

1. STRONA TYTUŁOWA

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1980
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Pniewy Urząd Gminy Pniewy Pniewy 2 kod: 05-652; miejscowość: Pniewy woj.: mazowieckie	1.4 Adres budynku Budynek spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie Michrów 74 02-652 Pniewy woj.: mazowieckie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
<p>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</p> <p>NARODOWA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 ODDZIAŁ W BIAŁYMSTOKU 15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2 NIP 526-00-40-341, tel./fax 85 743 58 45</p>			
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
<p>dr inż. Wiesław Sarosiek tel. /85/ 74 35 845 kom. 0603 740 876 audytor KAPE S.A. nr 007</p> <p>dr inż. Wiesław Sarosiek uprawnienia projektowe i wykonawcze Bt/14/91; Izba inż. budownictwa PDL/BO/1313/01 audytor energetyczny nr 007 15-151 Białystok, ul. Skrzatów 27</p>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
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	audytor KAPE S.A. nr 0133
2.	mgr inż. Joanna Święcicka	Opis, modernizacja systemu grzewczego i instalacji c.w.u	Joanna Święcicka audytor KAPE S.A. nr 0181
5. Miejscowość: Białystok data wykonania opracowania: marzec 2020 rok			

6. Spis treści

1. Strona tytułowa	1
2. Karta audytu energetycznego budynku	3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora.....	6
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku.....	7
4.1. Dane ogólne o budynku	7
4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna	8
4.3. Opis techniczny podstawowych elementów	8
4.4. Charakterystyka energetyczna	8
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego	10
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji	11
4.8. Charakterystyka źródła ciepła.....	12
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku	12
5.1. Przegrody zewnętrzne.....	12
5.2. System grzewczy	12
5.3. System przygotowania c.w.u.	12
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	14
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	14
7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną	14
7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło	15
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	17
7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT	19
7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	22
7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	22
7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....	23
7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”	24
7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	26
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	26
8.1. Opis robót	26
8.2. Charakterystyka finansowa.....	27
8.3. Dalsze działania inwestora	27
ZAŁĄCZNIK 1	29
ZAŁĄCZNIK 2	33
ZAŁĄCZNIK 3	45
<u>MODERNIZACJA OŚWIETLENIA</u>	45
ZAŁĄCZNIK 4.....	49
<u>PANELE FOTOWOLTAICZNE</u>	49
ZAŁĄCZNIK 5	51
<u>WSKAŹNIKI</u>	51
ZAŁĄCZNIK 6.....	57

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna murowana	
2.	Liczba kondygnacji	1	
3.	Kubatura / kubatura części ogrzewanej / pomieszczeń ogrzewanych [m ³]	1 778,4 / 1 173,8 / 939	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	305,85	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	—	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	305,85	
7.	Liczba mieszkań	—	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	do 50	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	z kotłowni gazowej	podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralne z kotłowni gazowej	centralne z kotłowni gazowej
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² / m ³]	0,86	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	—	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² ·K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,32	0,20
2.	Strop pod przestrzenią poddaszową nieogrzewaną	0,24	0,10
3.	Podłoga (na gruncie)	0,33	0,33
4.	Okna	2,00	0,90
5.	Drzwi zewnętrzne	2,00	1,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,86	0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,93	0,95
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,84	0,88
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	0,81	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,67	1,00
3.	Sprawność akumulacji	0,81	1,00
4.	Sprawność wykorzystania	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	mikrowentylacja stolarki / kanały wentylacyjne, wyciągi w WC	mikrowentylacja stolarki / kanały wentylacyjne, wyciągi w WC
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	469,5	469,5
4.	Liczba wymian [1/h]	0,5	0,5

Audyt energetyczny budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie
Gmina Pniewy

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	20,63	15,30
2.	Obliczeniowa max. moc cieplna systemu grzewczego na przygotowanie c.w.u. [kW]	1,67	18,86
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	64,13	27,80
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu c.o. [GJ/rok]	90,69	34,71
5.	Obliczeniowe średnie zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	15,54	6,90 ¹⁾
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) ²⁾ [GJ]	—	—
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) ²⁾ [GJ/rok]	—	—
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	58,20	25,20
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	82,30	33,30
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	—	22,10
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie [zł/GJ]	60,21	60,21
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na c.o. [zł/MW/m-c]	—	—
3.	Opłata dystrybucyjna stała c.o. [zł/m-c]	43,41	43,41
4.	Opłata handlowa c.o. [zł/m-c]	7,72	7,72
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² rok]	1,49	0,57
6.	Opłata za 1 GJ na podgrzew c.w.u. [zł/GJ]	60,21	184,85
7.	Opłata stała stawki sieciowej c.w.u. [zł/MW/m-c]	—	4 760,10
8.	Opłata przejściowa c.w.u. [zł/MW/m-c]	—	98,40
9.	Opłata handlowa c.w.u. [zł/m-c]	—	—
10.	Opłata abonamentowa c.w.u. [zł/m-c]	—	2,77
11.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł/m ³]	25,85	8,01
12.	Opłata roczna za ogrzewanie i c.w.u. [zł/rok]	7 010	4 126
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu (wg „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”) [zł]		295 388,00	
Planowane koszty całkowite (bez instalacji fotowoltaicznej i oświetlenia) [zł]		295 388,00	
Planowane koszty całkowite (z instalacją fotowoltaiczną i oświetleniem) [zł]		320 456,00	
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię ³⁾ [%]		60,83	
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię ⁴⁾ [%]		68,98	

Premia termomodernizacyjna (wg „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”) [zł]	5 766,00
Roczna oszczędność kosztów energii ⁵⁾ [zł/rok]	2 883,00

¹⁾ Planowane jest przedsięwzięcie polegające na montażu paneli fotowoltaicznych. Założono, iż 50 % pozyskanej energii zostanie wykorzystana do podgrzewu c.w.u. (pkt 7.2.2).

²⁾ Brak pomiaru zużycia ciepła na cele c.o. i c.w.u. (kotłownia gazowa).

³⁾ Wartość wyznaczona zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego (bez 50 % udziału PV).

⁴⁾ **Wartość wyznaczona z uwzględnieniem oszczędności wynikających z zastosowania paneli fotowoltaicznych oraz modernizacji oświetlenia.**

⁵⁾ Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych wartości temperatur wewnętrznych w budynku oraz warunków standardowego sezonu grzewczego.

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

Dostępna dokumentacja projektowa:

- Projekt budowlany wykonania robót budowlanych polegających na remoncie budynku przedszkola w Michrowie wraz ze zmianą konstrukcji dachu, opracowany przez Biuro Projektów PRO_EWAN, Grójec, 2009 r.
- Projekt budowlany – instalacja centralnego ogrzewania budynku Przedszkola w Michrowie gm. Pniewy, opracowany przez Zakład Instalacji Elektrycznych „Wektor” mgr inż. Zdzisław Szanciło, Łomża 2010 r.
- Projekt budowlany – instalacja wod. – kan. budynku Przedszkola w Michrowie gm. Pniewy, opracowany przez Zakład Instalacji Elektrycznych „Wektor” mgr inż. Zdzisław Szanciło, Łomża 2010 r.

Inne dokumenty:

- ceny i stawki za zakup energii elektrycznej oraz gazu,
- aktualne normy, katalogi i cenniki lokalnych firm budowlano-instalacyjnych.

Osoby udzielające informacji:

- Pan Paweł Perkowski – 501 833 651.

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

- ewentualne wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów; sporządzenie audytu energetycznego zgodnego z tą Ustawą,
- 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),
- obniżenie kosztów eksploatacji z tytułu ogrzewania budynku, przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia,
- montaż paneli PV,
- nie rozpatrywanie docieplenia podłogi na gruncie ze względów techniczno-użytkowych (istniejące podłogi w dobrym stanie, zmniejszenie wysokości użytkowej pomieszczeń).

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

- wkład własny inwestora w wysokości 0 % planowanych kosztów całkowitych,
- wartość kredytu: 100 % wartości inwestycji.

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

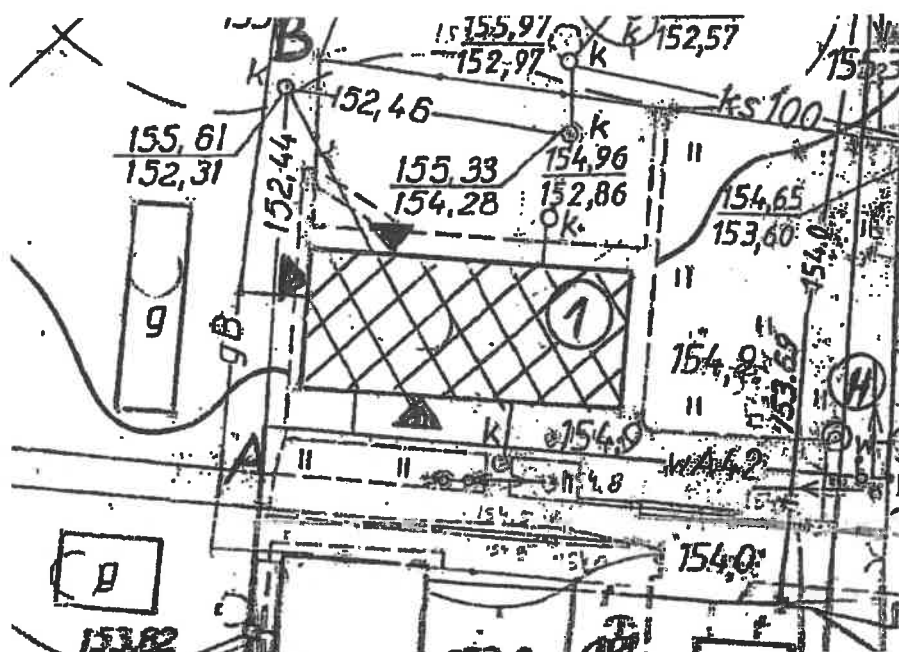
4.1. Dane ogólne o budynku

Własność	Gmina Pniewy Urząd Gminy Pniewy Pniewy 2 kod: 05-652; miejscowość: Pniewy woj.: mazowieckie
Przeznaczenie budynku	biblioteka publiczna
Adres	Budynek spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie Michrów 74 02-652 Pniewy woj.: mazowieckie
Rodzaj budynku	użyteczności publicznej

Rok budowy	1980	Rok zasiedlenia	1980
Technologia budynku	tradycyjna		
1. Powierzchnia zabudowy (m²)	365,90	9. Powierzchnia pomieszczeń w piwnicy (m²)	—
2. Kubatura obiektu (m³)	1 778,4	10. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (sklepy, itp.) (m²)	—
3. Kubatura ogrzewanej części obiektu / pomieszczeń ogrzewanych (m³)	1 173,8 / 939	11. Liczba klatek schodowych	0
4. Powierzchnia netto obiektu (m²)	305,85	12. Liczba kondygnacji	1
5. Powierzchnia komunikacji (m²)	29,77	13. Wysokość kondygnacji w świetle (m)	3,07
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m²)	—	14. Liczba osób	do 50
7. Powierzchnia użytkowa (m²)	305,85	15. Liczba mieszkań	0
8. Obiekt podpiwniczony	nie		

4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna

Uproszczoną dokumentację techniczną (rzut i przekrój budynku) zawiera załącznik Z5. Poniżej przedstawiony został szkic usytuowania budynku względem stron świata.



Rysunek 1. Usytuowanie obiektu względem stron świata.

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów

Budynek wykonany jest w technologii tradycyjnej, murowanej. Został on oddany do użytkowania w roku 1980. W roku 2009 zmieniono jego przeznaczenie z przedszkola na bibliotekę publiczną.

Budynek jest jednokondygnacyjny, niepodpiwniczony, z poddaszem nieużytkowym, nieogrzewanym.

Ściany są murowane grubości 37 cm, ocieplone warstwą styropianu grubości 10 cm.

W 2009 roku zmieniono konstrukcję dachu – zastosowano wiązary dachowe drewniane w rozstawie osiowym 233 cm. Strop nad parterem (pod nieogrzewaną przestrzenią poddaszową) został ocieplony wełną mineralną grubości 20 cm. Dach (dwuspadowy) kryty jest blachodachówka.

Podłoga na gruncie budynku posiada ocieplenie w postaci styropianu grubości 10 cm.

Stolarka okienna i drzwiowa z PCV (okna rozwierane i uchylno-rozwierane).

Szczegółowy opis warstw i obliczenia współczynnika przenikania ciepła przegród budynku zawiera załącznik Z1.1.

4.4. Charakterystyka energetyczna

Obliczenia zapotrzebowania budynku na energię do ogrzewania 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 obowiązującą normą PN-EN ISO 12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”.

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów 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 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 6.9 Pro, dla danych meteorologicznych ze stacji Warszawa-Okęcie.

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej:

- szczytowa moc grzewcza
(zapotrzebowanie na moc cieplną z obliczeń) $q_{moc} = 20,63 \text{ kW}$
- roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku $Q_H = 64,13 \text{ GJ/rok}$
- roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku
po uwzględnieniu sprawności systemu c.o. $Q_S = 90,69 \text{ GJ/rok}$

Koszt energii cieplnej

1. Koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej wytwarzanej w istniejącej kotłowni gazowej budynku w Michrowie wynosi 70,01 zł/GJ. Koszt wytworzenia 1 GJ energii cieplnej bez sprawności źródła ciepła wynosi 60,21 zł/GJ. Opłata handlowa oraz opłata dystrybucyjna stała wynoszą łącznie 51,13 zł/m-c. Podane ceny są cenami brutto.
2. Koszt produkcji 1 GJ energii cieplnej wytwarzanej w nowej kotłowni gazowej budynku w Michrowie wyniesie 66,16 zł/GJ. Koszt wytworzenia 1 GJ energii cieplnej bez sprawności źródła ciepła wyniesie 60,21 zł/GJ. Opłata handlowa oraz opłata dystrybucyjna stała wyniosą łącznie 51,13 zł/m-c. Podane ceny są cenami brutto.
3. Opłaty za energię elektryczną zostały przyjęte zgodnie z aktualnymi tabelami stawek opłat PGE Obrót S.A. oraz Innogy Polska S.A.

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Skróconą charakterystykę systemu grzewczego przedstawiono poniżej.

Typ instalacji c.o.	dwururowe, pompowe z rozdziałem dolnym
Parametry pracy instalacji c.o.	80/60 °C
Przewody w instalacji c.o.	rury wielowarstwowe z wkładką aluminiową, prowadzone w warstwie posadzkowej w izolacji
Odpowietrzenie instalacji	odpowietrzniki przygrzejnikowe
Typ grzejników	stalowe płytowe PURMO
Zawory termostatyczne	tak
Ilość dni ogrzewania w tygodniu	7 dni (bez osłabień sob.-niedz.)
Ilość godzin ogrzewania w ciągu doby	24 godziny (w tym 8 godzin z osłabieniami)

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w poniższej tabeli.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g0} = 0,86$ ¹⁾
Przesyłania ciepła	$\eta_{H,d0} = 0,93$
Regulacji i wykorzystania systemu grzewczego	$\eta_{H,e0} = 0,84$ gdzie: $\eta_{H,e0}' = 0,84$ ²⁾ $X_0 = 1,00$
Akumulacji ciepła	$\eta_{H,s0} = 1,00$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_{H,0} = 0,6718$

Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_{t0} = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie doby	$w_{d0} = 0,95$

¹⁾ Dla istniejącego kotła gazowego przyjęto zużycie techniczne na poziomie 5 %, stąd sprawność wytwarzania ciepła wyniesie: $\eta_{H,g0} = 0,91 \times 0,95 = 0,86$.

²⁾ Z uwagi na 10-letnią eksploatację istniejących termostatów, przyjęto ich zużycie techniczne na poziomie 5 % w stosunku do sprawności podanej w rozporządzeniu: $\eta_{H,e0} = 0,88 \times 0,95 = 0,84$.

4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.

Rodzaj opisu	Stan istniejący
1	2
Sposób przygotowania c.w.u.	c.w.u. przygotowywana w podgrzewaczu pojemnościowym zasilanym z istniejącej kotłowni gazowej
Przewody w instalacji c.w.u.	rury wielowarstwowe z wkładką aluminiową, prowadzone w warstwie posadzkowej w izolacji
Opomiarowanie	wodomierz główny zimnej wody
Roczne zużycie ciepłej wody *)	około 36,21 m ³ *)

*) Wartość wyznaczona zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 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.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{w,g0} = 0,81$ ¹⁾
Przesyłania ciepła	$\eta_{w,d0} = 0,67$ ¹⁾
Akumulacji ciepła	$\eta_{w,s0} = 0,81$ ¹⁾
Sprawność wykorzystania	$\eta_{w,e0} = 1,00$
Sprawność całkowita	$\eta_{w,0} = 0,4396$

¹⁾ Z uwagi na 10-letnią eksploatację istniejącej instalacji c.w.u., przyjęto jej zużycie techniczne na poziomie 5 % w stosunku do sprawności podanych w rozporządzeniu.

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Wymiana powietrza w budynku odbywa się za pomocą wentylacji grawitacyjnej gdzie napływ powietrza następuje przez stolarkę okienną i drzwiową, a usuwanie przez kanały wentylacyjne z kratkami. Miejscowo (w WC) stosowana jest wentylacja mechaniczna wyciągowa.

Strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku wynosi 469,5 m³/h i obliczono go zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”.

4.8. Charakterystyka źródła ciepła

Źródłem ciepła na cele centralnego ogrzewania jest kotłownia gazowa wyposażona w kocioł kondensacyjny IMMERGAS VICTRIX EXA 24 X 1 ERP o mocy nominalnej 24 kW. W kotłowni przygotowywana jest również ciepła woda użytkowa.

5. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

5.1. Przegrody zewnętrzne

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury dotyczącym warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 5 lipca 2013 roku wymagania odnośnie racjonalizacji zużycia energii uznaje się za spełnione, jeśli przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej, zaś w przypadku budynków nowych (lub modernizowanych, wymagających pozwolenia na budowę) również powierzchnia okien spełnia odpowiednie wymagania oraz wartość wskaźnika *EP* jest mniejsza od wartości maksymalnej.

Ponieważ współczynniki przenikania ciepła większości przegród niniejszego budynku przekraczają aktualnie wymagane wartości, budynek nie spełnia aktualnych wymagań odnośnie racjonalizacji użytkowania energii i można poprawić jego charakterystykę energetyczną

5.2. System grzewczy

Zgodnie z życzeniem Inwestora w audycie uwzględniono modernizację istniejącego źródła ciepła, polegającą na montażu nowego kondensacyjnego kotła gazowego oraz niezbędnej armatury i urządzeń.

W opracowaniu ujęto również wymianę wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania w budynku. Nową instalację c.o. należy wyposażać w grzejniki z zaworami termostatycznymi. Montaż termostatów umożliwi dyskontowanie zysków ciepła (automatyczne przymyknięcie głowicy zaworu w przypadku, gdy temperatura w pomieszczeniu osiągnie wartość wyższą od wymaganej; np. ogrzanie pomieszczenia zyskami bytowymi lub energią słoneczną). Nowe przewody rozprowadzające należy zaizolować otuliną termoizolacyjną.

Po wykonaniu termomodernizacji budynku w ramach wariantu optymalnego należy przeprowadzić regulację hydrauliczną instalacji c.o. zgodnie w wykonanym projektem technicznym.

5.3. System przygotowania c.w.u.

Zgodnie z życzeniem Inwestora uwzględniono zmianę systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej z centralnego na miejscowy. W punktach poboru c.w.u. zaplanowano montaż podgrzewaczy elektrycznych przepływowych (7 szt.). Do wspomagania podgrzewu c.w.u. zaplanowano montaż paneli fotowoltaicznych.

Zestawienie oceny 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 następujące wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne $U = 0,32$ - strop pod przestrzenią poddaszową nieogrzewaną $U = 0,97$ - strop pod poddaszem $U = 0,24$ - podłoga w piwnicy *) $U = 0,33$ 	<p>Należy rozpatrzyć docieplenie przegród zewnętrznych budynku. Maksymalne wartości współczynnika U [$W/(m^2 \cdot K)$] po termomodernizacji wg WT które będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r. to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany - $U = 0,20$ (przy $t \geq 16^\circ C$), - dachy, stropy pod nieogrzewanymi przestrzeniami dachowymi - $U = 0,15$ (przy $t \geq 16^\circ C$), - podłoga na gruncie - $U = 0,30$ ($t \geq 16^\circ C$).
2.	<p><u>Okna</u> Okna z PCV, o współczynniku $U = 2,00$ $W/(m^2 \cdot K)$.</p>	<p>Wymiana okien na nowoczesne okna szczelne, z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych, o niskim współczynniku U, spełniającym wymagania ochrony cieplnej które będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r. ($U_{max} < 0,90 W/(m^2 \cdot K)$ przy $t \geq 16^\circ C$) - pod warunkiem opłacalności.</p>
3.	<p><u>Drzwi wejściowe</u> Drzwi zewnętrzne z PCV, o współczynniku $U = 2,0 W/(m^2 \cdot K)$.</p>	<p>Wymiana drzwi zewnętrznych na nowoczesne drzwi, o niskim współczynniku U, spełniającym wymagania ochrony cieplnej (wg WT które będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r. $U_{max} < 1,30 W/(m^2 \cdot K)$) - pod warunkiem opłacalności.</p>
4.	<p><u>Wentylacja</u> Wentylacja grawitacyjna. Ewentualny nadmierny napływ zimnego powietrza do budynku przez stolarkę okienną ma wpływ na zużycie ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.</p>	<p>Nie przewiduje się modernizacji istniejącego systemu wentylacji.</p> <p>Przy okazji wymiany okien na nowe, szczelne, należy zapewnić napływ powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych.</p>
5.	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda użytkowa przygotowywana w podgrzewaczu pojemnościowym, zasilanym w ciepło z kotła gazowego.</p>	<p>Likwidacja centralnego podgrzewu ciepłej wody użytkowej.</p>
6.	<p><u>System ogrzewania</u> Instalacja c.o. tradycyjna, zasilana z kotłowni gazowej.</p>	<p>Podniesienie sprawności systemu grzewczego.</p>

* nie brano pod uwagę docieplenia podłogi na gruncie

6. WYKAZ USPRAWNIEN 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 BSO /obecnie ETICS/ (z warstwą styropianu – w tym przypadku dodatkową), z zabezpieczeniem (ociepleniem) cokołu w celu minimalizacji strat ciepła przez mostek termiczny w miejscu połączenia ścian z podłogą na gruncie. Gdyby podczas wykonywania prac uznano konieczność usunięcia istniejącej warstwy ocieplenia, należy ją dodatkowo „odtworzyć”.
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez strop pod poddaszem.	Ocieplenie stropu pod poddaszem warstwą (dodatkową) wełny mineralnej (skalnej lub szklanej).
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację przez okna budynku.	Wymiana okien na nowoczesne okna, o niskim współczynniku U , z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknie lub innych częściach przegród zewnętrznych.
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez drzwi zewnętrzne.	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe, o niskim współczynniku U .
5.	Likwidacja centralnego podgrzewu ciepłej wody użytkowej.	Montaż podgrzewaczy elektrycznych. Montaż paneli PV.
6.	Podniesienie sprawności systemu grzewczego.	Wymiana kotła gazowego. Wykonanie nowej instalacji centralnego ogrzewania.

7. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

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 (dodatkowe) ścian zewnętrznych,

- b) docieplenie (dodatkowe) stropu pod nieogrzewanym poddaszem,
 - c) wymiana okien,
 - d) wymiana drzwi zewnętrznych.
- 2) Usprawnienia dotyczące przygotowania ciepłej wody użytkowej:
- a) montaż podgrzewaczy elektrycznych przepływowych, montaż paneli PV.
- 3) Usprawnienia dotyczące systemu grzewczego budynku (zmniejszające zużycie ciepła):
- a) wykonanie nowej kotłowni gazowej,
 - b) modernizacja systemu grzewczego obejmująca wykonanie nowej instalacji centralnego ogrzewania w budynku.

7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Przy określaniu optymalnych usprawnień przyjęto następujące dane:

$O_{0,1z}$ 70,01 zł/GJ (z uwzględnieniem sprawności wytwarzania),
 $O_{ds0,1}$ 43,41 zł/m-c,
 $O_{h0,1}$ 7,72 zł/m-c,
 t_{zo} -20,00 °C,
 $t_{wo\ 20}$ 20°C,
 Sd_{20} 3 686,00 dzień-K/rok.

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

Ściany zewnętrzne – dodatkowe docieplenie

Stan istniejący: $U = 0,32\ W/(m^2 \cdot K)$.

Powierzchnia przegrody: $224,40\ m^2$.

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040\ W/m \cdot K$ (np. styropian, metoda ETICS / BSO, dawniej „lekka-mokra”).

Wartość N_U przyjęto na podstawie ofert dystrybutorów. Wobec stale spadającej wartości SPBT optymalizację zakończono na wartości spełniającej wymagania WT2021.

Grubość opt. =	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	<i>m</i>
$U_{sr.waż.}$ =	0,24	0,23	0,22	0,205	0,195	<i>W/(m²*K)</i>
ΔR =	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	<i>(m²*K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	266	270	274	278	282	<i>zł/m²</i>
N_u =	59 690	60 588	61 486	62 383	63 281	<i>zł</i>
SPBT =	153,79	132,45	118,41	108,54	101,28	<i>lat</i>

Optymalna grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła ścian wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., (czyli $U_{Cmax} < 0,20\ W/(m^2 \cdot K)$ przy $t_i \geq 16^\circ C$) wynosi 8 cm (jeśli $\lambda = 0,040\ W/m \cdot K$).

Koszt całkowity docieplenia (dodatkowego) ścian zewnętrznych budynku wyniesie:
 $224,40\ m^2 \times 282\ zł/m^2 = \underline{63\ 281\ zł}$.

Strop pod poddaszem nieogrzewanym

Stan istniejący: $U = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Powierzchnia przegrody: $365,35 \text{ m}^2$.

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ (płyty lub maty z wełny mineralnej skalnej lub szklanej).

Wartość N_U przyjęto na podstawie ofert dystrybutorów.

Grubość opt. =	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
ΔR =	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W</i>
Koszt jednostkowy =	157,8	161,2	164,6	168	171,4	174,8	178,2	<i>zł/m}^2</i>
N_U =	57 652	58 894	60 137	61 379	62 621	63 863	65 105	<i>zł</i>
SPBT =	58,40	58,02	57,74	57,56	57,45	57,41	57,43	<i>lat</i>

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stropów nad ostatnimi kondygnacjami wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., czyli $U_{\text{Cmax}} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) wynosi 22 cm (jeśli $\lambda = 0,040 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$).

Koszt całkowity ocieplenia (dodatkowego) stropu pod poddaszem nieogrzewanym wyniesie:

$$365,35 \text{ m}^2 \times 174,8 \text{ zł/m}^2 = \underline{63\,863 \text{ zł}}$$

Okna

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

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

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

$$C_{w0,1} = 1,0$$

$$V_{\text{norm.}} = 349,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

U_I =	1,10	1,00	0,90	0,80	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
Koszt całkowity =	34 272	35 904	37 536	40 800	<i>zł</i>
SPBT =	28,18	27,47	26,85	27,40	<i>lat</i>

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu okien w wysokości 100 zł/m^2 .

Koszt całkowity wymiany okien wyniesie:

$$40,8 \text{ m}^2 \times (820 + 100) \text{ zł/m}^2 = \underline{37\,536 \text{ zł}}$$

Drzwi zewnętrzne

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

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

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

$$C_{w0,1} = 1,0$$

$$V_{\text{norm.}} = 120,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$U_I =$	1,30	1,20	1,10	$W/(m^2 \cdot K)$
Koszt całkowity =	16 848	19 656	22 464	zł
SPBT =	76,89	78,49	79,73	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu drzwi w wysokości 100 zł/m².

Koszt całkowity wymiany drzwi zewnętrznych budynku wyniesie:

$$14,04 \text{ m}^2 \times (1\,100 + 100) \text{ zł/m}^2 = \underline{16\,848 \text{ zł}}$$

7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej

Planowane jest przedsięwzięcie polegające na zmianie sposobu przygotowania ciepłej wody użytkowej z centralnego (pojemnościowy podgrzewacz w kotłowni gazowej) na miejscowe. Założono montaż podgrzewaczy elektrycznych bezpośrednio w punktach poboru c.w.u. Zgodnie z zaleceniami Inwestora w planach modernizacji obiektu zostanie uwzględniony montaż paneli fotowoltaicznych (PV). Stąd przyjęto umownie, iż 50 % energii elektrycznej pozyskanej z zainstalowanych paneli fotowoltaicznych (PV) zostanie wykorzystana do podgrzewu ciepłej wody użytkowej.

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

Rodzaj usprawnienia	Cena
	zł
Podgrzewacze elektryczne (7 szt.) + prace montażowe	3 430
Panele fotowoltaiczne – łącznie 10 szt. modułów (1 szt. = 285 Wp) + wymagany osprzęt, prace montażowe – 50 % kosztów	15 375
RAZEM	18 805

Koszt realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego wyniesie: **18 805 zł.**

Przyjęte współczynniki sprawności instalacji c.w.u. po modernizacji zawiera poniższa tabela:

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{w,gl} = 0,99$
Przesyłania ciepła	$\eta_{w,dl} = 1,00$
Akumulacji ciepła	$\eta_{w,sl} = 1,00$
Sprawność wykorzystania	$\eta_{w,el} = 1,00$
Sprawność całkowita	$\eta_{w,l} = 0,9900$

Wykaz opłat za c.w.u. przed modernizacją:

- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.
bez sprawności 6,83 GJ/rok
- sprawność całkowita 0,4396
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.
ze sprawnością 15,54 GJ/rok
- zapotrzebowanie na moc cieplną max. 1,67 kW
- cena 1 GJ energii 60,21 zł/GJ
- koszt podgrzewu c.w.u. 936 zł/rok

Wykaz opłat za c.w.u. po modernizacji:

- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.
bez sprawności 6,83 GJ/rok
- sprawność całkowita 0,9900
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.
ze sprawnością 6,90 GJ/rok
- 50 % średniej rocznej ilości energii
pozyskanej przez PV 5,33 GJ/rok
(1481 kWh/rok)
- energia rozliczana z sieci energetycznej 1,57 GJ/rok
- zapotrzebowanie na moc cieplną max. 18,86 kW
- cena 1 GJ energii 184,85 zł/GJ
- koszt podgrzewu c.w.u. 290 zł/rok

Według powyższego opisu oszczędności po modernizacji to:

$$Q_{0\text{ c.w.}} = 936 \text{ zł/rok}$$

$$Q_{1\text{ c.w.}} = 290 \text{ zł/rok}$$

$$\Delta Q_{\text{c.w.}} = 646 \text{ zł/rok}$$

$$N_{\text{c.w.}} = 18\,805 \text{ zł}$$

$$\text{SPBT} = 18\,805/646 = 29,11 \text{ lat}$$

$$\text{NPV} = - 9\,194 \text{ zł}$$

7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT

Wybrane (w pkt. 7.1.) i zoptymalizowane (w pkt. 7.2.1.) 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 i systemu c.w.u. uszeregowano w tabeli według rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1	Wymiana okien.	37 536,00	26,85
2	Montaż podgrzewaczy elektrycznych + panele PV (50%).	18 805,00	29,11
3	Docieplenie (dodatkowe) stropu nad parterem.	63 863,00	57,41
4	Wymiana drzwi zewnętrznych.	16 848,00	76,89
5	Docieplenie (dodatkowe) ścian zewnętrznych.	63 281,00	101,28

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.	Wykonanie nowej kotłowni gazowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania.	80 055	$\eta_{H,g1} = 0,91$ $\eta_{H,d1} = 0,95$ $\eta_{H,e1} = 0,88$

Inwestycja	Cena zł
Kocioł gazowy podwieszany z regulatorem o mocy 17 kW	14 200
Dodatkowe wyposażenie do kotła, osprzęt, armatura, izolacja itp.	2 100
Wkład kominowy	2 000
razem M1	18 300
Robocizna R (0,15 %)	2 745
Koszty pośrednie Ko (70 % do R)	1 922
Koszty zakupu Kz (8 % od M)	1 464
Zysk Z (5 % od Ko i R)	233
Uruchomienie kotłowni, próba szczelności	5 000
Razem 1	29 664

Inwestycja	Cena zł
Grzejniki	21 100
Głowice termostatyczne	1 870
Rurociągi, rury przyłączone do grzejników	9 600
Armatura	2 800
razem M2	35 370
Robocizna R (0,15 %)	5 306
Koszty pośrednie Ko (70 % do R)	3 714
Koszty zakupu Kz (8 % od M)	2 830
Zysk Z (5 % od Ko i R)	451
Płukanie instalacji, próba szczelności, próba na gorąco z dokonaniem regulacji i inne	2 720
Razem 2	50 391

Koszt realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego wyniesie:

$$29\,664 + 50\,391 = \underline{\underline{80\,055\,zł.}}$$

7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania

$$O_{0,1z} = 60,21 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{ds0,1} = 43,41 \text{ zł/m-c}$$

$$O_{h0,1} = 7,72 \text{ zł/m-c}$$

$$Q_{0co} = 64,13 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 20,63 \text{ kW}$$

$$\eta_o = 0,6718$$

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

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

l.p.	Opis wariantu (wykaz usprawnień)	η_1	Q_{1co} [GJ/rok]	ΔQ_{rco} [zł/rok]	N_{co} [zł]	SPBT [lat]	NPV [zł]
1	2	3	4	5	6	7	
0.	Stan istniejący	—	90,69	—	—	—	—
1.	Wykonanie nowej kotłowni gazowej. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania.	0,7608	80,08	639,00	80 055	125,28	-70 548

Koszt realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego wyniesie około **80 055 zł**.

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

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współ- czynników sprawności
1	2	3
1.	Wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g} = 0,86 \rightarrow 0,91$
2.	Przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d} = 0,93 \rightarrow 0,95$
3.	Regulacja systemu ogrzewania	$\eta_{H,e} = 0,84 \rightarrow 0,88$ gdzie: $\eta_{H,e1}' = 0,88$ $X_1 = 1,00$
4.	Akumulacji ciepła	$\eta_{H,s} = 1,00$
5.	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	$\eta_H = 0,6718 \rightarrow 0,7190$
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,95$

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W punkcie tym zamieszczono:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
2. Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów” z dnia 21 listopada 2008 roku,
3. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

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

- ściany zewnętrzne,
- strop pod poddaszem,
- okna,
- drzwi,
- podgrzewacze c.w.u. + panele PV,
- instalacja c.o. + kotłownia.

Rozpatrywane są następujące warianty wymienione w tabeli poniżej.

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
1	2
1	ściany zewnętrzne, drzwi, strop pod poddaszem, podgrzewacze c.w.u. + panele PV, okna, instalacja c.o. + kotłownia
2	drzwi, strop pod poddaszem, podgrzewacze c.w.u. + panele PV, okna, instalacja c.o. + kotłownia
3	strop pod poddaszem, podgrzewacze c.w.u. + panele PV, okna, instalacja c.o. + kotłownia
4	podgrzewacze c.w.u. + panele PV, okna, instalacja c.o. + kotłownia
5	okna, instalacja c.o. + kotłownia
6	instalacja c.o. + kotłownia

7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

$$O_{0,1z} = 60,21 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{ds0,1} = 43,41 \text{ zł/m-c}$$

$$O_{h0,1} = 7,72 \text{ zł/m-c}$$

$$O_{1z\text{ cw}} = 184,85 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{1s\text{ cw}} = 4\,760,10 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$O_{1p\text{ cw}} = 98,40 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$Ab_{1\text{ cw}} = 2,77 \text{ zł/m-c}$$

$$Q_{0co} = 64,13 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0cw} = 15,54 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 0,02063 \text{ MW}$$

$$q_{0cw} = 0,00167 \text{ MW}$$

$$\eta_0 = 0,6718$$

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

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

$$Q_{0co}' = 90,69 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0r} = 7\,010 \text{ zł/rok}$$
 (koszt eksploatacji budynku ustalono dla warunków standardowego sezonu ogrzewczego oraz obliczeniowych wartości temperatur wewnętrznych w budynku)

Nr war.	Q_{1co} [GJ/rok]	Q_{1cw} [GJ/rok]	η_1	Q'_{1co} [GJ/rok]	q_{1co} [MW]	Q_{1r} [zł/rok]	ΔQ_r [zł/rok]	N * [zł]	SPBT [lat]	NPV ** [zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	27,80	1,57	0,7608	34,71	0,01530	4 126	2 883	295 388,00	102,46	-252 496
2	34,67	1,57	0,7608	43,29	0,01640	4 643	2 367	232 107,00	98,06	-196 892
3	37,24	1,57	0,7608	46,50	0,01679	4 836	2 173	215 259,00	99,06	-182 930
4	51,01	1,57	0,7608	63,70	0,01883	5 872	1 138	151 396,00	133,04	-134 465
5	51,01	15,54	0,7608	63,70	0,01883	5 385	1 625	132 591,00	81,59	-108 415
6	64,13	15,54	0,7608	80,08	0,02063	6 371	639	95 055,00	148,76	-85 548

* nakład na przedsięwzięcie termomodernizacyjne powiększony o koszt audytu energetycznego, niezbędnych projektów/opracowań i nadzoru robót w wysokości 15 000 zł

** obliczono dla 3% i 20 lat

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)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna *)		
		[zł]	[zł/rok]	[%]	$\frac{[zł]}{[%]}$	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	ściany zewnętrzne, drzwi, strop pod poddaszem, podgrzewacze c.w.u. + panele PV, okna, instalacja c.o. + kotłownia (z kosztem audytu, projektów i nadzoru robót)	295 388,00	2 883,00	65,85% (60,83 %) **	295 388,00 100 %	59 077,60	47 262,08	5 766,00
2.	drzwi, strop pod poddaszem, podgrzewacze c.w.u. + panele PV, okna, instalacja c.o. + kotłownia (z kosztem audytu, projektów i nadzoru robót)	232 107,00	2 367,00	57,77%	232 107,00 100 %	46 421,40	37 137,12	4 734,00
3.	strop pod poddaszem, podgrzewacze c.w.u. + panele PV, okna, instalacja c.o. + kotłownia (z kosztem audytu, projektów i nadzoru robót)	215 259,00	2 173,00	54,75%	215 259,00 100 %	43 051,80	34 441,44	4 346,00

Audyt energetyczny budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie
Gmina Pniewy

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna *)		
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł] [%]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.	podgrzewacze c.w.u. + panele PV, okna, instalacja c.o. + kotłownia (z kosztem audytu, projektów i nadzoru robót)	151 396,00	1 138,00	38,56%	151 396,00 100 %	30 279,20	24 223,36	2 276,00
5.	okna, instalacja c.o. + kotłownia (z kosztem audytu, projektów i nadzoru robót)	132 591,00	1 625,00	25,41%	132 591,00 100 %	26 518,20	21 214,56	3 250,00
6.	instalacja c.o. + kotłownia (z kosztem audytu, projektów i nadzoru robót)	95 055,00	639,00	9,99%	95 055,00 100 %	19 011,00	15 208,80	1 278,00

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

** wartość wyznaczona zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego (bez 50 % udziału PV)

Optymalnym wariantem, spełniającym wszystkie warunki stawiane przez „Ustawę” 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,
- docieplenie stropu pod poddaszem nieogrzewanym,
- wymianę okien,
- wymianę drzwi zewnętrznych,
- modernizację instalacji c.w.u. + montaż paneli PV (50 %),
- modernizację kotłowni gazowej,
- wymianę instalacji centralnego ogrzewania.

8. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

8.1. Opis robót

W ramach **wariantu 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplić ściany zewnętrzne budynku warstwą izolacji termicznej (dodatkową) o oporze cieplnym $R = 2,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (np. metodą ETICS /BSO/ z warstwą styropianu grubości 8 cm przy $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia $224,4 \text{ m}^2$ ścian wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi wyniesie **63 281 zł**.

Uwaga: Przy wykonywaniu docieplenia należy odpowiednio zabezpieczyć (ocieplić) cokół budynku w celu minimalizacji strat ciepła przez mostek termiczny w miejscu połączenia ścian z podłogą na gruncie. Gdyby podczas wykonywania prac uznano konieczność usunięcia istniejącej warstwy ocieplenia, należy ją dodatkowo „odtworzyć”.

2. Ocieplić strop pod poddaszem nieogrzewanym (nad parterem) warstwą izolacji termicznej (dodatkową) o oporze cieplnym $R = 5,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (np. płytami lub matami z wełny mineralnej skalnej lub szklanej o grubości 22 cm przy $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia $365,5 \text{ m}^2$ tego stropu wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi wyniesie **63 863 zł**.

Uwaga: Przy wykonywaniu docieplenia należy sprawdzić stan istniejącego pokrycia dachowego czy nie jest w słabym stanie technicznym i poddać je naprawie lub ew. wymianie w celu zabezpieczenia proponowanej warstwy izolacji termicznej przez szkodliwym oddziaływaniem czynników atmosferycznych.

3. Wymienić okna na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Koszt wymiany $40,80 \text{ m}^2$ okien wyniesie **37 536 zł**.
4. Wymienić drzwi zewnętrzne na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Koszt wymiany $14,04 \text{ m}^2$ drzwi wyniesie **16 848 zł**.
5. Przeprowadzić zmiany w instalacji c.w.u. Zakres prac będzie obejmował montaż przepływowych podgrzewaczy elektrycznych w punktach pobory ciepłej wody (7 szt.). Koszt wykonania modernizacji wyniesie **18 805 zł** (w tym 50 % kosztów wykonania instalacji fotowoltaicznej).
6. Wykonać nową kotłownię opalaną gazem. Wyposażenie nowej kotłowni powinno obejmować: kocioł kondensacyjny z automatyką, pozostałą armaturę i urządzenia technologiczne. Koszt modernizacji źródła ciepła wyniesie około **29 664 zł**.

Wymienić istniejącą instalację centralnego ogrzewania na nową: rury zdemontować, nowe przewody zaizolować otuliną termoizolacyjną, zamontować grzejniki z zaworami termostatycznymi, pozostałą armaturę. Wykonać próbę szczelności nowej instalacji c.o. oraz próbę na gorąco z regulacją. Koszt modernizacji instalacji c.o. wyniesie około **50 391 zł**.

Łączny koszt modernizacji systemu grzewczego wyniesie około **80 055 zł**.

Uwaga:

1. Do wymienionych wyżej kosztów termomodernizacji należy dodać koszt wykonania audytu energetycznego, niezbędnych projektów termomodernizacji z kosztorysem czy innych opracowań i nadzoru oraz koszt projektów instalacyjnych z kosztorysami w łącznej wysokości **15 000 zł brutto**.
2. W poszczególnych pozycjach (zabiegach termomodernizacyjnych) uwzględniono koszt niezbędnych prac towarzyszących termomodernizacji budynku.
3. Podane kwoty przedsięwzięć termomodernizacyjnych **zawierają podatek VAT.**

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie	295 388,00 zł
Udział środków własnych inwestora	0 zł (0 %)
Kredyt bankowy	295 388,00 zł (100 %)
Przewidywana premia termomodernizacyjna (wg „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”).....	5 766,00 zł
NPV	- 252 496 zł

8.3. Dalsze działania inwestora

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

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej,
2. Zorganizowanie przetargu (zapytania o cenę) na wykonanie niezbędnych projektów,
3. Zorganizowanie przetargu (zapytania o cenę) na wykonanie robót budowlanych i instalacyjnych,
4. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót,
5. Realizację robót i odbiór techniczny,
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia,
7. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną po wykonaniu inwestycji.
8. Spłata 75% kredytu.

ZAŁĄCZNIK 1

Dane do audytu energetycznego

- Z 1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych**
- Z 1.2 Zapotrzebowanie na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**
- Z 1.3 Jednostkowe koszty energii cieplnej**

Z1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	R	Uwagi
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W	
PODŁOGA GR Podłoga na gruncie					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 9,70 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m					
PŁYT-CERAM	0,0150	Płytki	1,050	0,014	
BETON-1900	0,0200	Gładź cementowa	1,000	0,020	
STYROPIAN	0,1000	Styropian	0,045	2,222	
BETON-ŻP18	0,2500	Żużłobeton	0,850	0,294	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:					0,500
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					3,051
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,328
STOP PODD Strop pod nieogrz. poddaszem					
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogrz. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
WEŁNA-STR	0,2000	Wełna mineralna.	0,052	3,846	
GIPS-KART	0,0125	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	0,054	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:					0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					4,101
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,244
SZ Ściana zewnętrzna					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
BETON-BBK8	0,3700	Ściana z bloczków z betonu komórkowego.	0,380	0,974	
STYROP 005	0,1000	Styropian.	0,050	2,000	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					3,162
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,316

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	d	Ri	Re	R	U	A
		m	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	W/m ² ·K	m ²
DZ	Drzwi zewnętrzne					2,000	14,04
O	Okno zewnętrzne					2,000	40,80
PODŁOGA GR	Podłoga na gruncie	0,385	0,500		3,051	0,328	365,35
STOP PODD	Strop pod nieogrz. poddaszem	0,213	0,100	0,100	4,101	0,244	365,35
SZ	Ściana zewnętrzna	0,485	0,130	0,040	3,162	0,316	224,40

Wyniki - Zestawienie grup pomieszczeń

Symbol	θ _{int}	A _h	V _h	Φ _{HL}	n	V _v	QH _{nd}
	°C	m ²	m ³	W	1/h	m ³ /h	GJ/a
CAŁOŚĆ	20,0	305,85	939,0	20627	0,50	469,5	64,13

Z1.2 Zapotrzebowanie na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

– jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	$V_{wi} = 0,80 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ dzień})$
– powierzchnia o regulowanej temperaturze	$A_f = 305,90 \text{ m}^2$
– współczynnik korekcyjny	$k_r = 0,55$
– roczne zużycie c.w.u.	$V_{cw} = 36,21 \text{ m}^3$
– liczba użytkowników (średnio)	10 osób
– max. moc cieplna na cele c.w.u.	$q_{0,1 \text{ cwu max.}} = 1,67 \text{ kW}$
– zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie 1 m^3 wody	$Q_{cwj} = c_w \times \rho \times (t_c - t_z)$ $Q_{cwj} = 4,2 \times 1\,000 \times (55 - 10) =$ $= 188\,550 \text{ kJ/m}^3 = 0,1886 \text{ GJ/m}^3$
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	$Q'_{cw} = 6,83 \text{ GJ}$
– sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w,0} = 0,4396$
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością	$Q_{0cw} = 15,54 \text{ GJ}$
– koszt podgrzewu c.w.u.	963 zł/rok
– średni koszt podgrzewu 1 m^3 c.w.u.	25,85 zł/m ³

ZAŁĄCZNIK 2

Wydruk obliczeń zapotrzebowania na ciepło i mocy

Z2.1. Zapotrzebowanie na ciepło i moc grzewczą w stanie istniejącym budynku

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
Miejscowość:	Michrów	
Adres:	Biblioteka	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	305,9	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	939,0	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	14242	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	6385	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	20627	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	20627	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	67,4	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	22,0	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	93,9	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	469,5	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	

Audyt energetyczny budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie
Gmina Pniewy

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego- ogrzewanie Vv,H:	469,5	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	64,13	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	17814	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	306	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	939,0	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	209,7	MJ/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	58,2	kWh/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	68,3	MJ/ (m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	19,0	kWh/ (m3·rok)

Z2.2 Zapotrzebowanie na ciepło i moc grzewczą w poszczególnych wariantach termomodernizacji budynku

WARIANT 1 - OPTYMALNY

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
Miejscowość:	Michrów	
Adres:	Biblioteka	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	305,9	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	939,0	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	8912	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	6385	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	15297	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	15297	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	50,0	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	16,3	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	93,9	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m³/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m³/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	469,5	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		

Audyt energetyczny budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie
Gmina Pniewy

Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	469,5	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	27,80	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	7722	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	306	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	939,0	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	90,9	MJ/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	25,2	kWh/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	29,6	MJ/ (m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	8,2	kWh/ (m3·rok)

WARIANT 2

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
Miejscowość:	Michrów	
Adres:	Biblioteka	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Srednia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m3 · K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m · K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	305,9	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	939,0	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	10012	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	6385	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	16397	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	16397	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	53,6	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,5	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	93,9	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	469,5	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	

Audyt energetyczny budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie
Gmina Pniewy

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego- ogrzewanie Vv,H:	469,5	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	34,67	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	9631	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	306	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	939,0	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	113,4	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	31,5	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	36,9	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	10,3	kWh/(m3·rok)

WARIANT 3

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
Miejscowość:	Michrów	
Adres:	Biblioteka	
Projektant:		
Data obliczeń:	Poniedziałek 2 Marca 2020 6:59	
Data utworzenia projektu:	Poniedziałek 2 Marca 2020 6:59	
Plik danych:	C:\Moje\Pniewy\Michrów\z OZC\Michrów_3.ozd	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	305,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	939,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	10405	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	6385	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	16790	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	16790	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	54,9	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,9	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	93,9	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	469,5	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	

Audyt energetyczny budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie
Gmina Pniewy

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	469,5	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	37,24	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	10345	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	306	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	939,0	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	121,8	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	33,8	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	39,7	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	11,0	kWh/(m3·rok)

WARIANT 4

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
Miejscowość:	Michrów	
Adres:	Biblioteka	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	305,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	939,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	12447	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	6385	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	18832	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	18832	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	61,6	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	20,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	93,9	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	469,5	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	

Audyt energetyczny budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie
Gmina Pniewy

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego- ogrzewanie Vv,H:	469,5	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	51,01	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	14170	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	306	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	939,0	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	166,8	MJ/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	46,3	kWh/ (m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	54,3	MJ/ (m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	15,1	kWh/ (m3·rok)

ZAŁĄCZNIK 3

MODERNIZACJA OŚWIETLENIA

Opracowanie dotyczy modernizacji oświetlenia w budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie.

Modernizacja oświetlenia nie wpłynie na zużycie energii cieplnej na potrzeby centralnego ogrzewania i podgrzewu ciepłej wody użytkowej, natomiast ma bezpośredni wpływ na zużycie energii elektrycznej.

Przedsięwzięcie modernizacyjne dotyczące oświetlenia nie podlega warunkom określonym w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz. U. Nr 223, poz. 1459, dlatego nie rozpatrywano go w zasadniczej części audytu energetycznego, lecz jako osobny załącznik, wychodzący poza zapisy Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43, poz. 346) z późniejszą zmianą z dnia 3 września 2015 r. (Dz. U. 2015 poz. 1606).

Charakterystykę istniejącego oświetlenia podstawowego, według udostępnionego przez Inwestora projektu „Instalacje elektryczne w budynku przedszkola w Michrowie, P.H.U. EL-BO Piotr Wąsiewicz”, przedstawiono w poniższej tabeli.

Lp.	Nazwa, typ oprawy	Ilość [szt.]	Moc [W]
1.	Plexiform typu Roma 2 x 36 W	24	1 728
2.	Plexiform typu Latte 2 x 36 W	5	360
RAZEM			2 088

Moc zainstalowanego oświetlenia w stanie istniejącym wynosi: **2 088 W.**

Możliwa jest modernizacja istniejącego oświetlenia, polegająca na wymianie istniejącego oświetlenia świetlówkowego na nowoczesne oświetlenie energooszczędne np. typu LED. W celu zapewnienia odpowiednich wymaganych parametrów natężenia oświetlenia, wskaźnika ośnienia, oddawania barw i klasy oświetlenia poszczególnych typów pomieszczeń należy wykonać dokładne obliczenia (PN-EN 12464-1 – Technika Światła – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy wewnątrz pomieszczeń).

Kalkulacje przedstawione poniżej mają jedynie charakter orientacyjny.

Zestawienie oświetlenia po modernizacji przedstawiono w tabeli poniżej.

Lp.	Nazwa, typ oprawy	Ilość [szt.]	Moc [W]
1.	Oprawy oświetleniowe ze źródłem światła typu LED 2 x 16 W	29	928
RAZEM			928

Moc oświetlenia po modernizacji wyniesie: **928 W.**

Zestawienie nakładów finansowych obejmujących modernizację oświetlenia w budynku w Michrowie.

Inwestycja	Cena
	zł
Oprawy oświetleniowe ze źródłami światła LED	9 693
Pomiary natężenia	
Prace demontażowe, montażowe	
RAZEM	9 693

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, zapotrzebowanie na energię na potrzeby oświetlenia należy wyznaczać w oparciu o polskie normy – czyli normę PN-EN 15193:2010P Charakterystyka energetyczna budynków – Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia. Najważniejszym parametrem jaki trzeba wyznaczyć jest tzw. liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI (ang. Lighting Energy Numeric Factor), który wyraża się wzorem: $LENI = W/A$ [kWh/(m²rok)].

W celu oszacowania rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną przyjęto standardowe godziny działania oświetlenia dla budynków szkolnych ($t_D = 1800 \text{ h}$ i $t_N = 200 \text{ h}$).

Stąd zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosi:

- dla stanu istniejącego: 4 179 kWh/rok,
- po modernizacji: 1 854 kWh/rok,

stąd oszczędności z tytułu modernizacji oświetlenia wyniosą:

$$4\,179 \text{ kWh/rok} - 1\,854 \text{ kWh/rok} = 2\,325 \text{ kWh/rok}$$

Planowany montaż paneli fotowoltaicznych (Załącznik 4) umożliwi wykorzystanie pozyskanej w ten sposób energii na cele oświetlenia. Założono umownie, iż będzie to 50 % uzyskanej energii z PV. Szacowany całkowity koszt usprawnienia polegającego na montażu paneli fotowoltaicznych wyniesie 30 750 zł brutto, z czego 15 375 zł brutto (50 %) to kwota, którą można przypisać modernizacji oświetlenia.

Zapotrzebowanie na cele oświetlenia po modernizacji wyniesie 1 854 kWh/rok, przy czym 1 481 kWh/rok pochodzić będzie z zainstalowanych modułów fotowoltaicznych.

Stąd łączne oszczędności wyniosą:

$$2\,325 \text{ kWh/rok} + 1\,481 \text{ kWh/rok} = 3\,806 \text{ kWh/rok}$$

Według danych udostępnionych przez Inwestora, koszt jednostkowy opłaty za energię elektryczną (bez stawki opłaty handlowej, sieciowej, abonamentowej oraz opłaty przejściowej – które są stałe) wynosi brutto 0,6649 zł/kWh.

Oszczędności finansowe związane z wymianą oświetlenia i montażem PV wyniosą:

$$3\,806 \text{ kWh} \times 0,6649 \text{ zł/kWh} = 2\,531 \text{ zł/rok}$$

Natomiast SPBT wyniesie:

$$(9\,693 + 15\,375) / 2\,531 = 9,90 \text{ lat.}$$

ZAŁĄCZNIK 4

PANELE FOTOWOLTAICZNE

Poniższe opracowanie obejmuje przedsięwzięcie modernizacyjne polegające na zastosowaniu paneli fotowoltaicznych (PV) do produkcji prądu elektrycznego w budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie.

Przedsięwzięcie o takim zakresie (modernizacja instalacji elektrycznej) nie podlega warunkom określonym w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz. U. Nr 223, poz. 1459, dlatego nie rozpatrywano go w zasadniczej części audytu energetycznego, lecz jako osobny załącznik, wychodzący poza zapisy Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Do wstępnego doboru modułów fotowoltaicznych wykorzystano następującą dane i założenia:

- dane meteorologiczne ze stacji Warszawa - Okęcie;
- roczne zapotrzebowanie na energię na cele ciepłej wody użytkowej po modernizacji: 1 917 kWh/rok,
- roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną dla oświetlenia po modernizacji: 1 854 kWh/rok,
- lokalizację paneli fotowoltaicznych przewidziano na dachu budynku Biblioteki Publicznej – kierunek S;
- przyjęto pojedynczy moduł fotowoltaiczny monokrystaliczny o mocy 285 Wp i powierzchni czynnej 1,625 m²;
- przyjęto sprawność konwersji w wysokości 17,3 %.

Dach budynku - południe (30°) - stacja meteorologiczna Warszawa - Okęcie

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Promieniowanie [kWh/m ² · m-c]	37,24	42,71	78,31	103,89	146,71	156,34	157,00	139,62	90,14	55,35	25,96	21,19
Ilość pozyskiwanej energii elektrycznej z 10 szt. modułów fotowoltaicznych, gdzie 1 szt. = 285 Wp												
Spr. 17,3 %	104,6	120,0	220,0	291,9	412,2	439,3	441,1	392,3	253,3	155,5	72,9	59,5
										Razem:	2 963,00	

Założono usytuowanie 10 szt. modułów fotowoltaicznych na dachu budynku w Michrowie. Powierzchnia generatora fotowoltaicznego wyniesie: **16,25 m²**.

Szacowana energia elektryczna możliwa do pozyskania przy użyciu 10 szt. modułów fotowoltaicznych o mocy **2,85 kWp** wyniesie około **2 963 kWh/rok**.

Koszt wykonania generatora fotowoltaicznego składającego się z 10 szt. modułów fotowoltaicznych, o łącznej powierzchni 16,25 m² i mocy 2,85 kWp wyniesie około **30 750 zł brutto**.

Opracowanie szczegółowych rozwiązań technicznych systemu do produkcji prądu elektrycznego w zakresie elementów składowych, ilości modułów i sposobu montażu układu PV powinno przeprowadzić biuro projektowe, zajmujące się zagadnieniami dotyczącymi instalacji fotowoltaicznych.

ZAŁĄCZNIK 5

WSKAŹNIKI

Oszczędność energii cieplnej w budynku po modernizacji [GJ/rok]

Przed termomodernizacją i po termomodernizacji czynnik grzewczy na potrzeby centralnego ogrzewania dostarczany jest z kotłowni wyposażonej w kocioł gazowy.

Zużycie energii cieplnej na cele grzewcze przed termomodernizacją wynosi **90,69 GJ/rok**, zaś po termomodernizacji, zgodnie z KARTĄ AUDYTU, wynosić będzie **34,71 GJ/rok**. Zatem zmniejszenie zużycia energii na cele grzewcze to **55,98 GJ/rok**.

Ciepła woda użytkowa przed modernizacją przygotowywana była w podgrzewaczu pojemnościowym zasilanym z kotłowni gazowej. Po modernizacji c.w.u. przygotowywana będzie w podgrzewaczach elektrycznych. Zużycie energii na cele podgrzewu ciepłej wody użytkowej przed modernizacją wynosi **15,54 GJ/rok**, natomiast po modernizacji wyniesie **6,90 GJ/rok**. Zatem zmniejszenie zużycia energii (bez udziału PV) na cele c.w.u. to **8,64 GJ/rok (2 400 kWh/rok)**.

Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [MWh/rok]

W budynku zrealizowano modernizację oświetlenia. Modernizacja oświetlenia nie wpłynie na zużycie energii cieplnej na potrzeby ogrzewania i podgrzewu ciepłej wody użytkowej, natomiast ma bezpośredni wpływ na zużycie energii elektrycznej.

Biorąc pod uwagę standardowe godziny rocznego czasu użytkowania oświetlenia, roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia wyliczone na podstawie wzoru:

$LENI = [F_C \times P_N / 1000 \times ((t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O))] + m + n \times [5 / t_y \times (t_y - (t_D + t_N))]$ wynosi:

- dla stanu istniejącego: 4 179,00 kWh/rok (15,04 GJ/rok),
- dla stanu po modernizacji: 1 854,00 kWh/rok (6,67 GJ/rok)

Stąd oszczędności wyniosą: 4 179,00 – 1 854,00 = **2 325,00 kWh/rok (8,37 GJ/rok)**.

Planowane przedsięwzięcie polegające na montażu paneli fotowoltaicznych (PV) pozwoli pozyskać: **2 963 kWh/rok (10,67 GJ/rok)**.

Całkowita oszczędność energii elektrycznej wraz z potraktowaniem energii pozyskanej przez instalację fotowoltaiczną jako „oszczędność”:

$$\mathbf{2\ 325,00 + 2\ 963,00 = 5\ 288\ kWh/rok = 5,29\ MWh/rok}$$

Całkowita oszczędność energii elektrycznej bez traktowania jako „oszczędność” energii pozyskanej przez instalację fotowoltaiczną: **2 325,00 kWh/rok = 2,33 MWh/rok**

Zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektów [GJ/rok]

Energia końcowa przed termomodernizacją wynosi **(90,69 + 15,54 + 15,04) = 121,27 GJ/rok**, zaś po termomodernizacji wynosić będzie **(34,71 + 6,90 + 6,67 – 10,66) = 37,62 GJ/rok**. Zatem zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektu wraz z uwzględnieniem produkcji energii przez instalację fotowoltaiczną (10,66 GJ) to **83,65 GJ/rok**.

Natomiast zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektu bez uwzględniania produkcji energii przez instalację fotowoltaiczną to **72,99 GJ/rok**.

Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych [kWh/rok]

W celu wyznaczenia zmniejszenia zużycia energii pierwotnej po termomodernizacji przyjęto wartości energii końcowej oraz wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

-/ Zużycie energii pierwotnej przed termomodernizacją wynosi:

- na cele grzewcze

$$90,69\ GJ/rok \times 1,10 = 25\ 192\ kWh/rok \times 1,10 = 27\ 711\ kWh/rok$$

- na podgrzew ciepłej wody

$$15,54\ GJ/rok \times 1,10 = 4\ 317\ kWh/rok \times 1,10 = 4\ 749\ kWh/rok$$

- na oświetlenie

$$4\,179 \text{ kWh/rok} \times 3,00 = 12\,537 \text{ kWh/rok}$$

$$\text{RAZEM przed: } 27\,711 + 4\,749 + 12\,537 = \mathbf{44\,997 \text{ kWh/rok}}$$

-/ Zużycie energii pierwotnej po termomodernizacji wynosi:

- na cele grzewcze

$$34,71 \text{ GJ/rok} \times 1,10 = 9\,642 \text{ kWh/rok} \times 1,10 = 10\,606 \text{ kWh/rok}$$

- na podgrzew ciepłej wody (50 % PV)

$$6,90 \text{ GJ/rok} - 5,33 \text{ GJ/rok} = 1,57 \text{ GJ/rok}$$

$$1,57 \text{ GJ/rok} \times 3,00 = 436 \text{ kWh/rok} \times 3,00 = 1\,308 \text{ kWh/rok}$$

- na oświetlenie (50 % PV)

$$1\,854 \text{ kWh/rok} - 1\,482 \text{ kWh/rok} = 373 \text{ kWh/rok}$$

$$373 \text{ kWh/rok} \times 3,00 = 1\,116 \text{ kWh/rok}$$

$$\text{RAZEM po: } 10\,606 + 1\,308 + 1\,116 = \mathbf{13\,030 \text{ kWh/rok}}$$

Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej na cele grzewcze, podgrzew ciepłej wody użytkowej i oświetlenie wyniesie:

$$44\,997 \text{ kWh/rok} - 13\,030 \text{ kWh/rok} = \mathbf{31\,967 \text{ kWh/rok} = 31,97 \text{ MWh/rok}}$$

Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych (tony równoważnika CO₂)

Redukcja emisji dwutlenku węgla (CO₂) rozumiana jako realizacja przedsięwzięcia ograniczającego zużycie energii chemicznej zawartej w paliwach kopalnych została wyznaczona w oparciu o:

- 1) wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2017 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2020 zalecane do stosowania przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KO-BiZE),
- 2) wskaźniki emisyjności CO₂ dla energii elektrycznej za rok 2018 określone na podstawie raportów przekazanych przez podmioty do Krajowej Bazy o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji publikowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE),

Audyt energetyczny budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie
Gmina Pniewy

Tab. Zestawienie wielkości obliczeniowego zapotrzebowania na energię końcową przed i po termomodernizacji oraz wielkości emisji wraz z redukcją w [MgCO₂/rok]

NOŚNIK ENERGII	WSKAŹNIK EMISJI [kgCO ₂ /GJ] lub [MgCO ₂ /MWh]	Stan przed termomodernizacją			NOŚNIK ENERGII	WSKAŹNIK EMISJI [kgCO ₂ /GJ] lub [MgCO ₂ /MWh]	Obliczeniowy stan po termomodernizacji			
		Zapotrzebowanie na energię końcową (MWh/rok)	Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok)	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok			Zapotrzebowanie na energię końcową (MWh/rok)	Zapotrzebowanie na energię końcową (GJ/rok)	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Redukcja emisji MgCO ₂ /rok
Kotłownia gazowa (c.o.)	55,33	25,19	90,69	5,02	Kotłownia gazowa (c.o.)	55,33	9,64	34,71	1,92	3,10
Kotłownia gazowa (c.w.u.)	55,33	4,32	15,54	0,86	Energia elektryczna (c.w.u.+PV)	0,765	0,44	1,57	0,33	0,53
Energia elektryczna (oświetlenie)	0,765	4,18	15,04	3,20	Energia elektryczna (oświetlenie+PV)	0,765	0,37	1,34	0,28	2,92
		RAZEM					RAZEM			
							PROCENT REDUKCJI EMISJI			
							72,14 %			

Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych (tony równoważnika CO₂) wyniesie: **6,55 [MgCO₂/rok]**

Dodatkowa zdolność wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych [MW]: 0,00285 MW

- Dodatkowa zdolność wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych [MWe]: 0,00285 MWe
- Dodatkowa zdolność wytwarzania energii cieplnej ze źródeł odnawialnych [MWt] – *nie jest wytwarzana*

Produkcja energii cieplnej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE [MWht/rok] – *nie jest wytwarzana*

Produkcja energii cieplnej z nowych mocy wytwórczych instalacji wykorzystujących OZE [MWht/rok] – *nie jest wytwarzana*

Produkcja energii elektrycznej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE [MWhe/rok]: 2 963 kWhe/rok = 2,96 MWhe/rok

Produkcja energii elektrycznej z nowych mocy wytwórczych instalacji wykorzystujących OZE [MWhe/rok] – *nie dotyczy*

Moc zainstalowana energii elektrycznej i cieplnej [MW]:

$$24,2 \text{ kW} + 2,09 \text{ kW} = 26,29 \text{ kW} = 0,263 \text{ MW}$$

Dodatkowa zdolność wytwarzania energii elektrycznej w warunkach wysokosprawnej kogeneracji [MWe] – *nie dotyczy*

Dodatkowa zdolność wytwarzania energii cieplnej w warunkach wysokosprawnej kogeneracji [MWt] – *nie dotyczy*

ZAŁĄCZNIK 6

Rzuty i przekroje budynku

Z3.1 Rzut przyziemia w skali 1:200,

Z3.2 Przekrój A-S 1:100.

Audyt energetyczny budynku spotkań i integracji społecznej mieszkańców w Michrowie
Gmina Priewy

