

PMG Sp. z o.o.

Al. Jana Pawła II nr 11 , 00-828 Warszawa
NIP 5272814908, REGON 367891256,
e-mail: biuro@pmg.com.pl, www.pmg.com.pl



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU MIESZKALNEGO JEDNORODZINNEGO DOMARADY 20A



ZAMAWIAJĄCY:
Gmina Sępapol
ul. 11 Listopada 7
11-210 Sępapol

WYKONALI:
mgr inż. Paweł Filaber
mgr inż. Agnieszka Orłowska

Warszawa, październik 2023 r.

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	mieszkalny jednorodzinny	1.2 Rok budowy	b.d.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Gmina Sępole ul. 11 Listopada 7 11-210 Sępole	1.4 Adres budynku	Domarady 20A 11-210 Domarady gmina Sępole pow. bartoszycki woj. warmińsko-mazurskie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
PMG Sp. z o.o. Al. Jana Pawła II nr 11, 00-828 Warszawa, NIP 5272814908, REGON 367891256			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:			
mgr inż. Paweł Filaber, 75032106415, ul. Prądyńskiego 31, 05-200 Wołomin, Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1420; Uprawnienia Weryfikatora NFOŚiGW nr W050			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1	mgr inż. Agnieszka Orłowska Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1986	Obliczenia, opracowanie wyników	
5. Miejscowość:		Warszawa	Data wykonania opracowania: 18.10.2023r.
Spis treści:			
1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU		1
2	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO ZESPOŁU BUDYNKÓW ¹⁾		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		9
5	OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU.....		13
6	ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW TERMOMODERNIZACJI		14
7	ANALIZA MOŻLIWOŚCI MODERNIZACJI INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ I OŚWIETLENIA.....		22
8	ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH.....		24
9	WSKAZANIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO SPEŁNIAJĄCEGO WYMAGANIA USTAWY Z DNIA 21 LISTOPADA 2008 R. O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW		25
10	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU		27

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	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	148,80	148,80
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	57,25	57,25
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	57,25	57,25
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100%	100%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	1	1
8.	Liczba osób użytkujących budynek	2	2
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	Pompa ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Piec kaflowy i kuchnia węglowa	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi, zasilana z powietrznej pompy ciepła napędzanej elektrycznie
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,5	1,5
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² K)			
1.	Dach	2,427	0,143
2.	Drzwi zewnętrzne	2,600	1,300
3.	Okno zewnętrzne drewniane	3,600	0,900
4.	Okno zewnętrzne	1,500	0,900
5.	Podłoga na gruncie	0,792	0,266
6.	Ściana zewnętrzna	1,366	0,193
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,80	2,60
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,70	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00

6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,96	2,60
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	0,85
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	Naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/ kanały wentylacyjne	okna/ kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	132	120
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,89	0,81
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego[kW]	16,61	4,09
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	0,20	0,20
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	149,93	32,55
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	267,73	15,60
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	5,17	2,81
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)]	727	158
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	1 299	76
10. ¹⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	100,00%

7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	88,46	321,02
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m ³]	56,75	1,44
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	35,00	0,0
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	3,79
7.	Inne [zł] - Opłata za 1GJ na ogrzewanie [zł]	321,02	321,02
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² ·rok)]	1216,1	78,9
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² ·rok)]	1372,9	0,0
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	93,3%	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	254,50	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	6,08	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	26,38	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	31 213,39	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	4,3 - pompa ciepła 5,85 - instalacja PV	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		82 102,46	100 986,03
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] ⁴⁾	netto	brutto
		80 508,13	99 025,00
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%] ⁴⁾	49,5%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK /NIE ⁵⁾		
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)]			70,0
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 termomodernizacyjnego⁷⁾ 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 ZOSTANIE⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja

2. Budynek ~~JEST~~ / NIE JEST⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków

3. Przedsięwzięcie ~~STANOWI~~ / NIE STANOWI⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy

4. Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA⁷⁾, 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 ustawy¹⁰⁾ **NIE DOTYCZY**

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 budynku 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 itp.
- Wizja lokalna.
- Obowiązujące normy i rozporządzenia:
 - Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (publ. t.j. Dz.U. 2020 poz.213 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2020 poz. 471)
 - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (publ. t.j. Dz.U.2019 poz. 1186, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz. U. 2019 poz. 1309, 1524, 1696, 1712, 1815, 2166, 2170, Dz.U. 2020 poz. 148,471, 695, 782).

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (publ. t.j. Dz.U. 2019, poz.1065).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (publ. t.j. Dz.U. 2018 poz. 1935, 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. 2020 poz. 22, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2020 poz. 284, 412)
- 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. 2009 nr 43 poz. 346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606, Dz.U. 2020 poz. 879)
- 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 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2017 poz. 22, Dz.U. 2019 poz. 1829).
- 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

Wrzesień 2023 roku.

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

Inwestycja będzie realizowana przy udziale środków zewnętrznych. W audycie posłużono się danymi jednego z działań na termomodernizację, w którym wysokość dotacji wynosiła 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 modernizacyjnych:

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie dachu
- Ocieplenie podłogi na gruncie
- Wymiana okien zewnętrznych
- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Budowa instalacji fotowoltaicznej.

Ponadto należy obniżyć koszty ogrzewania budynku, oraz należy 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 obowiązujących od 2021 roku.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

4.2 Konstrukcja budynku

Budynek mieszkalny jednorodzinny wybudowany w konstrukcji tradycyjnej, murowanej posiada jedną kondygnację oraz użytkowe poddasze. Ściany zewnętrzne zbudowane z cegły pełnej, nieocieplone, dach drewniany, dwuspadowy pokryty eternitem, nieocieplony. Podłoga na gruncie nieocieplona o wysokim współczynniku przenikania ciepła.

4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

Okna zewnętrzne PCV oraz drewniane na korytarzu poddasza drewniane, nieszczelne. Drzwi zewnętrzne w średnim stanie technicznym.

4.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest poprzez wentylację grawitacyjną. Świeże powietrze infiltruje przez nieszczelności okien i drzwi.

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła dla budynku jest kuchnia węglowa oraz piec kaflowy.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Brak instalacji centralnego ogrzewania, występuje indywidualne ogrzewanie przy pomocy kuchni węglowej i pieca kaflowego. Istniejącą instalację (ogółem) można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,800
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,700
3	Sprawność przesyłu ciepła	η_d	1,000
4	Sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,000
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η	0,560
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,000
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,000

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

4.7 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w elektrycznym podgrzewaczu przepływowym z zasobnikiem bez strat. Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,96
2	Sprawność przesyłu ciepłej wody	η_d	1,00
3	Sprawność akumulacji	η_e	1,00
4	Sprawność sezonowa wykorzystania	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η	0,96

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 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 (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 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.

4.9 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego.

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,0166
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	149,93
Ogólna sprawność systemu	%	56,00
Obniżenie nocne	%	100,00
Obniżenie tygodniowe	%	100,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	267,73

4.10 Roczny koszt ogrzewania

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

Oz*	zł/GJ	88,46
Om**	zł/MW/mc	0,00
Ab	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,02
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	267,73
Roczna opłata zmienna	zł/rok	23 684,01
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	23 684,01
*) - 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	321,02
Om**	zł/mc	0,00
Ab0	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody	MW	0,0002
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody	GJ/rok	5,17
Roczna opłata zmienna	zł/rok	1 660,07
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	1 660,07
*) - 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	23 684,01
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	1 660,07
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	25 344,08

4.13 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	Wartości
t _{w0}	°C	20
t _{z0}	°C	-22
S _d dla T=20°C	dzień*K/a	4 037
Centralne ogrzewanie		
O _{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O _{z0}	zł/GJ	88,46
Ab ₀	zł/m-c	0,00
Ciepła woda użytkowa		
O _{m0}	zł/MW/m-c	0,00
O _{z0}	zł/GJ	321,02
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 przedsięwziąć termomodernizacyjnych ocenia się jako niedostateczny. Współczynniki przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych, dachu, podłogi na gruncie odbiegają od obecnie obowiązujących przepisów. Stolarka okienna i drzwiowa nie spełnia obowiązujących przepisów, powodując straty ciepła przez przenikanie oraz infiltrację zimnego powietrza do przestrzeni ogrzewanych. Sprawności instalacji centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej posiada potencjał oszczędności. 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 pompy ciepła typu powietrze-woda napędzanej elektrycznie ze zbiornikiem buforowym. Ponadto planuje się wykonanie instalacji centralnego ogrzewania, jej izolację termiczną oraz zamontowanie grzejników stalowych, płytowych z zaworami termostatycznymi.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,0166	0,0166
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	149,9	149,9
Sprawność wytwarzania η_g	-	0,80	2,60
Sprawność regulacji i wykorzystania η_d	-	0,70	0,88
Sprawność przesyłu η_e	-	1,00	0,96
Sprawność akumulacji η_s	-	1,00	0,95
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,560	2,087
Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	267,73	71,84
Oz	zł/GJ	88,46	321,02
Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
A	zł	0,00	3,79
Roczna opłata zmienna	zł/rok	23 684,01	23 062,05
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	45,46
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym z uwzględnieniem oszczędności kosztów wynikających z montażu instalacji z PV	zł/rok	23 684,01	17 196,02
Różnica			6 487,99
Koszt			54 000,00
SPBT			8,3

Przedstawione wyliczenia rocznego kosztu ogrzewania w sezonie standardowym po modernizacji instalacji c.o. uwzględniają oszczędności kosztów wynikające z produkcji energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej o mocy 5,85kWp, w kwocie 5 911,48 zł. Usprawnienie dotyczące montażu instalacji fotowoltaicznej zostanie przedstawione w końcowej części opracowania.

6.2 Usprawnienia dotyczące systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej poprzez montaż pompy ciepła typu powietrze-woda napędzanej elektrycznie ze zbiornikiem akumulacyjnym, wykonanie instalacji ciepłej wody użytkowej oraz jej izolację termiczną. Koszt usprawnienia zawiera całkowity koszt wszystkich prac z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Średnia moc c.w.u.	MW	0,00020	0,00020
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/rok	5,17	2,81
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	2,60
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00	0,80
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
Całkowita sprawność instalacji cwu $\eta_{w,tot}$	-	0,96	1,77
Oz	zł/GJ	321,02	321,02
Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	1 660,07	901,39
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	1 660,07	901,39
Różnica			758,67
Koszt			7 000,00
SPBT			9,2

6.3 Usprawnienie dotyczące dachu

Rozpatruje się ocieplenie dachu warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

λ	0,038	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	74,52	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	74,52	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,23000	0,2500	0,2700
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		6,05	6,58	7,11
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,412	6,465	6,991	7,517
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	2,427	0,155	0,143	0,133
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	63,08	4,02	3,72	3,46
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,008	0,000	0,000	0,000
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		5 224,65	5 251,43	5 274,46
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		248,80	250,00	256,10
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		18 540,58	18 630,00	19 084,57
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		3,5	3,5	3,6
Wybrany wariant: 2		Koszt: 18 630,00 zł		SPBT= 3,5 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie dachu 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. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

6.4 Usprawnienie dotyczące podłogi na gruncie

Rozpatruje się ocieplenie podłogi na gruncie 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, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

λ	0,040	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	52,68	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	52,68	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,00	2,50	3,00
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,263	3,263	3,763	4,263
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,792	0,307	0,266	0,235
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	14,55	5,63	4,88	4,31
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,001	0,0003	0,0003	0,0002
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		789,13	855,34	906,01
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		427,50	450,00	481,20
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		22 520,70	23 706,00	25 349,62
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		28,5	27,7	28,0
Wybrany wariant: 2		Koszt: 23 706,00 zł		SPBT= 27,7 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie podłogi na gruncie warstwą izolacji o grubości 10 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) (SPBT_{min})”.

6.5 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych oraz w pasie szerokości min. 1m poniżej poziomu gruntu warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

λ	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	88,83	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	114,05	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

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		3,889	4,44	5,00
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,732	4,621	5,177	5,732
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,366	0,216	0,193	0,174
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	42,32	6,70	5,99	5,41
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,005	0,001	0,001	0,001
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		3 150,80	3 214,46	3 265,77
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		343,00	350,00	362,60
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		39 119,66	39 918,03	41 355,07
10	SPBT=N _U /ΔO _{ru}	lata		12,4	12,4	12,7
Wybrany wariant: 2		Koszt: 39 918,03 zł		SPBT= 12,4 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 16 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. 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})”.

6.6 Usprawnienie dotyczące wymiany okien zewnętrznych

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

Powierzchnia okien do wymiany: $P = 10,38 \text{ m}^2$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,638	1,10	0,90	0,70
2	C_r	-	1,10	1,00	1,00	1,00
3	C_m	-	1,10	1,00	1,00	1,00
4	Q_0, Q_1	GJ/a	18,96	15,83	15,10	14,38
5	q_0, q_1	MW	0,0017	0,0014	0,0013	0,0012
6	$D_{orok} + D_{orw}$	zł/rok		277,0	341,0	405,1
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m^2		1 344,00	1 400,00	1 803,00
	N_{ok}	zł		13 950,72	14 532,00	18 715,14
	SPBT	lata		50,4	42,6	46,2
Wybrany wariant 2:			Koszt: 14 532,00 zł		SPBT= 42,6 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie okien zewnętrznych na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. 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) (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_o zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych 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/a	5,09	3,07	4,14	3,99
5	q_0, q_1	MW	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
6	D_{ordz}	zł/rok		179,3	84,2	97,2
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m^2		1 900,0	2 000,0	2 347,7
	N_{dz}	zł		3 990,00	4 200,00	4 930,17
	SPBT	lata		22,3	49,9	50,7
Wybrany wariant 2:			Koszt: 4 200,00 zł		SPBT= 49,9 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) (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	54 000,00	8,3
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	7 000,00	9,2
3	Ocieplenie dachu	18 630,00	3,5
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	39 918,03	12,4
5	Ocieplenie podłogi na gruncie	23 706,00	27,72
6	Wymiana okien zewnętrznych	14 532,00	42,6
7	Wymiana drzwi zewnętrznych	4 200,00	49,9

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

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

Wariant	Moc CO ¹⁾	Moc CWU ¹⁾	Zapotr. CO ²⁾	Zapotr. CO ³⁾	Zapotr. 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
VII	0,004094	0,00020	32,55	15,6	2,8	254	-859,22	901,39	42,17	25 301,91
VI	0,004196	0,00020	33,44	16,0	2,8	254	-722,32	901,39	179,07	25 165,01
V	0,004557	0,00020	37,24	17,8	2,8	252	-137,81	901,39	763,58	24 580,50
IV	0,005083	0,00020	48,25	23,1	2,8	247	1 555,73	901,39	2 457,13	22 886,96
III	0,009459	0,00020	86,80	41,6	2,8	229	7 485,44	901,39	8 386,84	16 957,24
II	0,016608	0,00020	149,93	71,8	2,8	198	17 196,02	901,39	18 097,42	7 246,66
I	0,016608	0,00020	149,93	71,8	5,2	196	17 196,02	1 660,07	18 856,09	6 487,99
Stan istn.	0,016608	0,00020	149,93	267,7	5,2	-	23 684,01	1 660,07	25 344,08	-

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.

Wariant	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ^{*)}
VII	1+2+3+4+5+6+7
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 Analiza możliwości zastosowania instalacji OZE

7.1 Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

Na podstawie zapotrzebowania na energię elektryczną po modernizacji, rozważa się zastosowanie ogniw fotowoltaicznych pokrywających zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku dla zmodernizowanych systemów (po montażu pompy ciepła).

Lp.	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną zmodernizowanych instalacji	kWh/rok	5 115,20	5 115,20	5 115,20
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	5 911,48	5 911,48	5 911,48
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	12	13	14
4	Teoretyczna moc instalacji	Wp	5 400	5 850	6 300
5	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	4 849,68	5 253,82	5 657,96
6	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	35 626,50	38 025,00	41 646,15
7	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną zmodernizowanych instalacji	%	95%	103%	111%
8	Oszczędności	zł/rok	5 604,64	5 911,48	5 911,48
9	SPBT	lata	6,4	6,4	7,0

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 13 paneli o łącznej mocy ok. 5,85 kWp wytwarzającej średniorocznie 5 253,82 kWh energii elektrycznej, które zostanie wykorzystane na potrzeby własne budynku pokrywając ok. 100% zapotrzebowania na energię elektryczną budynku przez systemy modernizowane.

Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	106.3	22.3	21.1
February	201.2	41.0	58.6
March	405.7	84.7	73.9
April	636.6	138.1	86.4
May	748.7	167.2	82.6
June	740.1	168.0	81.7
July	725.2	165.4	80.0
August	651.1	147.8	68.0
September	512.9	112.7	67.0
October	315.8	67.3	65.3
November	121.5	26.4	19.1
December	88.6	19.1	21.2

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

8 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Wkład własny	Wkład własny	Procent dofinansowania	Kwota dofinansowania	SPBT	SPBT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VII	1+2+3+4+5+6+7	200 011,03	25 301,91	93,3%	40 002,21	20%	80%	160 008,82	7,90	1,58
VI	1+2+3+4+5+6	195 811,03	25 165,01	93,1%	39 162,21	20%	80%	156 648,82	7,78	1,56
V	1+2+3+4+5	181 279,03	24 580,50	92,4%	36 255,81	20%	80%	145 023,22	7,37	1,47
IV	1+2+3+4	157 573,03	22 886,96	90,5%	31 514,61	20%	80%	126 058,42	6,88	1,38
III	1+2+3	117 655,00	16 957,24	83,7%	23 531,00	20%	80%	94 124,00	6,94	1,39
II	1+2	99 025,00	7 246,66	72,6%	19 805,00	20%	80%	79 220,00	13,66	2,73
I	1+instalacja PV	92 025,00	6 487,99	71,8%	18 405,00	20%	80%	73 620,00	14,18	2,84

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

Kalkulowany koszt robót wyniesie (z VAT)	200 011,03 zł
Udział środków własnych inwestora	40 002,21 zł
Dofinansowanie	160 008,82 zł
Roczna oszczędność kosztów	31 213,39 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT [lat]	6,4
Czas zwrotu nakładów SPBT z uwzględnieniem pozyskanego dofinansowania [lat]	1,3

9 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów

Na podstawie wykonanej analizy, w myśl ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, jako optymalne rozwiązanie przyjmuje się wariant 7, obejmujący następujące przedsięwzięcia:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
 2. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej
 3. Ocieplenie dachu
 4. Ocieplenie ścian zewnętrznych
 5. Ocieplenie podłogi na gruncie
 6. Wymiana okien zewnętrznych
 7. Wymiana drzwi zewnętrznych
- oraz montaż instalacji fotowoltaicznej.

9.1 Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania

Montaż pompy ciepła typu powietrze-woda napędzanej elektrycznie ze zbiornikiem buforowym, wykonanie instalacji centralnego ogrzewania, jej izolację termiczną oraz zamontowanie grzejników stalowych, płytowych z zaworami termostatycznymi.

2. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej

Montaż pompy ciepła typu powietrze-woda napędzanej elektrycznie ze zbiornikiem akumulacyjnym, wykonanie instalacji ciepłej wody użytkowej oraz jej izolacja termiczna.

3. Ocieplenie dachu

Ocieplenie dachu warstwą izolacji o współczynniku $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ o grubości 25 cm.

4. Ocieplenie ścian zewnętrznych

Ocieplenie ścian zewnętrznych oraz w pasie szerokości min. 1m poniżej poziomu gruntu warstwą izolacji o współczynniku $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ o grubości 16 cm.

5. Ocieplenie podłogi na gruncie

Ocieplenie podłogi na gruncie warstwą izolacji o współczynniku $\lambda = 0,40 \text{ W/mK}$ o grubości 10 cm.

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

7. Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U_{\max} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Montaż instalacji fotowoltaicznej

Montaż instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy ok. 5,85 kWp.

10 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
-	-	szt.		wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
1	kuchnia	1	1,10	70	77,0
2	łazienka z WC	1	1,10	50	55,0
Po modernizacji					
1	kuchnia	1	1,00	70,0	70,0
2	łazienka z WC	1	1,00	50,0	50,0

Zapotrzebowanie na moc

Strumień przyjęty przy obliczeniach zapotrzebowania na moc cieplną zgodnie z normą PN-EN 12831 „Instalacje grzewcze 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	Pomieszczenia mieszkalne	148,80	1,10	0,5	81,8
Po modernizacji					
1	Pomieszczenia mieszkalne	148,80	1,00	0,5	74,4

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

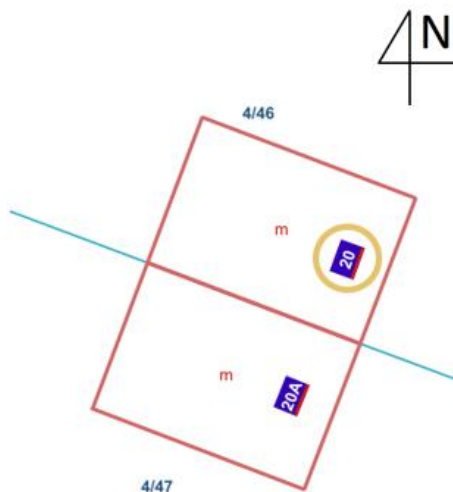
Lp	Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan istniejący	Stan po
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	1,40	1,40
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana z wyłączeniem sali gimnastycznej)	m^2	57,25	57,25
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 czterpalnym 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 *	dość	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	1 379,0	1 379,0
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,960	2,600
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,000	0,800
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,000	0,850
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,000	1,000
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,960	1,768
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	1 436,5	780,0
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{kw}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	25,09	13,62
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{PW}	kWh/rok	3 591,13	0,00
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{PW}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	62,73	0,00
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	5,2	2,8

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

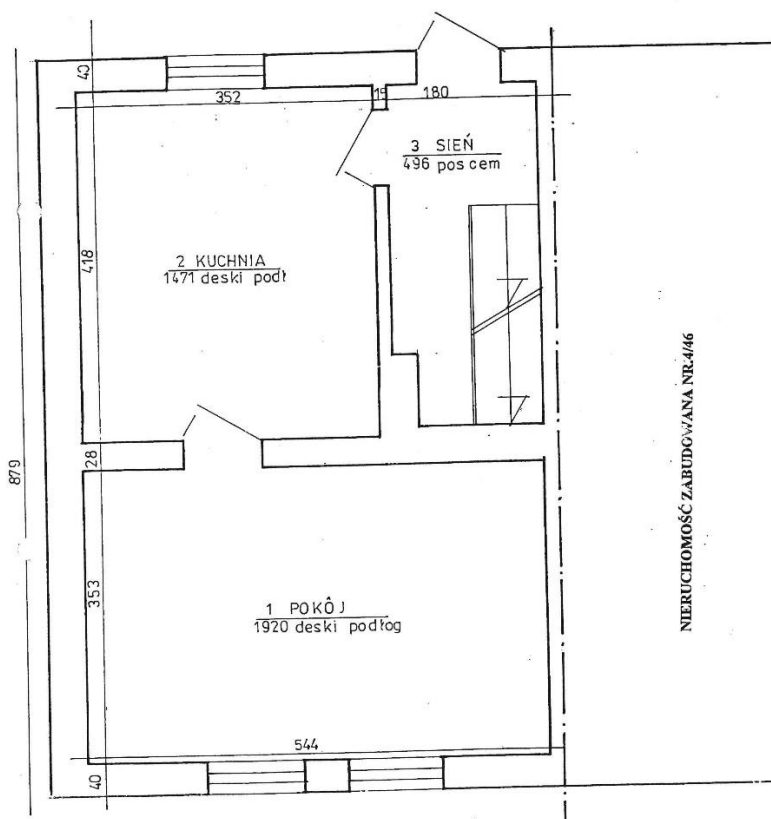
lp	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Ilość użytkowników L	osoby	2	2
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	35	35
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,004	0,004
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L - 0,244$	-	7,87	7,87
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	0,20	0,11
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	1,60	1,60
7	Średnia moc c.w.u.	kW	0,20	0,20

Załącznik 3

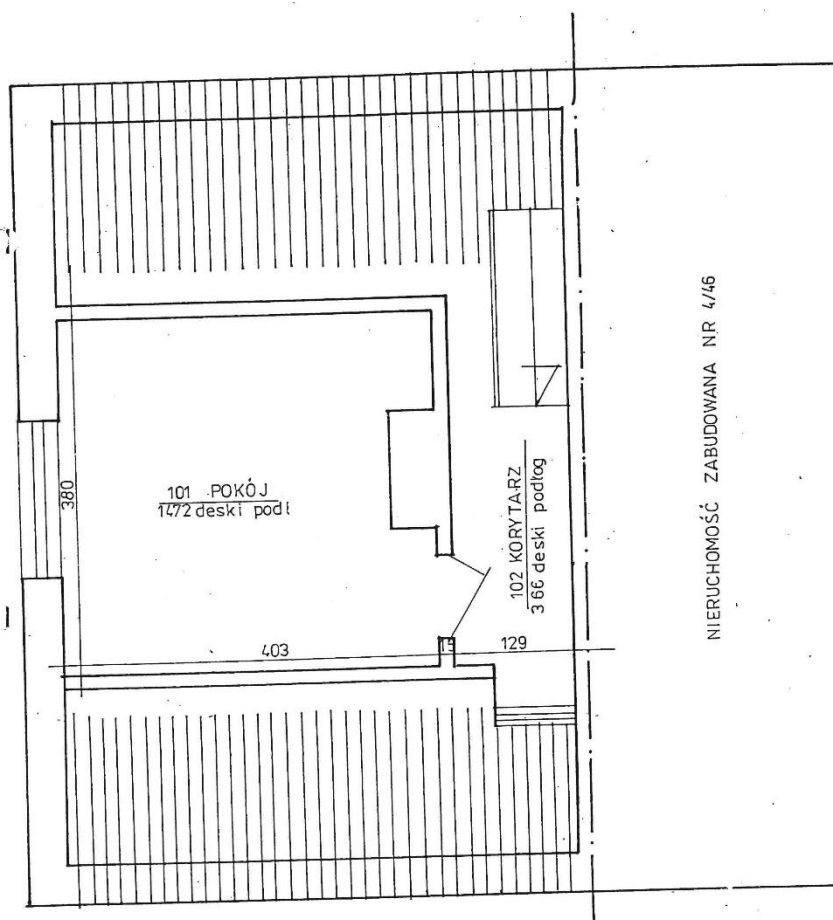
Orientacja budynku



UPROSZCZONA INWENTARYZACJA BUDYNKU MIESZKALNEGO JEDNORODZINNEGO W ZABUDOWIE BLIŹNIACZEJ DOMARADY 8/1 GMINA SĘPOPOL RZUT PARTERU skala 1:50



UPROSZCZONA INWENTARYZACJA
BUDYNKU MIESZKALNEGO JEDNORODZINNEGO W ZABUDOWIE BLIŹNIACZEJ
DOMARADY 8/1 GMINA SĘPOPOL
RZUT PODDASZA
 skala 1:50



NIERUCHOMOŚĆ ZABUDOWANA NR 4/46

Zdjęcia



Elewacja NW



Elewacja SE



Elewacja SW

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 7.0Pro.

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny budynku mieszkalnego	
	stan istniejący	
Miejscowość:	Domarady	
Adres:	Domarady 20A	
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 IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Kętrzyn	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	57,25	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	148,8	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	15438	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	1169	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	16608	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	16608	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	290,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	111,6	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	17,9	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	81,9	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Kętrzyn	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	132,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	149,93	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	41647	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	57,25	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	148,8	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	2618,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	727,5	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	1007,3	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	279,8	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

stan przed termomodernizacją

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Dach	2,427	74,52
Drzwi zewnętrzne	2,600	2,1
Okno zewnętrzne drewniane	3,600	0,68
Okno zewnętrzne	1,500	9,7
Podłoga na gruncie	0,792	52,68
Ściana zewnętrzna	1,366	88,83

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

stan przed termomodernizacją

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	$^{\circ}C$	m^2	m^3
Mieszkalne	20,0	57,25	148,8

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku mieszkalnego	
	stan po termomodernizacji	
Miejscowość:	Domarady	
Adres:	Domarady 20A	
Projektant:	Audyt energetyczny budynku mieszkalnego	
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 IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	-22
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	6,9
Stacja meteorologiczna:	Kętrzyn	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	57,25	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	148,8	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	3031	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	1063	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	4094	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	4094	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	71,5	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	27,5	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	17,9	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	74,4	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Kętrzyn	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	120,00	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	32,55	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	9043,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	57,3	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	148,8	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	568,6	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	158,0	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	218,7	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	60,8	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

stan po termomodernizacji

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	m^2
Dach	0,143	74,52
Drzwi zewnętrzne	1,300	2,10
Okno zewnętrzne drewniane	0,900	0,68
Okno zewnętrzne	0,900	9,70
Podłoga na gruncie	0,266	52,68
Ściana zewnętrzna	0,193	88,83

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

stan po termomodernizacji

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	$^{\circ}C$	m^2	m^3
Mieszkalne	20,0	57,25	148,8