



AUDYT ENERGETYCZNY
BUDYNKU MIESZKALNEGO WIELORODZINNEGO
JACKOWICE 98

Adres budynku	ulica: kod: miejscowość: gmina: województwo:	Jackowice 98 99-440 Jackowice Zduny łódzkie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko:	mgr inż. Agnieszka Orłowska

Warszawa, wrzesień 2024r.

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalny wielorodzinny	1.2 Rok budowy	b.d.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Gmina Zduny Zduny 1C 99-440 Zduny	1.4 Adres budynku	Jackowice 98 99-440 Jackowice gmina: Zduny powiat: łowicki woj.: łódzkie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
NEOEnergetyka Sp. z o.o. ul. Kleszczowa 15A 02-485 Warszawa NIP: 5223058499			
3. Imię i nazwisko audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:			
mgr inż. Agnieszka Orłowska, ul. Suwalska 16, 05-200 Wołomin, Audytor Energetyczny ZAE nr 1986			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1			
5. Miejscowość:		Data wykonania opracowania:	30.09.2024 r.
Warszawa			
Spis treści:			
1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU.....		1
2	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU.....		2
3	DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA.....		6
4	INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU ORAZ OCENA STANU TECHNICZNEGO PRZED TERMOMODERNIZACJĄ.....		9
5	OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU.....		14
6	ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW TERMOMODERNIZACJI.....		15
7	DOKUMENTACJA WYBORU OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU.....		24
8	WSKAZANIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO.....		25
9	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU.....		27

2 Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 719,90	1 719,90
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	630,00	630,00
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	630,00	630,00
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100%	100%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	12	12
8.	Liczba osób użytkujących budynek	25	25
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Elektryczne podgrzewacze akumulacyjne	Powietrzna pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja centralnego ogrzewania zasilana z kotłowni węglowej, grzejniki aluminiowe i żeliwne bez zaworów termostatycznych	Instalacja zasilana z powietrznej pompy ciepła, grzejniki stalowe, płytowe z zaworami termostatycznymi.
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,87	0,87
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m²K)			
1.	Drzwi wewnętrzne	2,000	2,000
2.	Drzwi zewnętrzne	2,600	1,300
3.	Okna piwnic	3,600	0,900
4.	Okno zewnętrzne	2,000	0,900
5.	Podłoga w piwnicy	0,720	0,720
6.	Strop piwnicy	1,381	1,381
7.	Stropodach wentylowany	1,101	0,134
8.	Ściana wewnętrzna	1,610	1,610
9.	Ściana zewnętrzna	1,307	0,192
10.	Ściana cokołowa piwnic	1,307	0,192
11.	Ściana piwnic przy gruncie	0,913	0,913
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,820	2,600
2.	Sprawność przesyłania	0,900	0,960
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,880

4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,930
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,950	0,950
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,960	2,600
2.	Sprawność przesyłania	1,000	0,700
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,850	0,850
4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/ kanały wentylacyjne	Nawiewniki okienne/ kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	960	816
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,56	0,47
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	69,53	30,58
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	3,49	3,49
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	438,33	103,60
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	733,12	48,17
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	95,64	50,45
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)]	193,3	45,7
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	323,2	21,2
10. ²	Udział odnawialnych źródeł energii [%] ²⁾	-	100
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	74,70	220,65

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]	45,89	10,51
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)]	8,83	0,02
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	1000,00	20,43
7.	Inne [zł] - Opłata za 1GJ na ogrzewanie c.w.u. [zł]	220,65	220,65

8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² ·rok)]	366,0	45,1
EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² ·rok)]	462,4	1,2
Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	88,1%	
Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	730,14	
Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	17,44	
Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	87,66	
Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	82 869,03	
Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	30,6 kW – pompa ciepła 28,35 kW – instalacja fotowoltaiczna	

8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
	723 242,59	781 102,00
Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] ⁴⁾	netto	brutto
	891 330,56	962 637,00
Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%] ⁴⁾	55,2%	
Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK /NIE ⁵⁾		
Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ^{*)}	n/d	

9. Grant termomodernizacyjny

1. Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ² rok)]	65
2. Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane	
3. Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł] ^{8)**)}	n/d

10. Premia MZG i grant MZG⁹⁾

1. Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK /NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 ⁷⁾	
2. Wysokość premii MZG [zł]	n/d

3. Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)***)}	n/d
4. Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	n/d
11. Inne	
1. W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja	
2. Budynek JEST / NIE JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków	
3. Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy	
4. Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁷⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾	
¹⁾ UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej. ²⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii. ³⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii. ⁴⁾ Jeśli dotyczy. ⁵⁾ Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE. ⁶⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG. ⁷⁾ Niepotrzebne skreślić. ⁸⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna. ⁹⁾ Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy. ¹⁰⁾ Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem. ^{*)} Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi: 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy; 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy; 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy. ^{**) 10%} kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto. ^{***) 30%} kosztów przedsięwzięcia netto.	

Strumień powietrza wentylacyjnego policzony w załączniku nr 1.

Zużycie CWU wyliczono w załączniku nr 2. Wartość zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie wody wykorzystano jedynie do obliczenia procentowej oszczędności zużycia ciepła na cele co i cwu w poszczególnych wariantach termomodernizacyjnych.

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 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

- Książka obiektu budowlanego
- Inwentaryzacja wykonana na potrzeby opracowania
- Dokumentacja dostarczona przez zamawiającego.

3.3 Inne dokumenty

- Aktualne ceny nośnika energii.
- Dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji, zużycia ciepła
- Wizja lokalna.

3.4 Obowiązujące normy i rozporządzenia

- Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (t.j. Dz.U. z 2021 r. poz. 497, z 2022 r. poz. 2206, z 2023 r. poz. 1762, z 2024 poz. 101)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 682, 553, 967, 1506, 1597, 1681, 1688, 1762, 1890, 1963, 2029).

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz.U. 2022 r. poz. 1225).
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (publ. t.j. Dz.U. 2022 poz. 1679, z 2023r. poz. 2405).
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 2496).
- 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. z 2009 r. nr 43, poz. 346, z 2015r. poz. 1606, z 2020 r. poz. 879, z 2022 r. poz. 2816)
- 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 r. poz.376, z 2017 r. poz. 22, z 2019 r. poz. 1829, z 2023 r. poz. 697)
- 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.

3.5 Wizja lokalna

Sierpień 2024 roku.

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

Inwestycja będzie realizowana przy udziale środków zewnętrznych.

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

Zlecniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu, dla których należy wykonać analizę ekonomiczną uzasadniającą podjęcie prac modernizacyjnych:

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie stropodachu
- Wymiana okien zewnętrznych
- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Montaż instalacji fotowoltaicznej.

Ponadto należy obniżyć koszty ogrzewania budynku oraz zmniejszyć emisję zanieczyszczeń w tym CO₂ w wyniku zmniejszenia produkcji ciepła dla budynku.

Wszystkie elementy budynku poddawane termomodernizacji jeśli to możliwe, należy dopasować do warunków technicznych WT2021 (dot. wymagania izolacyjności cieplnej przegród ($U_{C(max)}$) obowiązujące od dnia 31 grudnia 2020 r.).

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego przed termomodernizacją

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załączniki

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

4.2 Konstrukcja i opis budynku

Budynek mieszkalny wielorodzinny zlokalizowany pod adresem Jackowice 98 został wykonany metodą tradycyjną, posiada trzy kondygnacje nadziemne, jest podpiwniczony. Budynek przylega częścią elewacji wschodniej do sąsiedniego budynku. Ławy fundamentowe żelbetowe, ściany piwnic murowane z cegły ceramicznej pełnej, izolacja przeciwwilgociowa pozioma z papy na lepiku. Ściany konstrukcyjne i osłonowe wykonane z cegły ceramicznej pełnej, nieocieplone, ściany działowe z cegły ceramicznej pełnej i dziurawki, ściany piwnic z cegły ceramicznej pełnej, tynki zewnętrzne cementowo-wapienne. Stropy ceramiczne gęstożebrowe, stropodach dwuspadowy wykonany jako płyta żelbetowa monolityczna wsparta na ściankach pełnych i ażurowych, wykonanych na stropie ceramicznym gęstożebrowym, pokrycie dachu z papy termozgrzewalnej. Pokrycie dachu jest w złym stanie technicznym i zaleca się jego wymianę. Stropodach izolowany punktowo watoliną i wełną mineralną grubości do 5cm, z licznymi ubytkami wełny. Brak izolacji termicznej części stropodachu w miejscu wyłazu dachowego i klatki schodowej.

4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

Stolarka okienna PVC w złym stanie technicznym, nieszczelna, wymagająca wymiany, podobnie stolarka drzwiowa.

4.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez rozszczelnienie drzwi i okien. Protokół kontroli przewodów kominowych wskazuje na brak wydajności wentylacji powodujący zawilgocenie tynków wewnętrznych w 5 lokalach mieszkalnych, brak wentylacji w pomieszczeniu kotłowni.

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła dla budynku jest kocioł węglowy o mocy 80kW, wyprodukowany w 2016 roku.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania wodna, rurowa, grzejniki aluminiowe oraz żeliwne, bez zaworów termostatycznych. Instalację przed modernizacją można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,820
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,770
3	Sprawność przesyłu ciepła	η_d	0,900
4	Sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,000
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η	0,568
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,000
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,950

Do wyznaczenia ogólnej sprawności systemu centralnego ogrzewania posłużono się obowiązującymi przepisami.

4.7 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest przy pomocy elektrycznych podgrzewaczy akumulacyjnych. Instalację przed modernizacją można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,960
2	Sprawność przesyłu ciepłej wody	η_d	1,000
3	Sprawność akumulacji	η_e	0,850
4	Sprawność sezonowa wykorzystania	η_s	1,000
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η	0,816

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

4.8 Pozostałe instalacje

Budynek wyposażony jest dodatkowo w instalacje: wodociągową, kanalizacji sanitarnej, elektryczną.

4.9 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 wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z dnia 27 lutego 2015 r. z późniejszymi zmianami. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 7.0 Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne (Dane do obliczeń energetycznych budynków) podane na stronie Ministerstwo Rozwoju (załącznik 4). Strumień powietrza wentylacyjnego został określony na podstawie normy PN-83/B-03430/Az3:2000 (załącznik1).

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 7.0 Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur (załącznik nr 4).

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- PN-EN ISO 6946 „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- PN-82/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- 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.

4.10 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego.

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,0695
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	438,33
Ogólna sprawność systemu	%	56,80
Obniżenie nocne	%	95,00
Obniżenie tygodniowe	%	100,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	733,12

4.11 Roczny koszt ogrzewania

Ceny ogrzewania budynku wg faktur z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	74,70
Om**	zł/MW/mc	0,00
Ab	zł/mc	1 000,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,07
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	733,12
Roczna opłata zmienna	zł/rok	54 762,70
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	12 000,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	66 762,70
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.12 Roczny, obliczeniowy koszt przygotowania ciepłej wody

Ceny przygotowania ciepłej wody wg faktur z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	220,65
Om**	zł/mc	0,00
A _{b0}	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	MW	0,0035
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	95,64
Roczna opłata zmienna	zł/rok	21 102,94
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	21 102,94
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.13 Roczny, obliczeniowy koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	66 762,70
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	21 102,94
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	87 865,64

4.14 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	Wartości
t_{w0} w pomieszczeniach ogrzewanych	°C	20
t_{z0}	°C	-20
S_d dla $t=20^{\circ}\text{C}$	dzień·K/a	3 696
Centralne ogrzewanie		
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O_{z0}	zł/GJ	74,70
Ab_0	zł/m-c	1 000,00
Ciepła woda użytkowa		
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O_{z0}	zł/GJ	220,65
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 niedostateczny. Współczynniki przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych, stropodachu, okien oraz drzwi zewnętrznych są znacznie wyższe od obowiązujących przepisów. Instalacja centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej posiada potencjał oszczędności. W następnym rozdziale zostanie opisany proponowany zakres usprawnień termomodernizacyjnych.

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy		
Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Ściany zewnętrzne, stropodach, strop piwnic nie spełniają aktualnych wymagań dotyczących współczynnika U zgodnie z WT2021.	Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych i stropodachu.
2	<u>Okna</u> Okna zewnętrzne PVC w złym stanie technicznym nieszczelne, o współczynniku przenikania ciepła nie spełniającym aktualnych wymagań zgodnie z WT2021.	Wymiana okien zewnętrznych na nowe, z nawiewnikami okiennymi.
3	<u>Drzwi zewnętrzne</u> Drzwi zewnętrzne drewniane w złym stanie technicznym, o współczynniku przenikania ciepła nie spełniającym aktualnych wymagań zgodnie z WT2021.	Wymiana drzwi zewnętrznych budynku na nowe, szczelne.
4	<u>Wentylacja</u> Wentylacja grawitacyjna.	Nie przewiduje się.
5	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Przygotowywana przy pomocy term elektrycznych.	Montaż powietrznej pompy ciepła ze zbiornikiem akumulacyjnym oraz wykonanie instalacji ciepłej wody użytkowej z obiegami cyrkulacyjnymi, zaizolowanie termiczne instalacji.
6	<u>System grzewczy</u> Instalacja centralnego ogrzewania wodna, rurowa, grzejniki aluminiowe i żeliwne be zaworów termostatycznych, źródłem ciepła jest kocioł węglowy o mocy 80kW.	Planuje się demontaż istniejącego źródła ciepła oraz zamontowanie pompy ciepła typu powietrze/woda napędzanej elektrycznie ze zbiornikiem buforowym, wykonanie nowej instalacji centralnego ogrzewania, jej izolacja termiczna, montaż grzejników stalowych, płytowych z zaworami termostatycznymi. Montaż instalacji fotowoltaicznej.

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 demontaż kotła węglowego, montaż pompy ciepła typu powietrze – woda napędzanej elektrycznie ze zbiornikiem buforowym, wykonanie nowej instalacji centralnego ogrzewania, montaż grzejników stalowych płytowych z zaworami termostatycznymi oraz izolacja termiczna instalacji. Koszt usprawnienia zawiera całkowity koszt wszystkich prac z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu. W oszczędnościach kosztów energii uwzględniono oszczędności wynikające z montażu instalacji fotowoltaicznej, a koszt montażu instalacji PV uwzględniono w kosztach usprawnienia związanego z modernizacją instalacji centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,0695	0,0695
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	438,3	438,3
Sprawność wytwarzania η_g	-	0,82	2,60
Sprawność regulacji i wykorzystania η_d	-	0,77	0,88
Sprawność przesyłu η_e	-	0,90	0,96
Sprawność akumulacji η_s	-	1,00	0,93
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,568	2,043
Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
Obniżenie tygodniowe	-	0,95	0,95
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	733,12	203,82
Oz	zł/GJ	74,70	220,65
Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
A	zł	1 000,00	20,43
Roczna opłata zmienna	zł/rok	54 762,70	44 973,54
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	12 000,00	245,16
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym z uwzględnieniem oszczędności wynikających z zastosowania instalacji PV	zł/rok	66 762,70	34 509,12
Różnica			32 253,58
Koszt			639 683,00
SPBT			19,8

Poszczególne koszty modernizacji przedstawia poniższa tabela:

Opis prac	koszt
wykonanie instalacji centralnego ogrzewania	217 349,8
montaż pompy ciepła	207 000,0
montaż instalacji fotowoltaicznej	215 333,3
RAZEM	639 683,0

6.2 Usprawnienia dotyczące systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji ciepłej wody użytkowej poprzez demontaż indywidualnych term elektrycznych, montaż pompy ciepła typu powietrze/woda napędzanej elektrycznie ze zbiornikiem akumulacyjnym, wykonanie instalacji ciepłej wody użytkowej z obiegami cyrkulacyjnymi oraz zaizolowanie termiczne instalacji. Koszt usprawnienia zawiera całkowity koszt wszystkich prac z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu. W oszczędnościach kosztów energii uwzględniono oszczędności wynikające z montażu instalacji fotowoltaicznej, a koszt montażu instalacji PV uwzględniono w kosztach usprawnienia związanego z modernizacją instalacji centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu\dot{s}r} = q_{cwu\dot{m}ax} / N_h$	MW	0,00349	0,00349
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W	GJ/rok	95,64	50,45
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	2,60
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00	0,70
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,82	1,55
Opłata zmienna Oz	zł/GJ	220,65	220,65
Opłata stała Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
Abonament A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	21 102,94	11 131,22
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem oszczędności wynikających z zastosowania instalacji PV	zł/rok	21 102,94	4 831,46
Różnica			16 271,47
Koszt			322 954,00
SPBT			19,8

Poszczególne koszty modernizacji przedstawia poniższa tabela:

Opis prac	koszt
wykonanie instalacji ciepłej wody użytkowej	144 901,0
montaż pompy ciepła	43 470,0
montaż instalacji fotowoltaicznej	134 583,0
RAZEM	322 954,0

6.3 Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

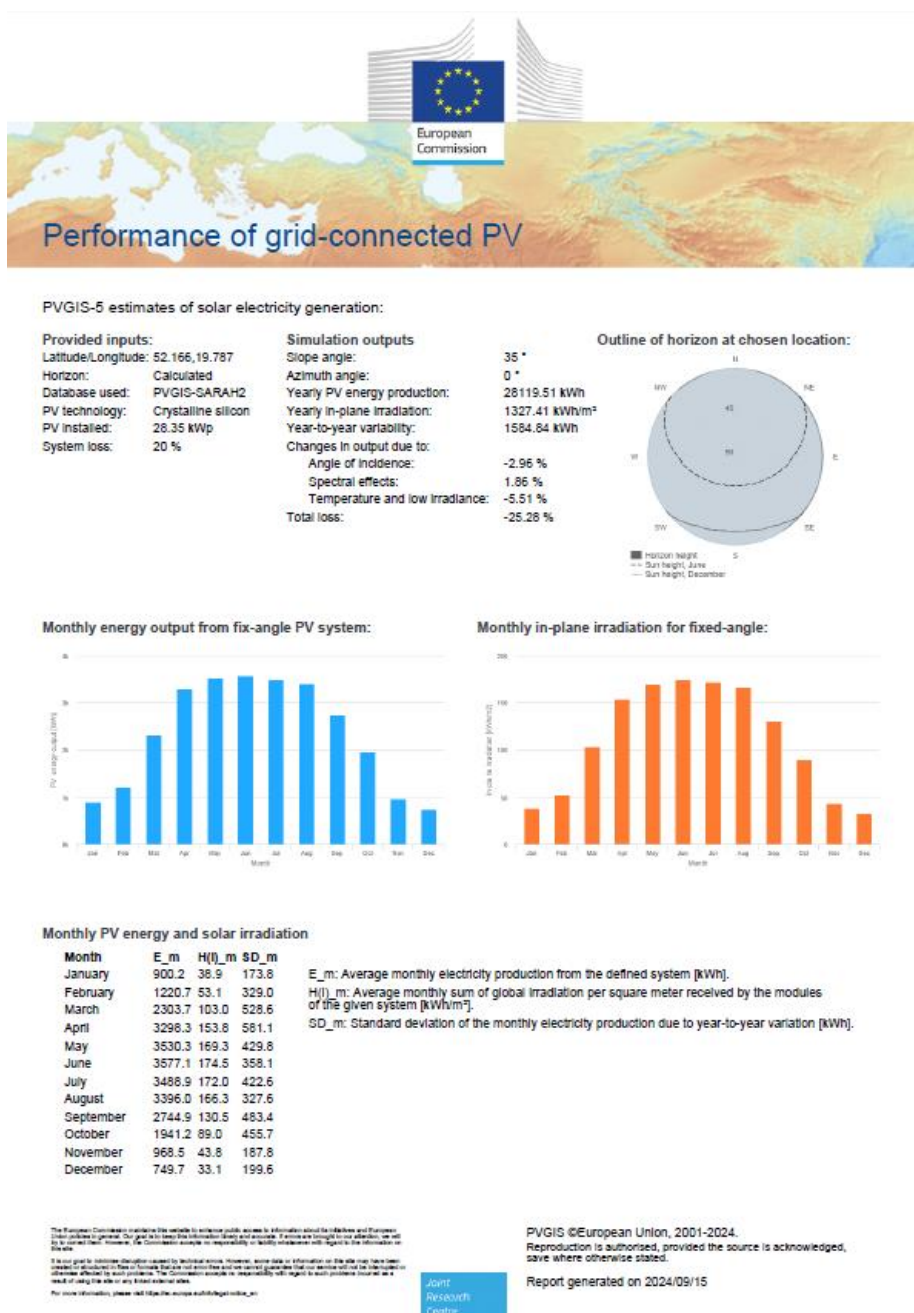
Na podstawie zapotrzebowania na energię elektryczną budynku po modernizacji (montaż pompy ciepła na cele c.o. i c.w.u.), planuje się zastosowanie ogniw fotowoltaicznych zlokalizowanych na gruncie oraz montaż magazynu energii, w celu pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną dla budynku na cele centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.

Lp.	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną do celów c.o. i c.w.u. po modernizacji	kWh/rok	36 173,84	28 417,88	28 417,88
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	28 732,88	22 572,32	22 572,32
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	62	63	64
4	Planowana moc instalacji	Wp	27 900	28 350	28 800
5	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	27 673,16	28 119,51	28 565,85
6	Koszt energii elektrycznej u dostawcy	zł/kWh	0,79	0,79	0,79
7	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	348 638,03	349 916,25	364 044,00
8	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	%	77%	99,0%	101%
9	Zużycie bezpośrednie (autokonsumpcja + magazyn energii)	kWh/rok	15 707,80	15 961,16	16 214,51
10	Energia sprzedana do sieci	kWh/rok	11 965,35	12 158,34	12 351,33
11	Oszczędność autokonsumpcja	zł/rok	12 476,71	12 677,95	12 879,18
12	Oszczędność przy sprzedaży do sieci	zł/rok	4 262,64	4 331,39	4 400,15
13	Oszczędności	zł/rok	16 739,35	17 009,34	17 279,33
14	SPBT	lata	20,8	20,6	21,1

Projektowana moc instalacji oraz powierzchnia ogniw fotowoltaicznych pokrywa się z powierzchnią gruntu możliwą do zabudowania. Z przeprowadzonej analizy wynika, że opłacalne jest zbudowanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 63 paneli o łącznej mocy ok. 28,35 kWp wytwarzającej średniorocznie 28 119,51 kWh energii elektrycznej, które zostanie wykorzystane na potrzeby własne budynku pokrywając ok. 99% zapotrzebowania na energię elektryczną budynku do celów c.o. i c.w.u. przez systemy

modernizowane. Analizowane usprawnienie zakłada montaż instalacji fotowoltaicznej wyposażonej w magazyn energii o pojemności 30 kWh.

W obliczeniach oszczędności kosztów energii elektrycznej uwzględniono oszacowaną autokonsumpcję energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych powiększoną o autokonsumpcję przy zastosowaniu magazynu energii, biorąc pod uwagę historyczne dane miesięczne dot. zużycia energii dla budynku. Do obliczeń oszczędności wynikających ze sprzedaży energii do sieci posłużono się danymi rynkowej miesięcznej ceny energii elektrycznej zgodnie z informacjami umieszczonymi na stronie: <https://www.pse.pl/oire/rcem-rynkowa-miesieczna-cena-energii-elektrycznej>.



6.4 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych oraz ścian fundamentowych do głębokości min. 1m włąb gruntu warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena N_u zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych wraz z pracami towarzyszącymi, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

λ	0,036	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej styropianu
A	548,75	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A_{koszt}	671,11	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia (łącznie ze ścianami fundamentowymi do 1m włąb gruntu)

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,89	4,44	5,00
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,765	4,654	5,210	5,765
4	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,307	0,215	0,192	0,173
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	213,45	35,09	31,35	28,33
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,028	0,005	0,004	0,004
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		13 323,33	13 602,87	13 828,53
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		619,80	632,50	646,20
9	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		415 953,98	424 477,00	433 671,28
10	$SPBT=N_u/\Delta O_{ru}$	lata		31,2	31,2	31,4
Wybrany wariant: 2		Koszt: 424 477,00 zł		SPBT= 31,2 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 16 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ łącznie z ociepleniem ścian fundamentowych do głębokości min. 1m poniżej poziomu gruntu. 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. 2009 nr 43 poz. 346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606, Dz.U. 2020 poz. 879, Dz.U. 2022 poz. 2816) (SPBT_{min})”.

6.5 Usprawnienie dotyczące stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Pokrycie dachu jest w złym stanie technicznym i zaleca się jego wymianę. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych wraz z pracami towarzyszącymi, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

λ	0,038	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej styropianu
A	272,72	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	272,72	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,23	0,25	0,27
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		6,05	6,58	7,11
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,908	6,961	7,487	8,014
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,101	0,144	0,134	0,125
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	92,98	12,13	11,28	10,54
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,012	0,002	0,001	0,001
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		6 039,13	6 102,84	6 158,17
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		457,70	460,00	473,40
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		124 823,94	125 452,00	129 105,65
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		20,7	20,6	21,0
Wybrany wariant: 2		Koszt: 125 452,00 zł		SPBT= 20,6 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie warstwą izolacji o grubości 25 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. 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. 2009 nr 43 poz. 346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606, Dz.U. 2020 poz. 879, Dz.U. 2022 poz. 2816) (SPBT_{min})”.

6.6 Usprawnienie dotyczące okien zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę okien zewnętrznych na nowe, szczelne okna z nawiewnikami. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy różniące się warianty. Cena N_{ok} zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych wraz z pracami towarzyszącymi, z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Powierzchnia okien do wymiany: $P = 140,48m^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	W/m ² K	2,056	1,00	0,90	0,80
2	C_r	-	1,00	0,85	0,85	0,85
3	C_m	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Q_0, Q_1	GJ/rok	172,22	114,24	109,94	105,64
5	q_0, q_1	MW	0,0240	0,0163	0,0157	0,0152
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		4 331,1	4 652,5	4 973,9
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		1 561,70	1 610,00	1 801,7
8	N_{ok}	zł		219 387,81	226 173,00	253
9	SPBT	lata		50,7	48,6	50,9
Wybrany wariant 2:			Koszt: 226 173,00 zł		SPBT= 48,6 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie okien zewnętrznych na nowe szczelne okna z nawiewnikami o współczynniku przenikania ciepła równym 0,9 W/m²K. 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, Dz.U. 2020 poz. 879, Dz.U. 2022 poz. 2816) (SPBT_{min})”.

6.7 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych na nowe, szczelne. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy różniące się warianty. Cena N_{dz} zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych wraz z pracami towarzyszącymi z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Powierzchnia drzwi do wymiany: $P = 2,1 \text{ m}^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,60	1,50	1,30	1,10
2	Cr	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Q_0, Q_1	GJ/rok	1,31	1,00	0,94	0,88
5	q_0, q_1	MW	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		23,7	28,1	32,4
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m^2		2 261,9	2 381,0	2 771,0
8	N_{dz}	zł		4 750,00	5 000,00	5 819,10
9	SPBT	lata		200,0	178,1	179,7
Wybrany wariant 2:			Koszt: 5 000,00 zł		SPBT= 178,1 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie drzwi zewnętrznych na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. 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, Dz.U. 2020 poz. 879, Dz.U. 2022 poz. 2816) (SPBT_{min})”.

6.8 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów SPBT

LP.	Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania+PV	639 683,00	19,8
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej+PV	322 954,00	19,8
3	Ocieplenie stropodachu	125 452,00	20,6
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	424 477,00	31,2
5	Wymiana okien zewnętrznych	226 173,00	48,6
6	Wymiana drzwi zewnętrznych	5 000,00	178,1

Koszty poszczególnych usprawnień przedstawione w opracowaniu są cenami brutto i zawierają 8% VAT.

6.9 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	0,030577	0,00349	103,60	48,2	50,4	730	165,15	4 831,46	4 996,61	82 869,03
V	0,030658	0,00349	104,20	48,5	50,4	730	226,71	4 831,46	5 058,17	82 807,47
IV	0,036720	0,00349	166,32	77,3	50,4	701	6 600,35	4 831,46	11 431,81	76 433,83
III	0,059223	0,00349	350,99	163,2	50,4	615	25 547,86	4 831,46	30 379,32	57 486,32
II	0,069532	0,00349	438,33	203,8	50,4	574	34 509,12	4 831,46	39 340,58	48 525,06
I	0,069532	0,00349	438,33	203,8	95,6	529	34 509,12	21 102,94	55 612,06	32 253,58
Stan istn.	0,069532	0,00349	438,33	733,1	95,6	-	66 762,70	21 102,94	87 865,64	-

¹⁾ moc obliczeniowa dla:

- c.o. z programu AUDYTOR OZC 7.0 Pro (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 7.0 Pro (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 7.0 Pro z uwzględnieniem sprawności systemu c.o.

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

*) oznaczenia liczbowe przedsięwzięcia (usprawnienia) termomodernizacyjnego zgodnie z tabelą rozdziału 6.8.

7 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Premia termomodernizacyjna
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]
VI	1+2+3+4+5+6	1 743 739,00	82 869,03	88,1%	n/d
V	1+2+3+4+5	1 738 739,00	82 807,47	88,1%	n/d
IV	1+2+3+4	1 512 566,00	76 433,83	84,6%	n/d
III	1+2+3	1 088 089,00	57 486,32	74,2%	n/d
II	1+2	962 637,00	48 525,06	69,3%	n/d
I	1	639 683,00	32 253,58	63,9%	n/d

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

Kalkulowany koszt robót wyniesie (z VAT)	1 743 739,00
Roczna oszczędność kosztów	82 869,03
Czas zwrotu nakładów SPBT [lata]	21,0

8 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania wraz z montażem instalacji fotowoltaicznej z magazynem energii
2. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej
3. Ocieplenie stropodachu
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych
5. Wymiana okien zewnętrznych
6. Wymiana drzwi zewnętrznych

8.1 Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania

Demontaż kotła węglowego, montaż pompy ciepła typu powietrze/woda napędzanej elektrycznie ze zbiornikiem buforowym, wykonanie nowej instalacji centralnego ogrzewania, jej izolację termiczną, montaż grzejników stalowych, płytowych z zaworami termostatycznymi, montaż instalacji fotowoltaicznej na gruncie o łącznej mocy 28,35kWp oraz montaż magazynu energii o pojemności 30kWh.

2. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej

Demontaż indywidualnych term elektrycznych, montaż pompy ciepła typu powietrze/woda napędzanej elektrycznie ze zbiornikiem akumulacyjnym, wykonanie centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej z obiegami cyrkulacyjnymi oraz zaizolowanie termiczne instalacji.

3. Ocieplenie stropodachu

Ocieplenie stropodachu warstwą izolacji o grubości 25 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Powierzchnia do ocieplenia: ok. 272,72 m².

4. Ocieplenie ścian zewnętrznych

Ocieplenie ścian zewnętrznych oraz ścian fundamentowych do głębokości min. 1m poniżej poziomu gruntu warstwą izolacji o grubości 16 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Powierzchnia do ocieplenia: ok. 671,11 m².

5. Wymiana okien zewnętrznych

Wymiana okien zewnętrznych na nowe okna z nawiewnikami o współczynniku przenikania ciepła $U_{max} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Powierzchnia okien do wymiany: ok. $140,48 \text{ m}^2$.

6. Wymiana drzwi zewnętrznych

Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła

$U_{max} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Powierzchnia drzwi do wymiany: ok. $2,1 \text{ m}^2$.

9 Załączniki do audytu

Załącznik 1

Obliczenie minimalnego strumienia powietrza wentylowanego

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 pomieszczeń	Współczynnik Cr	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	m ³		wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
1	kuchnia el. z oknem do 3 os.	12	1,00	30	360,0
2	łazienka z wc	12	1,00	50	600,0
Po modernizacji					
1	kuchnia el. z oknem do 3 os.	12	0,85	30	306,0
2	łazienka z wc	12	0,85	50	510,0

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 Cm	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	m ³		wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
1	Lokale mieszkalne	1719,90	1,00	0,5	860,0
2	Klatka schodowa	124,20	1,00	0,3	37,3
3	Piwnica	471,50	1,00	0,3	141,5
Po modernizacji					
1	Lokale mieszkalne	1719,90	1,00	0,5	860,0
2	Klatka schodowa	124,20	1,00	0,3	37,3
3	Piwnica	471,50	1,00	0,3	141,5

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 przed	Stan po
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	2,00	2,00
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	m^2	630,00	630,00
3	ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$	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	$^{\circ}\text{C}$	55	55
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10	10
7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R	-	0,9	0,9
8	liczba dni w roku t_r	Doba*	365	365
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_r / (3600)$	kWh/rok	21 678,54	21 678,54
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,960	2,600
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,000	0,700
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,850	0,850
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,000	1,000
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,816	1,547
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	26 566,8	14 013,3
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{Kw}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	42,17	22,24
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{Pw}	kWh/rok	66 417,08	0,00
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{Pw}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	105,42	0,00
19	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	95,64	50,45

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

lp	Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan przed modernizacją	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
1	Ilość łóżek L	osoby	25	25
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	48	48
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,067	0,067
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L - 0,244$	-	4,25	4,25
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m3 wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,23	0,12
6	Max. moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{h\dot{s}r} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot N_h / 3600$	kW	14,84	14,84
7	Średnia moc c.w.u. $q_{cwu\dot{s}r} = q_{cwumax} / N_h$	kW	3,49	3,49

Zdjęcia budynku



Elewacja NE



Elewacja SW

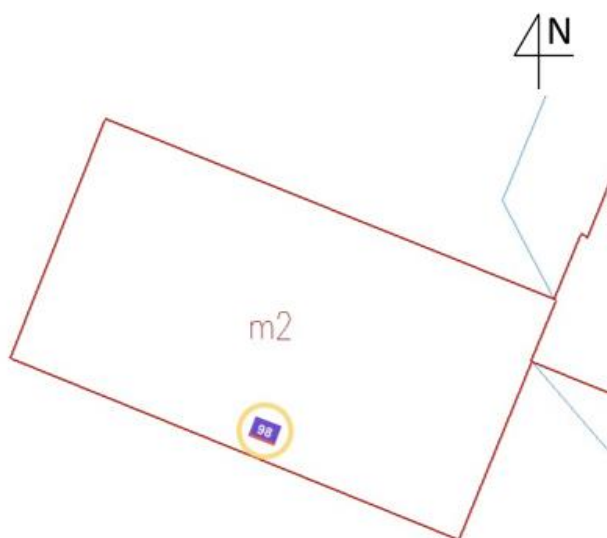


Elewacja NW



Elewacja SE

Orientacja 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 7.0 Pro.

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny budynku mieszkalnego wielorodzinnego	
	stan istniejący	
Miejscowość:	99-440 Jackowice	
Adres:	Jackowice 98	
Projektant:	mgr inż. Agnieszka Orłowska	
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:	Łódź	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	630,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1719,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	57837	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	11695	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	69532	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	69532	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	110,4	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	40,4	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	138,9	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,4	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1038,7	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Łódź	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	960,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	438,33	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	121759,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	630,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1719,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	695,8	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	193,3	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	254,9	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	70,8	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród		stan przed termomodernizacją	
Opis	U	A	U_{max} WT2020
	$W/m^2 \cdot K$	m^2	$W/m^2 \cdot K$
Drzwi wewnętrzne	2,000	21,60	1,3
Drzwi zewnętrzne	2,600	2,10	-
Okna piwnic	3,600	4,88	-
Okno zewnętrzne	2,000	135,60	0,9
Podłoga w piwnicy	0,720	272,72	-
Strop piwnicy	1,381	272,72	0,25
Stropodach wentylowany	1,101	272,72	0,15
Ściana wewnętrzna	1,610	115,99	0,3
Ściana zewnętrzna	1,307	495,85	0,2
Ściana cokołowa piwnic	1,307	52,9	-
Ściana piwnic przy gruncie	0,913	114,89	-

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń		stan przed termomodernizacją	
Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	$^{\circ}C$	m^2	m^3
Lokale mieszkalne	20,0	630,00	1 719,90
Klatka schodowa	10,4	46,00	124,20
Piwnica	8,1	205,90	471,50

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku mieszkalnego wielorodzinnego	
	stan po termomodernizacji	
Miejscowość:	99-440 Jackowice	
Adres:	Jackowice 98	
Projektant:	mgr inż. Agnieszka Orłowska	
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:	Łódź	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	630,00	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1719,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	18882	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	11695	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	30577	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	30577	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	48,5	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,8	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	138,9	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,4	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	1038,7	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Łódź	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	816,00	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	103,60	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	28778,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	630,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1719,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	164,4	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	45,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	60,2	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	16,7	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród stan po termomodernizacji

Opis	U	A	U _{max} WT2020
	W/m ² · K	m ²	W/m ² · K
Drzwi wewnętrzne	2,000	21,60	1,3
Drzwi zewnętrzne	1,300	2,10	-
Okna piwnic	0,900	4,88	-
Okno zewnętrzne	0,900	135,60	0,9
Podłoga w piwnicy	0,720	272,72	-
Strop piwnicy	1,381	272,72	0,25
Stropodach wentylowany	0,134	272,72	0,15
Ściana wewnętrzna	1,610	115,99	0,3
Ściana zewnętrzna	0,192	495,85	0,2
Ściana cokołowa piwnic	0,192	52,90	-
Ściana piwnic przy gruncie	0,913	114,89	-

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń stan po termomodernizacji

Opis	θ _{int,H}	A	V
	°C	m ²	m ³
Lokale mieszkalne	20,0	630,00	1719,9
Klatka schodowa	15,1	46,00	124,2
Piwnica	10,3	205,90	471,5

Obliczenie oszczędności energii końcowej i pierwotnej oraz obliczenie emisji CO₂ i pyłu całkowitego

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia efektu ekologicznego przyjęto wg:

- „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2020 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2024” opublikowane w grudniu 2023r. przez KOBIZE
- „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2022 rok” opublikowane w grudniu 2023r. przez KOBIZE
- „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raportach do Krajowej bazy za lata 2022 i 2023” opublikowane w grudniu 2023r.

Wskaźniki jednostkowe emisji:

Wskaźniki jednostkowe emisji CO ₂ :			
Jedn.	Węgiel kamienny	Energia elektryczna z sieci	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej
[kg/MWh]	340,92	685,00	0
[kg/GJ]	94,70	190,28	0
Wskaźniki jednostkowe emisji pyłu całkowitego:			
Jedn.	Węgiel kamienny	Energia elektryczna z sieci	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej
[g/GJ]	281,00	5,00	0
[kg/MWh]	1,012	0,018	0

Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej

Wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w		
Węgiel kamienny	Energia elektryczna	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej
1,1	2,5	0

Opis	Węgiel kamienny	Energia elektryczna z sieci elektro-energetycznej	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej	SUMA
Energia końcowa [MWh/rok]				
Stan istniejący	203,65	26,92	0	230,56
Stan po realizacji projektu	0,00	0,30	28,12	28,42
REDUKCJA	203,65	26,62	-28,12	202,14
%	100,0%	98,9%	n/d	87,7%
Energia pierwotna [MWh/rok]				
Stan istniejący	224,01	67,29	0,00	291,30
Stan po realizacji projektu	0,00	0,75	0,00	0,75
REDUKCJA	224,01	66,55	n/d	290,55
%	100%	98,9%	n/d	99,7%
Emisja CO₂ [t/rok]				
Emisja CO ₂ przed	69,43	18,44	0,00	87,86
Emisja CO ₂ po	0,00	0,20	0,00	0,20
REDUKCJA EMISJI CO₂	69,43	18,23	0,00	87,66
%	100,0%	98,9%	n/d	99,8%
Emisja PYŁU CAŁKOWITEGO [kg/rok]				
Emisja PYŁU przed	206,01	0,48	0,00	206,49
Emisja PYŁU po	0,00	0,01	0,00	0,01
REDUKCJA EMISJI PYŁU	206,01	0,48	0,00	206,49
%	100,0%	98,9%	n/d	100,00%

Wyniki obliczeń wskaźnika rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK i wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP.

PODSUMOWANIE PARAMETRÓW ENERGETYCZNYCH – STAN ISTNIEJĄCY			
OGRZEWANIE I WENTYLACJA			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	$Q_{H,nd}$	[kWh/rok]	121 758,3
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$Q_{k,H}$	[kWh/rok]	203 645,1
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$E_{el,pom,H}$	[kWh/rok]	330,8
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI		[kWh/rok]	203 975,8
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	224 009,6
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	826,9
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	$Q_{p,H}$	[kWh/rok]	224 836,5
WENTYLACJA MECHANICZNA			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	$Q_{V,nd}$	[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$Q_{k,V}$	[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$E_{el,pom,V}$	[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI		[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	$Q_{p,V}$	[kWh/rok]	0,0
CIEPŁA WODA UŻYTKOWA			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	$Q_{W,nd}$	[kWh/rok]	21 678,5
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$Q_{k,W}$	[kWh/rok]	26 566,8
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$E_{el,pom,W}$	[kWh/rok]	18,9
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI		[kWh/rok]	26 585,7
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	66 417,1
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	47,3
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	$Q_{p,W}$	[kWh/rok]	66 464,3
OŚWIETLENIE			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ	$Q_{k,L}$	[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ	$Q_{p,L}$	[kWh/rok]	0,0
ŁĄCZNIE DLA BUDYNKU			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	Q_u (Q_{nd})	[kWh/rok]	143 436,9
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	Q_k	[kWh/rok]	230 211,9
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$E_{el,pom}$	[kWh/rok]	349,7
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI		[kWh/rok]	230 561,6
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	290 426,7
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	874,1
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	Q_p	[kWh/rok]	291 300,8
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ			
JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	EU	[kWh/m²rok]	227,7
JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	EK	[kWh/m²rok]	366,0
JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	EP	[kWh/m²rok]	462,4

Wyliczenie energii pomocniczej

Opis	q_{el} [W/m²]	t_{el} [h/rok]	Q_k [kWh/rok]
pompy obiegowe c.o.	0,10	4 000	252,00
pompa ładująca bufor c.o.	0,00	0	0,00
napęd pomocniczy i regulacja	0,05	2 500	78,75
			981,87

Opis	q_{el} [W/m²]	t_{el} [h rok]	Q_k [kWh/rok]
pompy cyrkulacyjne c.w.u.	0,00	0	0,00
pompa ładująca zasobnik c.w.u.	0,10	300	18,90
napęd pomocniczy i regulacja	0,00	0	0,00
			18,9

PODSUMOWANIE PARAMETRÓW ENERGETYCZNYCH – STAN PO TERMOMODERNIZACJI			
OGRZEWANIE I WENTYLACJA			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	$Q_{H,nd}$	[kWh/rok]	28 777,8
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$Q_{k,H}$	[kWh/rok]	13 381,7
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$E_{el,pom,H}$	[kWh/rok]	743,4
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI		[kWh/rok]	14 125,1
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	47,3
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	$Q_{p,H}$	[kWh/rok]	47,3
WENTYLACJA MECHANICZNA			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	$Q_{V,nd}$	[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$Q_{k,V}$	[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$E_{el,pom,V}$	[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI		[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	$Q_{p,V}$	[kWh/rok]	0,0
CIEPŁA WODA UŻYTKOWA			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	$Q_{W,nd}$	[kWh/rok]	21 678,5
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$Q_{k,W}$	[kWh/rok]	14 013,3
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$E_{el,pom,W}$	[kWh/rok]	279,5
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI		[kWh/rok]	14 292,7
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	698,7
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	$Q_{p,W}$	[kWh/rok]	698,7
OSWIETLENIE			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ	$Q_{k,L}$	[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ	$Q_{p,L}$	[kWh/rok]	0,0
ŁĄCZNIE DLA BUDYNKU			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	$Q_u (Q_{nd})$	[kWh/rok]	50 456,3
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	Q_k	[kWh/rok]	27 395,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	$E_{el,pom}$	[kWh/rok]	1 022,9
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI		[kWh/rok]	28 417,9
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ BEZ URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	0,0
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ DO NAPĘDU URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH		[kWh/rok]	745,9
ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	Q_p	[kWh/rok]	745,9
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ			
JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	EU	[kWh/m²rok]	80,1
JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	EK	[kWh/m²rok]	45,1
JEDNOSTKOWE ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ WRAZ Z URZĄDZENIAMI POMOCNICZYMI	EP	[kWh/m²rok]	1,2

Wyliczenie energii pomocniczej

Opis	q_{el} [W/m²]	t_{el} [h/rok]	Q_k [kWh/rok]
pompy obiegowe c.o.	0,10	4 000	252,00
pompa ładująca bufor c.o.	0,04	1 500	37,80
napęd pomocniczy i regulacja			0,00
napęd pomocniczy pomp ciepła	0,45	1 600	453,60
			743,40

Opis	q_{el} [W/m²]	t_{el} [h rok]	Q_k [kWh/rok]
pompy cyrkulacyjne c.w.u.	0,04	5 840	147,17
pompa ładująca zasobnik c.w.u.	0,10	300	18,90
napęd pomocniczy i regulacja	0,45	400	113,40
			279,47