

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie
Ustawy z dnia 21.11.2008**

Adres budynku	Budynek Główny Stacji Morskiej ul. Morska 2 84-150 Hel
Inwestor	UNIWERSYTET GDAŃSKI ul. Jana Bażyńskiego 8 80-309 Gdańsk
Jednostka Projektowa	Projecta sp. z o.o. ul. Kuratowskiej 51 66-400 Gorzów Wlkp
Wykonawca Audytu	PHU BOLTIMA Roman Szczygieł ul. Wańkowicza 9a/10 75-445 Koszalin


TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	budynek stacji morskiej	1.2. Rok budowy	1982
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	UNIwersytet Gdański ul. Jana Bażyńskiego 8 80-309 Gdańsk	1.4. Adres budynku miejscowość ul. Morska 2 kod pocztowy 84-150 Hel woj. pomorskie gmina Hel	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt PHU BOLTIMA Roman Szczygieł NIP: 669-232-58-61 ul. Wańkowicza 9a/10 75-445 Koszalin			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Roman Szczygieł tel. 668 206 406 www.audytorenergetyczny.pl biuro@audytorenergetyczny.pl <ul style="list-style-type: none"> - mgr inż. energetyki cieplnej. - Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, nr legitymacji 846. - Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków, nr wpisu: 2170. - Kurs audytora energetycznego: Fundacja Poszanowania Energii - Nr 81/05 2005r. - Szkolenie - Nowe Audyty Energetyczne i Remontowe Fundacja Poszanowania Energii 2009r. - Studia podyplomowe na Politechnice Koszalińskiej rok akademicki: 2008/2009 "Certyfikacja i audyt energetyczny budynków". - Uczestnik programu NOWY EXPERT Fundacja Poszanowania Energii 2010r. - Szkolenie Energia odnawialna w każdym domu Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny 2010r. - Szkolenie Energetyka Przyjazna Środowisku Fundacja Poszanowania Energii 2010r. - Studia podyplomowe na Politechnice Koszalińskiej rok akademicki: 2011/2012 "Zarządzanie nieruchomościami". - Szkolenie Audytor Efektywności Energetycznej: ASM Centrum Badań i Analiz Rynku sp. z o.o. – Nr ASM/AB_AEE/2013/C3 2013r. - Szkolenie kwalifikacyjne: "Rola i funkcja Certyfikowanych Audytorów/Ekspertów ds.. Energetyki w Programie NF". - Fundacja na Rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii. Certyfikat nr 136, 2015r. <div style="text-align: right;">  PHU BOLTIMA Roman Szczygieł ul. Wańkowicza 9A/10, 75-445 Koszalin NIP 669-232-58-61, REGON 331445154 <i>podpis</i> </div>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	
1			
5. Miejscowość	Koszalin	Data wykonania opracowania	24.02.2020
6. Spis treści			str.
1. Strona tytułowa			2
2. Karta audytu energetycznego			3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6
5. Ocena stanu technicznego budynku			7
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			11
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			27
8. Opis wariantu optymalnego			31

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾		
1. Dane ogólne		
1. Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2. Liczba kondygnacji	2	
3. Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 589,54	
4. Powierzchnia budynku netto [m ²]	863,18	
5. Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnej [m ²]	0,00	
6. Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń	863,18	
7. Liczba lokali mieszkalnych	0	
8. Liczba osób użytkujących budynek	ok. 130	
9. Sposób przygotowania ciepłej wody	instalacja centralna	
10. Rodzaj systemu grzewczego a budynku	instalacja centralna	
11. Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,00	
12. Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1. podłoga na gruncie PG	0,220	0,220
2. strop pod poddaszem nieogrzewanym STRPD	0,390	0,139
3. połać dachowa DCH	0,390	0,139
4. taras nad parterem TRS	2,632	0,139
5. ściany zewnętrzne na piętrze SW	1,405	0,190
6. ściany zewnętrzne na parterze SZ	1,005	0,200
7. okna zewnętrzne OK-2,6	2,600	0,900
8. drzwi zewnętrzne DZ-5,1	5,100	1,300
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania ²⁾		
1. Sprawność wytwarzania	0,94	0,94
2. Sprawność przesyłania	0,80	0,90
3. Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4. Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,85	0,85
6. Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		
1. Sprawność wytwarzania	0,88	0,88
2. Sprawność przesyłania	0,40	0,60
3. Sprawność akumulacji	1,00	1,00
4. Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji ³⁾		
1. Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	natural./mech.
2. Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3. Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	2 590	2 590
4. Liczba wymian [l/h]	1,00	1,00
6. Charakterystyka energetyczna budynku		
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	83,8	44,2
2. Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	13,4	9,0
3. Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	607,5	237,4
4. Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	664,0	202,0
5. Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	74,3	49,5
6. Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)[GJ/rok]	brak danych	-
7. Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)[GJ/rok]	brak danych	-

8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	195,6	76,5
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	213,9	65,1
10. ²	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	33,3
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		przed	po
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	89,65	89,65
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	-	-
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	-	-
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7.	Inne [zł]	89,65	89,65
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 168 346,40	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	65,9%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 168 346,40	Premia termomodernizacyjna [zł]	87 278,93
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	43 639,47		

- 1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.
Uzasadnienie: zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej
- 2) energia w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej
- 3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
- 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

3.1. Dokumentacja projektowa:

- ° Formularz danych do audytu energetycznego wg wzoru wykonawcy.
- ° Książka obiektu budowlanego.
- ° Protokoły z kontroli okresowej rocznej i pięcioletniej stanu technicznego i przydatności budynku do użytkowania.
- ° Inwentaryzacja wykonana na potrzeby audytu.
- ° Dokumentacja projektowa.

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z z późniejszymi zmianami. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Kierownik Zespołu Obiektów Hel mgr Alicja Makowska

3.4. Data wizji lokalnej

styczeń 2020r.

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - modernizacja wentylacji
 - ocieplenie przegród zewnętrznych
 - wymiana stolarki okiennej
 - wymiana stolarki drzwiowej
 - modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
 - modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej

4.1. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

STRPD - strop drewniany pod poddaszem nieogrzewanym o konstrukcji drewnianej, pomiędzy legarami umieszczona jest wełna o gr 10cm.

DCH - połać dachowa, konstrukcja drewniana, kryty blachą, ocieplony 10cm warstwą wełny.

TRS - taras nad parterem, od dołu tynk, płyty kanałowe, papa asfaltowa, warstwa betonu, posadzka ceramiczna.

SW - ściany zewnętrzne na piętrze w konstrukcji szachulcowej, słupki konstrukcyjne 16cm szerokości, wykonane z cegły pełnej o gr. 45cm, obustronnie otynkowane.

SZ - ściany zewnętrzne na parterze, wykonane z cegły pełnej o gr. 45cm z pustką powietrzną, od wewnątrz otynkowane, od zewnątrz okładzina z płytek klinkierowych.

OK-2,6 - okna zewnętrzne w złym stanie technicznym o wsp. przenikania ciepła $U=2,6W/(m^2 \cdot K)$.

DZ-5,1 - drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym o wsp. przenikania ciepła $U=5,1W/(m^2 \cdot K)$.

PG - podłoga, od góry posadzka ceramiczna, gładź cementowa 4cm, papa asfaltowa, keramzyt 15cm, papa asfaltowa, gruzobeton/żwir 15cm, piasek 30cm.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Położenie	Powierzchnia bez okien, drzwi m^2	$U_K W/(m^2 \cdot K)$	Powierzchnia okien m^2	$U \text{ okna } W/(m^2 \cdot K)$	Powierzchnia drzwi m^2	$U \text{ drzwi } W/(m^2 \cdot K)$	Powierzchnia drzwi m^2	$U \text{ drzwi } W/(m^2 \cdot K)$
1	STRPD	H	352	0,390						
2	DCH	H	264	0,390						
3	TRS	H	36,8	2,632						
4	SW	S	33,5	1,405	4,20	2,600				
5	SW	N	34,5	1,405	3,80	2,600				
6	SW	W	95,0	1,405	13,50	2,600				
7	SW	E	94,6	1,405	13,50	2,600				
8	SZ	S	53,1	1,005	4,70	2,600				
9	SZ	N	54,2	1,005			5,40	5,100		
10	SZ	W	178,5	1,005	17,40	2,600				
11	SZ	E	184,9	1,005	9,90	2,600	12,00	5,100		
12	PG	H	491,5	0,220						

4.2. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1	Zapotrzebowania na moc cieplną za co	[kW]	83,8
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	13,4
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	607,5
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	664,0
5	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	89,65
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	1 230,00

4.3. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło wytwarzane w kotłowni zasilającej wszystkie budynki na terenie kompleksu Stacji Morskiej Hel.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne, stalowe, płytowe.
5.	Oslonięcie grzejników	Brak.
6.	Zawory termostatyczne	Zamontowane, w złym stanie technicznym.
7.	Zabezpieczenie	wzbiorcze naczynia przeponowe.
8.	Odpowietrzenie	Zamontowane przy grzejnikach
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Nie wykonywano

4.4. Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,94
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80
3	Regulacja i wytwarzanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,58
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,91

4.5. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana w kotłowni zasilającej wszystkie budynki na terenie kompleksu Stacji Morskiej Hel. Przewody wykonane z rur stalowych. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.
2.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Zainstalowane
3.	Zbiornik akumulacyjny	Brak.

4.6. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	2 590

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Przegrody zewnętrzne

przegroda		U [W/m ² *K]	
		istniejące	wymagane
			od 1.01.2019r
PG	podłoga na gruncie	0,220	0,30
STRPD	strop pod poddaszem nieogrzewanym	0,390	0,15
DCH	połąc dachowa	0,390	0,15
TRS	taras nad parterem	2,632	0,15
SW	ściany zewnętrzne na piętrze	1,405	0,20
SZ	ściany zewnętrzne na parterze	1,005	0,20

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych nie spełniają obecnie obowiązujących wymagań w tym zakresie. Wyjątkiem jest podłoga na gruncie PG, która spełnia obecne wymagania.

5.2. Okna i drzwi

przegroda		U [W/m ² *K]	
		istniejące	wymagane
			od 1.01.2019r
OK-2,6	okna zewnętrzne $t_i > 16^\circ\text{C}$	2,600	0,90
DZ-5,1	drzwi zewnętrzne $t_i > 16^\circ\text{C}$	5,100	1,30

Współczynniki przenikania ciepła dla okien i drzwi zewnętrznych nie spełniają obecnie obowiązujących wymagań w zakresie ochrony cieplnej.

5.3. System grzewczy

Ciepło wytwarzane w kotłowni zasilającej wszystkie budynki na terenie kompleksu Stacji Morskiej Hel. Grzejniki żeliwne, stalowe, płytowe. Zawory termostatyczne i odpowietrzniki zamontowane przy grzejnikach. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.

5.4. System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana w kotłowni zasilającej wszystkie budynki na terenie kompleksu Stacji Morskiej Hel. Przewody wykonane z rur stalowych. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.

5.5. Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien, następnie usuwane jest poprzez kratki wywiewne i kominy.

**Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy
zawiera poniższa tabela**

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Pożądane docieplenie przegród zewnętrznych w celu zapewnienia obecnie wymaganego współczynnika przenikania ciepła.
2	<u>Okna</u> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o niższym współczynniku przenikania U [W/m ² K].
3	<u>Drzwi zewnętrzne</u> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Pożądana wymiana drzwi na bardziej szczelne o niższym współczynniku przenikania U [W/m ² K].
4	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Obecnie nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania.	Możliwe poprzez montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali konferencyjnej.
5	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda przygotowywana w kotłowni zasilającej wszystkie budynki na terenie kompleksu Stacji Morskiej Hel. Przewody wykonane z rur stalowych. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.	Możliwe poprzez wymianę instalacji ciepłej wody użytkowej
6	<u>System grzewczy</u> Ciepło wytwarzane w kotłowni zasilającej wszystkie budynki na terenie kompleksu Stacji Morskiej Hel. Grzejniki żeliwne, stalowe, płytowe. Zawory termostaticzne i odpowietrzniki zamontowane przy grzejnikach. Instalacja w budynku wyeksploatowana, w złym stanie technicznym.	Możliwe poprzez montaż nowych grzejników, nowych rur, zaworów regulacyjnych podpionowych, zaworów termostaticznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, izolacji na przewodach poziomych, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p. 1	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć 2	Sposób realizacji 3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez STRPD	Ocieplenie STRPD
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez DCH	Ocieplenie DCH
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez TRS	Ocieplenie TRS
5	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez SW	Ocieplenie SW
6	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez SZ	Ocieplenie SZ
7	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna zewnętrzne.	Wymiana okien na energooszczędne.
8	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne.	Wymiana drzwi na energooszczędne.
9	Modernizacja instalacji wentylacji	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali konferencyjnej.
10	Podwyższenie sprawności instalacji ciepłej wody użytkowej	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.
11	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania poprzez demontaż obecnej i montaż nowych grzejników, nowych rur, zaworów regulacyjnych podpionowych, zaworów termostatycznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, izolacji na przewodach poziomych, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Zmniejszenie strat przez przenikanie	Ocieplenie STRPD
		Ocieplenie DCH
		Ocieplenie TRS
		Ocieplenie SW
		Ocieplenie SZ
		Wymiana okien na energooszczędne.
		Wymiana drzwi na energooszczędne.
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby wentylacyjne	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali konferencyjnej.
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.
IV	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na centralne ogrzewanie.	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania poprzez demontaż obecnej i montaż nowych grzejników, nowych rur, zaworów regulacyjnych podpionowych, zaworów termostatycznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, izolacji na przewodach poziomych, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo- modernizacji gaz ziemny	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-16,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d	dla przegród zewnętrznych *	3 781	3 781	dzień·K·a
$O_{0m,}$	$O_{lm,}$	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z,}$	$O_{lz,}$	89,65	89,65	zł/GJ
$A_{b0,}$	$A_{b1,}$	1230,00	1230,00	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				STRPD		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	352,00 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{koszt}	=	352,00 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu pod poddaszem poprzez usunięcie starej wełny i ułożenie warstwy wełny o współcz. przewodzenia ciepła $\lambda=$ 0,035 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: maksymalny współczynnik przenikania dla stropu pod nieogrzewanym poddaszem przy temp. $\geq 16^{\circ}\text{C}$ wynosi: od 1.01.2019r 0,15 W/m ² K Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla stropu U_{max} < 0,15 W/m2K wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,23	0,25	0,28
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		6,57	7,14	8,00
3a	Opór cieplny R - przed usunięciem starej wełny	m ² ·K/W	2,564	-	-	-
3b	Opór cieplny R - po usunięciu starej wełny	m ² ·K/W	0,643	7,215	7,786	8,643
4	$Q_{0U}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	28,7	10,2	9,5	8,5
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0052	0,0019	0,0017	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		1 659	1 721	1 811
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350,00	420,00	504,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		123 200,00	147 840,00	177 408,00
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		74,26	85,90	97,96
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,390	0,139	0,128	0,116
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt :		123 200,00 zł	SPBT= 74,26 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				DCH		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	264,00 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{koszt}	=	264,00 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie połaci dachowej poprzez usunięcie starej wełny i ułożenie warstwy wełny o współcz. przewodzenia ciepła $\lambda=$ 0,035 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: maksymalny współczynnik przenikania dla dachu przy temp. $\geq 16^{\circ}\text{C}$ wynosi: od 1.01.2019r 0,15 W/m ² K Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla dachu U_{max} < 0,15 W/m²K wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,23	0,25	0,28
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		6,57	7,14	8,00
3a	Opór cieplny R - przed usunięciem starej wełny	m ² ·K/W	2,564	-	-	-
3b	Opór cieplny R - po usunięciu starej wełny	m ² ·K/W	0,643	7,215	7,786	8,643
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	21,5	7,7	7,1	6,4
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0039	0,0014	0,0013	0,0012
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		1 237	1 291	1 354
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		380,00	456,00	547,20
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		100 320,00	120 384,00	144 460,80
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		81,10	93,25	106,69
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,390	0,139	0,128	0,116
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt :		100 320,00 zł	SPBT= 81,10 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				TRS		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat						

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				SW		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	257,60 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{koszt}	=	257,60 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych na piętrze poprzez montaż od wewnątrz Eurothane o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,022 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: maksymalny współczynnik przenikania dla ściany zewnętrznej przy temp. ≥16°C wynosi: od 1.01.2019r 0,20 W/m ² K Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla ścian U_{max} < 0,20 W/m2K wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariancie 1 wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariancie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,10	0,12	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,55	5,45	6,82
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,712	5,257	6,166	7,530
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U	GJ/a	118,2	16,0	13,6	11,2
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U	MW	0,0138	0,0019	0,0016	0,0013
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		9 163	9 378	9 593
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		400,00	480,00	576,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		103 040,00	123 648,00	148 377,60
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		11,25	13,18	15,47
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,405	0,190	0,162	0,133
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ściany.						
Wybrany wariant: 1		Koszt :		103 040,00 zł	SPBT= 11,25 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				SZ		
Dane:				A = 470,70 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{koszt} = 470,70 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez montaż warstwy styropianu od zewnątrz o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,030 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
maksymalny współczynnik przenikania dla ściany zewnętrznej przy temp. ≥16°C wynosi:						
od 1.01.2019r 0,20 W/m ² K						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniony wymagany maksymalny współczynnik przenikania dla ścian U_{max} < 0,20 W/m²K						
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 5 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,00	4,67	5,67
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,995	4,995	5,662	6,662
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U	GJ/a	154,6	30,8	27,2	23,1
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U	MW	0,0180	0,0036	0,0032	0,0027
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		11 099	11 422	11 790
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		420,00	504,00	604,80
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		197 694,00	237 232,80	284 679,36
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		17,81	20,77	24,15
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,005	0,200	0,177	0,150
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ściany.						
Wybrany wariant: 1		Koszt :		197 694,00 zł	SPBT= 17,81 lat	

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
Obliczenia wykonane po uwzględnieniu powierzchni wymienianej stolarki względem całej stolarki.					
Dane: powierzchnia		$A_{ok} =$	67,00	m^2	
		$C_w =$	1,0		
		$C_r * C_w * V_{nom} =$	2 056	m^3/h	
		$C_m * V_{obl} = C_m * \Psi =$	2 056	m^3/h	
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się wymianę okien na nową stolarkę okienną, energooszczędną.					
maksymalny współczynnik przenikania dla okien przy temp. $\geq 16^{\circ}C$ wynosi:					
od 1.01.2019r		0,90 W/ m^2K			
Rozpatruje się 2 warianty różniące się poziomem izolacji termicznej:					
wariant 1:		$U =$	0,90	W/ m^2K	
wariant 2:		$U =$	0,60	W/ m^2K	
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania U	W/ m^2K	2,60	0,90	0,60
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	0,85	0,85
		C_m	-	1,00	1,00
3	$8,64*10^{-5}*S_d*A_{ok}*U$	GJ/a	56,91	19,70	13,13
4	$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*S_d$	GJ/a	228,54	194,26	194,26
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	285,45	213,96	207,39
6	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{w0}-t_{z0})*U$	MW	0,00660	0,00230	0,00150
7	$3,4*10^{-7}*V_{obl}*c_m*(t_{w0}-t_{z0})$	MW	0,02660	0,02660	0,02660
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,03320	0,02890	0,02810
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/rok		6 409,39	6 998,42
10	Koszt jednostkowy wymiany	zł/ m^2		1 200,00	1 560,00
11	Ilość	m^2		67,00	67,00
12	Koszt wymiany	zł		80 400,00	104 520,00
13	SPBT	lata		12,54	14,93
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni okien (A_{koszt})					
Wybrany wariant: 1		Koszt :	80 400,00 zł	SPBT=	12,54 lat

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi	
Obliczenia wykonane po uwzględnieniu powierzchni wymienianej stolarki względem całej stolarki.					
Dane: powierzchnia		$A_{dz} =$	17,40	m^2	
		$C_w =$	1,0		
		$C_r * C_w * V_{nom} =$	534	m^3/h	
		$C_m * V_{obl} = C_m * \Psi =$	534	m^3/h	
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się wymianę okien na nową stolarkę drzwiową, energooszczędną.					
maksymalny współczynnik przenikania dla drzwi przy temp. $\geq 16^{\circ}C$ wynosi:					
od 1.01.2019r		1,30 W/m^2K			
Rozpatruje się 2 warianty różniące się poziomem izolacji termicznej:					
wariant 1:		$U =$	1,30	$W/m^2 * K$	
wariant 2:		$U =$	1,00	$W/m^2 * K$	
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania U	W/m^2K	5,10	1,30	1,00
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	0,85	0,85
		C_m	-	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	28,99	7,39	5,68
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	59,35	50,45	50,45
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	88,34	57,84	56,13
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,00340	0,00090	0,00070
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * c_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00690	0,00690	0,00690
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,01030	0,00780	0,00760
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		2 734,46	2 887,77
10	Koszt jednostkowy wymiany	zł/m2		2 400,00	3 120,00
11	Ilość	m2		17,40	17,40
12	Koszt wymiany	zł		41 760,00	54 288,00
13	SPBT	lata		15,27	18,80
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni drzwi (A_{koszt})					
Wybrany wariant: 1		Koszt :	41 760,00 zł	SPBT=	15,27 lat

7.2.8. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło przez system wentylacji nawiewno - wywiewnej

Dane:

$Q_{0w} =$	14,6	GJ/rok	$q_{0w} =$	0,0027	MW
$Q_{1w} =$	7,3	GJ/rok	$q_{1w} =$	0,0014	MW
$Q_{2w} =$	5,1	GJ/rok	$q_{2w} =$	0,0010	MW

Opis:

Lp.	Opis
wariant 1	Montaż instalacji wentylacyjnej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali konferencyjnej o sezonowej sprawności odzysku ciepła 50%.
wariant 2	Montaż instalacji wentylacyjnej wyposażonej w centralę wentylacyjną z odzyskiem ciepła o sezonowej sprawności odzysku ciepła 65%.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	wariant 1	wariant 2
1	Zapotrzebowanie na moc q_{0w} , q_{1w} , q_{2w}	MW	0,0027	0,0014	0,0010
2	Zapotrzebowanie na energię Q_{0w} , Q_{1w} , Q_{2w}	GJ/rok	14,6	7,3	5,1
3	Roczna opłata $O_{rw} = (Q_{0w,1w})O_z + 12(q_{0w,1w})O_m + 12(Ab_{0,1})$	zł/rok	1 310,93	655,47	458,83
4	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rw} = (Q_{0w} - Q_{1w})O_z + 12(q_{0w} - q_{1w})O_m + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		655,47	852,11
5	Koszt realizacji usprawnienia N_w	zł		150 000,00	210 000,00
6	$SPBT = N_w / \Delta O_{ru}$	lat		228,84	246,45

Podstawa przyjętych wartości N_w

Przyjęto ceny na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wybrany wariant: 1	Koszt :	150 000,00 zł	SPBT=	228,84 lat
---------------------------	----------------	----------------------	--------------	-------------------

7.2.9. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $Q_{0cw} = 74,3$ GJ/rok $q_{0cw} = 0,0134$ MW
 $Q_{1cw} = 49,5$ GJ/rok $q_{1cw} = 0,0090$ MW

Opis:

Lp.	Opis
wariant 1	Usprawnienie systemu zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową proponuje się przeprowadzić poprzez kompleksową wymianę instalacji centralnej ciepłej wody użytkowej. - system z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, z pionami instalacyjnymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi.
wariant 2	Brak możliwości technicznych dla realizacji innego wariantu.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	wariant 1	wariant 2
1	Zapotrzebowanie na moc q_{0cw} , q_{1cw} , q_{2cw}	MW	0,0134	0,0090	
2	Zapotrzebowanie na energię Q_{0cw} , Q_{1cw} , Q_{2cw}	GJ/rok	74,3	49,5	
3	Roczna opłata $O_{rcw} = (Q_{0cw} - Q_{1cw})O_z + 12(q_{0cw} - q_{1cw})O_m + 12(Ab_{0,1})$	zł/rok	6 657,37	4 438,24	
4	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rcw} = (Q_{0cw} - Q_{1cw})O_z + 12(q_{0cw} - q_{1cw})O_m + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		2 219,12	
5	Koszt realizacji usprawnienia N_w	zł		51 790,80	
6	SPBT= $N_w / \Delta O_{rcw}$	lat		23,34	

Podstawa przyjętych wartości N_{cw}

Przyjęto ceny na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

Wybrany wariant: 1	Koszt : 51 790,80 zł	SPBT= 23,34 lat
--------------------	----------------------	-----------------

7.2.10. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie STRPD	123 200,00	74,26
2	Ocieplenie DCH	100 320,00	81,10
3	Ocieplenie TRS	16 560,00	6,18
4	Ocieplenie SW	103 040,00	11,25
5	Ocieplenie SZ	197 694,00	17,81
6	Wymiana okien na energooszczędne.	80 400,00	12,54
7	Wymiana drzwi na energooszczędne.	41 760,00	15,27
8	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali konferencyjnej.	150 000,00	228,84
9	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.	51 790,80	23,34

7.2.11. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie TRS	16 560,00	6,18
2	Ocieplenie SW	103 040,00	11,25
3	Wymiana okien na energooszczędne.	80 400,00	12,54
4	Wymiana drzwi na energooszczędne.	41 760,00	15,27
5	Ocieplenie SZ	197 694,00	17,81
6	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.	51 790,80	23,34
7	Ocieplenie STRPD	123 200,00	74,26
8	Ocieplenie DCH	100 320,00	81,10
9	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali konferencyjnej.	150 000,00	228,84

7.3.1. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych:

Lp.	Opis	Koszt
wariant 1	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania poprzez demontaż obecnej i montaż nowych grzejników, nowych rur, zaworów regulacyjnych podpionowych, zaworów termostatycznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, izolacji na przewodach poziomych, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.	103 581,60
wariant 2	Nie rozpatruje się z powodu braku możliwości technicznych.	

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
			stan ist.	war. 1	war. 2
1	Rodzaj źródła ciepła		kotłownia olejowa	kotłownia olejowa	
2	sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g} =$	0,94	0,94	
3	sprawność przesyłu	$\eta_{H,d} =$	0,80	0,90	
4	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e} =$	0,77	0,88	
5	sprawność akumulacji	$\eta_{H,s} =$	1,00	1,00	
6	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,58	0,74	
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	0,85	
8	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,91	0,91	

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku-po modernizacji war. 1
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Kotły niskotemperaturowe na paliwo ciekłe, z zamkniętą komorą spalania 120 do 1200kW.	Bez zmian.
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody niezainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	przewody zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	centralna bez regulacji miejscowej	regulacja centralna i miejscowa, zakres P-2 K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	Bez zmian.
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	budynek ogrzewany 5 dni w tygodniu	Bez zmian.
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	czas przerw w ogrzewaniu 12h	Bez zmian.

7.3.2. Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	wariant 1
1	Rodzaj źródła ciepła		kotłownia olejowa	kotłownia olejowa
2	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0838	0,0838
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	607,47	607,47
4	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,58	0,74
5	Obniżenie nocne	-	0,91	0,85
6	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,91
7	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	812,0	631,0
8	Roczna opłata zmienna	zł/rok	72 799	56 572
9	Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
10	Roczny abonament	zł/rok	14 760,00	14 760,00
11	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	87 559	71 332
12	Oszczędności	zł/rok		16 227
13	Koszt	zł		103 581,60
14	SPBT	lat		6,38

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
2	Ocieplenie TRS	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
3	Ocieplenie SW	X	X	X	X	X	X	X	X					
4	Wymiana okien na energooszczędne.	X	X	X	X	X	X	X						
5	Wymiana drzwi na energooszczędne.	X	X	X	X	X	X							
6	Ocieplenie SZ	X	X	X	X	X								
7	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.	X	X	X	X									
8	Ocieplenie STRPD	X	X	X										
9	Ocieplenie DCH	X	X											
10	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali konferencyjnej.	X												

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu, dokumentacji projektowej, nadzoru [zł]	Koszt całkowity [zł]
I	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	968 346,40	200 000	1 168 346,40
II	1+2+3+4+5+6+7+8+9	818 346,40	200 000	1 018 346,40
III	1+2+3+4+5+6+7+8	718 026,40	200 000	918 026,40
IV	1+2+3+4+5+6+7	594 826,40	200 000	794 826,40
V	1+2+3+4+5+6	543 035,60	200 000	743 035,60
VI	1+2+3+4+5	345 341,60	200 000	545 341,60
VII	1+2+3+4	303 581,60	200 000	503 581,60
VIII	1+2+3	223 181,60	200 000	423 181,60
IX	1+2	120 141,60	200 000	320 141,60
X	1	103 581,60	200 000	303 581,60

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
warianty	q_{co}	Q_{co}	η	$w_d \cdot w_t$	$\frac{Q_{co} \cdot w_d \cdot w_t}{\eta}$	Oplata C.O.	q_{cwu}	Q_{cwu}	Oplata C.W.U.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oplata C.O.+C.W.U.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
I	0,0442	237,38	0,74	0,63	202,0	18 110	0,0090	49,5	4 438	0,0531	251,5	22 548,44	486,8	43 639,47
II	0,0472	261,12	0,74	0,63	222,0	19 903	0,0090	49,5	4 438	0,0562	271,5	24 341,53	466,8	41 846,38
III	0,0506	287,23	0,74	0,63	244,0	21 876	0,0090	49,5	4 438	0,0595	293,5	26 313,92	444,8	39 873,98
IV	0,0541	315,95	0,74	0,63	269,0	24 117	0,0090	49,5	4 438	0,0631	318,5	28 555,28	419,8	37 632,62
V	0,0579	347,55	0,74	0,63	295,0	26 448	0,0134	74,3	6 657	0,0713	369,3	33 105,42	369,0	33 082,48
VI	0,0619	382,30	0,74	0,63	325,0	29 138	0,0134	74,3	6 657	0,0754	399,3	35 795,05	339,0	30 392,85
VII	0,0663	420,53	0,74	0,63	357,0	32 007	0,0134	74,3	6 657	0,0797	431,3	38 664,00	307,0	27 523,91
VIII	0,0709	462,59	0,74	0,63	393,0	35 234	0,0134	74,3	6 657	0,0843	467,3	41 891,56	271,0	24 296,35
IX	0,0759	508,85	0,74	0,63	433,0	38 820	0,0134	74,3	6 657	0,0893	507,3	45 477,73	231,0	20 710,17
X	0,0812	559,73	0,74	0,63	476,0	42 676	0,0134	74,3	6 657	0,0946	550,3	49 332,87	188,0	16 855,03
0-stan istniejący	0,0838	607,47	0,58	0,63	664,0	59 531	0,0134	74,3	6 657	0,0972	738,3	66 187,90		

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego									
Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
					[zł,%] [zł,%]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
I	WARIANT I	1 168 346,40	43 639,47	65,9%	0,00	0,00%	233 669,28	186 935,42	87 278,93
					1 168 346,40	100,00%			
II	WARIANT II	1 018 346,40	41 846,38	63,2%	0,00	0,00%	203 669,28	162 935,42	83 692,75
					1 018 346,40	100,00%			
III	WARIANT III	918 026,40	39 873,98	60,2%	0,00	0,00%	183 605,28	146 884,22	79 747,96
					918 026,40	100,00%			
IV	WARIANT IV	794 826,40	37 632,62	56,9%	0,00	0,00%	158 965,28	127 172,22	75 265,24
					794 826,40	100,00%			
V	WARIANT V	743 035,60	33 082,48	50,0%	0,00	0,00%	148 607,12	118 885,70	66 164,96
					743 035,60	100,00%			
VI	WARIANT VI	545 341,60	30 392,85	45,9%	0,00	0,00%	109 068,32	87 254,66	60 785,70
					545 341,60	100,00%			
VII	WARIANT VII	503 581,60	27 523,91	41,6%	0,00	0,00%	100 716,32	80 573,06	55 047,82
					503 581,60	100,00%			
VIII	WARIANT VIII	423 181,60	24 296,35	36,7%	0,00	0,00%	84 636,32	67 709,06	48 592,70
					423 181,60	100,00%			
IX	WARIANT IX	320 141,60	20 710,17	31,3%	0,00	0,00%	64 028,32	51 222,66	41 420,34
					320 141,60	100,00%			
X	WARIANT X	303 581,60	16 855,03	25,5%	0,00	0,00%	60 716,32	48 573,06	33 710,06
					303 581,60	100,00%			

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr I** obejmujący usprawnienia:

Lp.	Opis usprawnień
1	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania
2	Ocieplenie TRS
3	Ocieplenie SW
4	Wymiana okien na energooszczędne.
5	Wymiana drzwi na energooszczędne.
6	Ocieplenie SZ
7	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.
8	Ocieplenie STRPD
9	Ocieplenie DCH
10	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali konfer

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 65,9% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 0,00 zł, co spełnia oczekiwania inwestora;

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodern. przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- Ocieplenie stropu drewnianego pod poddaszem nieogrzewanym - STRPD poprzez usunięcie warstwy starej zawilgoconej wełny i ułożenie warstwy wełny o gr. 23cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$ lub niższym. W ramach usprawnienia należy ze względów technologicznych wymienić pokrycie dachowe.
- Ocieplenie połaci dachowej - DCH poniżej poziomu stropu drewnianego pod poddaszem nieogrzewanym - STRPD poprzez usunięcie warstwy starej zawilgoconej wełny i ułożenie warstwy wełny o gr. 23cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$ lub niższym. W ramach usprawnienia należy ze względów technologicznych wymienić pokrycie dachowe.
- Ocieplenie stropu betonowego, tarasu - TRS poprzez montaż od wewnątrz warstwy płyt Eurothane o gr. 15cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,022 \text{ W/(m K)}$ lub niższym.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych na piętrze - SW od wewnątrz przy pomocy płyt Eurothane o gr. 10cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,022 \text{ W/(m K)}$ lub niższym.
- Ocieplenie ścian zewnętrznych - SZ od zewnątrz przy pomocy styropianu o gr. 12cm lub większej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,030 \text{ W/(m K)}$ lub niższym.
- Wymiana drzwi zewnętrznych - DZ-5,1 na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ lub niższym.
- Wymiana drzwi zewnętrznych - DZ-5,1 na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ lub niższym.
- Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w pomieszczeniach sali konferencyjnej.
- Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania poprzez demontaż obecnej i montaż nowych grzejników, nowych rur, zaworów regulacyjnych podpionowych, zaworów termostatycznych i powrotnych przy grzejnikach, odpowietrzników na pionach, izolacji na przewodach poziomych, regulacja hydrauliczna instalacji centralnego ogrzewania.
- Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.

Prace dodatkowe dotyczące instalacji elektrycznej - ujęte w załączniku do audytu:

Zał. Nr 8. Montaż paneli fotowoltaicznych - 40kW - 280 840,00 zł brutto

Zał. Nr 9. Wymiana instalacji oświetleniowej - 172 636,00 zł brutto

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł brutto
1	Ocieplenie STRPD	352,00	350,00	123 200,00
2	Ocieplenie DCH	264,00	380,00	100 320,00
3	Ocieplenie TRS	36,80	450,00	16 560,00
4	Ocieplenie SW	257,60	400,00	103 040,00
5	Ocieplenie SZ	470,70	420,00	197 694,00
6	Wymiana okien na energooszczędne.	67,00	1200,00	80 400,00
7	Wymiana drzwi na energooszczędne.	17,40	2400,00	41 760,00
8	Montaż wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w sali konferencyjnej.	-	-	150 000,00
9	Wymiana kompleksowa instalacji ciepłej wody użytkowej.	-	-	51 790,80
10	Wymiana kompleksowa instalacji centralnego ogrzewania	-	-	103 581,60
12	Koszt audytu, dokumentacji projektowej, nadzoru	kpl.	-	200 000,00
			SUMA	1 168 346,40

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:

1 168 346,40 zł

Czas zwrotu nakładów SPBT

26,77

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

- Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
- Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
- Realizacja robót i odbiór techniczny
- Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
- Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 2 Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby ciepłej wody użytkowej
- Załącznik 3 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
- Załącznik 4 Dokumentacja fotograficzna
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie stan istniejący i po termomodernizacji Audytor OZC 6.6
- Załącznik 6 Ceny energii cieplnej
- Załącznik 7 Efekt ekologiczny dla termomodernizacji
- Załącznik 8 Ocena ekonomiczna przedsięwzięcia prowadząca do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku wymiany instalacji oświetleniowej
- Załącznik 9 Ocena ekonomiczna przedsięwzięcia prowadząca do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku montażu instalacji fotowoltaicznej
- Załącznik 10 Efekt ekologiczny dla wymiany instalacji oświetleniowej i montażu instalacji fotowoltaicznej

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Załącznik nr 1

1.1. Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430/AZ3:2000

pomieszczenie	<i>ilość pomieszczeń // kubatura m³ // ilość osób</i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m³/h // wymiana/h</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/s</i>
pomieszczenia użytkowe	130	20	2 600
ŁĄCZNIE V_o			2 600

Współczynniki korekcyjne

c _r	1,0
c _w	1,0
c _m	1,0

$$c_r * c_w * V_{nom} = 2\,600,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] przyjmuje się 1 wym/h:

$$c_r * c_w * V_{nom} = 2\,590 \text{ m}^3/\text{h}$$

1.2. Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN 12831

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}), \text{ m}^3/\text{h}$$

Wg PN-EN 12831 minimalna krotność powietrza na godzinę dla pomieszczeń biurowych

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot V_i, \text{ m}^3/\text{h}$$

n _{min}	1	h ⁻¹
V _i	2 590	m ³ /h
V _{min}	2 590	m ³ /h

Wg PN-EN 12831 strumień powietrza na drodze infiltracji

$$\dot{V}_{inf,i} = V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i, \text{ m}^3/\text{h}$$

V _i	2 590	m ³ /h
Średni stopień obudowy budynku n ₅₀	4	h ⁻¹
Współczynnik osłonięcia e	0,02	
Współcz. poprawkowy ze względu na wysokość ε	1,07	
V _{inf}	221	m ³ /h
V_{min} > V_{inf}		

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$V_{obl} = c_m * \Psi = 2\,590 \text{ m}^3/\text{h}$$

Załącznik nr 2

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji WARIANT 1
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*K	4,19	4,19
gęstość wody ρ_w	kg/dm ³	1,0	1,0
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę V_{wi}	dm ³ /(m ² ·dzień)	0,80	0,80
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_r	-	0,55	0,55
obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej na zaworze czerpalnym θ_w	°C	55	55
obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
liczba dni w roku t_r	dość	365	365
powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza A_f	m ²	863,18	863,18
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_r \cdot t_r / 3600$	kWh/rok	7 260,6	7 260,6
Rodzaj źródła ciepła		centralna instalacja cwu	centralna instalacja cwu
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,88	0,88
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,40	0,60
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,35	0,53
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	20 626,6	13 751,1
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	74,3	49,5

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Jed.odniesienia - ilość osób L	os	130	130
Jed.dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	dm ³	8,0	8,0
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,058	0,058
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,842	2,842
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_r / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,295	0,196
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	13,4	9,0
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	4,7	3,2

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
I	0,0442	237,38
II	0,0472	261,12
III	0,0506	287,23
IV	0,0541	315,95
V	0,0579	347,55
VI	0,0619	382,30
VII	0,0663	420,53
VIII	0,0709	462,59
IX	0,0759	508,85
X	0,0812	559,73
stan istniejący	0,0838	607,47



Załącznik nr 5a

Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie stan istniejący Audytor OZC 6.6

Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	stan istniejący	
Miejscowość:	Hel	
Adres:	ul. Morska 2	
Projektant:	mgr inż. Roman Szczygieł	
Data obliczeń:	Środa 26 Lutego 2020 0:11	
Data utworzenia projektu:	Środa 26 Lutego 2020 0:11	
Plik danych:	C:\Users\User\Documents\2020\Sprawy\HEL\OZC\	
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 I	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Hel	
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 :	863,2	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2589,5	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	51953	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	31824	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	83777	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	83777	W
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	3053,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	607,47	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	168741	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	863	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2589,5	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	703,8	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	195,5	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	234,6	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	65,2	kWh/ (m ³ ·rok)

Załącznik nr 5b

Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie po termomodernizacji Audytor OZC 6.6

Nazwa projektu:	Audyt energetyczny	
	po modernizacji	
Miejscowość:	Hel	
Adres:	ul. Morska 2	
Projektant:	mgr inż. Roman Szczygieł	
Data obliczeń:	Środa 26 Lutego 2020 1:21	
Data utworzenia projektu:	Środa 26 Lutego 2020 1:21	
Plik danych:	C:\Users\User\Documents\2020\Sprawy\HEL\OZC\	
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 I	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-16	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,7	°C
Stacja meteorologiczna:	Hel	
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 :	863,2	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2589,5	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	13311	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	30845	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	44155	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	44155	W
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2973,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	237,38	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	65938	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	863	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2589,5	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	275,0	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	76,4	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	91,7	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	25,5	kWh/(m ³ ·rok)

Ceny energii cieplnej - olej opałowy

Załącznik nr 6

Określenie jednostkowej ceny energii cieplnej

Wg cen rynkowych oleju opałowego

Lp.	Dane na temat paliwa:	Jedn.	Wartość zł
1	Zapotrzebowanie energii do wyliczenia wyłącznie ceny energii cieplnej	GJ/rok	738,26
2		Wo [GJ/l]	0,0368
3		l/rok	20 057

Lp.	Koszty stałe	Cena	ilość	Jedn.	Wartość zł
a	Oплата за olej opałowy (netto)	2,68	20 057	zł/l	53 811,30
1	Amortyzacja urządzeń kotłowni, węzła cieplnego, instalacji co			zł/rok	
2	Koszty osobowe z pochodnymi, ZUS			zł/rok	6 000,00
3	Usługi obce stałe (kominiarz, itp.)			zł/rok	
4	Koszty finansowe, odsetki, podatki			zł/rok	
5	Koszty ogólne wydzielone dla kotłowni			zł/rok	
6	Koszty remontowe i konserwacji bieżącej			zł/rok	6 000,00
7	Materiały, narzędzia			zł/rok	
8	Inne (BHP, Sanepid, UDT, pozostałe)			zł/rok	
I	Koszty stałe produkcji energii cieplnej	Razem:		zł netto/rok	12 000,00
I	Koszty stałe produkcji energii cieplnej	Razem:		zł brutto/rok	14 760,00
Lp.	Koszty zmienne	Cena	ilość	Jedn.	Wartość zł
a	Oплата за olej opałowy (netto)	2,68293	20 057	zł/l	53 811,30
1	Koszt zakupu opału			zł/rok	
2	Transport wewn./zewn., popioły, pyły, opał, itp.			zł/rok	
3	Koszty energii elektrycznej			zł/rok	
4	Koszty wody i ścieków			zł/rok	
5	Opłaty za korzystanie ze środowiska-emisja			zł/rok	
6	Place sezonowe			zł/rok	
7	Koszty zmienne inne, usługi zewn. sezonowe, jednoraz.			zł/rok	
II	Koszty zmienne produkcji energii cieplnej	Razem:		zł netto/rok	53 811,30
II	Koszty zmienne produkcji energii cieplnej	Razem:		zł brutto/rok	66 187,90

Zapotrzebowanie energii cieplnej w roku standardowym: Q = 738,26 GJ/rok

Obliczenie kosztów energii cieplnej w roku standardowym:

Stawka opłaty zmiennej Kzm = 89,65 zł /GJ

Stawka opłaty abonamentowej Kab = 1 230,00 zł /mc

Zal. 7. Efekt ekologiczny - obliczenia wielkości redukcji emisji dla termomodernizacji

Zużycie energii cieplnej: miejska sieć ciepłownicza - węgiel kamienny	Przed modernizacją	GJ/rok	738,3	
Zużycie energii cieplnej: miejska sieć ciepłownicza - węgiel kamienny	Po modernizacji	GJ/rok	251,5	
budynek/źródło energii	Przed modernizacją	Po modernizacji	Redukcja CO ₂	
	olej opałowy	olej opałowy		
	kg CO ₂ /rok	kg CO ₂ /rok	kg CO ₂ /rok	%
1	2	3	4	5
Przyjęta do obliczeń tabela wg KOBIZE	tabela 16	tabela 16	49 103	71,6%
Wartość opałowa (WO) MJ/m ³ , MJ/kg	-	-		
Roczne zużycie paliwa m ³ /rok, kg/rok	-	-		
Roczne zużycie energii GJ/rok	738,26	251,50		
Wsp. nakł. nieodnawialnej en. pierwotnej	1,20	1,20		
Roczne zużycie energii pierwotnej GJ/rok	885,91	301,80		
Wskaźnik emisji (WE) CO ₂ kg/GJ	77,40	77,40		
emisja CO ₂ kg/rok	68 569	19 466		

Załącznik nr 8 - Ocena ekonomiczna przedsięwzięcia prowadząca do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku zastosowania paneli fotowoltaicznych

Lp.	Dobór ilości paneli fotowoltaicznych	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Roczne promieniowanie słoneczne E_{sol} - Ustka S_45	kWh/(m ² rok)		939,08
2	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.		118
3	Pole powierzchni jednego modułu pv	m ²		1,65
4	Całkowite pole powierzchni modułów pv	m ²		194,7
5	Moc jednostkowa jednego modułu pv	kW		0,340
6	Moc elektryczna systemu fotowoltaicznego (wyrażona w kilowatopikach) P_{pk}	kWp		40,1
7	Współczynnik wydajności systemu f_{perf}	-		0,75
8	Referencyjne natężenie promieniowania słonecznego I_{ref}	kW/m ²		1,00
9	Energia elektryczna produkowana przez system fotowoltaiczny $E_{el,pv out}$ $= (E_{sol} * P_{pk} * f_{perf}) / I_{ref}$	kWh/rok		28 257
10	Cena jednostkowa usprawnienia	zł brutto/kWp		7000,00
11	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		280 840,00
Lp.	Ocena proponowanego przedsięwzięcia	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Zapotrzebowanie szacowane energii elektrycznej z sieci zewnętrznej Q	kWh/rok	129 477	101 220
2	Stawka opłaty zmiennej energii elektrycznej O_z	zł/kWh	0,4600	0,4600
3	Roczna opłata zmienna	zł/rok	59 559	46 561
4	Roczna oszczędność energii $E_{el,pv out}$	kWh/rok	-	28 257
5	Roczne koszty energii elektrycznej zmienne	zł/rok	62 948	49 950
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/rok	-	12 998
7	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata	-	21,61
Optimalny wariant:		Koszt :	280 840,00 zł	SPBT= 21,61

Załącznik nr 9 - Ocena ekonomiczna przedsięwzięcia prowadząca do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną w wyniku wymiany instalacji oświetleniowej				
Lp.	Obliczenia zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Całkowita użyteczna powierzchnia podłogi A	m ²	863,18	863,18
2	Skuteczność źródła światła	lm/W	55,5	100,0
3	Moc jednostkowa opraw oświetlenia Q	W/m ²	15,0	8,3
4	Moc wszystkich zainstalowanych opraw oświetleniowych Pn=A*Q	W	12 948	7 186
5	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego Fc=(1+MF)/2	-	1,00	1,00
6	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia t _D	h	1 800	1 800
7	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy t _N	h	200	200
8	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy w zależności od typu budynku i rodzaju regulacji F _O	-	1,00	1,00
9	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu w zależności od typu budynku i rodzaju regulacji F _D	-	1,00	1,00
10	Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia w zależności od sposobu regulacji MF	-	1,00	1,00
11	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI	kWh/m ² rok	30,00	16,65
12	Energia zużywana przez świecące źródła światła W _{L,t}	kWh/rok	25 895	14 372
Lp.	Ocena proponowanego przedsięwzięcia	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Wskaźnikowa cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200,00
2	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		172 636,00
3	Stawka opłaty zmiennej energii elektrycznej O _z	zł/kWh	0,4600	0,4600
4	Roczna opłata zmienna	zł/rok	11 911,88	6 611,10
5	Roczna oszczędność energii E	kWh/rok		11 523
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O = E * O_z$	zł/rok		5 301
7	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		32,57
Optymalny wariant:		Koszt : 172 636,00 zł		SPBT= 32,57

Zal. 10. Efekt ekologiczny - obliczenia wielkości redukcji emisji dla wymiany instalacji oświetleniowej i instalacji fotowoltaicznej

Zużycie energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej - przed modernizacją	kWh/rok	129 477
Redukcja zapotrzebowania po zastosowaniu instalacji fotowoltaicznej	kWh/rok	28 257
Redukcja zapotrzebowania po wymianie instalacji oświetleniowej	kWh/rok	11 523
Zużycie energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej - po modernizacji	kWh/rok	89 697

budynek/źródło energii	Przed modernizacją	Po modernizacji	Redukcja CO ₂	
	en. elektryczna	en. elektryczna		
	kg CO ₂ /rok	kg CO ₂ /rok	kg CO ₂ /rok	%
1	2	3	4	5
Przyjęta do obliczeń tabela wg KOBIZE	komunikat	komunikat	33 077	30,72%
Wartość opałowa (WO) MJ/m ³ , MJ/kg	-	-		
Roczne zużycie paliwa m ³ /rok, kg/rok	-	-		
Roczne zużycie energii MWh/rok	129,48	89,70		
Wsp. nakł. nieodnawialnej en. pierwotnej	-	-		
Roczne zużycie energii pierwotnej GJ/rok	-	-		
Wskaźnik emisji (WE) CO ₂ kg/MWh	831,50	831,50		
emisja CO ₂ kg/rok	107 660	74 583		