku lokalnym

Wyniki obliczeń

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4	Wariant 5
d	[m]	-	0.13	0.14	**0.15**	0.16	0.17
ΔR	[(m^2 K)/W]	-	3.095	3.333	**3.571**	3.810	4.048
R	[(m^2 K)/W]	1.016	4.112	4.350	**4.588**	4.826	5.064
U	[W/(m^2 K)]	0.984	0.24	0.23	**0.22**	0.21	0.20
Q	[GJ]	65.39	16.16	15.28	**14.49**	13.77	13.12
q	[MW]	0.0082	0.0020	0.0019	**0.0018**	0.0017	0.0016
ΔQ	[zł/rok]	-	4313.44	4390.97	**4460.46**	4523.09	4579.83
N	[zł]	-	34538.20	35268.61	**35999.03**	36729.44	37459.86
SPBT	[lata]	-	8.01	8.03	**8.07**	8.12	8.18

Wybrany wariant	
SPBT	**8.07 [lata]**
Numer wybranego wariantu	**3**
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego	**4460.46 [zł/rok]**
Całkowity koszt wykonania ulepszenia	**35999.03 [zł]**
Koszt energii Szczegółowe informacje o opłatach za energię znajdują się w pkt. 4.4.4.	
Uzasadnienie Przegroda po docieplenіu warstwą izolacji o podanej grubości spełnia wymagania w zakresie izolacyjności cieplnej przegród i podłóg na gruncie określone w WT2008 i minimalnej wartości oporu cieplnego po termomodernizacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.	
Uwagi audytora Podane ceny są cenami brutto. Na etapie projektowania oraz wykonawstwa należy zminimalizować niebezpieczeństwo powstania mostków termicznych. Roboty należy wykonać zgodnie ze specyfikacją techniczną wykonania i odbioru robót ociepleniowych.	

Dobór optymalnej grubości materiału izolacyjnego dla grupy przegród: Ściany zewnętrzne	
Powierzchnia do obliczeń strat ciepła	1188.46 [m^2]
Powierzchnia do docieplenia	1862.68 [m^2]
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna	20.00 [°C]
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	-20.00 [°C]
Liczba stopniodni	3686
Opis sposobu wykonania termomodernizacji przegrody	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem o podwyższonej izolacyjności termicznej, metoda lekka mokra. Grubość warstwy docieplającej musi być tak dobrana, aby przegroda spełniała wymagania na R_{min}.
Materiał izolacyjny	styropian
Współczynnik przewodzenia ciepła	0.036 [W/mK]
Wybrana grubość dodatkowej warstwy materiału izolacyjnego	0.12 [m]
Cena 1 m^3 materiału izolacyjnego	350.00 [zł/m^3]

Dokumentacja obliczeń liczby stopniodni

	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	-1.2	-0.9	4.4	6.3	12.2	17.1
L_m	31	28	31	30	5	0
Sd_m	657.2	585.2	483.6	411	39	0
	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	19.2	16.6	12.8	8.2	2.9	0.8
L_m	0	0	5	31	30	31
Sd_m	0	0	36	365.8	513	595.2

Szczegółowe koszty 1m^2 docieplenia grupy przegród dla wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Koszt robocizny	-
Koszt 1m^2 materiału izolacyjnego	-
Koszt dodatkowy	-
Łączny koszt 1m^2 docieplenia	172.00 [zł/m^2]
Koszt sprzętu	-
Podstawy przyjęcia wyceny	Wycena na poziomie średnich cen stosowanych na rynku lokalnym

Wyniki obliczeń

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4	Wariant 5
d	[m]	-	0.10	0.11	**0.12**	0.13	0.14
ΔR	[(m^2 K)/W]	-	2.778	3.056	**3.333**	3.611	3.889
R	[(m^2 K)/W]	0.787	3.564	3.842	**4.120**	4.398	4.676
U	[W/(m^2 K)]	1.271	0.28	0.26	**0.24**	0.23	0.21
Q	[GJ]	481.15	106.19	98.51	**91.87**	86.06	80.95
q	[MW]	0.0604	0.0133	0.0124	**0.0115**	0.0108	0.0102
ΔQ	[zł/rok]	-	32859.51	33532.26	**34114.30**	34622.81	35070.89
N	[zł]	-	307342.20	313861.58	**320380.96**	326900.34	333419.72
SPBT	[lata]	-	9.35	9.36	**9.39**	9.44	9.51

Wybrany wariant	
SPBT	**9.39 [lata]**
Numer wybranego wariantu	**3**
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego	**34114.30 [zł/rok]**
Całkowity koszt wykonania ulepszenia	**320380.96 [zł]**
Koszt energii Szczegółowe informacje o opłatach za energię znajdują się w pkt. 4.4.4.	
Uzasadnienie Przegroda po docieplenіu warstwą izolacji o podanej grubości spełnia wymagania w zakresie izolacyjności cieplnej przegród i podłóg na gruncie określone w WT2008 i minimalnej wartości oporu cieplnego po termomodernizacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.	
Uwagi audytora Podane ceny są cenami brutto. Na etapie projektowania oraz wykonawstwa należy zminimalizować niebezpieczeństwo powstania mostków termicznych. Roboty należy wykonać zgodnie ze specyfikacją techniczną wykonania i odbioru robót ociepleniowych.	

7.1.2. Optymalizacja stolarki okiennej i drzwiowej

Poniżej przedstawiono optymalizację okien i drzwi.

Wybór optymalnego wariantu modernizacji grupy okien: Luksfery	
Powierzchnia przegród typowych	40.00 [m^2]
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna	20.00 [°C]
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	-20.00 [°C]
Liczba stopniodni	3686

Dokumentacja obliczeń liczby stopniodni

	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	-1.2	-0.9	4.4	6.3	12.2	17.1
L_m	31	28	31	30	5	0
Sd_m	657.2	585.2	483.6	411	39	0
	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	19.2	16.6	12.8	8.2	2.9	0.8
L_m	0	0	5	31	30	31
Sd_m	0	0	36	365.8	513	595.2

Opis ulepszenia w wariancie 1: Wymiana istniejących luksferów na nowe pustaki szklane.

Szczegółowe koszty wybranego ulepszenia termomodernizacyjnego dla grupy okien

Opis kosztu	Cena jedn.	Jednostka	Ilość	Koszt [zł]
Koszt termomodernizacji stolarki	950.00	zł/m^2	40.00	38000.00
Koszt montażu stolarki	-	-	-	-
Koszty związane z modernizacją elementów wpływających na strumień wentylacyjny	-	-	-	-
Koszt dodatkowy:	-	-	-	-
Podstawy przyjęcia wyceny	Wycena na poziomie średnich cen stosowanych na rynku lokalnym			

Wyniki obliczeń

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
U	[W/(m^2 K)]	5.000	**2.560**	-	-
a	[m^3/(m h da $Pa^{2/3}$)]	0.10	**0.10**	-	-
l	[m]	46.30	**12.00**	-	-
c_r	-	-	**-**	-	-
c_w	-	-	**-**	-	-
c_m	-	-	**-**	-	-
Q	[GJ]	63.86	**32.65**	-	-
q	[MW]	0.0080	**0.0041**	-	-
ΔQ	[zł/rok]	-	**2735.93**	-	-
N	[zł]	-	**38000.00**	-	-

SPBT	[lata]	-	**13.89**	-	-

Wybrany wariant	
SPBT	**13.89 [lata]**
Numer wybranego wariantu	**1**
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego	**2735.93 [zł/rok]**
Całkowity koszt wykonania ulepszenia	**38000.00 [zł]**

Uwagi audytora

Podane ceny są cenami brutto.

W celu zachowania charakteru elewacji budynku nie rozważano innych wariantów wymiany luksferów.

Na etapie projektowania oraz wykonawstwa należy zminimalizować niebezpieczeństwo powstania mostków termicznych.

Roboty należy wykonać zgodnie ze specyfikacją techniczną wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych.

Wybór optymalnego wariantu modernizacji grupy drzwi: Drzwi drewniane	
Powierzchnia przegród typowych	13.58 [m^2]
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna	20.00 [°C]
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	-20.00 [°C]
Liczba stopniodni	3686

Dokumentacja obliczeń liczby stopniodni

	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	-1.2	-0.9	4.4	6.3	12.2	17.1
L_m	31	28	31	30	5	0
Sd_m	657.2	585.2	483.6	411	39	0
	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
Ti	20	20	20	20	20	20
Te_m	19.2	16.6	12.8	8.2	2.9	0.8
L_m	0	0	5	31	30	31
Sd_m	0	0	36	365.8	513	595.2

Opis ulepszenia w wariancie 1: Wymiana drzwi na drzwi aluminiowe o podwyższonej izolacyjności.

Opis ulepszenia w wariancie 2: Wymiana drzwi na drzwi aluminiowe ocieplone.

Szczegółowe koszty wybranego ulepszenia termomodernizacyjnego dla grupy drzwi

Opis kosztu	Cena jedn.	Jednostka	Ilość	Koszt [zł]
Koszt termomodernizacji stolarki	1500.00	zł/m^2	13.58	20373.00
Koszt montażu stolarki	-	-	-	-
Koszty związane z modernizacją elementów wpływających na strumień wentylacyjny	-	-	-	-
Koszt dodatkowy:	-	-	-	-
Podstawy przyjęcia wyceny	Wycena na poziomie średnich cen stosowanych na rynku lokalnym			

Wyniki obliczeń

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
U	[W/(m^2 K)]	3.000	**1.600**	1.800	-
a	[m^3/(m h da $Pa^{2/3}$)]	4.00	**1.00**	1.00	-
l	[m]	37.06	**15.00**	15.00	-
c_r	-	-	**-**	-	-
c_w	-	-	**-**	-	-
c_m	-	-	**-**	-	-
Q	[GJ]	18.21	**7.45**	8.32	-
q	[MW]	0.0028	**0.0010**	0.0011	-
ΔQ	[zł/rok]	-	**998.77**	922.96	-

N	[zł]	-	**20373.00**	19014.80	-
SPBT	[lata]	-	**20.40**	20.60	-

Wybrany wariant	
SPBT	**20.40 [lata]**
Numer wybranego wariantu	**1**
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego	**998.77 [zł/rok]**
Całkowity koszt wykonania ulepszenia	**20373.00 [zł]**

Uwagi audytora

Podane ceny są cenami brutto.

Na etapie projektowania oraz wykonawstwa należy zminimalizować niebezpieczeństwo powstania mostków termicznych.

Roboty należy wykonać zgodnie ze specyfikacją techniczną wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych.

7.2. Zestawienie zoptymalizowanych ulepszeń i wariantów termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów SPBT

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, USZEREGOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	2.	3.	4.
1	Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem.	45848.32	6.46
2	Docieplenie stropodachu wentylowanego wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia papą.	194717.90	7.41
3	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą.	35999.03	8.07
4	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem, metoda lekka mokra.	320380.96	9.39
5	Wymiana istniejących luksferów na nowe pustaki szklane.	38000.00	13.89
6	Wymiana istniejących drzwi drewnianych na drzwi aluminiowe.	20373.00	20.40

7.3. Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	
Modernizacja instalacji c.o.: Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	
Wariat wpływający na długość przerw w ogrzewaniu	nie
Wariant polegający na poprawie sprawności systemu ogrzewania	tak
System: Węzeł cieplny w budynku szkoły	
Paliwo/źródło energii:	Ciepło sieciowe
Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło [%]	100.00
Udział systemu w zapotrzebowaniu na moc [%]	100.00
Sprawność wytworzenia ciepła η_g	0.93
Sprawność przesyłu ciepła η_d	0.98
Sprawność regulacji ciepła η_e	0.93
Sprawność akumulacji ciepła η_s	1.00
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$	0.85
Wyniki obliczeń dla ulepszenia	
Zapotrzebowanie na ciepło [GJ]	3225.53
Zapotrzebowanie na moc [MW]	0.34400
Planowany koszt ulepszenia [zł]	**414300.00**
Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	**48918.40**
SPBT [lata]	**8.47**

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
1.	2.
Wytwarzanie ciepła Węzeł kompaktowy bez obudowy 100-300 kW	$\eta_g = 0.93$
Przesyłanie ciepła Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanych	$\eta_d = 0.98$
Regulacja systemu grzewczego Centralne ogrzewanie z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej (zakres P-2K)	$\eta_e = 0.93$
Akumulacja ciepła Bez zmian	$\eta_s = 1.00$
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1.00$
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1.00$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s = 0.85$
Opis ulepszenia systemu grzewczego Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	
Uwagi audytora Brak uwag.	

7.4. Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Usprawnienia uwzględnione w wariantach

Usprawnienia: Wariant optymalizacyjny 1 - wybrany do realizacji			
Lp.	Ulepszany element	Nazwa ulepszenia	SPBT [lata]
1	Ściana przylegająca do gruntu	Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem.	6.46
2	Stropodach wentylowany	Docieplenie stropodachu wentylowanego wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia papą.	7.41
3	Stropodach niewentylowany	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą.	8.07
4	System ogrzewania	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	8.47
5	Ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem, metoda lekka mokra.	9.39
6	Luksfery	Wymiana istniejących luksferów na nowe pustaki szklane.	13.89
7	Drzwi drewniane	Wymiana istniejących drzwi drewnianych na drzwi aluminiowe.	20.40
Charakterystyka energetyczna budynku po zastosowaniu wariantu:			
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]			242.23
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]			19.83
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			1267.22
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			1495.06
Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]			255.93
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			123.36
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			145.54

Usprawnienia: Wariant optymalizacyjny 2			
Lp.	Ulepszany element	Nazwa ulepszenia	SPBT [lata]
1	Ściana przylegająca do gruntu	Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem.	6.46
2	Stropodach wentylowany	Docieplenie stropodachu wentylowanego wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia papą.	7.41
3	Stropodach niewentylowany	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą.	8.07
4	System ogrzewania	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	8.47
5	Ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem, metoda lekka mokra.	9.39
6	Luksfery	Wymiana istniejących luksferów na nowe pustaki szklane.	13.89
Charakterystyka energetyczna budynku po zastosowaniu wariantu:			
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]			242.99
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]			19.83
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			1278.18
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			1508.00
Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]			255.93
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			124.43
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			146.80

Usprawnienia: Wariant optymalizacyjny 3			
Lp.	Ulepszany element	Nazwa ulepszenia	SPBT [lata]
1	Ściana przylegająca do gruntu	Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem.	6.46
2	Stropodach wentylowany	Docieplenie stropodachu wentylowanego wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia papą.	7.41
3	Stropodach niewentylowany	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą.	8.07
4	System ogrzewania	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	8.47
5	Ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem, metoda lekka mokra.	9.39
Charakterystyka energetyczna budynku po zastosowaniu wariantu:			
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]			246.89
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]			19.83
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			1325.64
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			1563.99
Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]			255.93
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^2rok)]			129.05
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^2rok)]			152.25

Usprawnienia: Wariant optymalizacyjny 4			
Lp.	Ulepszany element	Nazwa ulepszenia	SPBT [lata]
1	Ściana przylegająca do gruntu	Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem.	6.46
2	Stropodach wentylowany	Docieplenie stropodachu wentylowanego wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia papą.	7.41
3	Stropodach niewentylowany	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą.	8.07
4	System ogrzewania	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	8.47
Charakterystyka energetyczna budynku po zastosowaniu wariantu:			
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]			295.79
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]			19.83
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			1742.34
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			2055.61
Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]			255.93
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			169.61
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			200.11

Usprawnienia: Wariant optymalizacyjny 5			
Lp.	Ulepszany element	Nazwa ulepszenia	SPBT [lata]
1	Ściana przylegająca do gruntu	Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem.	6.46
2	Stropodach wentylowany	Docieplenie stropodachu wentylowanego wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia papą.	7.41
3	System ogrzewania	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	8.47
Charakterystyka energetyczna budynku po zastosowaniu wariantu:			
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]			302.18
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]			19.83
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			1795.41
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			2118.22
Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]			255.93
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			174.78
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			206.20

Usprawnienia: Wariant optymalizacyjny 6			
Lp.	Ulepszany element	Nazwa ulepszenia	SPBT [lata]
1	Ściana przylegająca do gruntu	Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem.	6.46
2	System ogrzewania	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	8.47
Charakterystyka energetyczna budynku po zastosowaniu wariantu:			
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]			339.83
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]			19.83
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			2121.23
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			2502.63
Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]			255.93
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			206.50
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			243.62

Usprawnienia: Wariant optymalizacyjny 7			
Lp.	Ulepszany element	Nazwa ulepszenia	SPBT [lata]
1	System ogrzewania	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	8.47
Charakterystyka energetyczna budynku po zastosowaniu wariantu:			
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]			344.00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]			19.83
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			2159.82
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			2548.15
Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]			255.93
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			210.25
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^{2}rok)]			248.06

7.4.2. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dokonano zgodnie z algorytmem opisanym w §6. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego [Dz.U. 2009 Nr 43 poz. 346].

Wynik przedstawiono poniżej w Tabeli „Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku".

DOKUMENTACJA WYBORU OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYNEGO BUDYNKU

Lp.	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	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł %]	[zł]	[zł]	[zł]
1.	2.	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**
1.	**Wariant optymalizacyjny** 1 - **wybrany do realizacji**	**1101619.21**	**137112.74**	**49.79**	**881295.37**	**220323.84**	**176259.07**	**274225.49**
2.	Wariant optymalizacyjny 2	1081246.21	136091.30	49.42	864996.97	216249.24	172999.39	272182.60
3.	Wariant optymalizacyjny 3	1043246.21	131594.19	47.82	834596.97	208649.24	166919.39	263188.39
4.	Wariant optymalizacyjny 4	722865.25	90246.11	33.73	578292.20	144573.05	115658.44	180492.23
5.	Wariant optymalizacyjny 5	686866.22	84958.86	31.94	549492.98	137373.24	109898.60	169917.73
6.	Wariant optymalizacyjny 6	492148.32	52701.16	20.92	393718.66	98429.66	78743.73	105402.32
7.	Wariant optymalizacyjny 7	446300.00	48918.40	19.62	357040.00	89260.00	71408.00	97836.81

Wybrany do realizacji wariant optymalizacyjny

Do realizacji wybrano wariant optymalizacyjny nr 1.

Planowany koszt wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi **1 101 619.21 zł**

W kosztach uwzględniono całkowity koszt wykonania dokumentacji technicznej **32 000.00 zł**

Przy zadeklarowanym wkładzie własnym inwestora w wysokości **0.00 zł**, planowana kwota kredytu wynosi **1 101 619.21 zł**

Zakres usprawnień wchodzących w skład kolejnych wariantów przedstawiono w pkt. 7.4.1. Usprawnienia uwzględnione w wariantach.

8. OPIS TECHNICZNY OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku wskazuje się **Wariant optymalizacyjny 1** obejmujący następujące usprawnienia

Lp.	Ulepszany element/ Nazwa ulepszenia	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Docieplenie ścian przylegających do gruntu styrodurem.	45848.32	6.46
2	Docieplenie stropodachu wentylowanego wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia papą.	194717.90	7.41
3	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą.	35999.03	8.07
4	Wymiana instalacji c.o.: wymiana przewodów z zaizolowaniem zgodnie z WT, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych.	414300.00	8.47
5	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem, metoda lekka mokra.	320380.96	9.39
6	Wymiana istniejących luksferów na nowe pustaki szklane.	38000.00	13.89
7	Wymiana istniejących drzwi drewnianych na drzwi aluminiowe.	20373.00	20.40
8	Dokumentacja projektowa, audyt energetyczny	32000.00	-
	RAZEM	**1101619.21**	-

8.1. Opis robót

8.1.1. Modernizacja systemu centralnego ogrzewania

W ramach modernizacji systemu centralnego ogrzewania należy:

- zdemontować istniejącą instalację c.o.: przewody oraz grzejniki,
- wykonać niezbędne roboty remontowo-budowlane,
- zamontować nową instalację c.o.: przewody oraz grzejniki zawory z głowicami termostatycznymi, otuliny termoizolacyjne z wełny mineralnej.

Prace należy wykonać zgodnie z projektem modernizacji systemu centralnego ogrzewania.

8.1.2. Ocieplenie przegród zewnętrznych oraz wymiana okien

Ściany zewnętrzne nadziemia należy ocieplić styropianem o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0.036$ W/(m·K) i grubości 0.12 m metodą lekką mokrą.

Ściany przylegające do gruntu należy ocieplić styrodurem o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0.042$ W/(m·K) i grubości 0.12 m.

Stropodach wentylowany należy ocieplić wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0.042$ W/(m·K) i grubości 0.16 m, z wykonaniem nowego pokrycia papą.

Stropodach niewentylowany należy ocieplić styropapą o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0.042$ W/(m·K) i grubości 0.15 m.

Luksfery należy zastąpić nowymi pustakami szklanymi z zachowaniem wielkości istniejących otworów.

Drzwi drewniane należy wymienić na drzwi aluminiowe ocieplone z zachowaniem wielkości istniejących otworów.

Przed przystąpieniem do prac wykonawczych należy wykonać projekt docieplenia budynku.

ZAŁĄCZNIK 1

Szczegółowa budowa przegród wielowarstwowych

Nazwa przegrody		**SCZ**			
Typ przegrody		Ściana o budowie jednorodnej			
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2·K)]		1.271			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej Rse [(m^2·K)/W]		0.04			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej Rsi [(m^2·K)/W]		0.13			
Lp	Nazwa	d [m]	λ [W/(m·K)]	C_p [J/(kg·K)}	ρ [kg/m^3]
1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.01	0.82	840	1850
2	Strop z płyty żerańskiej o grubości 24 cm	0.24	1.333	1000	1000
3	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.01	0.82	840	1850
4	Ściana z bloczków z betonu komórkowego (600) na zaprawie cementowo-wapiennej bez tynku. ze spoinami o grubości nie większej niż 1.5 cm przy gęstości objętościowej betonu	0.12	0.3	840	600
5	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.01	0.82	840	1850

Występowanie przegrody w grupie			
Nazwa grupy	Grupa optymalizowana	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy po termomodernizacji
Ściana zewnętrzna PN	NIE	1.271	1.271
Ściany zewnętrzne	TAK	1.271	0.243

Nazwa przegrody		**PPO**			
Typ przegrody		Podłoga zagłębiona			
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2·K)]		0.511			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej Rse [(m^2·K)/W]		0			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej Rsi [(m^2·K)/W]		0.17			
Lp	Nazwa	d [m]	λ [W/(m·K)]	C_p [J/(kg·K)}	ρ [kg/m^3]
1	Płyty okładzinowe ceramiczne. terakota	0.02	1.05	920	2000
2	Tynk lub gładź cementowa	0.06	1	840	2000
3	Płyty z trzciny	0.05	0.07	1460	250
4	Beton zbrojony (z 1% stali) (2300)	0.1	2.3	0	0
5	Gruzobeton	0.2	1	1000	1900
6	Piasek średni	0.3	0.4	840	1650

Występowanie przegrody w grupie			
Nazwa grupy	Grupa optymalizowana	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy po termomodernizacji
Podłoga na gruncie	NIE	0.511	0.511

Nazwa przegrody		**SPO**			
Typ przegrody		Ściana podziemia przylegająca do gruntu			
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2·K)]		1.226			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej Rse [(m^2·K)/W]		0			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej Rsi [(m^2·K)/W]		0.13			
Lp	Nazwa	d [m]	λ [W/(m·K)]	C_p [J/(kg·K)}	ρ [kg/m^3]
1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.02	0.82	840	1850
2	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	0.25	0.77	880	1800
3	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.01	0.82	840	1850
4	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku)	0.25	0.77	880	1800

Występowanie przegrody w grupie			
Nazwa grupy	Grupa optymalizowana	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy po termomodernizacji
Ściana przylegająca do gruntu	TAK	1.226	0.272

Nazwa przegrody		**SDT-wentylowany**			
Typ przegrody		Stropodach tradycyjny			
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2·K)]		1.192			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej Rse [(m^2·K)/W]		0.04			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej Rsi [(m^2·K)/W]		0.1			
Lp	Nazwa	d [m]	λ [W/(m·K)]	C_p [J/(kg·K)}	ρ [kg/m^3]
1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.01	0.82	840	1850
2	Strop z płyty żerańskiej o grubości 24 cm	0.24	1.33	1000	1000
3	Płyta wiórowa (600)	0.05	0.14	1700	600
4	Słabo wentylowana warstwa powietrzna	0.3	-	-	-
5	Żelbet	0.06	1.7	840	2500
6	Papa bitumiczna	0.01	0.23	0	0

Występowanie przegrody w grupie			
Nazwa grupy	Grupa optymalizowana	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy po termomodernizacji
Stropodach wentylowany	TAK	1.192	0.215

Nazwa przegrody		**SDT-niewentylowany**			
Typ przegrody		Stropodach tradycyjny			
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2·K)]		0.984			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej Rse [(m^2·K)/W]		0.04			
Opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej Rsi [(m^2·K)/W]		0.1			
Lp	Nazwa	d [m]	λ [W/(m·K)]	C_p [J/(kg·K)}	ρ [kg/m^3]
1	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0.01	0.82	840	1850
2	Żelbet	0.16	1.7	840	2500
3	Wiórobeton i wiórotrocinobeton (500)	0.1	0.15	1460	500
4	Tynk lub gładź cementowa	0.06	1	840	2000
5	Papa bitumiczna	0.01	0.23	0	0

Występowanie przegrody w grupie

Nazwa grupy	Grupa optymalizowana	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy po termomodernizacji
Stropodach niewentylowany	TAK	0.984	0.218

Nazwa przegrody	**Okna PCV**
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2·K)]	1.60
Współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego g	0.75
Udział pola powierzchni przeszklonej do całkowitego pola powierzchni okna C	0.70
Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny [m^3/(m·h·daPa$^{2/3}$)]	1.00

Występowanie przegrody w grupie

Nazwa grupy	Grupa optymalizowana	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy po termomodernizacji
Okna	NIE	1.600	1.600

Nazwa przegrody	**Drzwi wymienione**
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2·K)]	1.8
Współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego g	0
Udział pola powierzchni przeszklonej do całkowitego pola powierzchni okna C	0
Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny [m^3/(m·h·daPa$^{2/3}$)]	1

Występowanie przegrody w grupie

Nazwa grupy	Grupa optymalizowana	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy po termomodernizacji
Drzwi wymienione	NIE	1.800	1.800

Nazwa przegrody	**Luksfery**
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2·K)]	5
Współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego g	0.3
Udział pola powierzchni przeszklonej do całkowitego pola powierzchni okna C	0.9
Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny [m^3/(m·h·daPa$^{2/3}$)]	0.1

Występowanie przegrody w grupie

Nazwa grupy	Grupa optymalizowana	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy po termomodernizacji
Luksfery	TAK	5.000	2.560

Nazwa przegrody	**Drzwi drewniane**
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2·K)]	3
Współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego g	0
Udział pola powierzchni przeszklonej do całkowitego pola powierzchni okna C	0
Współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny [m^3/(m·h·daPa$^{2/3}$)]	4

Występowanie przegrody w grupie

Nazwa grupy	Grupa optymalizowana	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła dla grupy po termomodernizacji
Drzwi drewniane	TAK	3.000	1.600

ZAŁĄCZNIK 2

Dokumentacja obliczenia zapotrzebowania na ciepło oraz moc dla wariantu istniejącego i wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Strefa: Pomieszczenia szkoły	
Dane ogólne strefy	
Rodzaj strefy	niemieszkalny
Powierzchnia ogrzewana lokalu/strefy A_f [m^2]	2853.70
Kubatura wentylowana lokalu/strefy V [m^3]	9585.00
Temperatura dla trybu ogrzewania strefy $\theta_{i,H}$ [°C]	20.00
Pojemność cieplna strefy C_m [kJ/K]	741962

Dane dla strefy przed termomodernizacją

Przegrody wielowarstwowe

		Powierzchnia [m^2]				
Grupa	Nazwa przegrody	Netto	Brutto	U [W/(m^2·K)]	H_{tr} [W/K]	C_m [kJ/K]
Podłoga na gruncie	Podłoga zagłębiona	1172.64	1172.64	0.198	231.763	161355.26
Ściana przylegająca do gruntu	Ściana przylegająca do gruntu	266.56	266.56	0.597	159.166	42063.17
Stropodach niewentylowany	Stropodach	208.69	208.69	0.984	205.311	42685.45
Stropodach wentylowany	Stropodach	963.95	963.95	1.192	1148.687	101735.28
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	62.64	134.50	1.271	79.631	6611.03
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	130.50	159.50	1.271	165.897	13772.97
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	139.46	145.75	1.271	177.288	14718.61
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	130.08	213.90	1.271	165.364	13728.64
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	341.32	574.78	1.271	433.901	36022.91
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	384.46	634.25	1.271	488.740	40575.7
Ściana zewnętrzna PN	Ściana zewnętrzna PN	201.80	213.90	1.271	256.537	21297.97

Przegrody typowe

Grupa	Nazwa przegrody	Powierzchnia [m^2]	a [m^3/m·h·da$Pa^{2/3}$]	U [W/(m^2·K)]	H_{tr} [W/K]
Okna	Okno	68.40	1.00	1.600	109.440
Okna	Okno	0.29	1.00	1.600	0.466
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	1.55	4.00	3.000	4.662
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	1.61	4.00	3.000	4.830
Okna	Okno	5.85	1.00	1.600	9.360
Okna	Okno	19.87	1.00	1.600	31.795
Drzwi wymienione	Drzwi	3.28	1.00	1.800	5.904

Okna	Okno	3.41	1.00	1.600	5.453
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	2.89	4.00	3.000	8.658
Okna	Okno	3.28	1.00	1.600	5.242
Okna	Okno	0.56	1.00	1.600	0.896
Okna	Okno	79.98	1.00	1.600	127.968
Okna	Okno	0.48	1.00	1.600	0.768
Okna	Okno	11.24	1.00	1.600	17.987
Okna	Okno	12.65	1.00	1.600	20.237
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	5.77	4.00	3.000	17.316
Okna	Okno	3.36	1.00	1.600	5.376
Luksfery	Luksfery	40.00	0.10	5.000	200.000
Okna	Okno	159.96	1.00	1.600	255.936
Okna	Okno	54.56	1.00	1.600	87.296
Okna	Okno	1.52	1.00	1.600	2.432
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	1.76	4.00	3.000	5.280
Okna	Okno	191.95	1.00	1.600	307.123
Okna	Okno	12.10	1.00	1.600	19.354

Wentylacja

Typ wentylacji	wentylacja naturalna
Sprawność wymiennika do odzysku ciepła z powietrza wywiewanego	0.00
Sprawność gruntowego powietrznego wymiennika ciepła	0.00
Strumień wentylowanego powietrza wentylacji naturalnej [m^3/h]	9585.00
Strumień powietrza wywiewanego wentylacji mechanicznej [m^3/h]	0.00
Strumień powietrza nawiewanego wentylacji mechanicznej [m^3/h]	0.00

Ciepła woda użytkowa

Temperatura wody zimnej θ_O [°C]	10
Temperatura wody ciepłej θ_{CW} [°C]	55
Liczba jednostek odniesienia L_i [j.o.]	575
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{CW} [dm^3/(j.o.) doba]	8
Czas użytkowania t_{UZ} [doba]	201

Dokumentacja obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania wg PN-EN ISO 13790:2009

		styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
$\theta_{int,H}$	°C	20	20	20	20	20	20
θ_e	°C	-1.2	-0.9	4.4	6.3	12.2	17.1
t_m	[h]	744	672	744	720	744	720
H	[W/K]	8600.06	8600.06	8600.06	8600.06	8600.06	8600.06
C_m	[kJ/K]	741962	741962	741962	741962	741962	741962
τ	[h]	23.97	23.97	23.97	23.97	23.97	23.97
a_H		2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6

$Q_{H,ht}$	[kWh]	128141.07	114080.82	93942.36	79730.58	46278.04	16622.7
q_{int}	[W/m^2]	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Q_{int}	[kWh]	6581.77	5944.83	6581.77	6369.46	6581.77	6369.46
Q_{sol}	[kWh]	8650.2	10493.23	20187.68	27813.37	38206.2	40150.83
$Q_{H,gn}$	[kWh]	15231.97	16438.06	26769.45	34182.83	44787.97	46520.29
γ_H		0.12	0.14	0.28	0.43	0.97	2.8
$\eta_{H,gn}$		1	0.99	0.97	0.93	0.73	0.34
$Q_{H,nd,n}$	[kWh]	112909.1	97807.14	67975.99	47940.55	13582.82	805.8
L_H	[h]	744	672	744	720	176	0
		lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
$\theta_{int,H}$	°C	20	20	20	20	20	20
θ_e	°C	19.2	16.6	12.8	8.2	2.9	0.8
t_m	[h]	744	744	720	744	720	744
H	[W/K]	8600.06	8600.06	8600.06	8600.06	8600.06	8600.06
C_m	[kJ/K]	741962	741962	741962	741962	741962	741962
τ	[h]	23.97	23.97	23.97	23.97	23.97	23.97
a_H		2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
$Q_{H,ht}$	[kWh]	4738.42	20138.31	41338.76	70860.76	99756.82	115903.33
q_{int}	[W/m^2]	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Q_{int}	[kWh]	6581.77	6581.77	6369.46	6581.77	6369.46	6581.77
Q_{sol}	[kWh]	41309.46	36256.41	24201.24	14407.9	6746.51	5425.77
$Q_{H,gn}$	[kWh]	47891.23	42838.18	30570.7	20989.67	13115.97	12007.54
γ_H		10.11	2.13	0.74	0.3	0.13	0.1
$\eta_{H,gn}$		0.1	0.43	0.82	0.97	1	1
$Q_{H,nd,n}$	[kWh]	-50.7	1717.89	16270.79	50500.78	86640.85	103895.79
L_H	[h]	0	0	360	744	720	744

Wyniki zapotrzebowania na ciepło	
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_{tr} [W/K]	4766.06
Współczynnik strat ciepła na wentylację H_{ve} [W/K]	3834
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{H,nd,n}$ [kWh]	599996.8
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową przez system grzewczy $Q_{K,H}$ [kWh]	896052.57

Dane dla strefy po termomodernizacji

Przegrody wielowarstwowe

		Powierzchnia [m^2]				
Grupa	Nazwa przegrody	Netto	Brutto	U [W/(m^2·K)]	H_{tr} [W/K]	C_m [kJ/K]
Podłoga na gruncie	Podłoga zagłębiona	1172.64	1172.64	0.198	231.763	161355.26
Ściana przylegająca do gruntu	Ściana przylegająca do gruntu	266.56	266.56	0.206	54.968	42063.17

Stropodach niewentylowany	Stropodach	208.69	208.69	0.218	45.487	42685.45
Stropodach wentylowany	Stropodach	963.95	963.95	0.215	207.359	101735.28
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	62.64	134.50	0.243	15.204	6611.03
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	130.50	159.50	0.243	31.675	13772.97
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	139.46	145.75	0.243	33.850	14718.61
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	130.08	213.90	0.243	31.573	13728.64
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	341.32	574.78	0.243	82.845	36022.91
Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna	384.46	634.25	0.243	93.316	40575.7
Ściana zewnętrzna PN	Ściana zewnętrzna PN	201.80	213.90	1.271	256.537	21297.97

Przegrody typowe

Grupa	Nazwa przegrody	Powierzchnia [m^2]	a [$m^3/m \cdot h \cdot daPa^{2/3}$]	U [$W/(m^2 \cdot K)$]	H_{tr} [W/K]
Okna	Okno	68.40	1.00	1.600	109.440
Okna	Okno	0.29	1.00	1.600	0.466
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	1.55	1.00	1.600	2.486
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	1.61	1.00	1.600	2.576
Okna	Okno	5.85	1.00	1.600	9.360
Okna	Okno	19.87	1.00	1.600	31.795
Drzwi wymienione	Drzwi	3.28	1.00	1.800	5.904
Okna	Okno	3.41	1.00	1.600	5.453
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	2.89	1.00	1.600	4.618
Okna	Okno	3.28	1.00	1.600	5.242
Okna	Okno	0.56	1.00	1.600	0.896
Okna	Okno	79.98	1.00	1.600	127.968
Okna	Okno	0.48	1.00	1.600	0.768
Okna	Okno	11.24	1.00	1.600	17.987
Okna	Okno	12.65	1.00	1.600	20.237
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	5.77	1.00	1.600	9.235
Okna	Okno	3.36	1.00	1.600	5.376
Luksfery	Luksfery	40.00	0.10	2.560	102.400
Okna	Okno	159.96	1.00	1.600	255.936
Okna	Okno	54.56	1.00	1.600	87.296
Okna	Okno	1.52	1.00	1.600	2.432
Drzwi drewniane	Drzwi drewniane	1.76	1.00	1.600	2.816
Okna	Okno	191.95	1.00	1.600	307.123
Okna	Okno	12.10	1.00	1.600	19.354

Wentylacja

Typ wentylacji	wentylacja naturalna

Sprawność wymiennika do odzysku ciepła z powietrza wywiewanego	0.00
Sprawność gruntowego powietrznego wymiennika ciepła	0.00
Strumień wentylowanego powietrza wentylacji naturalnej [m^3/h]	9585.00
Strumień powietrza wywiewanego wentylacji mechanicznej [m^3/h]	0.00
Strumień powietrza nawiewanego wentylacji mechanicznej [m^3/h]	0.00
Ciepła woda użytkowa	
Temperatura wody zimnej θ_O [°C]	10
Temperatura wody ciepłej θ_{CW} [°C]	55
Liczba jednostek odniesienia L_i [j.o.]	575
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{CW} [dm^3/(j.o.) doba]	8
Czas użytkowania t_{UZ} [doba]	201

Dokumentacja obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania wg PN-EN ISO 13790:2009

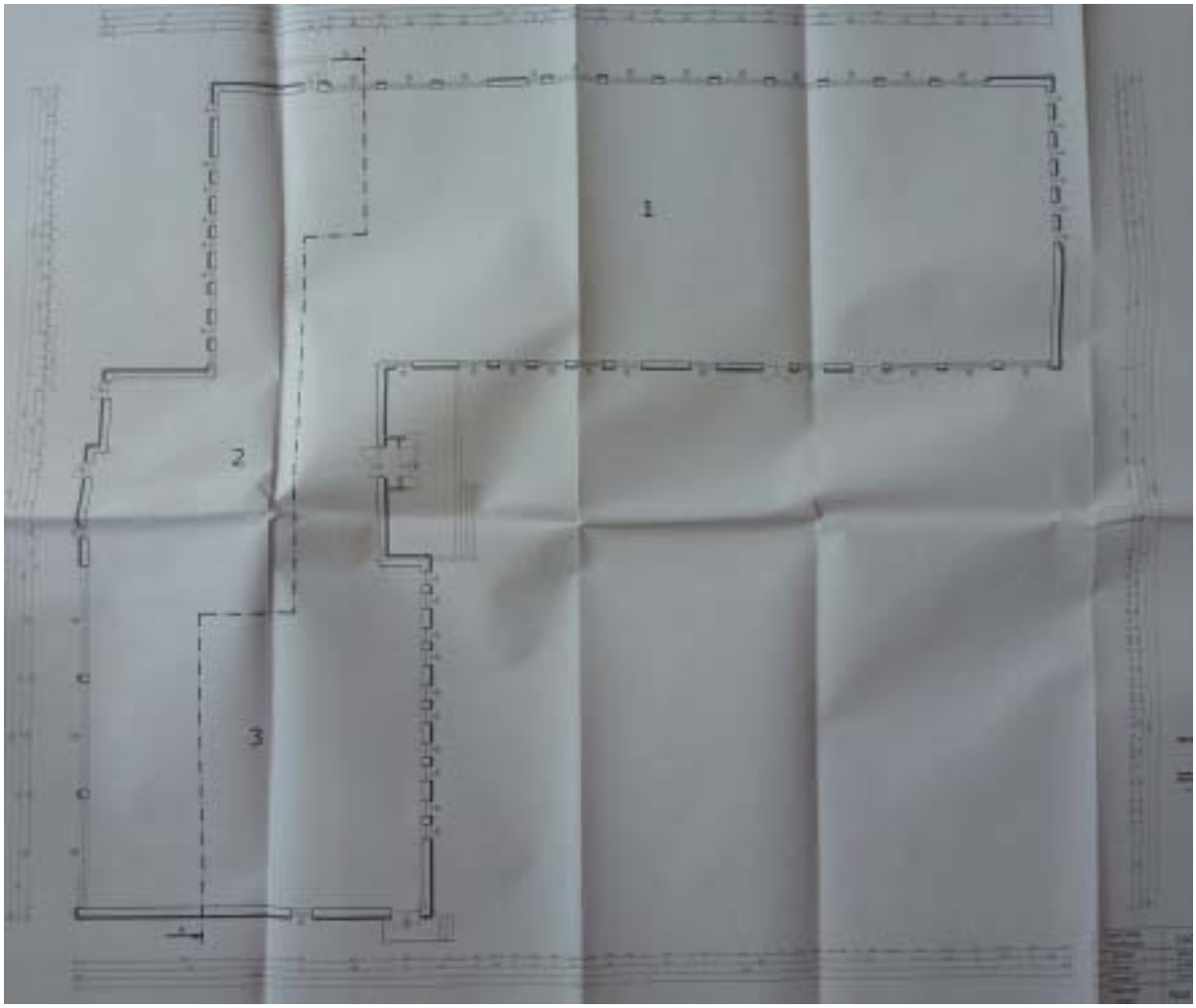
		styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
$\theta_{int,H}$	°C	20	20	20	20	20	20
θ_e	°C	-1.2	-0.9	4.4	6.3	12.2	17.1
t_m	[h]	744	672	744	720	744	720
H	[W/K]	6055.74	6055.74	6055.74	6055.74	6055.74	6055.74
C_m	[kJ/K]	741962	741962	741962	741962	741962	741962
τ	[h]	34.03	34.03	34.03	34.03	34.03	34.03
a_H		3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27
$Q_{H,ht}$	[kWh]	87787.63	78150.21	64278.58	54529.45	31506.05	11310.16
q_{int}	[W/m^2]	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Q_{int}	[kWh]	6581.77	5944.83	6581.77	6369.46	6581.77	6369.46
Q_{sol}	[kWh]	9115.33	11062.49	21270.87	29290.46	40284.64	42262.73
$Q_{H,gn}$	[kWh]	15697.1	17007.32	27852.64	35659.92	46866.41	48632.19
γ_H		0.18	0.22	0.43	0.65	1.49	4.3
$\eta_{H,gn}$		1	0.99	0.96	0.9	0.6	0.23
$Q_{H,nd,n}$	[kWh]	72090.53	61312.96	37540.05	22435.52	3386.2	124.76
L_H	[h]	744	672	679	0	0	0
		lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
$\theta_{int,H}$	°C	20	20	20	20	20	20
θ_e	°C	19.2	16.6	12.8	8.2	2.9	0.8
t_m	[h]	744	744	720	744	720	744
H	[W/K]	6055.74	6055.74	6055.74	6055.74	6055.74	6055.74
C_m	[kJ/K]	741962	741962	741962	741962	741962	741962
τ	[h]	34.03	34.03	34.03	34.03	34.03	34.03
a_H		3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27
$Q_{H,ht}$	[kWh]	3224.04	13702.19	28143.06	48439.89	68280.72	79369.7
q_{int}	[W/m^2]	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1

Q_{int}	[kWh]	6581.77	6581.77	6369.46	6581.77	6369.46	6581.77
Q_{sol}	[kWh]	43549.95	38182.45	25439.28	15144.98	7120.7	5747.74
$Q_{H,gn}$	[kWh]	50131.72	44764.22	31808.74	21726.75	13490.16	12329.51
γ_H		15.55	3.27	1.13	0.45	0.2	0.16
$\eta_{H,gn}$		0.06	0.3	0.72	0.96	1	1
$Q_{H,nd,n}$	[kWh]	216.14	272.92	5240.77	27582.21	54790.56	67040.19
L_H	[h]	0	0	0	459	720	744

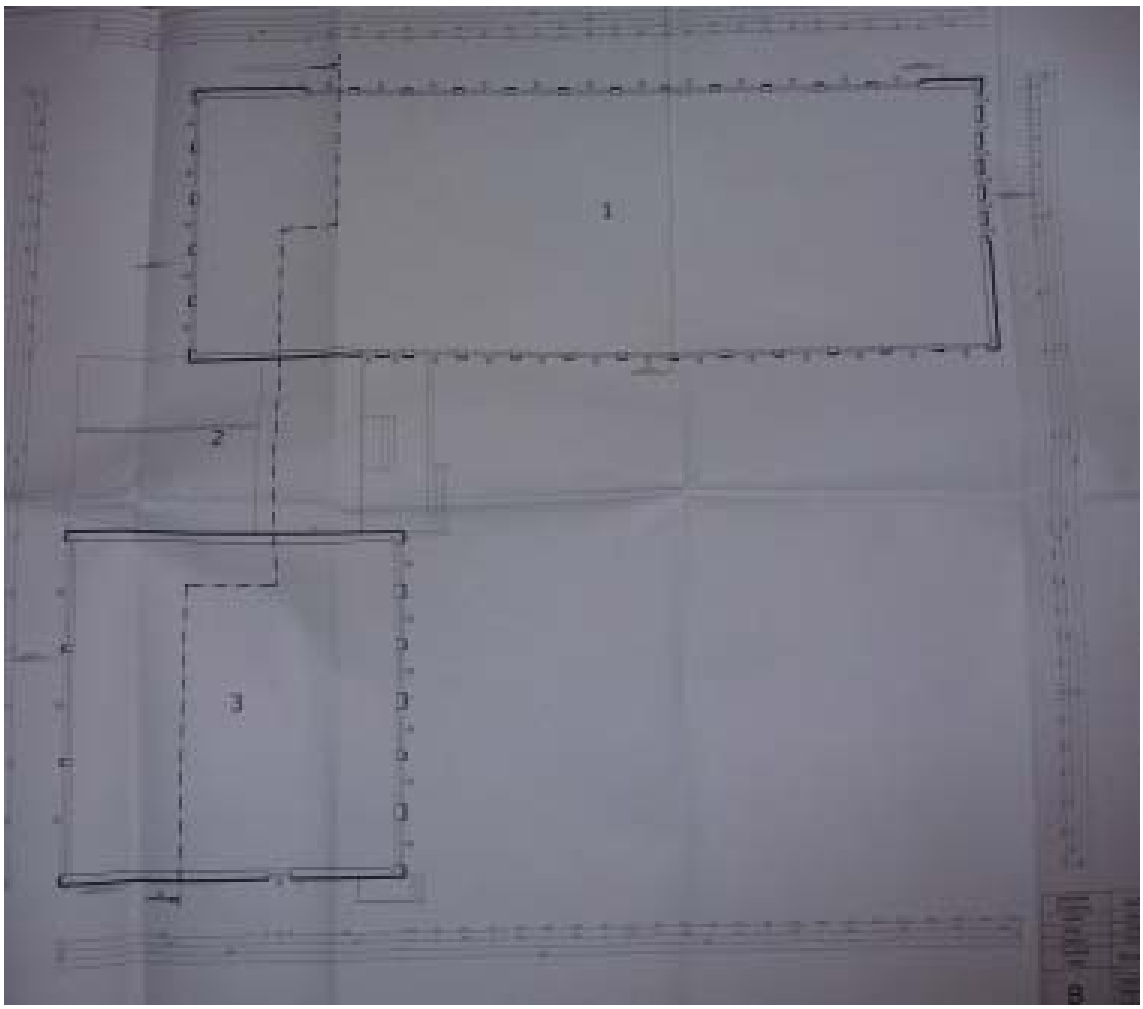
Wyniki zapotrzebowania na ciepło	
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie H_{tr} [W/K]	2221.74
Współczynnik strat ciepła na wentylację H_{ve} [W/K]	3834
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{H,nd,n}$ [kWh]	352032.81
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową przez system grzewczy $Q_{K,H}$ [kWh]	415327.96

ZAŁĄCZNIK 3

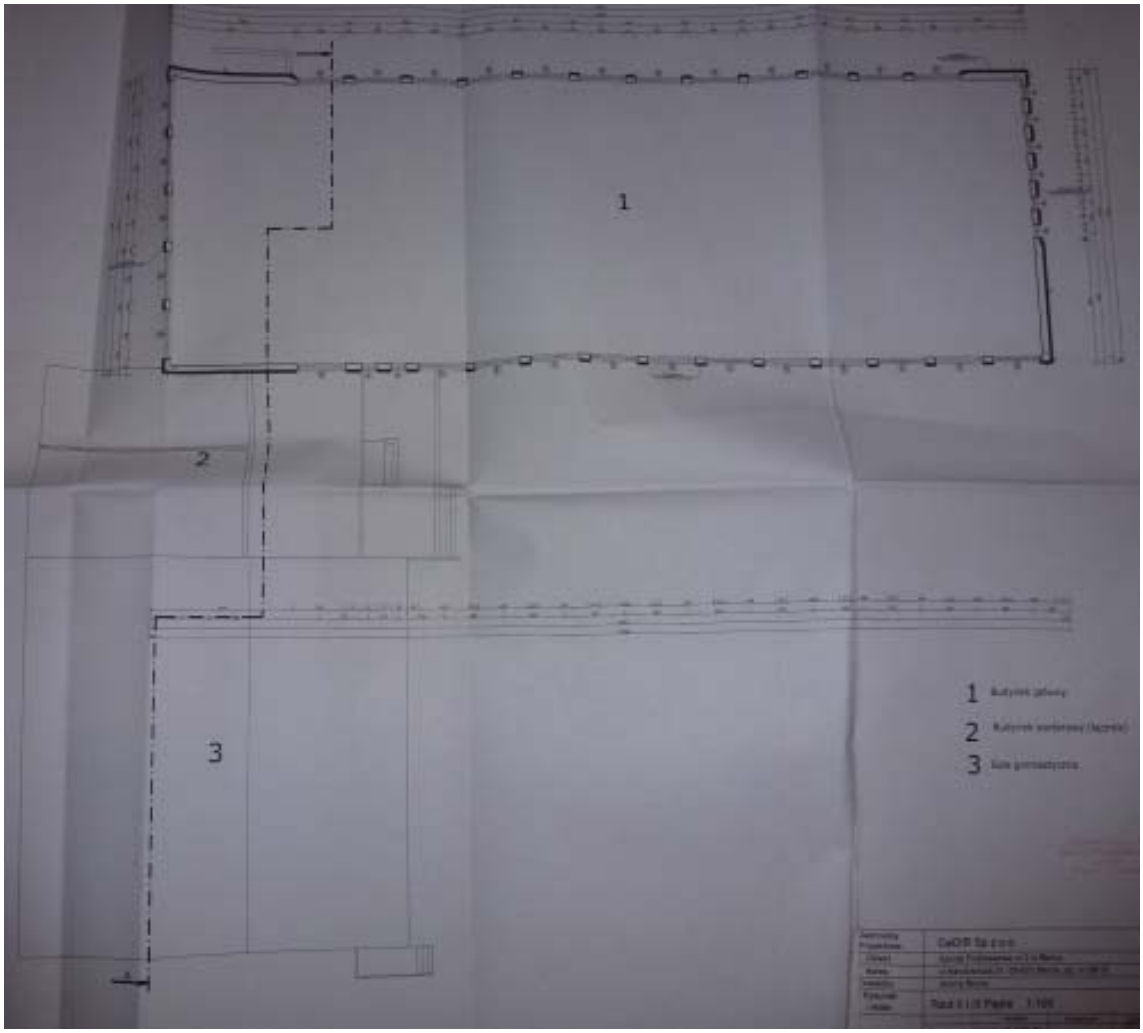
Rzut parteru



Rzut parteru



Rzut I piętra



Rzut II i III piętra

Audyt energetyczny wygenerowano przy użyciu programu
BuildDesk Energy Audit