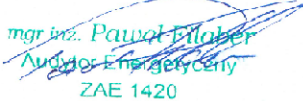


1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek OSP	1.2 Rok budowy	1974
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Gmina Drobin ul. Marszałka Piłsudskiego 12 09-210 Drobin	1.4 Adres budynku	Rogotwórski 8/1 09-210 Rogotwórski gmina Drobin pow. płocki woj. mazowieckie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie, ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. 3/lok. 300, 02-362 Warszawa, NIP 1132760903, Regon 141828652, KRS 0000328664			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:			
mgr inż. Paweł Filaber, 75032106415, ul. Prądyńskiego 31, 05-200 Wołomin, Członek Zrzeszenia Auditorów Energetycznych nr 1420			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1	mgr inż. Katarzyna Lonc Członek Zrzeszenia Auditorów Energetycznych nr 2058	Obliczenie OZC, opracowanie wyników	
5. Miejscowość:	Warszawa	Data wykonania opracowania:	20.04.2020 r.
Spis treści:			
1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU		1
2	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾		2
3	DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA		5
4	INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU ORAZ OCENA STANU TECHNICZNEGO ...		8
5	OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU		12
6	ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW TERMOMODERNIZACJI		13
7	OCENA OPŁACALNOŚCI WSKAZANYCH PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH ENERGII ELEKTRYCZNEJ		20
8	ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH		23
9	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU		25

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU OSP W ROGOTWÓRSKU



INWESTOR:
Gmina Drobin
ul. Marszałka Piłsudskiego 12
09-210 Drobin

WYKONALI:
mgr inż. Paweł Filaber
mgr inż. Katarzyna Lonc

2 Karta audytu energetycznego budynku¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2.	Liczba kondygnacji	1 -2	1 -2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 673,20	1 673,20
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	788,75	788,75
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	175,00	175,00
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	474,45	474,45
7.	Liczba lokali mieszkalnych	3	3
8.	Liczba osób użytkujących budynek	39	39
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Podgrzewacz elektryczny przepływowy	Podgrzewacz elektryczny przepływowy
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki bez zaworów termostatycznych zasilana z kotła węglowego	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki płytowe z zaworami termostatycznymi zasilana z pompy ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,8	0,8
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)			
1.	Dach	0,337	0,149
2.	Drzwi zewnętrzne	2,700	1,300
3.	Brama garażowa	1,600	1,600
4.	Okno zewnętrzne drewniane	3,600	0,900
5.	Okno zewnętrzne PCV	1,700	1,700
6.	Podłoga na gruncie	0,976	0,976
7.	Podłoga w piwnicy	0,976	0,976
8.	Strop nad piwnicą	0,918	0,918
9.	Stropodach	1,271	0,147
10.	Ściana cokołowa	1,157	0,186
11.	Ściana zewnętrzna 2	1,157	0,186
12.	Ściana zewnętrzna	1,622	0,195

13.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,837	0,837
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,65	2,60
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,88	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	Grawitacyjna	Grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/ kanały wentylacyjne	okna/ kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	960	960
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,57	0,57
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	82,11	37,74
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	1,53	1,53
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	610,58	220,81
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 140,64	82,94
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	17,64	17,64
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-

8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	261	94
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	488	35
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]*	-	50,7%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	35,66	158,33
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	117,80	117,80
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	5,22	1,69
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł] - Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania c.w.u.	158,33	158,33
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu ⁵⁾ [zł]	535 449,90	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	91,3%
Planowane koszty całkowite [zł]	669 312,37	Premia termomodernizacyjna [zł]	n/d
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	27 540,07		

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

2) U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

5) W związku z faktem planowana inwestycja będzie realizowana z dotacji w analizowanym przypadku planowana kwota kredytu oznacza planowany poziom dofinansowania.

Uwaga! Niniejsza Karta audytu energetycznego wykazuje wyłącznie oszczędności energii cieplnej związane z termomodernizacją budynku.

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

3.1 Cel pracy

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji termomodernizacji budynku. Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- ocenę stanu istniejącego budynku pod kątem izolacyjności cieplnej przegród,
- ocenę stanu istniejących wewnętrznych instalacji ogrzewczych wraz ze źródłem ciepła,
- propozycję rozwiązań termomodernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia ciepła w rozpatrywanym budynku,
- procedurę wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

Realizacja powyższych przedsięwzięć ma prowadzić do zmniejszenia kosztów ogrzewania i zmniejszenia emisji zanieczyszczeń.

3.2 Dokumentacja projektowa

- Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana.
- Inwentaryzacja budynku wykonana na potrzeby opracowania.

3.3 Inne dokumenty:

- Aktualne ceny nośnika energii.
- Dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji, itp.
- Wizja lokalna.
- Obowiązujące normy i rozporządzenia:
- Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2014 poz.1200 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.151)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (publ. tekstu jednolitego Dz.U.2016 poz.290, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2016 poz.961).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2015, poz.1422).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U.

2012 poz.462, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U.2013 poz.762 i Dz.U.2015 poz.1554), w szczególności par. 11 ust 2 pkt 10 i pkt 12.

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (publ. t.j. Dz.U. 2014 poz.712, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U.2016 poz.615)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz.376)
- PN-EN ISO 6946 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
- PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania".
- PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne".
- PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
- Przepisy prawa dotyczące współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych obowiązujące w latach wznoszenia, zatwierdzenia projektu budowy lub modernizacji budynku.

3.4 Wizja lokalna

Marzec 2020 r.

3.5 Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Inwestycja będzie realizowana z udziałem środków zewnętrznych. Przyjęto poziom dofinansowania wynoszący do 80% kosztów kwalifikowanych.

3.6 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

Zleceniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu, dla których należy wykonać analizę ekonomiczną uzasadniającą podjęcie prac termomodernizacyjnych oraz innych podwyższających efektywność energetyczną budynku.

Wszystkie elementy budynku poddawane termomodernizacji jeśli to możliwe należy dopasować do warunków technicznych WT2020.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

Budynek posiada dokumentację fotograficzną z wizji lokalnej oraz inwentaryzację architektoniczną, która znajduje się w **załączniku nr 3** audytu.

4.2 Inwentaryzacja budynku

Budynek wzniesiony ok. 1974r. Budynek składa się z 2 części: budynku OSP oraz mieszkalnej. Część budynku OSP częściowo 2 kondygnacyjna, niepodpiwniczony, część garaży jednokondygnacyjna. Część mieszkalna 2 kondygnacyjna, podpiwniczona.

Budynek wykonany w technologii tradycyjnej, murowanej. Ściany z bloczków gazobetonowych lub pustaków czerwonych, obustronnie tynkowane. Stropodach niewentylowany nieocieplony nad częścią mieszkalną. Dach nad częścią OSP jednospadowy kryty papą.

4.3 Stolarka otworowa

W budynku występują okna dwuszybowe w ramach PCV lub okna drewniane. Drzwi zewnętrzne wejściowe budynku płytowe w ramie stalowej w złym stanie technicznym. Brama garażowa w dobrym stanie technicznym.

4.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest poprzez wentylację grawitacyjną - świeże powietrze jest dostarczane do wnętrza budynku przez nieszczelności i rozszczelnienia okien i drzwi.

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła budynku jest kocioł węglowy.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania, wodna, grzejniki bez zaworów termostatycznych.

Istniejącą instalację (ogółem) można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g}$	0,65
2	Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	$\eta_{H,d}$	0,77
3	Sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła	$\eta_{H,e}$	0,80
4	Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{H,s}$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e =$	η_H	0,40
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,88

Do wyznaczenia ogólnej sprawności systemu ogrzewania posłużono się obowiązującymi przepisami.

4.7 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w termie elektrycznej. Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{W,g}$	0,99
2	Sprawność przesyłu ciepłej wody	$\eta_{W,d}$	1,00
3	Sprawność akumulacji	$\eta_{W,s}$	1,00
4	Sprawność sezonowa wykorzystania	$\eta_{W,e}$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e =$	η_W	0,99

Do wyznaczenia ogólnej sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej posłużono się obowiązującymi przepisami.

4.8 Zapotrzebowanie na moc i ciepło na potrzeby c.o.

Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym wykonano na podstawie normy PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia” i rozporządzenia 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 z dnia 27 lutego 2015r z późniejszymi zmianami. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 6.9 Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne podane na stronie Ministerstwa infrastruktury (załącznik 4). Strumień powietrza wentylacyjnego został określony na podstawie normy PN-83/B-03430/Az3:2000 (załącznik 1).

Moc zamówioną obliczono na podstawie normy PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego". Do obliczeń przyjęto strumień powietrza wentylacyjnego proponowany w normie PN-EN 12831. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 6.9 Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur (załącznik 4).

4.9 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,0821
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	610,58
Ogólna sprawność systemu	%	40,04
Obniżenie nocne	%	88,00
Obniżenie tygodniowe	%	85,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 140,64

4.10 Roczny koszt ogrzewania

Ceny ogrzewania budynku wg stawek lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	35,66
Om**	zł/MW/mc	0,00
Ab	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,08
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 140,64
Roczna opłata zmienna	zł/rok	40 672,74
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	40 672,74
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.11 Roczny, obliczeniowy koszt przygotowania ciepłej wody

Ceny przygotowania ciepłej wody wg stawki lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	158,33
Om**	zł/mc	0,00
Ab0	zł/mc	0,00

Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	MW	0,0015
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	17,64
Roczna opłata zmienna	zł/rok	2 792,52
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	2 792,52
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.12 Roczny, obliczeniowy koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	40 672,74
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	2 792,52
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	43 465,26

4.13 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	Wartości
t_{w0} w pomieszczeniach ogrzewanych	$^{\circ}\text{C}$	20
t_{z0}	$^{\circ}\text{C}$	-20
S_d	dzień·K/a	3 655
Centralne ogrzewanie		
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O_{z0}	zł/GJ	35,66
Ab_0	zł/m-c	0,00
Ciepła woda użytkowa		
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O_{z0}	zł/GJ	158,33
Ab_0	zł/m-c	0,00

Ceny z dnia sporządzania audytu, zawierają VAT.

5 Ocena stanu technicznego budynku

Stan techniczny budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych ocenia się jako dostateczny. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obowiązujących. W celu poprawienia izolacyjności cieplnej budynku w audycie zostanie rozważone ocieplenie ścian zewnętrznych, dachu oraz stropodachu. W audycie proponuje się wymianę okien w ramach drewnianych oraz wymianę drzwi zewnętrznych, stalowych. Sprawność instalacji centralnego ogrzewania wymaga usprawnienia. W następnym rozdziale zostanie opisany proponowany zakres usprawnień termomodernizacyjnych.

6 Analiza poszczególnych wariantów termomodernizacji

6.1 Usprawnienia dotyczące systemu centralnego ogrzewania

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji centralnego ogrzewania. W ramach usprawnienia planuje się montaż powietrznej pompy ciepła, instalację c.o., grzejników, wyposażenie wszystkich grzejników w zawory termostatyczne, regulacje instalacji c.o. po termomodernizacji oraz wyposażenie kotłowni w regulację automatyczną, system zarządzania energią.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,0821	0,0821
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	611	611
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	-	0,65	2,60
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,d}$	-	0,77	0,88
Sprawność przesyłu $\eta_{H,e}$	-	0,80	0,90
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	-	1,00	1,00
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,40	2,06
Obniżenie nocne	-	0,85	0,85
Obniżenie tygodniowe	-	0,88	0,91
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 141	229
Oz	zł/GJ	35,66	158,33
Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	40 672,74	36 314,22
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686)	zł/rok	40 672,74	36 314,22
Różnica			4 358,52
Koszt			177 236,85
SPBT			40,7

6.2 Usprawnienie dotyczące ocieplenia stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu (nad częścią mieszkalną) warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe ceny rynkowe z danymi sporządzania audytu.

λ	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	174,12	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	174,12	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,22	0,24	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		5,50	6,00	6,50
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,787	6,29	6,79	7,29
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,271	0,159	0,147	0,137
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	62,90	7,87	7,29	6,79
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,009	0,001	0,001	0,001
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOr_u	zł/a		1 962,28	1 982,96	2 000,80
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		257,10	270,60	286,60
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		44 766,25	47 116,87	49 902,79
10	SPBT=NU/ ΔOr_u	lata		22,8	23,8	24,9
Wybrany wariant: 2		Koszt: 47 116,87 zł		SPBT= 23,8 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu stropodachu warstwą izolacji o grubości 24 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".

6.3 Usprawnienie dotyczące ocieplenia dachu

Rozpatruje się ocieplenie dachu (nad częścią OSP) warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe ceny rynkowe z danymi sporządzania audytu.

λ	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	363,45	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	363,45	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,13	0,15	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,25	3,75	4,25
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	2,967	6,22	6,72	7,22
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,337	0,161	0,149	0,139
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	38,68	18,46	17,09	15,90
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,005	0,002	0,002	0,002
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		721,01	770,01	812,22
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		233,70	246,00	271,80
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		84 938,27	89 408,70	98 785,71
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		117,8	116,1	121,6
Wybrany wariant: 2		Koszt: 89 408,70 zł		SPBT= 116,1 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu dachu warstwą izolacji o grubości 15 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/mK. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".

6.4 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z danymi sporządzania audytu.

λ	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	558,15	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	558,15	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		4,00	4,50	5,00
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,723	4,72	5,22	5,72
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,383	0,212	0,191	0,175
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	243,81	37,32	33,75	30,80
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,031	0,005	0,004	0,004
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		7 362,96	7 490,36	7 595,50
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350,60	369,00	392,60
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		195 687,39	205 957,35	219 129,69
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		26,6	27,5	28,8
Wybrany wariant: 2		Koszt: 205 957,35 zł		SPBT= 27,5 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 18 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040$ W/mK. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".

6.5 Usprawnienie dotyczące wymiany okien zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę istniejących okien w ramach drewnianych na nowe o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,1; 0,9; 0,7 W/m^2K . Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe ceny rynkowe z dany sporządzania audytu.

Powierzchnia okien do wymiany: 81,84 m ²						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m^2K	3,60	1,10	0,90	0,70
2	Współczynnik C_r	-	1,00	1,00	1,00	1,00
3	Współczynnik C_m	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Q_0, Q_1	GJ/a	93,05	28,43	23,26	18,09
5	q_0, q_1	MW	0,0118	0,0036	0,0029	0,0023
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		2 304,1	2 488,4	2 672,7
7	Jednostkowy koszt wymiany okien	zł/m ²		1 429,88	1 537,50	1 929,56
8	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		117 020,97	125 829,00	157 915,40
9	SPBT	lata		50,8	50,6	59,1
Wybrany wariant: 2		Koszt: 125 829,00 zł		SPBT= 50,6 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na wymianie okien zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9 W/m^2K$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz. 346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".

6.6 Usprawnienie dotyczące wymiany drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe o współczynnikach przenikania ciepła U równych 1,5; 1,3; 1,1 W/m^2K . Cena N_{DZ} zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z danych sporządzania audytu.

Powierzchnia drzwi do wymiany: $P = 13,8 m^2$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$W/m^2 \cdot K$	2,70	1,50	1,30	1,10
2	Współczynnik C_r	-	1,00	1,00	1,00	1,00
3	Q_0, Q_1	GJ/a	11,77	6,54	5,67	4,79
4	q_0, q_1	MW	0,0015	0,0008	0,0007	0,0006
5	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		186,5	217,6	248,7
6	Jednostkowy koszt wymiany drzwi	zł/ m^2		1 635,9	1 722,0	2 221,4
7	Koszt wymiany drzwi N_{DZ}	zł		22 575,42	23 763,60	30 655,04
8	SPBT	lata		121,1	109,2	123,3
Wybrany wariant: 2		Koszt: 23 763,60 zł		SPBT= 109,2 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na wymianie istniejących drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 W/m^2K$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

6.7 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości prostego czasu nakładów SPBT

Lp.	Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	177 236,85	40,66
2	Ocieplenie stropodachu	47 116,87	23,76
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	205 957,35	27,50
4	Wymiana okien zewnętrznych	125 829,00	50,57
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	23 763,60	109,22
6	Ocieplenie dachu	89 408,70	116,11

6.8 Zapotrzebowanie na moc i ciepło oraz określenie efektów finansowych dla każdego z wariantów

Wariant	Moc CO ¹⁾	Moc CWU ¹⁾	Zapotrz. CO ²⁾	Zapotrz. CO ³⁾	Zapotrz CWU	Efekt	Koszt c.o. ⁴⁾	Koszt c.w.u ⁴⁾	Koszt c.o.+c.w.u	Efekt
	MW	MW	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
VI	0,0377	0,0015	220,8	83	17,6	1 058	13 132,67	2 792,52	15 925,19	27 540,07
V	0,0405	0,0015	244,5	92	17,6	1 049	14 541,03	2 792,52	17 333,56	26 131,71
IV	0,0412	0,0015	250,9	94	17,6	1 046	14 922,86	2 792,52	17 715,38	25 749,88
III	0,0498	0,0015	328,5	123	17,6	1 017	19 536,33	2 792,52	22 328,86	21 136,41
II	0,0743	0,0015	543,9	204	17,6	936	32 349,02	2 792,52	35 141,55	8 323,72
I	0,0821	0,0015	610,6	229	17,6	911	36 314,22	2 792,52	39 106,74	4 358,52
Stan istn.	0,0821	0,0015	610,6	1 141	17,6	0,0	40 672,74	2 792,52	43 465,26	

¹⁾ moc obliczeniowa dla:

- c.o. z programu AUDYTOR OZC 6.9Pro (załącznik 4). Strumień powietrza dla pomieszczeń ogrzewanych wg załącznika 1
- c.w.u obliczono w załączniku nr 2 na podstawie danych przekazanych od inwestora.

²⁾ zapotrzebowanie na ciepło dla:

- c.o. z programu AUDYTOR OZC 6.9 (załącznik 4). Strumień powietrza dla pomieszczeń ogrzewanych zgodnie z normą PN-83/B-03430/Az3:2000.

³⁾ zapotrzebowanie na ciepło obliczone w programie AUDYTOR OZC 6.9Pro z uwzględnieniem sprawności systemu CO.

⁴⁾ koszt ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej uwzględnia aktualne ceny nośnika wskazane w karcie audytu energetycznego.

Gdzie:

Wariant	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
VI	1+2+3+4+5+6
V	1+2+3+4+5
IV	1+2+3+4
III	1+2+3
II	1+2
I	1

7 Ocena opłacalności wskazanych przedsięwzięć modernizacyjnych dotyczących energii elektrycznej

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji modernizacji budynku w zakresie instalacji zasilanych energią elektryczną. Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- ocenę stanu istniejącego instalacji oświetlenia,
- rozpatrzenie możliwości zastosowania instalacji OZE (zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną),
- propozycję rozwiązań modernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w rozpatrywanych budynkach,

Realizacja przedsięwzięć modernizacyjnych ma prowadzić do zmniejszenia kosztów generowanych przez instalację zużywającą energię elektryczną na potrzeby oświetlenia budynku oraz zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną.

7.1 Dane ogólne

Przyjmuje się zużycie energii elektrycznej w stanie istniejącym na podstawie oszacowanego zużycia energii na potrzeby c.w.u. oraz oświetlenia. Przyjęto cenę energii elektrycznej na poziomie 0,57 zł/kWh brutto.

7.2 Inwentaryzacja oświetlenia

Do oświetlenia pomieszczeń wykorzystuje się różne typy opraw i źródeł światła. We wszystkich pomieszczeniach wykorzystywane jest oświetlenie fluorescencyjne (światłówki) oraz żarowe. Rozróżnia się następujące typy opraw:

Lp.	Typ oprawy	Ilość opraw [szt.]	Moc oprawy [W]	Moc poszczególnych źródeł światła [kW]
1	Oprawy żarowe	30	60	1,80
2	Halogen	4	100	0,40
Razem moc zainstalowana źródeł światła do wymiany [kW]				2,20

7.3 Usprawnienie dotyczące wymiany opraw instalacji oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne oprawy LED

Rozpatruje się zmniejszenie zużycia energii elektrycznej przez wymianę opraw oświetleniowych na energooszczędne oprawy LED.

Lp	Parametry	Jed.	Przed modernizacją	Po modernizacji
1	Zainstalowana moc oświetlenia P_i	kW	2,20	0,33
2	Czas użytkowania oświetlenia t_u ¹⁾	h/rok	800	800
3	F_D	-	1	1
4	F_O	-	1	1
5	F_C	-	1	1
6	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh/rok	1 760,00	264,00
7	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	1 003,20	150,48
8	Roczna oszczędność energii	kWh		1 496,00
9	Roczna oszczędność kosztów ΔQ_{rok}	zł/rok		852,72
10	Cena usprawnienia N_U ²⁾	zł		10 200,00
11	SPBT= $N_U/DOrok$	lata		12,0
12	Oszczędności	%		85,0%

¹⁾ Założony czas pracy instalacji oświetlenia wynika z rzeczywistego zużycia energii elektrycznej

²⁾ Podstawa przyjętych wartości N_U . Kalkulację kosztów wymiany opraw oświetleniowych opracowano na podstawie szacowanego kosztu nowych opraw, robocizny, baterii kompensujących oraz automatyki

³⁾ Wartości emisji CO₂ przyjęte na podstawie struktury produkcji energii elektrycznej w Polsce oraz wartości emisji opublikowanych przez KOBIZE Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami za rok 2018.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że wykonanie modernizacji opraw światła polegającej na wymianie i redukcji mocy źródeł światła poprzez zastosowanie wysokosprawnego źródła światła LED jest opłacalne.

7.4 Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

W analizowanym przypadku rozpatruje się wykorzystanie ogniw fotowoltaicznych do pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną przez systemu zmodernizowane .

Lp	Opis	Jed.	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh/rok	23 303,76	23 303,76	23 303,76
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł	13 283,15	13 283,15	13 283,15
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	63	70	77
4	Powierzchnia elektrowni	m ²	107,1	119,0	130,9
5	Projektowana moc instalacji	Wp	18 270	20 300	22 330
6	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii elektrycznej z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	16 539,41	18 377,13	20 214,84
8	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	129 168,90	142 100,00	164 125,50
9	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	%	71%	79%	87%
10	Oszczędności	zł/rok	9 427,47	10 474,96	11 522,46
11	SPBT	lata	13,7	13,6	14,2

Projektowana moc instalacji oraz powierzchnia ogniw fotowoltaicznych pokrywa się z powierzchnią dachu możliwą do zabudowania. Z przeprowadzonej analizy wynika, że opłacalne jest zbudowanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 70 paneli o łącznej mocy ok. 20,3 kWp wytwarzającej średniorocznie 18377,13 kWh energii elektrycznej, które zostanie wykorzystane na potrzeby własne budynku pokrywając ok. 79% zapotrzebowania na energię elektryczną budynku przez systemy modernizowane. (c.o., c.w.u., oświetlenie).

8 Analiza wariantowa efektów energetycznych oraz ekonomicznych dla analizowanego zakresu prac termomodernizacyjnych

Lp	Opis usprawnienia	Jednostkowe koszty termomodernizacji	Jednostkowe roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zap. na energię	Wkład własny	Wkład własny	Procent dofinansowania	Kwota dofinansowania
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[%]	[zł]	[%]	[zł]
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	177 236,85	4 358,52	78,7%	20%	35 447,37	80%	141 789,48
2	Ocieplenie stropodachu	47 116,87	3 965,20	2,2%	20%	9 423,37	80%	37 693,50
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	205 957,35	12 812,69	7,0%	20%	41 191,47	80%	164 765,88
4	Wymiana okien zewnętrznych	125 829,00	4 613,47	2,5%	20%	25 165,80	80%	100 663,20
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	23 763,60	381,83	0,2%	20%	4 752,72	80%	19 010,88
6	Ocieplenie dachu	89 408,70	1 408,37	0,8%	20%	17 881,74	80%	71 526,96
Podsumowanie termomodernizacji		669 312,37	27 540,07	91,3%	20%	133 862,47	80%	535 449,90
1	Modernizacja instalacji oświetlenia	10 200,00	852,72	85,0%	20%	2 040,00	80%	8 160,00
2	Montaż instalacji fotowoltaicznej	142 100,00	10 474,96	78,9%	20%	28 420,00	80%	113 680,00
Audyt elektroenergetyczny		152 300,00	11 327,68	-	20%	30 460,00	80%	121 840,00
Całość projektu		821 612,37	38 867,76	97,0%	20%	164 322,47	80%	657 289,90

*oszczędność zapotrzebowania na energię z sieci elektroenergetycznej.

Koszty poszczególnych usprawnień przedstawione w opracowaniu są cenami brutto i zawierają 23% VAT.

Koszty całkowite	zł	821 612,37
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	38 867,76
Czas zwrotu nakładów SPBT	lata	21,1
Czas zwrotu nakładów SPBT z uwzględnieniem pozyskanego dofinansowania	lata	4,2

8.1 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie wykonanej analizy jako optymalne rozwiązanie przyjmuje się wariant, obejmujący następujące przedsięwzięcia:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
2. Ocieplenie stropodachu
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych
4. Wymiana okien zewnętrznych
5. Wymiana drzwi zewnętrznych
6. Ocieplenie dachu
7. Modernizacja instalacji oświetlenia
8. Montaż instalacji fotowoltaicznej

9 Załączniki do audytu

Załącznik 1

Obliczenie minimalnego strumienia powietrza wentylowanego

Zużycie ciepła

Strumień przyjęty przy obliczeniach zużycia ciepła zgodnie z normą PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”:

Lp.	Pomieszczenia	Liczba użytkowników	Kubatura netto	Współczynnik Cr·Cw	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	szt.	m ³		m ³ /h	m ³ /h
Przed modernizacją						
1	Kuchnie	3	-	1,00	70	210,0
2	Łazienki	3	-	1,00	50	150,0
3	Liczba użytkowników	30	-	1,00	20	600,0
4	Piwnica	-	278,60	1,00	0,3	83,6
Razem pomieszczenia ogrzewane						960,0
Razem pomieszczenia nieogrzewane						83,6
Po modernizacji						
1	Kuchnie	3	-	1,00	70	210,0
2	Łazienki	3	-	1,00	50	150,0
3	Liczba użytkowników	30	-	1,00	20	600,0
4	Piwnica	-	278,60	1,00	0,3	83,6
Razem pomieszczenia ogrzewane						960,0
Razem pomieszczenia nieogrzewane						83,6

Zapotrzebowanie na moc

Strumień przyjęty przy obliczeniach zapotrzebowania na moc cieplną zgodnie z normą PN-EN

12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia

cieplnego”:

Lp.	Pomieszczenia	Kubatura netto	Współczynnik Cr	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	m ³		wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
1	Pomieszczenia ogrzewane	1673,20	1,00	0,5	836,6
2	piwnice ogrzewane	278,60	1,00	0,3	83,6
Po modernizacji					
1	Pomieszczenia ogrzewane	1673,20	1,00	0,5	836,6
2	piwnice ogrzewane	278,60	1,00	0,3	83,6

Załącznik 2

Obliczenie mocy obliczeniowej na cele c.w.u. oraz zapotrzebowania na ciepło na c.w.u.

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Lp	Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan istniejący		Stan po modernizacji	
			OSP	Mieszk.	OSP	Mieszk.
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$\frac{dm^3}{(m^2 \cdot \text{dzień})}$	0,10	1,40	0,10	1,40
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	m^2	474,45	175,00	474,45	175,00
3	ciepło właściwe wody c_w	$kJ/kg \cdot K$	4,19		4,19	
4	gęstość wody ρ_w	kg/dm^3	1		1	
5	temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu/ obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_w	$^{\circ}C$	55		55	
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}C$	10		10	
7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R	-	0,7	0,9	0,7	0,9
8	liczba dni w roku t_r	doba	365		365	
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_r \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_r \cdot t_r / (3600)$	kWh/rok	634,9	4 215,3	634,9	4 215,3
			4 850,2		4 850,2	
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,99		0,99	
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00		1,00	
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00		1,00	
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00		1,00	
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,99		0,99	
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/rok	4 899,2		4 899,2	
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{kw}	$kWh/(m^2 \cdot \text{rok})$	7,54		7,54	
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{pw}	kWh/rok	14 697,49		14 697,49	
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{pw}	$kWh/(m^2 \cdot \text{rok})$	22,63		22,63	
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	17,6		17,6	

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

	Opis	Jednostka	Stan istniejący		Stan po modernizacji	
			OSP	Mieszk.	OSP	Mieszk.
1	Ilość użytkowników L	osoby	30	9	30	9
			39		39	
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	7	35	7	35
			13,5		13,5	
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m^3/h	0,029		0,029	
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L - 0,244$	-	3,81		3,81	
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie $1 m^3$ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m^3	0,19		0,19	
6	Max. moc c.w.u. $q_{cwu\ max} = V_{h\acute{s}r} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot N_h / 3600$	kW	5,82		5,82	
7	Średnia moc c.w.u. $q_{cwu\ \acute{s}r} = q_{cwu\ max} / N_h$	kW	1,53		1,53	

Załącznik 3

Zdjęcia



Elewacja N (OSP)



Elewacja W (OSP)



Elewacja E



Elewacja N



Elewacja W (część mieszkalna)

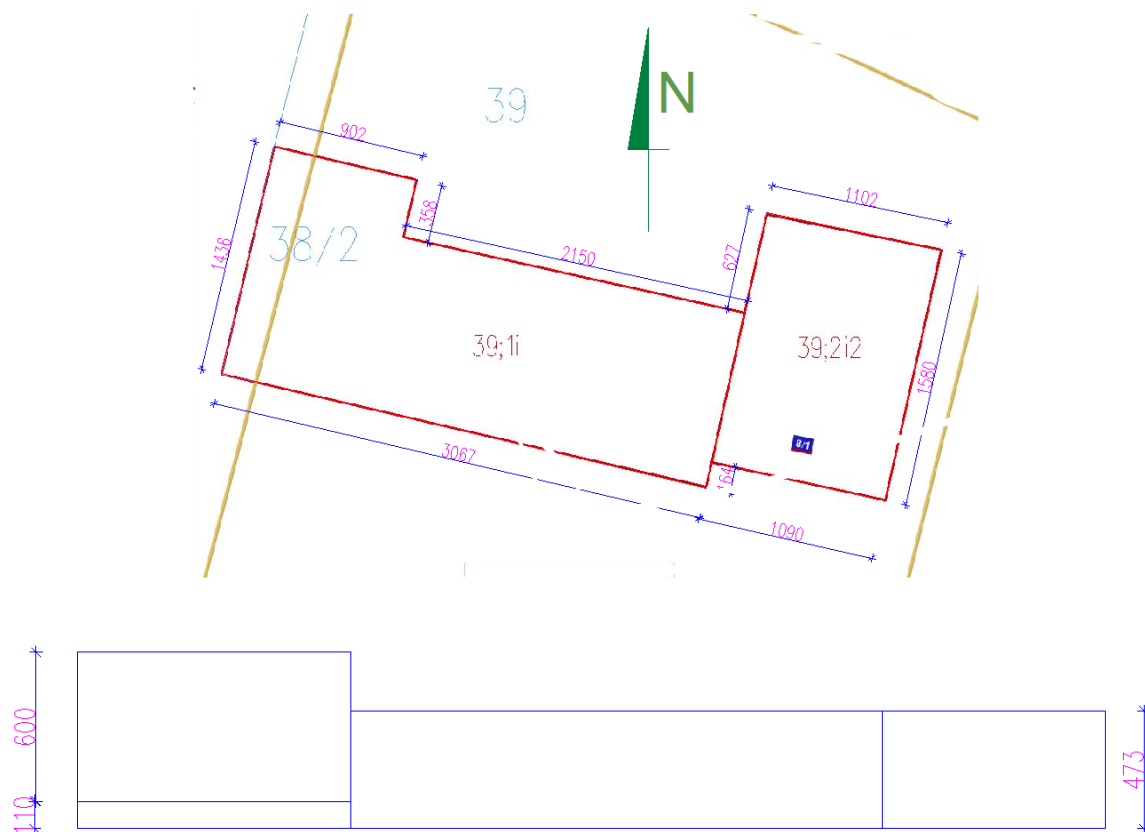


Elewacja S (OSP)



Elewacja S (część mieszkalna)

Rzut i przekrój budynku



Załącznik 4

Obliczenie mocy cieplnej systemu grzewczego oraz zużycia energii na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem wyznaczonego strumienia powietrza wentylacyjnego - wydruki komputerowe z programu Audytor OZC 6.9Pro.

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny budynku OSP Rogotwórk	
	stan przed termomodernizacją	
Miejscowość:	09-210 Rogotwórk	
Adres:	Rogotwórk 8/1	
Projektant:	mgr inż. Katarzyna Lonc	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Płock Trzepowo	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	649,5	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1673,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	70731	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	11378	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	82109	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	82109	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	126,4	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	49,1	W/m ³
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	234,2	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	836,6	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Płock Trzepowo	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	960,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	610,58	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	169607	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	649	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1673,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	940,1	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	261,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	364,9	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	101,4	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Dach	0,337	363,45
Drzwi zewnętrzne	2,700	13,8
Brama garażowa	1,600	13,65
Okno zewnętrzne drewniane	3,600	81,84
Okno zewnętrzne PCV	1,700	53,9
Podłoga na gruncie	0,976	363,45
Podłoga w piwnicy	0,976	174,12
Strop nad piwnicą	0,918	174,12
Stropodach	1,271	174,12
Ściana cokołowa	1,157	45,19
Ściana zewnętrzna 2	1,157	241,51
Ściana zewnętrzna	1,622	271,45
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,837	61,57

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	$^{\circ}C$	m^2	m^3
Pomieszczenia ogrzewane OSP	20	474,45	1200,7
Lokale mieszkalne	20	175	472,5
Piwnica	6,3	139,3	278,6

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku OSP Rogotwórk stan po termomodernizacji	
Miejscowość:	09-210 Rogotwórk	
Adres:	Rogotwórk 8/1	
Projektant:	mgr inż. Katarzyna Lonc	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Płock Trzepowo	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	649,5	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1673,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	26359	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	11378	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	37736	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	37739	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	58,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	22,6	W/m ³
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	234,2	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	836,6	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Płock Trzepowo	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	960,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	220,81	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	61336	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	649	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1673,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	340,0	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	94,4	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	132,0	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	36,7	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Dach	0,149	363,45
Drzwi zewnętrzne	1,300	13,8
Brama garażowa	1,600	13,65
Okno zewnętrzne drewniane	0,900	81,84
Okno zewnętrzne PCV	1,700	53,9
Podłoga na gruncie	0,976	363,45
Podłoga w piwnicy	0,976	174,12
Strop nad piwnicą	0,918	174,12
Stropodach	0,147	174,12
Ściana cokołowa	0,186	45,19
Ściana zewnętrzna 2	0,186	241,51
Ściana zewnętrzna	0,195	271,45
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,837	61,57

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	$^{\circ}C$	m^2	m^3
Pomieszczenia ogrzewane OSP	20	474,45	1200,7
Lokale mieszkalne	20	175	472,5
Piwnica	9,1	139,3	278,6

Załącznik 5

Obliczenie wskaźników projektu.

Obliczenie efektu ekologicznego.

Obliczenie emisji gazów i zanieczyszczeń

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia efektu ekologicznego przyjęto wg:

- „„Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2017 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2020.” opublikowane przez KOBIZE
- „Wskaźniki emisyjności dla energii elektrycznej za rok 2018 opublikowane w grudniu 2019 r..” opublikowane przez KOBIZE

Wskaźniki jednostkowe emisji CO ₂ :		
Jedn.	Węgiel kamienny	Energia elektryczna
[kg/MWh]	341,21	765
[kg/GJ]	94,78	212,50

L p	Opis usprawnienia	Energia cieplna		Energia elektryczna [MWh/rok]	Emisja CO ₂ [t/rok]
		c.o + c.w.u.	z węgla		
		[MWh/rok]	[MWh/rok]		
0	Stan istniejący	321,74	316,85	4,90	111,86
1	I	68,61		68,61	52,49
2	II	61,65		61,65	47,16
3	III	39,17		39,17	29,97
4	IV	31,08		31,08	23,78
5	V	30,41		30,41	23,26
6	VI	27,94		27,94	21,37
Podsumowanie termomodernizacji (redukcja)		293,81	316,85	-23,04	90,48
0	Stan istniejący			6,66	5,09
1	Modernizacja instalacji oświetlenia			5,16	3,95
	+ termomodernizacja			28,20	21,58
2	Montaż instalacji fotowoltaicznej			9,83	7,52
Audyt elektroenergetyczny (redukcja)				-3,17	-2,42
Podsumowanie		Energia RAZEM	Energia cieplna z węgla	Energia elektryczna	Emisja CO₂
Stan istniejący		323,50	316,85	6,66	113,20
Stan po realizacji projektu		9,83	0,00	9,83	7,52
Całość projektu (redukcja)		313,68	316,85	-3,17	105,69
		97,0%	100,0%	-47,6%	93,4%

