

## 1. STRONA TYTUŁOWA

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Budynek mieszkalny wielorodzinny	<b>1.2 Rok rozpoczęcia budowy</b>	1976
<b>1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)</b>	<b>Właściciel obiektu:</b> Miasto Grajewo ul. Strażacka 6 kod 19 – 200 miejscowość: Grajewo województwo: podlaskie tel. (086) 272 32 35	<b>1.4 Adres budynku</b>	
	<b>Zarządca obiektu:</b> Zakład Administracji Domów Mieszkalnych ul. Strażacka 6 kod 19 – 200 miejscowość: Grajewo województwo: podlaskie tel. (086) 272 08 80	ul. Konstytucji 3 Maja 21a kod 19 – 200 miejscowość: Grajewo województwo: podlaskie	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 Oddział w Białymstoku 15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2 tel./fax /85/ 743 58 45 REGON: 010691500 NIP: 526-00-40-341			
<b>3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b>			
dr inż. Wiesław Sarosiek ul. Skrzatów 27 15-151 Białystok pesel: 57022101699 tel. /085/ 74 35 845 kom. 0603 740 876 audytor KAPE S.A. nr 007			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje</b>			
Lp	Imię i Nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	dr inż. Beata Sadowska	Obliczenia zapotrzebowania na ciepło. Optymalizacja termomodernizacji przegród budowlanych.	
2.	dr inż. Joanna Piotrowska-Woroniak	Opis instalacji c.o. i c.w.u.. Modernizacja instalacji c.o., źródła ciepła i instalacji ciepłej wody użytkowej i instalacja z kolektorami słonecznymi.	
<b>5. Miejscowość:</b> Białystok		<b>data wykonania opracowania:</b> wrzesień 2016 rok	

<b>6. Spis treści</b>	
<b>1. Strona tytułowa</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Karta audytu energetycznego budynku</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora</b> .....	<b>6</b>
<b>4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku</b> .....	<b>7</b>
4.1. Dane ogólne o budynku .....	7
4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna .....	8
4.3. Opis techniczny podstawowych elementów .....	8
4.4. Charakterystyka energetyczna .....	9
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego .....	10
4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u. ....	10
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji .....	11
<b>5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku</b> .....	<b>11</b>
5.1. Przegrody zewnętrzne.....	11
5.2. System grzewczy .....	12
<b>6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego</b> .....	<b>13</b>
<b>7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b> .....	<b>14</b>
7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną .....	14
7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło .....	14
7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych .....	15
7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej .....	19
7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT .....	21
7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów .....	22
7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania .....	23
7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania .....	24
7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	24
7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	24
7.4.2. Obliczenie poszczególnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych ....	25
7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów” .....	27
7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	35
<b>8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji</b> .....	<b>35</b>
8.1. Opis robót .....	35
8.2. Charakterystyka finansowa.....	36
8.2. Dalsze działania inwestora .....	36
ZAŁĄCZNIK 1 .....	37
ZAŁĄCZNIK 2 .....	45
ZAŁĄCZNIK 3 .....	59

## 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	murowany	
2.	Liczba kondygnacji	4 (nadziemnych 3)	
3.	Kubatura budynku [m <sup>3</sup> ]	3 081,36	
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	850,83	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	662,49	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	662,49	
7.	Liczba mieszkań	21	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	b.d.	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	podgrzewacze elektryczne	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	piece fizyczne	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,63	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	—	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrznych [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne piwnic w gruncie	<b>1,37</b>	<b>0,29</b>
2.	Ściany zewnętrzne piwnic powyżej powierzchni gruntu	<b>2,51</b>	<b>0,35</b>
3.	Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych	<b>0,94</b>	<b>0,20</b>
4.	Ściany wewnętrzne przy klatkach schodowych	1,83	1,83
5.	Stropodach (wentylowany)	<b>0,78</b>	<b>0,15</b>
6.	Strop nad piwnicą	0,86	0,86
7.	Podłoga (w piwnicy)	1,03	1,03
8.	Okna mieszkań	1,50; <b>3,00</b>	<b>0,90</b> ; 1,50
9.	Okna klatek schodowych	3,12	<b>1,40</b>
10.	Okna piwnic	3,12	<b>1,40</b>
11.	Przeszklenia z pustaków szklanych przy wejściach do klatek schodowych	<b>2,59</b>	zamurowanie <b>0,19</b>
12.	Drzwi zewnętrzne	<b>3,00</b>	<b>1,30</b>
13.	Drzwi wewnętrzne	2,50	2,50
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,58	<b>0,91</b>
2.	Sprawność przesyłania	1,00	<b>0,90</b>
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,70	<b>0,88</b>
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,89	<b>0,91</b>
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,72	<b>0,70</b>
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,80	<b>0,85</b>
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna*)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności i mikrowentylacja okien / kanały wentylacji grawitacyjnej	nawiewniki, nieszczelności i mikrowentylacja okien / kanały wentylacji grawitacyjnej

3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /h]	5 149,4 + 129,8	2 141,1 + 129,8
4.	Liczba wymian	[1/h]	—	—
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	78,16	50,86
2.	Obliczeniowa maksymalna moc cieplna systemu grzewczego na przygotowanie c.w.u.	[kW]	17,88	17,88
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	528,27	273,25
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1 236,10	360,19
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	127,93	139,43 <sup>1)</sup>
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	— <sup>2)</sup>	—
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	— <sup>2)</sup>	—
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	204,60	105,80
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	478,74	139,46
10.	Ilość energii pozyskiwana z odnawialnych źródeł energii	[GJ/rok]	—	82,41
11.	Udział odnawialnych źródeł energii U <sub>OZE</sub>	[%]	—	16,49
12.	EP	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	373,64	174,51
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>				
1.	Opłata za 1 GJ na c.o.	[zł/GJ]	32,50	42,42
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej c.o.	[zł/MW/m-c]	—	12 099,45
3.	Opłata za 1 GJ na c.w.u.	[zł/GJ]	135,72	42,42
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej c.w.u.	[zł/MW/m-c]	4 860,0	12 099,45
5.	Opłata abonamentowa	[zł/pkt.pom./m-c]	5,10	—
6.	Koszty stałe obsługi źródła ciepła	[zł/rok]	6 650,0	—
7.	Opłata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej	[zł/m <sup>3</sup> ]	52,97	14,40
8.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> pow. użytkowej	[zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	4,70	2,60
9.	Opłata roczna za c.o. i c.w.u. <sup>3)</sup>	[zł/rok]	67 018,00	27 679,00
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>				
Planowana kwota kredytu [zł]	643 205,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	57,3	
Planowane koszty całkowite [zł]	643 205,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	78 678,00	

Roczne oszczędność kosztów energii [zł]	39 339,00		
<p><sup>1)</sup> Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło na cele c.w.u. po modernizacji z uwzględnieniem cyrkulacji wynosi <b>139,43 GJ</b>, w tym energia pozyskiwana przez kolektory słoneczne wynosi około <b>82,41 GJ</b>, stąd ilość energii cieplnej, którą po modernizacji ma zapewnić dodatkowe źródło ciepła – węzeł cieplny - wynosi: <math>139,43 \text{ GJ} - 82,41 \text{ GJ} = \mathbf{57,02 \text{ GJ}}</math> – wartość brana do obliczeń opłat rocznych za ogrzewanie c.w.u. po modernizacji.</p> <p><sup>2)</sup> Brak zmierzonego zużycia energii cieplnej na cele c.o. i c.w.u.</p> <p><sup>3)</sup> Opłata roczna oraz wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz warunków standardowego sezonu grzewczego.</p>			

### **3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA**

#### Dostępna dokumentacja projektowa:

- Projekt techniczny – architektoniczny budynku mieszkalnego na izby zastępcze, opracowany przez Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego w Białymstoku, Białystok, 1973 r.

#### Inne dokumenty:

- stawki opłat za energię ciepłą,
- aktualne normy, katalogi i cenniki lokalnych firm budowlano-instalacyjnych.

#### Osoby udzielające informacji:

- Pan Stefan Frączkowski – pracownik działu technicznego ZADM w Grajewie (tel. 606 328 709),
- Pani Marianna Haraś – dyrektor ZADM w Grajewie (tel. (86) 273 08 80).

#### Data wizji lokalnej:

- sierpień 2016 r.

#### Wytyczne i uwagi inwestora (zleceniodawcy) stanowiące ograniczenia zakresu możliwych usprawnień:

- obniżenie kosztów eksploatacji z tytułu ogrzewania (termomodernizacja obudowy - przegród budynku) i ciepłej wody użytkowej, zastosowanie kolektorów słonecznych,
- uwzględnienie modernizacji źródła ciepła,
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów,
- spełnienie przez budynek wymagań ochrony cieplnej budynku które będą obowiązywały w Polsce od 1 stycznia 2021 r. (według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie).

#### Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

- wkład własny wynosi **0,00 zł.**
- kwota kredytu: **643 205,00 zł.**

#### 4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

##### 4.1. Dane ogólne o budynku

<b>Inwestor</b>	Właściciel obiektu: Miasto Grajewo ul. Strażacka 6, 19 – 200 Grajewo  Zarządca obiektu: Zakład Administracji Domów Mieszkalnych ul. Strażacka 6, 19 – 200 Grajewo
<b>Przeznaczenie budynku</b>	wielorodzinny
<b>Adres</b>	ul. Konstytucji 3 Maja 21a 19 – 200 Grajewo
<b>Rodzaj budynku</b>	mieszkalny

<b>Rok budowy</b>	1973	<b>Rok zasiedlenia</b>	1976
<b>Technologia budynku</b>	murowana		
<b>1. Powierzchnia zabudowy (m<sup>2</sup>)</b>	283,61	<b>11. Liczba klatek schodowych</b>	2
<b>2. Kubatura obiektu (m<sup>3</sup>)</b>	3 081,36	<b>12. Liczba kondygnacji</b>	4 (3 + piwnice)
<b>3. Kubatura ogrzewana / pomieszczeń ogrzewanych (m<sup>3</sup>)</b>	ok. 2 241,6 / 1 793,3	<b>13. Wysokość kondygnacji w świetle (m)</b>	– 2,20 (piwnice); – 2,50 (kondygnacje nadziemne)
<b>4. Powierzchnia użytkowa obiektu (m<sup>2</sup>)</b>	662,49	<b>14. Liczba osób</b>	b.d.
<b>5. Powierzchnia komunikacji (m<sup>2</sup>)</b>	54,84	<b>8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (sklepy, itp.) (m<sup>2</sup>)</b>	—
<b>6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m<sup>2</sup>)</b>	—	<b>9. Powierzchnia całkowita obiektu (m<sup>2</sup>)</b>	850,83
<b>7. Powierzchnia pomieszczeń w piwnicy (m<sup>2</sup>)</b>	ok. 133,5	<b>10. Obiekt podpiwniczony</b>	tak

## 4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna

Uproszczoną dokumentację techniczną (rzuty, przekrój i elewacje budynku oraz fotografie) zawiera załącznik Z3. Poniżej przedstawiony został szkic usytuowania budynku względem stron świata.



**Rysunek 1.** Usytuowanie obiektu względem stron świata.

## 4.3. Opis techniczny podstawowych elementów

Analizowany budynek zaprojektowano jako 2 kondygnacyjny, podpiwniczony, a wykonano jako 3 kondygnacyjny, podpiwniczony. Budowę zakończono w 1976 r.

Ściany piwnic są betonowe o grubości 25 cm. Ściany kondygnacji nadziemnych wykonano z bloczków siporeksowych 0,7 grubości 30 cm, zaś ściany wewnętrzne z cegły silikatowej grubości 25 cm i z cegły dziurawki.

Stropy w budynku DZ-3. Stropodach wentylowany prefabrykowany z płytek żelbetonowych opartych na ściankach ażurowych z cegły pełnej. Pokrycie dachu stanowią dwie warstwy papy na lepiku na szlichcie wyrównawczej. Ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją płytami półtwardymi z supremy grubości 12 cm. Ocieplenie w stropie nad piwnicami z płyty pilśniowej miękkiej.

Podłoga w piwnicy składa się z następujących warstw: piasek grubości 15 cm, żwiro-beton grubości 8 cm i posadzka cementowa grubości 2 cm.

Stolarka okienna piwnic, klatek schodowych i częściowo w mieszkaniach stara, typowa, w części mieszkań zaś została wymieniona na nową szczelną. Drzwi zewnętrzne do budynku płytowe. Przy wejściach do klatek schodowych znajdują się przeszklenia z pustaków szklanych.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych wymienionych w powyższym opisie znajduje się w załączniku nr 1.



#### 4.4. Charakterystyka energetyczna

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.

Obliczenia szczytowej mocy grzewczej wykonano zgodnie z normą PE-EN ISO 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”.

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015 r. 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,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- PN-EN ISO 6946 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń”,
- PN-83/B-03430Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”.

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego Audytor OZC 6.6 Pro, dla danych meteorologicznych ze stacji Białystok.

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej:

- szczytowa moc grzewcza (zapotrzebowanie na moc cieplną z obliczeń) ... $q_{moc} = 78,16$  kW,
- sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym ..... $Q_H = 528,27$  GJ/rok,
- sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym po uwzględnieniu sprawności systemu c.o. .... $Q_S = 1\,236,10$  GJ/rok,

#### Koszt energii cieplnej

Koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej wytwarzanej w piecach fizycznych wynosi **56,03 zł/GJ**. Koszt wytworzenia 1 GJ energii pierwotnej (bez sprawności pieców fizycznych) wynosi **32,50 zł/GJ**.

Koszty stałe obsługi wynoszą **8 400 zł/sezon**. Koszt obsługi źródła ciepła przeliczony na opłatę za moc cieplną wynosi **8 955,99 zł/MW/m-c**. Przeliczenie kosztów obsługi źródła ciepła służy wyłącznie do optymalizacji usprawnień termomodernizacyjnych.

Opłaty ponoszone przez odbiorcę energii cieplnej po termomodernizacji wynoszą:

- opłata za ciepło: **42,42 zł/GJ**,
- opłata za moc cieplną wraz z opłatą przesyłowa: **12 099,45 zł/MW/m-c**,

Obliczenie jednostkowych kosztów energii cieplnej zawiera załącznik Z1.3  
Podane ceny są cenami brutto.

#### 4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

W całym budynku źródłem ciepła są piece fizyczne.

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w poniższej tabeli.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła (piece fizyczne)	$\eta_{H,g0} = 0,58$
Przesyłania ciepła (wytwarzanie miejscowe)	$\eta_{H,d0} = 1,00$
Regulacji i wykorzystania systemu grzewczego (ogrzewanie piece fizyczne)	$\eta_{H,e0} = 0,70$
Akumulacji ciepła (brak zbiornika buforowego)	$\eta_{H,s0} = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia (praca 7 dni w tygodniu)	$w_{t0} = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie doby - przerwy wynikające z opalania	$w_{d0} = 0,95$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_{H,0} = 0,4060$

#### 5.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w elektrycznych, pojemnościowych podgrzewaczach wody indywidualnie przez mieszkańców. Brak jest instalacji ciepłej wody użytkowej.

Skrócony opis instalacji c.w.u. przedstawiono w tabeli poniżej.

Rodzaj opisu	Stan istniejący
1	2
Sposób przygotowania c.w.u.	podgrzewacz elektryczny pojemnościowy
Opomiarowanie	wodomierze wody zimnej
Roczne zużycie ciepłej wody*	około 348,20m <sup>3</sup>

Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. wynoszące 127,93 GJ/rok oraz ilość zużytej ciepłej wody użytkowej\* wyliczone zostało w Załączniku Z1.2. zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.

Istniejącą instalację c.w.u. można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej:

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Sprawność wytworzenia nośnika ciepła - podgrzewacze elektryczne pojemnościowy – przyjęto sprawność 0,95. Ze względu na zły stan techniczny podgrzewacza pojemnościowego, obniżono jego sprawność o 7%.	$\eta_{gw0} = 0,89$
Sprawność przesyłu ciepłej wody – podgrzewanie wody dla grupy punktów w jednym zasięgu (łazienka) – przyjęto sprawność 0,80). Ze względu na zły stan techniczny podgrzewacza pojemnościowego, obniżono jego sprawność o 10%.	$\eta_{dw0} = 0,72$
Sprawność akumulacji ciepłej wody - zasobnik pojemnościowy dla podgrzewaczy pojemnościowych – przyjęto sprawność 0,80	$\eta_{sw0} = 0,80$
Sprawność wykorzystania	$\eta_{ew0} = 1,00$
Sprawność całkowita	$\eta_{w,tot0} = \eta_{w,g0} \cdot \eta_{w,d0} \cdot \eta_{w,s0} \cdot \eta_{w,e0} = \mathbf{0,5132}$

#### 4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Wymiana powietrza w budynku odbywa się za pomocą wentylacji grawitacyjnej. Strumień powietrza wentylacyjnego dla całego budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430/Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”. Wynosi on w stanie istniejącym 2 149,4 m<sup>3</sup>/h w mieszkaniach i na klatkach schodowej oraz 129,8 m<sup>3</sup>/h w piwnicach (obliczenia zamieszczono w Załączniku Z 1.1).

#### 4.8. Charakterystyka źródła ciepła

Ciepło na cele grzewcze przygotowywane jest indywidualnie przez mieszkańców w piecach kaflowych. Paliwem jest węgiel.

### 5. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

#### 5.1. Przegrody zewnętrzne

Przegrody zewnętrzne rozpatrywanego obiektu charakteryzują się niedostateczną izolacyjnością termiczną wynikającą np. z braku efektywnej izolacji termicznej. Współczynniki przenikania ciepła przegród przekraczają aktualnie wymagane wartości, budynek nie spełnia obowiązujących obecnie wymagań odnośnie racjonalizacji użytkowania energii i można poprawić jego charakterystykę energetyczną.

## 5.2. System grzewczy

Budynek nie posiada instalacji centralnego ogrzewania.

Ciepło na cele grzewcze przygotowywane jest indywidualnie przez mieszkańców w piecach kaflowych.

Po rozmowie z inwestorem zdecydowano o wykonaniu instalacji centralnego ogrzewania zasilanej z węzła cieplnego, który również należy wykonać. Moc grzewcza nowej instalacji centralnego ogrzewania ma być dostosowana do zapotrzebowania na moc cieplną po modernizacji bryły budynku. Wszystkie grzejniki muszą być wyposażone w zawory termostaticzne.

Zestawienie stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy.

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne budynku mają wysokie wartości współczynnika przenikania ciepła <math>U</math> [<math>W/(m^2 \cdot K)</math>]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ściany zewnętrzne piwnic..... <math>U = 1,37; 2,51</math></li> <li>- ściany zewnętrzne nadziemia..... <math>U = 0,94</math></li> <li>- stropodach (wentylowany)..... <math>U = 0,78</math></li> <li>- strop nad piwnicą <sup>*)</sup>..... <math>U = 0,86</math></li> <li>- podłoga w piwnicy <sup>**) </sup>..... <math>U = 1,03</math></li> </ul>	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne budynku. Maksymalne wartości współczynnika <math>U</math> [<math>W/(m^2 \cdot K)</math>] wg WT które będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ściany: <math>U = 0,20</math> (gdy <math>t_i \geq 16^\circ C</math>) i <math>U = 0,90</math> (gdy <math>t_i &lt; 8^\circ C</math>),</li> <li>- dachy, stropodachy: <math>U = 0,15</math> (gdy <math>t_i \geq 16^\circ C</math>).</li> </ul>
2.	<p><u>Okna / naświetla</u> Okna / naświetla (przeszklenia z pustaków szklanych przy wejściach do klatek schodowych) są w średnim stanie technicznym, współczynnik <math>U=3,00 W/(m^2 \cdot K)</math> – stare okna mieszkań - przyjęto 15% zużycia; <math>U=3,12 W/(m^2 \cdot K)</math> – okna piwnic i klatek schodowych – przyjęto 20% zużycia; <math>U=2,58 W/(m^2 \cdot K)</math> – przeszklenia z pustaków szklanych przy wejściach do klatek schodowych. Jedynie okna mieszkań które zostały wymienione na nowe, z PCV są w dobrym stanie technicznym, o <math>U=1,50 W/(m^2 \cdot K)</math>.</p>	<p>Wskazana wymiana starych okien / naświetli na szczelne, o niskim współczynniku <math>U</math> (nie większym niż <math>0,90 W/(m^2 \cdot K)</math> gdy <math>t_i \geq 16^\circ C</math> i niż <math>1,40 W/(m^2 \cdot K)</math> gdy <math>t_i &lt; 16^\circ C</math> wg WT które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r.) - pod warunkiem opłacalności.</p>
3.	<p><u>Drzwi wejściowe i wrota</u> Drzwi wejściowe w średnim stanie technicznym o współczynniku <math>U=3,00 W/(m^2 \cdot K)</math> – przyjęto 20% zużycia.</p>	<p>Wskazana wymiana drzwi zewnętrznych na nowe, szczelne, o niskim współczynniku <math>U</math> (nie większym niż <math>1,30 W/(m^2 \cdot K)</math> wg WT które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r.) - pod warunkiem opłacalności.</p>
4.	<p><u>Wentylacja</u> <i>Wentylacja grawitacyjna.</i> W okresie zimowym może okresowo występować nadmierny napływ zimnego powietrza do budynku przez starą stolarkę okienną i drzwiową, wpływający na zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.</p>	<p>Wymiana starych okien i drzwi wejściowych na szczelne, z napływem świeżego powietrza przez nawiewniki lub inne elementy nawiewne umieszczone np. w ścianach.</p>

1	2	3
5.	<u>System podgrzewu c.w.u.</u> Woda podgrzewana w elektrycznych podgrzewaczach wody.	Wykonanie instalacji solarnej wraz z instalacją c.w.u. i instalacją cyrkulacyjną.
6.	<u>System ogrzewania</u> Piecze fizyczne.	Zmiana pieców fizycznych na węzeł ciepły. Wykonanie instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami oraz zaworami termostatycznymi na każdym grzejniku. Izolacja termiczna i regulacja hydrauliczna instalacji c.o.

\*) uwzględniono docieplenie ścian zewnętrznych piwnic a nie stropu nad piwnicą ze względów użytkowych – zmniejszenie wysokości piwnicy oraz brak dostępu do poszczególnych komórek lokatorskich

\*\*) nie rozpatrywano

## 6. WYKAZ USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO

l.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku.	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą ETICS / BSO (np. styropian), a ścian piwnic materiałem odpornym na oddziaływanie wody..
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach wentylowany nad budynkiem.	Ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem np. z wełny mineralnej.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez stare okna / naświetla (przeszklenia z pustaków szklanych przy wejściach do klatek schodowych) i drzwi oraz na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana starych okien / naświetli (przeszklenia z pustaków szklanych przy wejściach do klatek schodowych) i drzwi wejściowych na nowoczesne, o niskim współczynniku $U$ , z napływem świeżego powietrza przez nawiewniki lub inne elementy nawiewne umieszczone np. w ścianach.
4.	Podwyższenie sprawności instalacji ciepłej wody użytkowej	Wykonanie instalacji solarnej i c.w.u.
5.	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania.	Zmiana pieców fizycznych na węzeł ciepły. Wykonanie całkowicie nowej instalacji centralnego ogrzewania wraz z nowymi grzejnikami oraz zaworami termostatycznymi na każdym grzejniku. Izolacja termiczna i regulacja hydrauliczna instalacji c.o.

## 7. OKREŚLENIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMO-MODERNIZACYJNEGO

### 7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną

Do usprawnień termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie energetycznym należą:

- 1) Usprawnienia dotyczące bryły budynku (zmniejszające straty ciepła przez przenikanie i wentylację):
  - a) docieplenie ścian piwnic w gruncie,
  - b) docieplenie ścian piwnic powyżej gruntu,
  - c) docieplenie ścian kondygnacji nadziemnych,
  - d) docieplenie stropodachu (wentylowanego),
  - e) wymiana okien klatek schodowych,
  - f) wymiana okien piwnic,
  - g) wymiana starych okien mieszkań,
  - h) likwidacja przeszkleń z pustaków szklanych przy wejściach do klatek schodowych,
  - i) wymiana drzwi zewnętrznych.
- 2) Usprawnienia dotyczące systemu grzewczego budynku (zmniejszające zużycie ciepła):
  - a) podwyższenie sprawności instalacji c.o.,
  - b) podwyższenie sprawności instalacji ciepłej wody użytkowej.

### 7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Przy określaniu optymalnych usprawnień przyjęto następujące dane:

$O_z$ .....	32,50 zł/GJ,
$O'_z$ .....	56,03 zł/GJ (ze sprawnością wytwarzania)
$O_m$ .....	8 955,99 zł/MW/m-c
$t_{zo}$ .....	-22°C,
$t_{wo1,00}$ .....	8,00 °C (temperatura średnia równowagi piwnic),
$t_{wo8,00}$ .....	8,00 °C (temperatura klatek schodowych),
$t_{wo19,23}$ .....	19,23 °C* (temperatura średnia do optymalizacji docieplenia stropodachu budynku),
$t_{wo19,49}$ .....	19,49 °C* (temperatura średnia do optymalizacji docieplenia ścian kondygnacji nadziemnych budynku),
$t_{wo20,00}$ .....	20,00 °C (temperatura w mieszkaniach),
$Sd_{1,00}$ .....	338,20 dzień·K/rok,
$Sd_{8,00}$ .....	1 404,40 dzień·K/rok,
$Sd_{19,23}$ .....	3 916,76 dzień·K/rok,
$Sd_{19,49}$ .....	3 977,08 dzień·K/rok,
$Sd_{20,0}$ .....	4 095,40 dzień·K/rok.

\* temperatura średnia (liczona powierzchniami przegród).

### 7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych

#### Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych

Stan istniejący:  $U = 0,94 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Dodatkowa izolacja:  $\lambda = 0,040 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$  (np. styropian, metoda ETICS / BSO).

Powierzchnia przegrody:  $533,9 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia do docieplenia:  $667,4 \text{ m}^2$ .

Wartość  $N_U$  przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych. *Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac budowlanych związanych z wykonaniem tego przedsięwzięcia z podatkiem VAT.*

Grubość opt. =	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	<b>0,16</b>	0,17	0,18	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,28	0,26	0,25	0,23	0,219	0,21	<b>0,197</b>	0,19	0,18	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
$\Delta R$ =	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	<b>4,00</b>	4,25	4,50	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W</i>
Koszt jednostkowy =	145	147,5	150	152,5	155	157,5	<b>160</b>	162,5	165	<i>zł/m}^2</i>
$N_U$ =	96 773	98 442	100 110	101 779	103 447	105 116	<b>106 784</b>	108 453	110 121	<i>zł</i>
<b>SPBT</b> =	<b>11,59</b>	<b>11,47</b>	<b>11,39</b>	<b>11,35</b>	<b>11,334</b>	<b>11,338</b>	<b>11,36</b>	<b>11,39</b>	<b>11,44</b>	<i>lat</i>

**Uwagi:** Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków. Przy ustalaniu powierzchni do docieplenia pomniejszono powierzchnię elewacji o powierzchnię otworów okiennych i drzwiowych oraz uwzględniono dodatek na docieplenie ościeży i obróbki w wysokości 25%.

Optymalna pod względem ekonomicznym grubość docieplenia wynosi 14 cm, jednakże ze względu na konieczność zapewnienia wymaganej minimalnej wartości współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r.,  $U_{Cmax} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (przy  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ ) przyjęto 16 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych wyniesie:

$$667,4 \text{ m}^2 \times 160 \text{ zł/m}^2 = \underline{\underline{106 784 \text{ zł.}}}$$

#### Ściany zewnętrzne piwnic w strefie cokołowej

Stan istniejący:  $U = 2,51 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Dodatkowa izolacja:  $\lambda = 0,042 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$  (np. styropian, metoda ETICS / BSO).

Powierzchnia przegrody:  $93,7 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia do docieplenia:  $98,4 \text{ m}^2$ .

Wartość  $N_U$  przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych. *Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac budowlanych związanych z wykonaniem tego przedsięwzięcia z podatkiem VAT.*

Grubość opt. =	0,08	0,09	<b>0,10</b>	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,42	0,38	<b>0,35</b>	0,32	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
$\Delta R$ =	2,00	2,25	<b>2,50</b>	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W</i>
Koszt jednostkowy =	141	143	<b>145</b>	147,5	150	152,5	155	157,5	160	<i>zł/m}^2</i>
$N_U$ =	13 874	14 071	<b>14 268</b>	14 514	14 760	15 006	15 252	15 498	15 744	<i>zł</i>
<b>SPBT</b> =	<b>17,22</b>	<b>17,14</b>	<b>17,12</b>	<b>17,19</b>	<b>17,30</b>	<b>17,43</b>	<b>17,58</b>	<b>17,74</b>	<b>17,91</b>	<i>lat</i>

**Uwagi:** Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków. Przy ustalaniu powierzchni do docieplenia pomniejszono powierzchnię elewacji o powierzchnię otworów okiennych oraz uwzględniono dodatek na docieplenie ościeży i obróbki w wysokości 5%.

Optymalna pod względem ekonomicznym grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r.,  $U_{Cmax} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (przy  $t_i < 8^\circ\text{C}$ ) wynosi 10 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian piwnic w strefie cokołowej wyniesie:

$$98,4 \text{ m}^2 \times 145 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{14\ 268 \text{ zł.}}}$$

### Ściany zewnętrzne piwnic zagłębione w gruncie

Stan istniejący:  $U = 1,37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Dodatkowa izolacja:  $\lambda = 0,037 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$  (materiał odporny na oddziaływanie wody – wg wytycznych projektu termomodernizacji, np. styropian ekstrudowany).

Powierzchnia przegrody:  $99,9 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia do docieplenia:  $99,9 \text{ m}^2$ .

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych. *Cena  $N_u$  zawiera całkowity koszt wszystkich prac budowlanych związanych z wykonaniem tego przedsięwzięcia z podatkiem VAT (z wykopami i ewentualnymi pracami przeciwwilgotnościowymi).*

Grubość opt. =	0,08	0,09	<b>0,10</b>	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,35	0,32	<b>0,29</b>	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
$\Delta R$ =	2,16	2,43	<b>2,70</b>	2,97	3,24	3,51	3,78	4,05	4,32	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W</i>
Koszt jednostkowy =	188,8	192,4	<b>196</b>	200,1	204,2	208,3	212,4	216,5	220,6	<i>zł}/\text{m}^2</i>
$N_u$ =	18 861	19 221	<b>19 580</b>	19 990	20 400	20 809	21 219	21 628	22 038	<i>zł</i>
<b>SPBT</b> =	44,86	44,43	<b>44,22</b>	44,27	44,44	44,69	45,01	45,38	45,80	<i>lat</i>

**Uwagi:** Uwzględniono, przy grubościach  $>10 \text{ cm}$ , przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków.

Optymalna pod względem ekonomicznym grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r.,  $U_{Cmax} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (przy  $t_i < 8^\circ\text{C}$ ) wynosi 10 cm.

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych piwnic w gruncie wyniesie:

$$99,9 \text{ m}^2 \times 196 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{19\ 580 \text{ zł.}}}$$

### Stropodach wentylowany

Stan istniejący:  $U = 0,78 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Dodatkowa izolacja:  $\lambda = 0,040 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$  (granulat np. z wełny mineralnej).

Powierzchnia przegrody:  $283,6 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia do docieplenia:  $283,6 \text{ m}^2$ .

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych. *Cena  $N_u$  zawiera całkowity koszt wszystkich prac budowlanych związanych z wykonaniem tego przedsięwzięcia z podatkiem VAT.*

Grubość opt. =	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	<b>0,22</b>	0,23	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	<b>0,147</b>	0,142	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
$\Delta R$ =	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	<b>5,50</b>	5,75	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W</i>
Koszt jednostkowy =	105,2	107	108,8	110,6	112,4	114,2	116	117,8	<b>119,6</b>	121,4	<i>zł}/\text{m}^2</i>
$N_u$ =	29 835	30 345	30 856	31 366	31 877	32 387	32 898	33 408	<b>33 919</b>	34 429	<i>zł</i>
<b>SPBT</b> =	7,88	<b>7,869</b>	7,874	7,89	7,91	7,95	7,99	8,03	<b>8,08</b>	8,14	<i>lat</i>



**Uwagi:** Przy ustalaniu kosztów modernizacji uwzględniono cenę materiału oraz robociznę.

Optymalna pod względem ekonomicznym grubość docieplenia wynosi 15 cm, jednakże ze względu na konieczność zapewnienia wymaganej minimalnej wartości współczynnika przenikania ciepła stropodachu wg Warunków Technicznych, które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r.,  $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (przy  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ ) przyjęto 22 cm.

Koszt całkowity docieplenia stropodachu wentylowanego wyniesie:

$$283,6 \text{ m}^2 \times 119,6 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{33\,919 \text{ zł.}}}$$

### Wymiana okien klatek schodowych

Stan istniejący okien:  $U = 3,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,20 & C_{r1} &= 0,85 \\ C_{m0} &= 1,20 & C_{m1} &= 1,00 \\ C_{w0,1} &= 1,00 \\ V_{\text{norm.}} &= 25,1 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$U_i =$	<b>1,40</b>	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Koszt całkowity =	<b>4 950</b>	5 280	5 610	5 940	6 270	6 600	6 930	zł
<b>SPBT =</b>	<b>35,45</b>	36,11	36,70	37,25	37,75	38,22	38,65	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu okien w wysokości 100 zł/m<sup>2</sup>. Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Przyjęto okna spełniające wymagania WT 2021  $U_{Cmax} = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  gdy  $t_i < 16^\circ\text{C}$ .

Koszt całkowity wymiany okien klatek schodowych wyniesie:

$$6,6 \text{ m}^2 \times (650 + 100) \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{4\,950 \text{ zł.}}}$$

### Wymiana okien piwnic

Stan istniejący okien:  $U = 3,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,20 & C_{r1} &= 0,85 \\ C_{m0} &= 1,20 & C_{m1} &= 1,00 \\ C_{w0,1} &= 1,00 \\ V_{\text{norm.}} &= 108,2 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$U_i =$	<b>1,40</b>	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Koszt całkowity =	<b>3 750</b>	4 000	4 250	4 500	4 750	5 000	5 250	zł
<b>SPBT =</b>	<b>50,26</b>	52,18	53,99	55,71	57,35	58,91	60,39	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu okien w wysokości 100 zł/m<sup>2</sup>. Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Przyjęto okna spełniające wymagania WT 2021  $U_{Cmax} = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  gdy  $t_i < 16^\circ\text{C}$ .

Koszt całkowity wymiany okien wyniesie:

$$6,0 \text{ m}^2 \times (650 + 100) \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{\underline{3\,750 \text{ zł.}}}$$

### Wymiana starych okien mieszkań

Stan istniejący okien:  $U = 3,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

$$C_{r0} = 1,00 \quad C_{r1} = 0,85$$

$$C_{m0} = 1,00 \quad C_{m1} = 1,00$$

$$C_{w0,1} = 1,00$$

$$V_{norm.} = 582,5 \quad m^3/h$$

$U_I =$	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	<b>0,90</b>	0,80	$W/(m^2 \cdot K)$
Koszt całkowity =	24 750	26 400	28 050	29 700	31 350	<b>33 000</b>	34 650	zł
<b>SPBT =</b>	<b>13,20</b>	<b>13,50</b>	<b>13,78</b>	<b>14,04</b>	<b>14,28</b>	<b>14,50</b>	<b>14,70</b>	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu okien w wysokości 100 zł/m<sup>2</sup>. Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Przyjęto okna spełniające wymagania WT 2021  $U_{Cmax} = 0,90 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$  gdy  $t_i \geq 16^\circ C$ .

Koszt całkowity wymiany okien wyniesie:

$$33,0 \text{ m}^2 \times (900 + 100) \text{ zł}/m^2 = \underline{\underline{33\ 000 \text{ zł}}}$$

### Likwidacja przeszkleń z pustaków szklanych przy wejściach do klatek schodowych

Stan istniejący przeszkleń:  $U = 2,58 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$ .

$$C_{r0} = 0,00 \quad C_{r1} = 0,00$$

$$C_{m0} = 0,00 \quad C_{m1} = 1,00$$

$$V_{norm.} = 0 \quad m^3/h$$

Warianty materiałowe ścian:

- 1 – ściana z betonu komórkowego gr. 30 cm + styropian gr. 16 cm
- 2 – ściana z cegły kratówki gr. 25 cm + styropian gr. 21 cm

$U_I =$	<b>0,19</b>	0,17	$W/(m^2 \cdot K)$
Koszt całkowity =	<b>945</b>	1 026	zł
<b>SPBT =</b>	<b>14,58</b>	15,73	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt demontażu przeszkleń w wysokości 100 zł/m<sup>2</sup>. Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt całkowity wymiany okien wyniesie:

$$2,7 \text{ m}^2 \times (250 + 100) \text{ zł}/m^2 = \underline{\underline{945 \text{ zł}}}$$

### Wymiana drzwi zewnętrznych

Stan istniejący drzwi:  $U = 3,00 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$ .

$$C_{r0} = 1,20 \quad C_{r1} = 1,00$$

$$C_{m0} = 1,20 \quad C_{m1} = 1,00$$

$$C_{w0,1} = 1,00$$

$$V_{norm.} = 16,0 \quad m^3/h$$

$U_I =$	1,70	1,50	<b>1,30</b>	1,20	$W/(m^2 \cdot K)$
Koszt całkowity =	3 696	3 948	<b>4 200</b>	4 452	zł
<b>SPBT =</b>	<b>56,31</b>	<b>53,31</b>	<b>50,92</b>	<b>51,36</b>	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu drzwi w wysokości 100 zł/m<sup>2</sup>. Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Koszt całkowity wymiany drzwi zewnętrznych wyniesie:

$$4,2 \text{ m}^2 \times (900 + 100) \text{ zł}/m^2 = \underline{\underline{4\ 200 \text{ zł}}}$$

## 7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej

Po uzgodnieniach z Inwestorem proponowane jest usprawnienie polegające na zamianie dotychczasowego sposobu przygotowania ciepłej wody użytkowej za pomocą podgrzewaczy elektrycznych polegające na podgrzewie ciepłej wody użytkowej w systemie bivalentnym z wykorzystaniem kolektorów słonecznych i węzła cieplnego.

Ilość pozyskiwanej energii przez kolektory ustawione pod kątem 30° skierowane na południe dla Grajewo przy różnych powierzchniach zestawiono w tabeli poniżej.

Ilość pozyskiwanej energii przez kolektory o różnych powierzchniach												kWh	GJ	
F = 2,52 m <sup>2</sup> (1)	50,7	68,2	133,2	198,1	279,2	292,6	286,3	244,9	185,3	89,3	45,7	34,3	1907,6	6,87
F = 12,6 m <sup>2</sup> (5)	253,3	340,8	666,2	990,5	1396,1	1462,8	1431,3	1224,3	926,5	446,5	228,3	171,4	9538,0	34,34
F = 20,16 m <sup>2</sup> (8)	405,3	545,2	1065,8	1584,9	2233,8	2340,4	2290,1	1958,8	1482,3	714,4	365,3	274,3	15260,8	54,94
F = 22,68 m <sup>2</sup> (9)	456,0	613,4	1199,1	1783,0	2513,0	2633,0	2576,4	2203,7	1667,6	803,7	411,0	308,6	17168,4	61,81
F = 25,2 m <sup>2</sup> (10)	506,7	681,6	1332,3	1981,1	2792,2	2925,5	2862,6	2448,5	1852,9	893,0	456,7	342,9	19076,0	68,67
<b>F = 30,24 m<sup>2</sup> (12)</b>	<b>608,0</b>	<b>817,9</b>	<b>1598,8</b>	<b>2377,3</b>	<b>3350,7</b>	<b>3510,6</b>	<b>3435,2</b>	<b>2938,2</b>	<b>2223,5</b>	<b>1071,6</b>	<b>548,0</b>	<b>411,5</b>	<b>22891,2</b>	<b>82,41</b>
F = 40,32 m <sup>2</sup> (16)	810,7	1090,5	2131,7	3169,8	4467,5	4680,8	4580,2	3917,6	2964,7	1428,8	730,7	548,6	30521,6	109,88
F = 42,8 m <sup>2</sup> (17)	861,4	1158,7	2264,9	3367,9	4746,8	4973,4	4866,5	4162,5	3150,0	1518,1	776,3	582,9	32429,2	116,75
F = 45,36 m <sup>2</sup> (18)	912,0	1226,8	2398,2	3566,0	5026,0	5265,9	5152,7	4407,3	3335,3	1607,4	822,0	617,2	34336,8	123,61

Sprawność instalacji c.w.u.: 0,5415

Sprawność średnia kolektorów: 0,793

sprawność kolektorów podana przez producenta 83,3%

Przy zaproponowanych 12 szt. kolektorach słonecznych o powierzchni  $p=30,24 \text{ m}^2$  ilość pozyskiwanej z kolektorów słonecznych energii wynosi **22 891,2 kWh/rok = 82,41 GJ/rok**. Do obliczeń przyjęto sprawność instalacji ciepłej wody użytkowej 54,15% i średnią sprawność kolektorów 79,3%.

Suma dziennego całkowitego promieniowania słonecznego w okresie przejściowym w najniekorzystniejszym miesiącu, dla miejscowości Grajewo przy kolektorach słonecznych ustawionych pod kątem 30° skierowanych na południe wynosi :

Natężenie promieniowania słonecznego (S 30 st.) dla Grajewo (stacja meteorologiczna Białystok)

Grajewo - budynek mieszkalny ul. Konstytucji 3 Maja

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Promieniowanie [kWh/m <sup>2</sup> ]	25,355	34,106	66,67	99,136	139,725	146,396	143,249	122,526	92,722	44,687	22,852	17,159

Współpracujący z kolektorami słonecznymi węzeł cieplny musi dostarczyć około **57,02 GJ** energii cieplnej do podgrzewu c.w.u..

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię cieplną na cele c.w.u. wyliczone w oparciu o metodologię podaną w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w obiekcie wynosi  $Q_{W,K} = 65,65 \text{ GJ}$  (bez uwzględnienia sprawności).

Dla podgrzewu c.w. w budynku mieszkalnym dobrano 12 kolektorów słonecznych płaskich o łącznej powierzchni absorbera wynoszącej **30,24 m<sup>2</sup>**.

Parametry kolektora płaskiego:

- powierzchnia – 2,50 m<sup>2</sup>,
- stopień sprawności optycznej  $n_o$  - nie mniej niż 83%,
- Certyfikat Solar Keymark,

Ponadto, z kolektorami, będą współpracowały dwa biwalentne podgrzewacze c.w.u. o pojemności 500 dm<sup>3</sup> i jeden zbiornik buforowy o poj. 500 dm<sup>3</sup>. Kolektory należy zamontować na dachu budynku, jak najbliżej źródła ciepła, (ostateczną decyzję ustawienia kolektorów pozostawia się projektantowi instalacji c.w.u.), powinny być skierowane powierzchniami absorberów w kierunku południowym, mają za zadanie wstępnie podgrzać c.w.u. trafiającą następnie na wymiennik c.w.u.

Zestawienie nakładów inwestycyjnych na modernizację instalacji c.w.u.

Rodzaj usprawnienia	Ilość jedn.	Cena		Całkowity koszt
	szt.	zł/szt.		zł
Montaż kolektorów solarnych pow. brutto 2,5 m2 12szt.pow.absorbera 2,32 m2, F = 30,24 m2	12	1450		17400
Dostawa i montaż zestawu mocującego do dachów spadzistych (dwa rzędy kolektorów)	kpl	4800		4800
Dostawa i montaż systemu przyłączeniowego i rur łączących	kpl	4100		4100
Dostawa i montaż zespołu do napełniania zładu	kpl	450		450
Dostawa czynnika grzewczego np.TYFOCOR G-LS		1200		1200
Automatyka instalacji słonecznej	ukł	9850		9850
Montaż czujników temperatury i okablowanie regulacyjno - sterujące	kpl	3900		3900
Podgrzewacz ciepłej wody instalacji solarnej np.V=500 dm3 z izolacją termiczną 2x50 mm	2	8990		17980
Zbiornik buforowy V=500 dm3 z izolacją termiczną 2x50 mm	1	5 850		5850
Stacja pompowa instalacji solarnej	2	2250		4500
Pompa obiegowa typ Magna3	1	3780		3780
Pompa cyrkulacyjna	1	1450		1450
Naczynia wzbiorcze przeponowe, zawory bezpieczeństwa, armatura odcinająca i zwrotna, zbiornik schładzający, kontener z tworzywa sztucznego, filtr siatkowy; armatura kontrolno-pomiarowa	kpl			4100
Montaż przepływomierza np. ULTRAFLOW54	1	3600		3600
Trójdrogowy zawór przełączający np. VRG 232 z siłownikiem ARA 648 ( z przełącznikiem pomocniczym);	kpl	680		680
Rurociągi w instalacjach solarnych miedziane o śr. 15x1,0	kpl	3500		3500
Rurociągi ze stali nierdzewnej np. Inox fi 18 x1,0 mm	kpl	3800		3800
Instalacja z tworzywa sztucznego PEX	kpl			14000
Izolacja rurociągów otulinami z pianki polietylenowej	kpl	5700		5700
Instalacje elektryczne do instalacji solarnej	kpl	3100		3100
Termostatyczny zawór cyrkulacyjny MTCV z modułem dezynfekcyjnym (B) w zakresie temperatur 65-75°C wraz ze złączkami montażowymi (2szt.)	7	463	160	4 361
Uruchomienie instalacji solarnej				3 000
Projekt instalacji solarnej i regulacji hydraulicznej instalacji c.w.u.				4 100
Węzeł cieplny dwufunkcyjny na cele c.o. i c.w.u. - udział procentowy (25,98 %) kosztów przypadających na c.w.u. z węzła c.o. i c.w.u.*)				12 818
Prace demontażowo - budowlane				4 000
<b>Razem brutto</b>				<b>142 019</b>

\*) podział procentowy kosztów przyjęto wyłącznie do celów optymalizacji

Całkowite nakłady inwestycyjne na modernizację instalacji c.w.u., instalację cyrkulacyjną i instalację solarną oraz kosztami przypadającymi na montaż sekcji c.w.u. w węźle cieplnym w budynku będą wynosiły około **142 019 zł.**

#### **Wykaz opłat za c.w.u przed termomodernizacją:**

- powierzchnia ogrzewana przyjęta do obliczeń.....662,49 m<sup>2</sup>
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością.... 127,93 GJ/rok\*)
- cena 1 kWh energii .....135,72 GJ

- moc cieplna na cele c.w.u..... 17,88 kW
- koszt podgrzewu c.w.u. przed modernizacją..... 18 445 zł/rok
- koszt 1 m<sup>3</sup> cwu..... 52,97 zł

sprawność całkowita .....  $\eta_{w,tot} = 0,5132$

- \*) Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu wynosi **65,65 GJ** wyliczone zostało w Załączniku Z1.2. zgodnie z metodologią podaną w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r.

**Wykaz opłat za c.w.u po termomodernizacji:**

- średnia roczna energia wyprodukowana w kolektorze słonecznym..... 18 237,22 kWh/rok = **65,65 GJ/rok**
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. i cyrkulacji (ze sprawnością) bez uwzględnienia „darmowej” energii cieplnej z kolektorów słonecznych ..... 139,43 GJ/rok,
- zapotrzebowanie na energię cieplną po uwzględnieniu energii pozyskiwanej z kolektorów słonecznych ..... 82,41 GJ/rok,
- cena 1 GJ energii ..... 42,42 zł/GJ
- koszt podgrzewu c.w.u. po modernizacji..... 5 015 zł/rok
- koszt 1 m<sup>3</sup> cwu..... 14,40 zł
- sprawność całkowita .....  $\eta_{w,tot} = 0,5415$

Według powyższego opisu oszczędności po modernizacji to:

$$\Delta O_{rcw} = 13\,430 \text{ zł/rok}$$

$$N_{cw} = 148\,355 \text{ zł}$$

$$SPBT = 10,57 \text{ lat}$$

$$\underline{\underline{NPV = 57\,786 \text{ zł}}}$$

**7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT**

Wybrane (w pkt. 7.1.) i zoptymalizowane (w pkt. 7.2.1. i 7.2.2.) ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej uszeregowano w tabeli według rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4
1.	Docieplenie stropodachu (wentylowanego).	33 919	8,08
2.	Instalacja c.w.u. z kolektorami słonecznymi.	142 019	10,57
3.	Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych.	99 949	10,63
4.	Wymiana starych okien mieszkań.	33 000	14,50

1	2	3	4
5.	Likwidacja przeszkleń z pustaków szklanych.	945	14,58
6.	Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic (cokoły).	13 776	16,53
7.	Wymiana okien klatek schodowych.	4 950	35,45
8.	Docieplenie ścian piwnic zagłębionych w gruncie.	19 580	44,22
9.	Wymiana okien piwnic.	3 750	50,26
10.	Wymiana drzwi zewnętrznych.	4 200	50,92

### 7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego

#### 7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Koszt [zł]	Zmienione współczynniki sprawności
1	2	3	4
1.	Zmiana źródła ciepła na węzeł ciepłny. Wykonanie całkowicie nowej instalacji centralnego ogrzewania w rozproszonym układzie z listwami przyściennymi wraz z nowymi grzejnikami oraz zaworami termostaticznymi na każdym grzejniku. Izolacja termiczna i regulacja hydrauliczna instalacji c.o. Indywidualne opomiarowanie mieszkań za pomocą liczników ciepła.	<b>280 117</b>	$\eta_g = 0,58 \rightarrow 0,91$ $\eta_d = 1,00 \rightarrow 0,90$ $\eta_e = 0,70 \rightarrow 0,88$

Kalkulację cenową zamieszczoną poniżej sporządzono na podstawie cenników firm instalacyjnych oraz „Katalogu cen jednostkowych robót i obiektów inwestycyjnych”.

Inwestycja	Całkowity koszt z robocizną zł
Węzeł ciepły dwufunkcyjny z wymiennikami płytowymi c.o./c.w.u.z pełną automatyką i urządzeniami zabezpieczającymi i pomiarowymi (ciepłomierz główny i ciepłomierz na c.o.) (z zabezpieczeniem instalacji c.o. z tworzywa sztucznego). Montaż węzła ciepłego i uruchomienie, roboty budowlane	29246
Grzejniki płytowe stalowe z odpowietrznikami i z zestawem montażowym (54 szt.)	7 311
Grzejniki łazienkowe (21 szt.)	36720
Rury przyłączone o śr.15 do grzejników płytowych (75 szt.)	13650
Zawór termostatyczny prosty z nastawą wstępną (75 szt.)	2 322
Głowice termostatyczne (75 szt.)	4 875
Zawory grzejnikowe fi 15 odcinające proste z możliwością spustu wody (75 szt.)	6 375
Izolacja pianką polietylenową o grubości zgodnej z WT	2 250
Zawory odpowietrzające automatyczne ze złączkami	10 725
Szafka rozdzielaczowa z rozdzielaczem z zaworami regulacyjno-odcinającymi na 3-4 obwody (6 szt.)	134
Instalacja technologiczna c.o. PEX -Al.-PEX z kształtkami (rozprowadzenie instalacji pętlicowe z listwami przyściennymi)	2 322
Ciepłomierz mieszkaniowy ultradźwiękowy (+przelicznik i para czujników) 21 szt.	30 800
Przyłącze węzła ciepłego	35 070
Sprawdzenie działania instalacji c.o. podczas próby na gorąco - z dokonaniem regulacji	25 000
Prace budowlano-demontażowe	937
Dokumentacja techniczna	15 000
<b>RAZEM netto</b>	<b>5 000</b>
<b>RAZEM brutto</b>	<b>227 738</b>
	<b>280 117</b>

\* Węzeł ciepły dwufunkcyjny, moc c.o. 51 kW, c.w.u. 20 kW.

Koszt realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego wraz z pracami demontażowo – budowlanymi wyniesie około **280 117 zł.**

### 7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termo modernizacyjnego poprawiającego sprawność ciepłą systemu ogrzewania

$$O_{0z\ co} = 32,50 \text{ zł/GJ,}$$

$$O_{1z\ co} = 42,42 \text{ zł/GJ,}$$

$$K_0 = 8\ 400 \text{ zł/sezon}$$

$$Q_{0co} = 528,27 \text{ GJ/rok,}$$

$$q_{0co} = 78,16 \text{ kW}$$

$$\eta_o = 0,4060$$

$$w_{t0} = 1,00; \quad w_{d0} = 0,95$$

$$w_{t1} = 1,00; \quad w_{d1} = 0,95$$

l.p.	Opis wariantu (wykaz usprawnień)	$\eta_1$	$Q_{1co}$ [GJ/rok]	$\Delta Q_{rco}$ [zł/rok]	$N_{co}$ [zł]	SPBT [lat]	NPV [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8
0.	Stan istniejący	—	1 236,10	—	—	—	—
1.	Zmiana źródła ciepła na węzeł ciepły. Wykonanie całkowicie nowej instalacji centralnego ogrzewania wraz z nowymi grzejnikami oraz zaworami termostatycznymi na każdym grzejniku. Izolacja termiczna i regulacja hydrauliczna instalacji c.o. Opomiarowanie indywidualne mieszkań za pomocą liczników ciepła.	0,7207	696,35	7 686	<b>280 117</b>	36,45	-165 769

Koszt realizacji wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego wyniesie około **280 117 zł.**

### 7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania

<b>l.p.</b>	<b>Rodzaj usprawnienia</b>	<b>Zmiana wartości współczynników sprawności</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1.	Wytwarzanie ciepła – piece fizyczne – węzeł cieplny	$\eta_g = 0,58 \rightarrow \mathbf{0,91}$
2.	Przesyłanie ciepła – piece fizyczne - nowa instalacji c.o.	$\eta_d = 1,00 \rightarrow \mathbf{0,90}$
3.	Regulacja i wykorzystanie systemu ogrzewania – ogrzewanie za pomocą pieców fizycznych - regulacja centralna i miejscowa	$\eta_e = 0,70 \rightarrow \mathbf{0,88}$
4.	Akumulacja ciepła – brak zbiornika buforowego na c.o.C	$\eta_s = 1,00$
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,95$
7.	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$	$\eta = 0,4060 \rightarrow \mathbf{0,7207}$

### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W punkcie tym zamieszczono:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
3. Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów” z dnia 21 listopada 2008 roku oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku.
4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

#### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tym punkcie zastosowano skróte określenia dotyczące usprawnień wymienionych w pkt. 7.2.1., 7.2.2. i 7.3.2.:

- ściany kondygnacji nadziemnych,
- ściany piwnic (cokoły),
- ściany piwnic w gruncie,
- stropodach,
- okna klatek schodowych,
- okna piwnic,



- stare okna mieszkań,
- przeszklenia z pustaków szklanych,
- drzwi zewnętrzne,
- modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi,
- instalacja c.o. i węzeł cieplny.

Rozpatrywane są następujące warianty wymienione w tabeli poniżej.

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
1	drzwi zewnętrzne, okna piwnic, ściany piwnic w gruncie, okna klatek schodowych, ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
2	okna piwnic, ściany piwnic w gruncie, okna klatek schodowych, ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
3	ściany piwnic w gruncie, okna klatek schodowych, ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
4	okna klatek schodowych, ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
5	ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
6	przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
7	stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
8	ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
9	modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
10	stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny
11	instalacja c.o. i węzeł cieplny

#### 7.4.2. Obliczenie poszczególnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

$O_{z0\ c.o.} = 32,50\ \text{zł/GJ}$

$K_{ost} = 8\ 400\ \text{zł/sezon}$  – koszty obsługi pieców fizycznych,

$$O_{z0 \text{ c.w.u.}} = 135,72 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{m0 \text{ c.w.u.}} = 4 \ 860,0 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$A_0 = 5,10 \text{ zł/m-c/ukł pom}$$

$$O_{z1 \text{ c.w.u.}} = 42,42 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{m1 \text{ c.w.u.}} = 12 \ 099,45 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$O_{z1 \text{ c.o.}} = 42,42 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{m1 \text{ c.o.}} = 12 \ 099,45 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$Q_{0co} = 528,27 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0cw} = 127,93 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 0,07816 \text{ MW}$$

$$q_{0,1cwu \text{ max}} = 0,01750 \text{ MW}$$

**Oszczędność energii wynikająca z:**

montażu instalacji solarnej: **82,41 GJ/rok**

$$\eta_0 = 0,4060$$

$$w_{t0} \cdot w_{d0} = 0,9500$$

$$w_{t1} \cdot w_{d1} = 0,9500$$

$$Q_{0co}' = 1 \ 236,10 \text{ GJ/rok}$$

$Q_{0r} = 27 \ 679 \text{ zł/rok}$  (koszt eksploatacji budynku ustalono dla mocy obliczeniowych, warunków standardowego sezonu ogrzewczego oraz obliczeniowych wartości temperatur wewnętrznych w budynku)

Nr war.	$Q_{1co}$ [GJ/rok]	$Q_{1cw1}$ [GJ/rok]	sol. [GJ/rok]	$\eta_1$	$Q'_{1co}$ [GJ/rok]	$q_{1co}$ [MW]	$Q_{1r}$ [zł/rok]	$\Delta Q_r$ [zł/rok]	N* [zł]	SPBT [lata]	NPV [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	273,25	139,43	82,41	0,7207	360,19	0,05086	27 679	39 339	643 205	16,35	-57 939
2	275,50	139,43	82,41	0,7207	363,15	0,05086	27 804	39 214	639 005	16,30	-55 599
3	276,49	139,43	82,41	0,7207	364,46	0,05094	27 872	39 146	635 255	16,23	-52 860
4	280,89	139,43	82,41	0,7207	370,26	0,05095	28 119	38 899	615 675	15,83	-36 955
5	284,41	139,43	82,41	0,7207	374,90	0,05095	28 316	38 702	610 725	15,78	-34 936
6	295,46	139,43	82,41	0,7207	389,46	0,05232	29 133	37 885	596 949	15,76	-33 315
7	296,21	139,43	82,41	0,7207	390,45	0,05232	29 175	37 843	596 004	15,75	-32 995
8	321,64	139,43	82,41	0,7207	423,97	0,05523	31 019	35 999	563 004	15,64	-27 429
9	464,06	139,43	82,41	0,7207	611,71	0,07117	41 297	25 721	463 055	18,00	-80 391
10	464,06	127,93	0	0,7207	611,71	0,07117	58 264	8 754	321 036	36,67	-190 798
11	528,27	127,93	0	0,7207	696,35	0,07816	59 332	7 686	287 117	37,36	-172 769

\* nakład na przedsięwzięcie termomodernizacyjne powiększono o koszt wykonania audytu energetycznego i projektu termomodernizacyjnego, z kosztorysem i nadzorem w wysokości **7 000 zł brutto**.

**7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”.**

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
						[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	drzwi zewnętrzne, okna piwnic, ściany piwnic w gruncie, okna klatek schodowych, ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny.  (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	643 205,00	39 339	57,3%	643 205,00 100%	128 641,00	102 912,80	78 678,00

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	okna piwnic, ściany piwnic w gruncie, okna klatek schodowych, ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	639 005,00	39 146	57,1%	639 005,00 100%	127 801,00	102 240,80	78 292,00

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.	ściany piwnic w gruncie, okna klatek schodowych, ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	635 255,00	39 146	57,0%	635 255,00 100%	127 051,00	101 640,80	78 292,00

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.	okna klatek schodowych, ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	615 675,00	38 899	56,6%	615 675,00 100%	123 135,00	98 508,00	77 798,00

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	ściany piwnic (cokoły), przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	610 725,00	38 702	56,3%	610 725,00 100%	122 145,00	97 716,00	77 404,00

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
						[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6.	przeszklenia z pustaków szklanych, stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny.  (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	596 949,00	37 885	55,2%	596 949,00 100%	119 389,80	95 511,84	75 770,00
7.	stare okna mieszkań, ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny.  (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	596 004,00	37 843	55,1%	596 001,00 100%	119 200,80	95 360,64	75 686,00



Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8.	ściany kondygnacji nadziemnych, modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	563 004,00	35 999	52,7%	563 004,00 100%	112 600,80	90 080,64	71 998,00
9.	modernizacja instalacji c.w.u. i z kolektorami słonecznymi, stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	463 055,00	25 721	38,9%	463 055,00 100%	92 611,00	74 088,80	51 442,00
10.	stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	321 036,00	8 754	45,8%	321 036,00 100%	64 207,20	51 365,76	17 508,00

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Planowana kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11.	stropodach, instalacja c.o. i węzeł cieplny. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru)	287 117,00	7 686	39,6%	287 117,00 100%	57 423,40	45 938,72	15 372,00

\* - wartość premii termomodernizacyjnej wyznacza się, jako minimum z wartości w kolumnach 7,8,9.

Optymalnym wariantem, spełniającym wszystkie warunki stawiane przez *Ustawę z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów* oraz uwzględniającym życzenie inwestora jest **wariant nr 1**.

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Optymalnym jest **wariant nr 1**, obejmujący następujące usprawnienia:

- docieplenie ścian zewnętrznych piwnic w strefie cokołowej,
- docieplenie ścian zewnętrznych piwnic zagłębionych w gruncie,
- docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych,
- docieplenie stropodachu,
- wymianę okien klatek schodowych,
- wymianę okien piwnic,
- wymianę starych okien mieszkań,
- likwidację przeszkleń z pustaków szklanych przy wejściach do klatek schodowych,
- wymianę drzwi zewnętrznych,
- wykonanie nowej instalacji c.w.u.,
- wykonanie nowej instalacji c.o. i węzła ciepłego.

### 8. OPIS TECHNICZNY OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

#### 8.1. Opis robót

W ramach wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplić ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych budynku warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym  $R = 4,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  (np. metodą ETICS / BSO z warstwą np. styropianu grubości 16 cm jeśli  $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ). Koszt docieplenia  $677,4 \text{ m}^2$  tych ścian wyniesie **99 949 zł**.
2. Ocieplić ściany zewnętrzne piwnic w strefie cokołowej warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym  $R = 2,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  (np. metodą ETICS / BSO z warstwą np. styropianu grubości 10 cm jeśli  $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ). Koszt docieplenia  $98,4 \text{ m}^2$  tych ścian wyniesie **13 776 zł**.
3. Ocieplić ściany zewnętrzne piwnic w gruncie warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym  $R = 2,70 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  (np. materiałem odpornym na oddziaływanie wody np. styropianem ekstrudowanym o grubości 10 cm jeśli  $\lambda = 0,037 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ). Koszt docieplenia  $99,9 \text{ m}^2$  tych ścian wyniesie **19 580 zł**.
4. Ocieplić stropodach (wentylowany) nad budynkiem, warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym  $R = 5,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  (np. granulatem np. z wełny mineralnej o grubości 22 cm jeśli  $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ). Koszt ocieplenia  $283,6 \text{ m}^2$  tego stropodachu wyniesie **33 919 zł**.
5. Wymienić stare okna mieszkań na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  z napływem świeżego powietrza przez nawiewniki okienne lub inne urządzenia nawiewne umieszczane np. w ścianach. Koszt całkowity wymiany  $33,0 \text{ m}^2$  tych okien na nowe wyniesie około **33 000 zł**.
6. Wymienić okna klatek schodowych na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  z napływem świeżego powietrza przez nawiewniki okienne lub inne urządzenia nawiewne umieszczane np. w ścianach. Koszt całkowity wymiany  $6,6 \text{ m}^2$  tych okien na nowe wyniesie około **4 950 zł**.

7. Wymienić okna piwnic na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  z napływem świeżego powietrza przez nawiewniki okienne lub inne urządzenia nawiewne umieszczane np. w ścianach. Koszt całkowity wymiany  $5,0 \text{ m}^2$  tych okien na nowe wyniesie około **3 750 zł**.
8. Zlikwidować naświetla (przeszklenia z pustaków szklanych przy wejściach do klatek schodowych) wymurowując ścianę np. z betonu komórkowego z warstwą styropianu (gr. 16 cm). Koszt całkowity likwidacji  $2,7 \text{ m}^2$  przeszkleń wyniesie około **945 zł**.
9. Wymienić drzwi zewnętrzne na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Koszt wymiany  $4,2 \text{ m}^2$  drzwi wyniesie około **4 200 zł**.
10. Wykonać instalację solarną o powierzchni  $F = 30,24 \text{ m}^2$  (12 szt. kolektorów słonecznych o  $p = 2,5 \text{ m}^2$  i sprawności podanej przez producenta nie mniejszej niż 83%) oraz niezbędną instalację ciepłej wody użytkowej z instalacją cyrkulacyjną współpracującą z węzłem cieplnym dwufunkcyjnym c.o./c.w.u.. Ponadto, z kolektorami, będą współpracowały dwa biwalentne podgrzewacze c.w.u. o pojemności  $500 \text{ dm}^3$  i jeden zbiornik buforowy o poj.  $500 \text{ dm}^3$ . Kolektory należy zamontować na dachu budynku, powinny być skierowane powierzchniami absorberów w kierunku południowym. Koszt wykonania modernizacji systemu ciepłej wody użytkowej wraz z węzłem cieplnym (udział kosztów węzła przypadający na c.w.u.) wyniesie około **142 019 zł**.
11. Wykonać węzeł cieplny oraz instalację wewnętrzną centralnego ogrzewania z tworzywa sztucznego np. PEX-AL.-PEX w układzie pętlicowym z listwami przypodłogowymi. Na każdym grzejniku musi być zamontowany zawór termostatyczny z głowicą termostatyczną. Należy także opomiarować indywidualnie każde mieszkanie za pomocą ciepłomierza. Koszt wykonania dwufunkcyjnego węzła cieplnego oraz instalacji centralnego ogrzewania wraz z dokumentacją techniczną wyniesie około **280 117 zł**.

**Uwaga:** Do wymienionych wyżej kosztów termomodernizacji należy dodać koszt wykonania audytu energetycznego, projektu i nadzoru w wysokości **7 000 zł**.  
Podane ceny są kwotami brutto.

## 8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie .....	<b>643 205,00 zł</b>
Udział środków własnych inwestora .....	<b>0,00 zł (0,00 %)</b>
Kredyt bankowy .....	<b>643 205,00 zł (100,00 %)</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna.....	<b>78 678,00 zł</b>

## 8.2. Dalsze działania inwestora

W przypadku korzystania z „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zorganizowanie przetargu na wykonanie niezbędnych projektów.
3. Zorganizowanie przetargu na wykonanie robót budowlanych i instalacyjnych.
4. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
5. Realizacja robót i odbiór techniczny.
6. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną po wykonaniu inwestycji.
7. Ocena rezultatów przedsięwzięcia.
8. Spłata kredytu.

# **ZAŁĄCZNIK 1**

## **Dane do audytu energetycznego**

- Z1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych, Ilość strumienia powietrza wentylacyjnego**
- Z1.2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**
- Z1.3 Koszty energii cieplnej**



## Z 1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych, strumienia powietrza wentylacyjnego i stref temperaturowych w budynku

### Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	R	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> ·K/W	
<b>PODŁ PIW</b>	<b>Podłoga w piwnicy</b>					
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ PIW GR						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 7,50 m						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 1,25 m						
BETON-1900	0,0200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,020	
GRUZOBETON	0,0800	Gruzobeton.	1,000	1900	0,080	
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,375	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,500
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,975
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,026
<b>STROP PIWN</b>	<b>Strop ciepło do dołu</b>					
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PCW	0,0100	PCW.	0,200	1300	0,050	
BETON-1900	0,0200	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,020	
PŁYT-PIL-P	0,0240	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	0,480	
PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	0,011	
STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,260	
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,170
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,161
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,861
<b>STROPOD KL</b>	<b>Stropodach wentylowany</b>					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	0,028	
BETON-1900	0,0100	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,010	
BETON-2400	0,0700	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,700	2400	0,041	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,000
BETON-1900	0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,030	
PŁ-WIÓ-CE6	0,1200	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	0,800	
PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	0,011	
STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,260	
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,291
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,775
<b>STROPODACH</b>	<b>Stropodach wentylowany</b>					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	0,028	
BETON-1900	0,0100	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,010	
BETON-2400	0,0700	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,700	2400	0,041	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,000
BETON-1900	0,0300	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,030	
PŁ-WIÓ-CE6	0,1200	Płyty wiórkowo-cementowe - gęstość 600 k	0,150	600	0,800	
PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	1000	0,011	
STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,260	
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,100

Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,291
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,775
<b>SW</b> Ściana wewnętrzna						
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
CEGLA-SILP	0,2500	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	1900	0,250	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,547
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,830
<b>SZ</b> Ściana zewnętrzna						
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
BETON-BBK7	0,3000	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,857	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,064
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,940
<b>SZ KL</b> Ściana zewnętrzna						
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
BETON-BBK7	0,3000	Ściana z bloczków z betonu komórkowego o	0,350	700	0,857	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						1,064
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						0,940
<b>SZ PIW</b> Ściana zewnętrzna						
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
BETON-2200	0,2500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	2200	0,192	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
Opór przejmowania wewnątrz $R_i$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,399
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						2,507
<b>SZ PIW GR</b> Ściana zewnętrzna przy gruncie						
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Podłoga przyległa do ściany: PODŁ PIW						
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu $Z$ : 1,25 m						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
BETON-2200	0,2500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	2200	0,192	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,018	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania $R_g$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,500
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m <sup>2</sup> ·K/W]:						0,729
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:						1,372



Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	d	Ri	Re	R	U	A
		m	m <sup>2</sup> · K/W	m <sup>2</sup> · K/W	m <sup>2</sup> · K/W	W/m <sup>2</sup> · K	m <sup>2</sup>
DW	Drzwi wewnętrzne					2,500	39,27
DZ	Drzwi zewnętrzne					3,000	4,18
O KL	Okno zewnętrzne					3,120	6,61
O PIW	Okno zewnętrzne					3,120	4,98
OM N	Okno zewnętrzne					1,500	85,98
OM S	Okno zewnętrzne					3,000	32,98
PODŁ PIW	Podłoga w piwnicy	0,250	0,500		0,975	1,026	279,65
PRZESZKLEN	Okno zewnętrzne					2,580	2,66
STROP PIWN	Strop ciepło do dołu	0,296	0,170	0,170	1,161	0,861	279,66
STROPOD KL	Stropodach wentylowany	0,957	0,100	0,090	1,291	0,775	18,28
STROPODACH	Stropodach wentylowany	0,957	0,100	0,090	1,291	0,775	265,34
SW	Ściana wewnętrzna	0,280	0,130	0,130	0,547	1,830	139,65
SZ	Ściana zewnętrzna	0,330	0,130	0,040	1,064	0,940	511,21
SZ KL	Ściana zewnętrzna	0,330	0,130	0,040	1,064	0,940	22,67
SZ PIW	Ściana zewnętrzna	0,280	0,130	0,040	0,399	2,507	93,67
SZ PIW GR	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,280	0,500		0,729	1,372	99,85

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Symbol	θ <sub>int,H</sub>	A	A <sub>f</sub>	V	φ <sub>HL</sub>	n <sub>min</sub>	V <sub>min</sub>	V <sub>infv</sub>	n	V <sub>v</sub>
	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	W	1/h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	1/h	m <sup>3</sup> /h
MIESZKAN	20,0	662,49	662,49	1656,2	78160	1,27	2100,0	579,7	1,27	2100,0
KLATKI	8,0	54,84	54,84	137,1	-1225	0,36	49,4	48,0	0,36	49,4
PIWNICE	1,0	133,50	0,00	360,5	0	0,36	129,8	126,2	0,36	129,8

Opis strefy	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]
1	2
<b>Strefa I – mieszkania – temperatura 20°C</b>	
– 70 m <sup>3</sup> /h – kuchnia (21 szt. × 70 m <sup>3</sup> /h)	1 470,0
– 30 m <sup>3</sup> /h –WC (21 szt. × 30 m <sup>3</sup> /h)	630,0
<b>Razem dla pomieszczeń</b>	<b>2 100,0</b>
<b>Strefa II – klatki schodowe – temperatura 8°C</b>	
– 0,3 wymiany w ciągu godziny 0,3 × 137,1 m <sup>3</sup>	41,1 × 1,2* = 49,4
<b>Razem strefa II</b>	<b>41,1 × 1,2* = 49,4</b>
<b>Strefa III – pomieszczenia w piwnicach</b>	
– 0,3 wymiany w ciągu godziny 0,3 × 360,5 m <sup>3</sup>	108,1 × 1,2* = 129,8
<b>Razem strefa III</b>	<b>108,1 × 1,2* = 129,8</b>

\* strumień powietrza wentylacyjnego w stanie istniejącym zwiększono z uwagi na nieszczelności odpowiednio zgodnie ze współczynnikami korekcyjnymi podanymi poniżej:

Współczynniki korekcyjne :

c<sub>r</sub> = 1,2 (okna nieszczelne, obserwowana nadmierna wentylacja)

c<sub>m</sub> = 1,2 (okna nieszczelne, obserwowana nadmierna wentylacja)

c<sub>w</sub> = 1,0 (budynek na przestrzeni zabudowanej)

## Z1.2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

### Przed termomodernizacją

– ilość osób	32	
– powierzchnia ogrzewana przyjęta do obliczeń	662,49	m <sup>2</sup>
– zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody	$Q_{cwj} = c_w \times \rho \times (t_c - t_z)$ $Q_{cwj} = 4,19 \times 1\,000 \times (55 - 10) =$ $= 188\,550 \text{ kJ/m}^3 = 0,189 \text{ GJ/m}^3$	
– czas użytkowania	$t_{uz} = 365$	dni
– jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.	1,60	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)
– współczynnik korekcyjny kr	0,90	
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	<b>18 237,22 kWh/rok</b>	= 65,65 GJ/rok*)
– sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{w,g} = 0,891$	
– sprawność przesyłu ciepłej wody	$\eta_{w,d} = 0,72$	
– sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{w,s} = 0,80$	
– sprawność wykorzystania	$\eta_{w,g} = 1,00$	
– sprawność całkowita	$\eta_{w,tot} = 0,5132$	
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w. ze sprawnością całkowitą c.w.u.		127,93 GJ/rok
- moc na cele c.w.u.	17,88	kW
– opłata za 1 GJ podgrzewu c.w.	135,72	zł/GJ
– opłata za 1 kW mocy zamówionej c.w.	4,86	zł/kW
– opłata abonamentowa	5,10	zł/m-c
– koszt podgrzewu c.w.	18 445	zł
– ilość zużywanej c.w.u. (obliczona*)	348,20	m <sup>3</sup>
- średni koszt podgrzewu 1m <sup>3</sup> c.w.	52,97	zł/m <sup>3</sup> .

### Po termomodernizacji cz. mieszkalna (montaż kolektorów słonecznych)

– moc maksymalna na cele c.w.	17,88	kW
– średnia moc na cele c.w.	<b>4,47</b>	<b>kW</b>
– zapotrzeb. na ciepło do przygotowania c.w.	65,65 GJ/rok	= 18 237,22 kWh/rok
– sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{w,g} = 0,91$	
– sprawność przesyłu ciepłej wody	$\eta_{w,d} = 0,70$	
– sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{w,s} = 0,85$	
– sprawność wykorzystania	$\eta_{w,g} = 1,00$	
– sprawność całkowita	$\eta_{w,tot} = 0,5415$	
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. i cyrkulacji bez uwzględnienia „darmowej” energii cieplnej z kolektorów słonecznych		139,43 GJ/rok,
– średnia roczna ilość energii wyprod. z kolektorów słonecznych	<b>Q<sub>sl</sub> = 82,41</b>	<b>GJ</b>
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością z uwzględnieniem „darmowej” energii z kolektorów słonecznych i <u>cyrkulacją</u>	139,43 – 82,41 =	<b>57,02 GJ</b>
– cena 1 GJ energii.....		42,42 zł/GJ

- koszt podgrzewu c.w.u. po modernizacji z cyrkulacją ..... 5 015zł/rok
- koszt 1 m<sup>3</sup> cwu..... 14,40 zł

\*) Średnie roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu i ilość zużytej c.w.u. wyliczone zostało zgodnie z metodologią podaną w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r.

### Z1.3 Jednostkowe koszty energii cieplnej

#### 1. Jednostkowe koszty energii cieplnej dla stanu istniejącego

Koszt opału: 650 zł/tonę.  
Wartość opałowa: 20,0 MJ/kg.

$$O_{0z} = (0,650 \times 1000) / 20,0 = 32,50 \text{ zł/GJ}$$

Po uwzględnieniu sprawności wytwarzania ciepła koszt produkcji wynosi:

$$O'_{0z} = 32,50 / 0,91 = 56,03 \text{ zł/GJ}$$

#### Oplaty za energię elektryczną zostały przyjęte zgodnie z dostarczoną fakturą opłat PGE Obrót S.A. oraz PGE Dystrybucja S.A. (przed modernizacją)

Przyjęto cenę energii elektrycznej zgodną z obowiązującą taryfą C11 w wysokości 0,4882 zł/kWh po uwzględnieniu wszystkich składników opłat zmiennych i czynnych zgodnych z grupą taryfową sprzedawcy i dystrybutora energii elektrycznej;

-opłata za energię czynną	0,2140 zł/kWh netto
- opłata jakościowa opł. sys.	0,0129 zł/kWh netto
- opłata sieciowa zmienna	0,1700 zł/kWh netto

- abonament w wysokości 5,10 zł brutto oraz opłata za moc zamówioną wynosząca 4,86 zł/kW/m-c brutto.

Koszt energii cieplnej wyniesie:

$$O_{1z} = (0,2140 + 0,0129 + 0,1700) \times 278 \times 1,23 = 135,72 \text{ zł/GJ}$$

Opłata za moc z przesyłem wyniesie:

$$O_{1m} = 3,95 \times 1,23 \times 1000 = 4 860,0 \text{ zł/MW/m-c}$$

Opłata abonamentowa:

$$Ab_{1\text{ cwu}} = (4,15) \times 1,23 = 5,10 \text{ zł/m-c}$$

## **2. Jednostkowe koszty energii ciepłej po modernizacji**

Koszty po modernizacji przyjęto zgodnie ze stawkami obowiązującymi w Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej w Grajewie.

Wykaz opłat:

- Zamówiona moc ciepła – 10 173,01 zł brutto,
- Przesył za moc ciepłą - 1 925,44 zł brutto,
- Opłata za zużyte ciepło – 33,58 zł brutto,
- Opłata przesyłowa za ciepło – 8,84 zł brutto.

## **ZAŁĄCZNIK 2**

### **Wydruk obliczeń zapotrzebowania na ciepło**



## Z 2.1. Zapotrzebowanie na ciepło i moc grzewczą w stanie istniejącym budynku

### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	20868	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30408	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	50856	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	50856	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	70,9	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	28,4	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	273,25	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	75902	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	717	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	1793,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	380,9	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	105,8	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	152,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	42,3	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)





## Z 2.2 Zapotrzebowanie na ciepło i moc grzewczą w poszczególnych wariantach termomodernizacji budynku

### WARIANT 1 – OPTYMALNY

#### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	20868	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30408	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	50856	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	50856	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	70,9	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	28,4	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	273,25	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	75902	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	717	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	1793,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	380,9	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	105,8	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	152,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	42,3	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

## WARIANT 2

### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	20868	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30440	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	50856	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	50856	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	70,9	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	28,4	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	275,50	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	76529	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	384,1	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	106,7	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	153,6	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	42,7	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)	

### WARIANT 3

#### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	20950	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30440	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	50938	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	50939	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	71,0	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	28,4	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	276,49	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	76802	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	717	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	1793,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	385,4	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	107,1	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	154,2	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	42,8	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

## WARIANT 4

### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	20959	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30440	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	50947	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	50948	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	71,0	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	28,4	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	280,89	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	78025	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	391,6	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	108,8	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	156,6	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	43,5	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)	

## WARIANT 5

### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	20959	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30491	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	50947	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	50948	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	71,0	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	28,4	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	284,41	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	79002	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	717	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	1793,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	396,5	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	110,1	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	158,6	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	44,1	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

## WARIANT 6

### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	22329	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30491	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	52317	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	52317	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	72,9	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	29,2	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	295,46	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	82072	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	717	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	1793,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	411,9	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	114,4	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	164,8	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	45,8	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

## WARIANT 7

### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m <sup>3</sup> · K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/ (m · K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	22329	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30491	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	52317	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	52317	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	72,9	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	29,2	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	296,21	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	82279	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	412,9	MJ/ (m <sup>2</sup> · rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	114,7	kWh/ (m <sup>2</sup> · rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	165,2	MJ/ (m <sup>3</sup> · rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	45,9	kWh/ (m <sup>3</sup> · rok)	

## WARIANT 8

### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	25237	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30491	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	55225	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	55225	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	77,0	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	30,8	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	321,64	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	89344	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	717	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	1793,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	448,4	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	124,6	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	179,4	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	49,8	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)



## WARIANT 9

### Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	audyt energetyczny		
Miejscowość:	Grajewo		
Adres:	Konstytucji 3 Maja 21a		
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:	IV		
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Grunt:			
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir		
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m <sup>3</sup> · K)	
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m	
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/ (m · K)	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	717,3	m <sup>2</sup>	
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1793,3	m <sup>3</sup>	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	41182	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30491	W	
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	71170	W	
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	71170	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	99,2	W/m <sup>2</sup>	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	39,7	W/m <sup>3</sup>	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Białystok		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	464,06	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie	QH,nd:	128905	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	AH:	717	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku	VH:	1793,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	646,9	MJ/ (m <sup>2</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EAH:	179,7	kWh/ (m <sup>2</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	258,8	MJ/ (m <sup>3</sup> · rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie	EVH:	71,9	kWh/ (m <sup>3</sup> · rok)



## **ZAŁĄCZNIK 3**

### **Rzuty i przekroje budynku**

- Z 3.1 Rzut piwnic w skali 1:100,**
- Z 3.2 Rzut parteru w skali 1:100,**
- Z 3.3 Rzut piętra w skali 1:100,**
- Z 3.4 Przekrój I-I w skali 1:100,**
- Z 3.5 Elewacja zachodnia budynku w skali 1:100,**
- Z 3.6 Elewacja wschodnia budynku w skali 1:100,**
- Z 3.7 Elewacja południowa budynku w skali 1:100,**
- Z 3.8 Fotografie budynku.**



