

## 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 MIEJSKO – GMINNEGO DOMU KULTURY W SĘPOPOLU

---



### ZAMAWIAJĄCY:

Gmina Sępólno  
ul. 11 Listopada 7  
11-210 Sępólno

### WYKONALI:

mgr inż. Paweł Filaber  
mgr inż. Agnieszka Orłowska

Warszawa, październik 2023 r.

## 1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Użyteczności publicznej	<b>1.2 Rok budowy</b>	1982r.
<b>1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)</b>	Gmina Sępopol ul. 11 Listopada 7 11-210 Sępopol	<b>1.4 Adres budynku</b>	Ul. Mostowa 3 11-210 Sępopol gmina Sępopol pow. bartoszycki woj. warmińsko-mazurskie
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:</b>			
PMG Sp. z o.o. Al. Jana Pawła II nr 11, 00-828 Warszawa, NIP 5272814908, REGON 367891256			
<b>3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:</b>			
mgr inż. Paweł Filaber, 75032106415, ul. Prądyńskiego 31, 05-200 Wołomin, Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1420; Uprawnienia Weryfikatora NFOŚiGW nr W050			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:</b>	
1	mgr inż. Agnieszka Orłowska Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1986	Obliczenia, opracowanie wyników	
<b>5. Miejscowość:</b>		Warszawa	<b>Data wykonania opracowania:</b> 18.10.2023r.
Spis treści:			
1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU .....		1
2	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO ZESPOŁU BUDYNKÓW <sup>1)</sup> .....		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.....		19
8	ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH.....		21
9	WSKAZANIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO SPEŁNIAJĄCEGO WYMAGANIA USTAWY Z DNIA 21 LISTOPADA 2008 R. O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW .....		22
10	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU .....		24

## 2 Karta audytu energetycznego budynku<sup>1)</sup>

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna, murowana	Tradycyjna, murowana
2.	Liczba kondygnacji	2+piwnica	22+piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	7 505,00	7 505,00
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	2 474,67	2 474,67
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ]	2 474,67	2 474,67
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100%	100%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	20	20
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi, zasilana z kotła na pellet	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi, zasilana z kotła na pellet
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,4	0,4
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m<sup>2</sup>K)</b>			
1.	Drzwi zewnętrzne	3,600	1,300
2.	Okno zewnętrzne drewniane	3,100	0,900
3.	Okno zewnętrzne PCV	2,600	0,900
4.	Podłoga w piwnicy	0,707	0,707
5.	Stropodach	0,626	0,122
6.	Ściana zewnętrzna	0,751	0,182
7.	Ściana zewnętrzna cokołowa	0,852	0,187
8.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,673	0,177
<b>3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,70	0,70
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00

6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,96	0,960
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
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 <sup>3</sup> /h]	3 797	3 339
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,51	0,44
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego[kW]	155,73	83,33
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	0,47	0,47
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	565,40	104,18
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 020,58	188,05
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	43,46	43,46
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 <sup>2</sup> rok)]	63	12
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	115	21
10. <sup>1)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	95,9%	100,0%

7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>2)</sup> [zł/GJ]	118,26	118,26
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>3)</sup> [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>2)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	44,14	44,14
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc <sup>3)</sup> [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	4,35	1,03
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	700,00	700,00
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 <sup>2</sup> ·rok)]	227,4	129,3
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	97,4	64,7
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	78,2%	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	832,53	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	19,88	
6.	Uniknięta emisja CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> /rok]	8,72	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	112 692,30	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] <sup>4)</sup>	12,6 kW - instalacja PV	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		875 000,00	1 076 250,00
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] <sup>4)</sup>	netto	brutto
		66 585,37	81 900,00
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 [%] <sup>4)</sup>	7,1%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: <del>TAK</del> /NIE <sup>5)</sup>		
5.	Premia termomodernizacyjna <sup>6)</sup> [zł] <sup>*)</sup>	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 <sup>2</sup> rok)]			95,0
2. Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku <del>ODPOWIADAJĄ</del> / NIE ODPOWIADAJĄ <sup>7)</sup> 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] <sup>8)**)</sup>			n/d

**10. Premia MZG i grant MZG<sup>9)</sup>**

1. Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego<sup>7)</sup> 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 <sup>7)</sup>

2. Wysokość premii MZG [zł]	n/d
3. Wysokość grantu MZG [zł] <sup>4)***)</sup>	n/d
4. Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	n/d

**11. Inne**

1. W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ~~ZOSTANIE~~ / NIE ZOSTANIE<sup>7)</sup> zastosowana wysokosprawna kogeneracja

2. Budynek ~~JEST~~ / NIE JEST<sup>7)</sup> wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków

3. Przedsięwzięcie ~~STANOWI~~ / NIE STANOWI<sup>7)</sup> przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy

4. Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA<sup>7)</sup>, 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<sup>10)</sup> **NIE DOTYCZY**

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

<sup>3)</sup> Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

<sup>4)</sup> Jeśli dotyczy.

<sup>5)</sup> Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.

<sup>6)</sup> Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.

<sup>7)</sup> Niepotrzebne skreślić.

<sup>8)</sup> Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.

<sup>9)</sup> Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.

<sup>10)</sup> 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.

<sup>\*)</sup> 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.

<sup>\*\*) 10%</sup> kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.

<sup>\*\*\*) 30%</sup> 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:

- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie stropodachu
- Wymiana okien zewnętrznych
- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Budowa instalacji fotowoltaicznej.

Ponadto należy obniżyć koszty ogrzewania budynku, oraz należy zmniejszyć emisję zanieczyszczeń w tym CO<sub>2</sub> 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 Miejsko – Gminnego Domu Kultury w Sępopolu posiada dwie kondygnacje nadziemne oraz piwnice. Ściany zewnętrzne piwnic ceglane oraz żelbetowe. Ściany zawilgocone, zmurszałe tynki, zagrzybione. Ściany zewnętrzne ponad poziomem piwnic ceglane, konstrukcja żelbetowa i szkieletowa słupowo-ryglowa. Na ścianach widoczne ubytki wyprawy oraz farby, wybrzuszenia tynku, pęknięcia pod parapetami oraz pęknięcie podłużne na elewacji. Strop piwnic żelbetowy. Dach o konstrukcji żelbetowej, kryty papą termozgrzewalną, nieszczelny, z nieprawidłowymi spadkami. Widoczne miejscowe wybrzuszenia i wgniecenia papy, powodujące zastoiny wody po opadach deszczu, co prowadzi do przecieków w pomieszczeniach najwyższej kondygnacji oraz zagrzybienia ścian i sufitów. Należy wykonać gruntowny remont pokrycia dachowego z wymianą papy termozgrzewalnej na styropapę oraz wykonanie odpowiednich spadków.

### 4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

Okna zewnętrzne PCV oraz drewniane, nieszczelne o wysokim współczynniku przenikania ciepła. Drzwi zewnętrzne również posiadają wysoki współczynnik przenikania ciepła.

### 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 są zainstalowane w 2020 roku dwa kotły na pellet o mocy 100kW każdy.

### 4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania modernizowana w 2020 roku tradycyjna, rurowa, grzejniki stalowe, płytowe z zaworami termostatycznymi. Istniejącą instalację (ogółem) można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,700
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e$	0,880
3	Sprawność przesyłu ciepła	$\eta_d$	0,900
4	Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s$	1,000
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta$	0,554
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 elektrycznych podgrzewaczach z zasobnikiem bez strat. Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,96
2	Sprawność przesyłu ciepłej wody	$\eta_d$	1,00
3	Sprawność akumulacji	$\eta_e$	1,00
4	Sprawność sezonowa wykorzystania	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta$	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	0,1557
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	565,40
Ogólna sprawność systemu	%	55,40
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	1 020,58

#### 4.10 Roczny koszt ogrzewania

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

Oz*	zł/GJ	118,26
Om**	zł/MW/mc	0,00
Ab	zł/mc	700,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,16

Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1 020,58
Roczna opłata zmienna	zł/rok	120 698,10
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	8 400,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	129 098,10
*) - 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	0,0005
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody	GJ/rok	43,46
Roczna opłata zmienna	zł/rok	13 952,86
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	13 952,86
*) - 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	129 098,10
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	13 952,86
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	143 050,96

#### 4.13 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	Wartości
t <sub>w0</sub>	°C	20
t <sub>z0</sub>	°C	-22
S <sub>d</sub> dla T=20°C	dzień*K/a	4 037
Centralne ogrzewanie		
O <sub>m0</sub>	zł/MW/m-c	0,00
O <sub>z0</sub>	zł/GJ	118,26
Ab <sub>0</sub>	zł/m-c	700,00
Ciepła woda użytkowa		
O <sub>m0</sub>	zł/MW/m-c	0,00
O <sub>z0</sub>	zł/GJ	321,02
Ab <sub>0</sub>	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 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. W następnym rozdziale zostanie opisany proponowany zakres usprawnień termomodernizacyjnych.

## 6 Analiza poszczególnych wariantów termomodernizacji

### 6.1 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. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych, łącznie z uszczelnieniem dachu i wykonaniem odpowiednich spadków, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

$\lambda$	0,038	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	915,63	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A <sub>koszt</sub>	915,63	m <sup>2</sup> - 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 $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		6,05	6,58	7,11
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	1,597	7,650	8,176	8,703
4	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,626	0,131	0,122	0,115
5	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub>	GJ/a	199,92	41,75	39,06	36,70
6	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub>	MW	0,024	0,005	0,005	0,004
7	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$	zł/a		18 706,35	19 024,15	19 303,51
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		398,00	400,00	413,90
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		364 420,74	366 252,00	378 979,26
10	SPBT=NU/ $\Delta O_{ru}$	lata		19,5	19,3	19,6
Wybrany wariant: 2		Koszt: 366 252,00 zł		SPBT= 19,3 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie stropodachu 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<sub>min</sub>)”.

## 6.2 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych, cokołowych piwnic 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, łącznie z wykonaniem izolacji pionowej ścian fundamentowych, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

$\lambda$	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	942,05	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A <sub>koszt</sub>	1175,25	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,13	0,15	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		3,611	4,17	4,72
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	1,303	4,943	5,498	6,054
4	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,767	0,202	0,182	0,165
5	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub>	GJ/a	252,12	66,48	59,76	54,28
6	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub>	MW	0,030	0,008	0,007	0,007
7	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$	zł/a		21 955,22	22 749,61	23 398,20
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		392,00	400,00	419,40
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		460 698,00	470 100,00	492 899,85
10	SPBT=N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		21,0	20,7	21,1
Wybrany wariant: 2		Koszt: 470 100,00 zł		SPBT= 20,7 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie ścian zewnętrznych, cokołowych piwnic oraz w pasie szerokości min. 1m poniżej poziomu gruntu warstwą izolacji o grubości 15 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<sub>min</sub>)”.



### 6.3 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: $P = 150,77 \text{ m}^2$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,648	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	$Q_0, Q_1$	$\text{GJ/a}$	503,37	388,88	378,36	367,84
5	$q_0, q_1$	$\text{MW}$	0,0621	0,0468	0,0455	0,0443
6	$D_{orok} + D_{orw}$	$\text{zł/rok}$		13 540,9	14 784,7	16 028,5
7	J, Koszt usprawnienia	$\text{zł/m}^2$		1 344,00	1 400,00	1 657,80
	$N_{ok}$	$\text{zł}$		202 634,88	211 078,00	249 946,51
	SPBT	lata		15,0	14,3	15,6
Wybrany wariant 2:			Koszt: 211 078,00 zł		SPBT= 14,3 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<sub>min</sub>)”.

## 6.4 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: $P = 14,41 \text{ m}^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,10	1,50	1,30	1,10
2	Cr	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1$	GJ/a	89,81	81,77	80,76	79,76
5	$q_0, q_1$	MW	0,0108	0,0088	0,0086	0,0085
6	$D_{ordz}$	zł/rok		951,0	1 069,9	1 188,8
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		1 900,0	2 000,0	2 262,2
	$N_{dz}$	zł		27 379,00	28 820,00	32 598,30
	SPBT	lata		28,8	26,9	27,4
Wybrany wariant 2:			Koszt: 28 820,00 zł		SPBT= 26,9 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<sub>min</sub>)”.

## 6.5 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	Wymiana okien zewnętrznych	211 078,00	14,3
2	Ocieplenie stropodachu	366 252,00	19,3
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	470 100,00	20,7
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	28 820,00	26,9

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

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

Wariant	Moc CO <sup>1)</sup>	Moc CWU <sup>1)</sup>	Zapotrz. CO <sup>2)</sup>	Zapotrz. CO <sup>3)</sup>	Zapotrz. CWU	Efekt	Koszt c.o. <sup>4)</sup>	Koszt c.w.u. <sup>4)</sup>	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
IV	0,083328	0,00047	104,18	188,1	43,5	833	30 639,70	13 952,86	44 592,57	98 458,40
III	0,086200	0,00047	119,93	216,5	43,5	804	34 001,92	13 952,86	47 954,78	95 096,19
II	0,111080	0,00047	297,77	537,5	43,5	483	71 966,10	13 952,86	85 918,96	57 132,00
I	0,130448	0,00047	426,99	770,7	43,5	250	99 551,19	13 952,86	113 504,05	29 546,91
Stan istn.	0,155728	0,00047	565,40	1020,6	43,5	-	129 098,10	13 952,86	143 050,96	-

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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.

<sup>3)</sup> zapotrzebowanie na ciepło obliczone w programie AUDYTOR OZC 7.0 Pro z uwzględnieniem sprawności systemu c.o.

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

Wariant	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego <sup>*)</sup>
IV	1+2+3+4
III	1+2+3
II	1+2
I	1

<sup>\*)</sup> oznaczenia liczbowe przedsięwzięcia (usprawnienia) termomodernizacyjnego zgodne z tabelą rozdziału 6.5.

## 7 Analiza możliwości zastosowania instalacji OZE

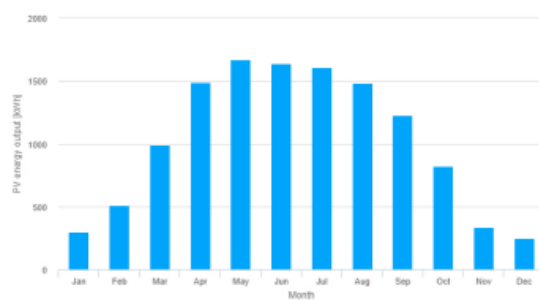
### 7.1 Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

Na podstawie zapotrzebowania na energię elektryczną, rozważa się zastosowanie ogniw fotowoltaicznych pokrywających zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku. Rzeczywiste zużycie energii elektrycznej za rok 2022 wyniosło 13 129 kWh, natomiast cena energii elektrycznej wynosi 1,16 zł/kWh.

Lp.	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh/rok	13 129,00	13 129,00	13 129,00
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	15 172,81	15 172,81	15 172,81
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	26	28	30
4	Teoretyczna moc instalacji	Wp	11 700	12 600	13 500
5	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	11 436,81	12 316,57	13 196,32
6	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	77 571,00	81 900,00	89 241,75
7	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	%	87%	94%	101%
8	Oszczędności	zł/rok	13 217,19	14 233,90	15 172,81
9	SPBT	lata	5,9	5,8	5,9

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 28 paneli o łącznej mocy ok. 12,6 kWp wytwarzającej średniorocznie 12 316,57 kWh energii elektrycznej, które zostanie wykorzystane na potrzeby własne budynku pokrywając ok. 94% 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	306.6	28.3	77.4
February	525.8	48.0	162.4
March	1019.4	95.6	198.7
April	1546.4	150.4	236.9
May	1734.8	173.4	194.1
June	1701.2	172.8	183.0
July	1666.5	170.2	180.3
August	1536.2	156.5	169.7
September	1268.5	125.2	187.7
October	847.4	80.8	202.3
November	342.5	32.8	62.6
December	250.6	23.5	69.7

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
	+ instalacja PV	1 158 150,00	112 692,30		231 630,00	20%	80%	926 520,00	10,28	2,06
IV	1+2+3+4	1 076 250,00	98 458,40	78,2%	215 250,00	20%	80%	861 000,00	10,93	2,19
III	1+2+3	1 076 250,00	98 458,40	78,2%	215 250,00	20%	80%	861 000,00	10,93	2,19
II	1+2	1 047 430,00	95 096,19	75,6%	209 486,00	20%	80%	837 944,00	11,01	2,20
I	1	577 330,00	57 132,00	45,4%	115 466,00	20%	80%	461 864,00	10,11	2,02

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

Kalkulowany koszt robót wyniesie (z VAT)	1 158 150,00 zł
Udział środków własnych inwestora	231 630,00 zł
Dofinansowanie	926 520,00 zł
Roczna oszczędność kosztów	112 692,30 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT [lat]	10,3
Czas zwrotu nakładów SPBT z uwzględnieniem pozyskanego dofinansowania [lat]	2,1

## 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. Wymiana okien zewnętrznych
  4. Ocieplenie stropodachu
  5. Ocieplenie ścian zewnętrznych
  6. Wymiana drzwi zewnętrznych
- oraz montaż instalacji fotowoltaicznej.

## 9.1 Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego

1. Wymiana okien zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U_{\max} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
2. Ocieplenie stropodachu  
Ocieplenie stropodachu warstwą izolacji o współczynniku  $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$  o grubości 25 cm.
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych  
Ocieplenie ścian zewnętrznych, cokołowych piwnic oraz w pasie szerokości min. 1m poniżej poziomu gruntu warstwą izolacji o współczynniku  $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$  o grubości 15 cm.
4. 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. 12,6 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	Kubatura netto	Współczynnik Cr	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	m <sup>3</sup>		wym/h	m <sup>3</sup> /h
Przed modernizacją					
1	część nadziemna	5438,3	1,10	0,5	2 991,1
2	piwnica	2066,7	1,30	0,3	806,0
Po modernizacji					
1	część nadziemna	5438,3	1,00	0,5	2 719,2
2	piwnica	2066,7	1,00	0,3	620,0

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 <sup>3</sup>		wym/h	m <sup>3</sup> /h
Przed modernizacją					
1	część nadziemna	5438,30	1,10	0,5	2 991,1
2	piwnica	2066,70	1,30	0,3	806,0
Po modernizacji					
1	część nadziemna	5438,30	1,00	0,5	2 719,2
2	piwnica	2066,70	1,00	0,3	620,0

## 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

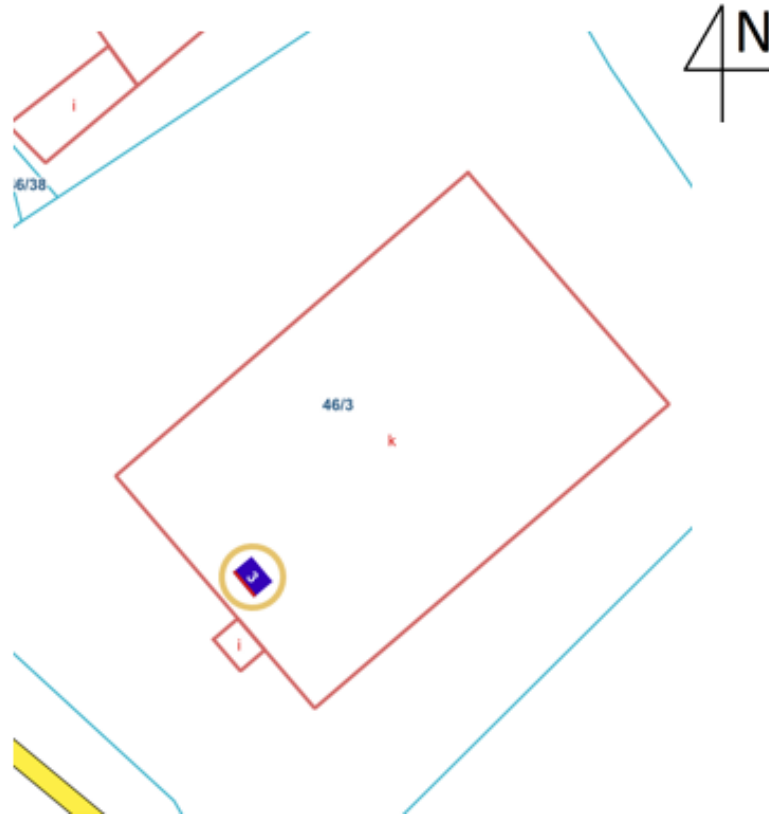
Lp	Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan istniejący	Stan po
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{wi}$	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,35	0,35
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana z wyłączeniem sali gimnastycznej)	$\text{m}^2$	2 474,67	2474,67
3	ciepło właściwe wody $c_w$	$\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$	4,19	4,19
4	gęstość wody $\rho_w$	$\text{kg/dm}^3$	1	1
5	temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu/ obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czterpalnym $\theta_w$	$^{\circ}\text{C}$	55	55
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	$^{\circ}\text{C}$	10	10
7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej $k_R$	-	0,7	0,7
8	liczba dni w roku $t_r$	dość	365	365
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_r \cdot t_r / (3600)$	$\text{kWh/rok}$	11 590,4	11 590,4
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,960	0,960
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,000	1,000
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,000	1,000
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,000	1,000
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,960	0,960
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	$\text{kWh/a}$	12 073,4	12 073,4
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową $E_{kw}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	4,88	4,88
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{PW}$	$\text{kWh/rok}$	30 183,46	0,00
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną $E_{PW}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	12,20	0,00
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	$\text{GJ/a}$	43,5	43,5

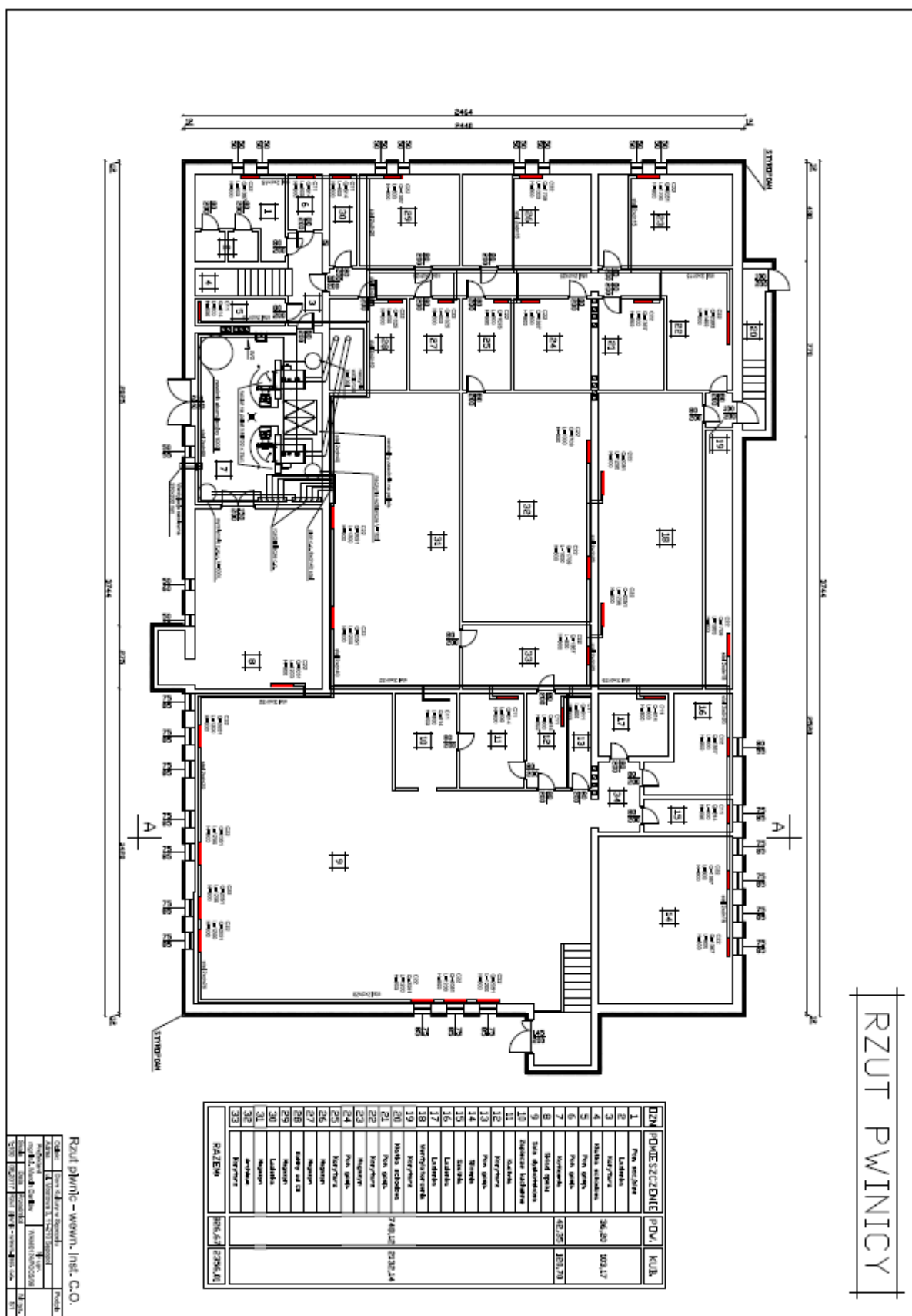
## Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

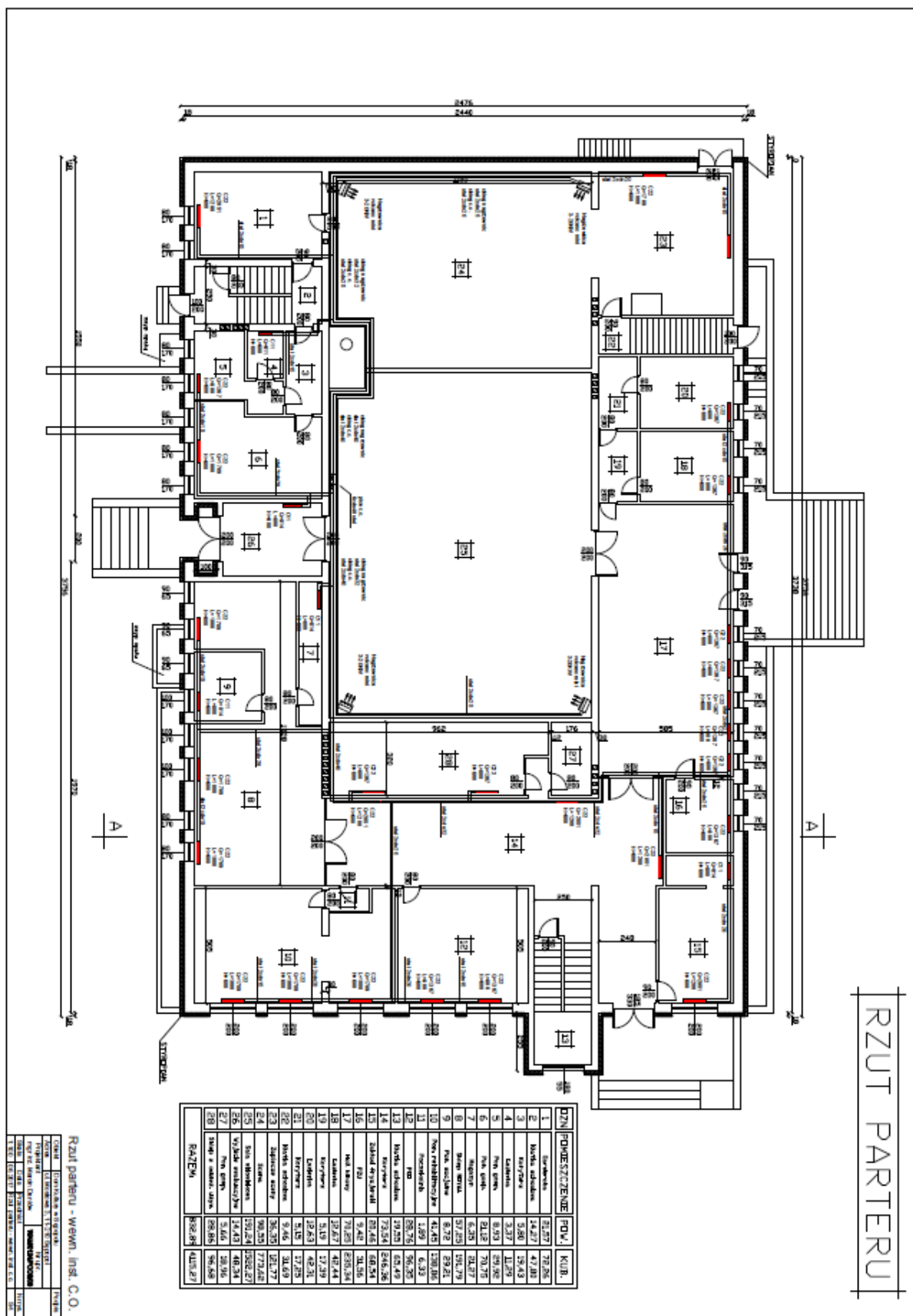
lp	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Ilość użytkowników L	osoby	20	20
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw}$	l/os	8	8
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,009	0,009
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L - 0,244$	-	4,49	4,49
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m3 wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,20	0,20
6	Max. moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{h\dot{s}r} * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * N_h / 3600$	kW	2,09	2,09
7	Średnia moc c.w.u.	kW	0,47	0,47

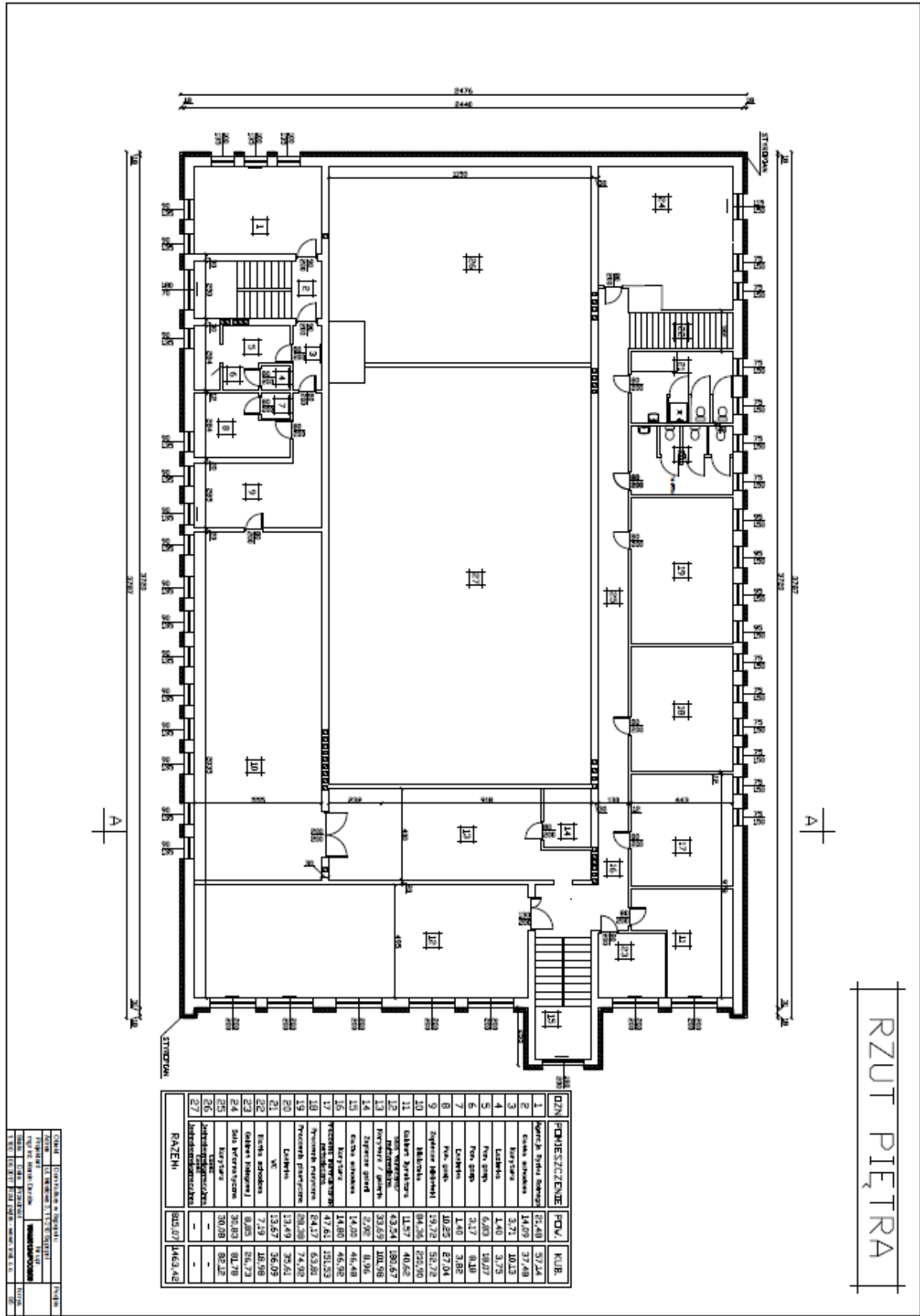
### Załącznik 3

## Orientacja budynku









## Zdjęcia



Elewacja SW



Elewacja NE



Elewacja NW



Elewacja SE



# 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 Domu Kultury w Sępopolu	
	stan istniejący	
Miejscowość:	Sępopol	
Adres:	11-210 Sępopol, ul. Mostowa 3	
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 $\theta_e$ :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Kętrzyn	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2474,63	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	7504,9	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	93833	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	61895	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	155728	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	155728	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$ :	62,9	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$ :	20,8	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	1125,7	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	4334,4	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-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 $V_{v,H}$ :	3797,1	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	565,4	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	157057	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2474,63	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	7504,9	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{AH}$ :	228,5	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{AH}$ :	63,5	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{VH}$ :	75,3	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{VH}$ :	20,9	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

stan przed termomodernizacją

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	$m^2$
Drzwi zewnętrzne	3,600	29,73
Okno zewnętrzne drewniane	3,100	14,41
Okno zewnętrzne PCV	2,600	136,36
Podłoga w piwnicy	0,707	915,63
Stropodach	0,626	915,63
Ściana zewnętrzna	0,751	789,84
Ściana zewnętrzna cokołowa	0,852	152,21
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,673	186,1

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

stan przed termomodernizacją

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	$^{\circ}C$	$m^2$	$m^3$
Cz. nadziemna	20,0	1648,00	5438,3
Piwnice	20,0	826,67	2066,7

## Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku Domu Kultury w Sępopolu	
	stan po termomodernizacji	
Miejscowość:	Sępopol	
Adres:	11-210 Sępopol, ul. Mostowa 3	
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 $\theta_e$ :	-22	-22
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	6,9
Stacja meteorologiczna:	Kętrzyn	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2474,63	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	7504,9	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	35646	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	47683	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	83328	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	83328	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$ :	33,7	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$ :	11,1	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	1125,7	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,4	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	3339,1	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-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 $V_{v,H}$ :	3339,20	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	104,18	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	28939,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	2474,6	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	7504,9	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{AH}$ :	42,1	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{AH}$ :	11,7	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{VH}$ :	13,9	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $E_{VH}$ :	3,9	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

## Wyniki - Zestawienie przegród

stan po termomodernizacji

Opis	U	A
	$W/m^2 \cdot K$	$m^2$
Drzwi zewnętrzne	1,300	29,73
Okno zewnętrzne drewniane	0,900	14,41
Okno zewnętrzne PCV	0,900	136,36
Podłoga w piwnicy	0,707	915,63
Stropodach	0,122	915,63
Ściana zewnętrzna	0,182	789,84
Ściana zewnętrzna cokołowa	0,187	152,21
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,177	186,10

## Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

stan po termomodernizacji

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	$^{\circ}C$	$m^2$	$m^3$
Cz. nadziemna	20,0	1648,00	5438,3
Piwnice	20,0	826,67	2066,7