

AUDYT ENERGETYCZNY
BUDYNKU
ZESPOŁU SZKÓŁ
W WICKU
(bez części mieszkalnej)



BAŁTYCKA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII Sp. z o.o.

80-298 Gdańsk, ul. Budowlanych 31

tel./faks: (58) 347-55-35

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku:			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej (szkoła podstawowa i gimnazjum)		1.2 Rok budowy
			1946, rozbudowa 1984, 1986 i 2006/2007
1.3 Inwestor / zarządca	GMINA WICKO URZĄD GMINNY WICKO 60 84-352 WICKO tel.: 59 861 11 82, 59 861 11 83 faks: 59 861 11 01 email: ug@wicko.pl / ZESPÓŁ SZKÓŁ W WICKU WICKO 37 84-352 WICKO tel./faks: 59 861 11 67 email: szkola_wicko@go2.pl	1.4 Adres budynku	ZESPÓŁ SZKÓŁ W WICKU WICKO 37 84-352 WICKO GM. WICKO POW. LĘBORSKI WOJ. POMORSKIE
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
BAŁTYCKA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII SP. Z O.O. UL. BUDOWLANYCH 31 80-298 GDAŃSK REGON: 190967387			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
MGR INŻ. ANNA PAWLAK ul. Budowlanych 31 80-298 GDAŃSK			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego	
1.	-	-	
2.	-	-	
3.	-	-	
5. Miejscowość:		GDAŃSK	data wykonania opracowania: 8.01.2016 r.
6. Spis treści:			

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	1
2. Karta audytu energetycznego budynku	3
3. Przedmiot i zakres opracowania	6
4. Dokumenty i dane źródłowe oraz wytyczne i uwagi inwestora	6
5. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	7
6. Ocena stanu technicznego	15
7. Wykaz ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wskazanych do oceny efektywności i dokonania wyboru	18
8. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	18
9. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji	32
10. Wnioski	34
Załącznik 1 – Plan sytuacyjny	
Załącznik 2 – Fotografie budynku	
Załącznik 3 – Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla stanu istniejącego	
Załącznik 4 – Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla optymalnego wariantu termomodernizacji	

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	-	Ścianowa/tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	-	„Stara” część: podpiwniczenie + 2/1 + poddasze użytkowe Główna część: podpiwniczenie + 3 Łącznik: 2 Sala gimnastyczna: 1 „Nowa” część: 2 + użytkowe poddasze	
3.	Kubatura części ogrzewanej	m ³	24 414	
4.	Powierzchnia netto budynku	m ²	4 548,7	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej	m ²	0,0	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	m ²	4548,7	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	-	377 (uczniowie), 17 (pracownicy – administracji i obsługi), 45 (nauczyciele)	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	-	Centralny pojemnościowy w lokalnej kotłowni olejowej i miejscowy w podgrzewaczach elektr.	Centralny pojemnościowy w lokalnej kotłowni olejowej i instalacji słonecznej miejscowy w podgrzewaczach elektr.
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	-	Centralny wodny zasilany z lokalnej kotłowni olejowej	Centralny wodny zasilany z lokalnej kotłowni olejowej
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane				
1.	Ściany zewnętrzne	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$	0,30; 1,16; 1,20; 1,40	0,22; 0,30
2.	Dachy/stropodachy/stropy pod nieogrzewanymi poddaszami	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$	0,20; 0,77; 0,80; 0,90	0,18; 0,20
3.	Strop nad piwnicą	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$	0,15; 0,58; 0,59	0,15; 0,58; 0,59
5.	Okna	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$	1,65; 1,7; 2,6; 5,1	1,1; 1,65; 1,7; 2,6
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$		
7.	Inne	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$		
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania	-	0,94	0,94
2.	Sprawność przesyłu	-	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	0,79	0,89
4.	Sprawność akumulacji	-	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	-	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby	-	0,88	0,88
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Sprawność wytwarzania	-	0,88	0,88
2.	Sprawność przesyłu	-	0,50	0,50
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	-	1,0	1,0
4.	Sprawność akumulacji	-	0,99	0,99

5. Charakterystyka systemu wentylacji					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	-	Naturalna	Naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	-	Nawiew: infiltracja, wietrzenie przez okna i drzwi; wywiew: wentylacja grawitacyjna przez kanały wentylacyjne wyprowadzone ponad dach	Nawiew: infiltracja, wietrzenie przez okna i drzwi; wywiew: wentylacja grawitacyjna przez kanały wentylacyjne wyprowadzone ponad dach	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	m³/h	9 633	9 633	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania	kW	353,8	234,4	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej	kW	23,8	23,8	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	1820,6	828,4	
4.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	1918,0	775,0	
5.	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	GJ/rok	338,9	322,4	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/rok	-	-	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/rok	-	-	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	$\frac{kWh}{m^2 \cdot rok}$	111,18	50,59	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	$\frac{kWh}{m^2 \cdot rok}$	117,13	47,33	
7. Opłaty jednostkowe brutto (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
1.	Koszt 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾	zł/GJ	66,52	66,52	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾	$\frac{zł}{MW \cdot m-c}$	0,00	0,00	
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej ³⁾	zł/m³			
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾	$\frac{zł}{MW \cdot m-c}$	0,00	0,00	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej	$\frac{zł}{m^2 \cdot m-c}$			
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	zł/m-c	0,00	0,00	
7.	Inne - koszt 1 GJ ciepła do przygotowania ciepłej wody w budynku ³⁾	zł/GJ	66,52	66,52	
	Inne – opłata stała związana z wytwarzaniem ciepła w kotłowni	zł/m-c	212,50	212,50	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu	zł	nie dotyczy	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	%	51,4
Planowane nakłady całkowite	zł	1 315 883	Premia termomodernizacyjna	zł	nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii	zł/rok	77 130			

¹⁾Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych wszystkie dane podane oddzielnie dla każdej części budynku

²⁾ U_{OZE} obliczany zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2015 r. poz. 376), jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewania oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

³⁾Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

⁴⁾Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

3. Przedmiot i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie dotyczy audytu energetycznego budynku Zespół Szkół w Wicku. W audycie nie uwzględniono części mieszkalnej (mieszkanie służbowe na I p. w najstarszej części budynku).

Przez **audyt energetyczny** należy rozumieć opracowanie określające zakres i parametry techniczne oraz ekonomiczne wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ze wskazaniem rozwiązania optymalnego, w szczególności z punktu widzenia kosztów realizacji tego przedsięwzięcia oraz oszczędności energii (przy aktualnym poziomie cen energii i kosztów realizacji inwestycji). Audyt stanowi jednocześnie założenia do projektu budowlanego.

Niniejszy audyt jest aktualizacją audytu energetycznego opracowanego przez Bałtycką Agencję Poszanowania Energii w październiku 2004 r. Aktualizacja obejmuje:

- dostosowanie formy audytu energetycznego do obowiązujących przepisów, w tym określenie dodatkowych parametrów,
- uaktualnienie terminologii,
- uwzględnienie prac termomodernizacyjnych wykonanych po dacie opracowania pierwotnego audytu,
- uwzględnienie rozbudowy budynku,
- uwzględnienie aktualnego zużycia energii i paliw,
- aktualizację taryf i opłat za ciepło,
- skorygowanie obliczeń zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania poprzez korektę standardowych danych klimatycznych zgodnie z aktualnymi przepisami i bazami danych, obliczenie zysków ciepła wg aktualnie obowiązującej metodologii, zastosowanie współczynników wykorzystania zysków ciepła wg aktualnie obowiązującej metodologii, obliczenie strat ciepła na wentylację wg obecnie obowiązujących przepisów, korektę sprawności składowych systemu ogrzewania wg aktualnie obowiązujących przepisów,
- skorygowanie obliczeń zapotrzebowania mocy cieplnej do ogrzewania zgodnie z aktualnie obowiązującą normą,
- wykonanie obliczeń zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody wg aktualnie obowiązujących przepisów i z uwzględnieniem bieżącego rzeczywistego zużycia nośników energii,
- aktualizację proponowanych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod kątem obecnie obowiązujących wymagań dotyczących ochrony cieplnej i oszczędności energii oraz aktualnych kosztów materiałów i robót.

Audyt wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43 poz. 346 z późn. zmianami) stanowiącego akt wykonawczy do Ustawy z dn. 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223 poz. 1459 z późn. zmianami).

4. Dokumenty i dane źródłowe oraz wytyczne i uwagi inwestora

4.1. Dokumenty i dane źródłowe

- dane przekazane przez inwestora i zarządcę, w tym dane o zużyciu paliwa i ostatnia faktura za zakup oleju opałowego;
- „Audyt energetyczny budynku szkoły podstawowej i gimnazjum w Wicku”, Bałtycka Agencja Poszanowania Energii SA, Gdańsk, październik 2004 r.
- „PROJEKT BUDOWLANY. Rozbudowa Szkoły w Wicku. Wicko, dz. nr 548/3, 551/4”, Rayss Szymański Architekci, listopad 2004 r.
- www.szkola.wicko.eu

– www.bip.wicko.pl

4.2. Osoby udzielające informacji

- Zespół Szkół w Wicku – dyr. p. Paweł Małecki,
- Zespół Szkół w Wicku – p. konserwator,
- Urząd Gminy w Wicku – p. Juda.

4.3. Data wizji lokalnej

Wizja lokalna odbyła się 30 grudnia 2015 r.

4.4. Wytyczne i uwagi inwestora

-

5. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

5.1. Dane ogólne

Zespół Szkół w Wicku obejmujący szkołę podstawową i gimnazjum mieści się w wolnostojącym budynku pod adresem Wicko 37 należącym do Gminy Wicko.

Budynek był budowany etapami. Najstarsza część budynku (zwana obecnie „pałacem dziedzica”, będąca obecnie skrzydłem północnym budynku) zwana dalej częścią „starą”, to pałacyk wybudowany w stylu klasycystycznym w II połowie XIX wieku przez ród von Weiher na osi wschód-zachód, rozbudowany najprawdopodobniej na początku XX wieku w kierunku wschodnim. Po II wojnie światowej umieszczono tu szkołę (w 1946 r.?, w 1966 r.?). Część tą rozbudowano dalej w 1946 r. (?). W okresie maj 1964 r. ÷ wrzesień 1966 r. przeprowadzono tu remont.

W 1984 r. dobudowano prostopadle do tej części od strony wschodniej część główną (na planie prostokąta na osi północ-południe). W 1986 r. na przedłużeniu części głównej w kierunku południowym wybudowano łącznik oraz prostopadle do niej skrzydło południowe mieszczące salę gimnastyczną. W roku szkolnym 2006/2007 zakończono prace budowlane przy kolejnej części budynku, zwana dalej częścią „nową”, dobudowanej od części głównej od strony wschodniej. W efekcie dobudowywania kolejnych członów powstał budynek o silnie rozczłonkowanej bryle.

Najstarszy człon budynku jest całkowicie podpiwniczony, częściowo jednokondygnacyjny, z użytkowym poddaszem z facjatkami (lukarnami) pod dwuspadowym stromym dachem (od strony zachodniej), częściowo dwukondygnacyjny z płaskim dachem (od strony wschodniej). Część główna jest całkowicie podpiwniczona, trzykondygnacyjna z płaskim dachem. Jednokondygnacyjna sala gimnastyczna z dwukondygnacyjnym łącznikiem są niepodpiwniczone, przykryte dachami dwuspadowymi. Najnowsza część (od strony wschodniej) jest dwukondygnacyjna (parter jest na poziomie piwnicy części głównej) z użytkowym poddaszem pod czterospadowym dachem.

W najstarszej części budynku w piwnicy jest kotłownia, warsztat konserwatora, szatnie, harcówka i pomieszczenia po straży gminnej, wyżej biblioteka, 2 sale lekcyjne, sala gimnastyczna, a na pomieszczenia na użytkowym poddaszu wykorzystywane są na magazyny sprzętu na potrzeby koloni. W tej części budynku jest mieszkanie służbowe (na I piętrze od strony zach.) o pow. ok. 55 m². W mieszkaniu mieszkają 4 osoby. Część budynku z mieszkaniem nie jest objęta niniejszym audytem.

W części głównej są sale lekcyjne, gabinet dyrektora z sekretariatem. W łączniku mieści się zaplecze sali gimnastycznej. Najnowsza część mieści m.in. kuchnię i stołówkę.

Aktualnie do szkoły uczęszcza 377 dzieci oraz jest zatrudnionych 45 nauczycieli i 17 osób personelu administracyjnego i obsługi szkoły. Szkoła pracuje w dni robocze w godzinach: 7⁰⁰ ÷ 15³⁰.

W okresie wakacyjnym (lipiec, sierpień) w budynku organizowane są kolonie, w 2015 r. były trzy turnusy z następującą liczbą dzieci i opiekunów:

- 1.07÷11.07 - 39 dzieci i 5 opiekunów,
 - 19.07÷30.07 - 28 dzieci i 3 opiekunów,
 - 1.08÷8.08 - 40 dzieci i 3 opiekunów.
- Plan sytuacyjny budynku znajduje się w **Załączniku 1**.
 Podstawowe parametry budynku przedstawiono w **Tabeli 5.1**.

Tab. 5.1. Podstawowe parametry budynku

		Część „stara” oraz główna i sala gimnastyczna z łącznikiem ¹⁾	Część „nowa” ²⁾	BUDYNEK
Kubatura ogrzewana	m ³	20 123,5	4 290	24 413,5
Powierzchnia użytkowa	m ²	3 718	830,67	4 548,67
Wysokość kondygnacji w świetle	m	3,2 ÷ 4,2	3,59; 3,69; 2,03÷3,45	

¹⁾wg audytu energetycznego oprac. w 2004 r.

²⁾wg „PROJEKT BUDOWLANY. Rozbudowa Szkoły w Wicku. Wicko, dz. nr 548/3, 551/4” oprac. w 2004 r.

W budynku wykonano do tej pory następujące prace termomodernizacyjne dotyczące struktury budowlanej:

- wymiana prawie wszystkich okien w przeciągu ostatnich kilkunastu lat;
 - docieplenie ścian zewnętrznych lukarn w części „starej”,
 - ocieplenie ścian zewnętrznych podłużnych sali gimnastycznej,
 - wymiana większości drzwi zewn.,
- Ponadto zostało wymienione pokrycie dachowe w części starej (przed 2004 r.)

5.2. Dokumentacja techniczna

Fotografie elewacji budynku przedstawiono w **Załączniku 2**.

5.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek ma konstrukcję ścianową i został wybudowany w technologii tradycyjnej.

Budowę przegród część „starej” i głównej oraz sali gimnastycznej z łącznikiem, z wyjątkiem okien i drzwi, przyjęto na podstawie audytu energetyczny budynku oprac. w październiku 2004 r. Budowę przegród części „nowej” przyjęto na podstawie projektu budowlanego tej części oprac. w listopadzie 2004 r. Opis przegród w budynku przedstawiono w **Tabeli 5.2**.

Tab. 5.2. Opis przegród w budynku (na podstawie audytu z 2004 r.)

Rodzaj przegrody	Opis przegrody	Współczynnik przenikania ciepła przegrody
		U
-	-	W/(m ² ·K)
Ściany zewnętrzne części „starej”	murowane z cegły ceramicznej pełnej, obustronnie otynkowane, o łącznej grub. 42 i 60 cm	1,40; 1,16
Ściany zewnętrzne części głównej	murowane z cegły ceramicznej dziurawki obustronnie otynkowane, o łącznej grub. 42 cm	1,20
Strop poddasza nieogrzewanego części „starej”	belkowy, drewniany, ocieplony polepą o grub. 15 cm, od strony sufitu otynkowany	0,89
Dach części „starej”	o konstrukcji drewnianej, ocieplony płytami wiórowo-cementowymi o grub. 10 cm, kryty blachodachówką	0,77

Stropodach części głównej i dach sali gimnastycznej	pełny, niewentylowany, ocieplony płytami wiórowo-cementowymi o grub. 15 cm, kryty papą, od strony sufitu strop jest otynkowany	0,80
Strop piwnicy	z płyt kanałowych z izolacją z płyt pilśniowych twardych o grub. 2 cm, posadzki wykonane z różnych materiałów, od strony sufitu strop jest otynkowany	0,96
Okna nowe wymienione przed 2004 r.	jednoramowe, z PCW, oszklone szybami zespolonymi jednokomorowymi, ze względu na brak szczegółowych danych dotyczących właściwości termicznych całych okien, uśrednione U okien przyjęto wg audytu energetycznego budynku oprac. w 2004 r.	1,7
Okna nowe wymienione po 2004 r.	jednoramowe, z PCW, oszklone szybami zespolonymi jednokomorowymi, ze względu na brak szczegółowych danych dotyczących właściwości termicznych okien, uśrednione U okien przyjęto (jak dla okien z profili trzykomorowych z szybami o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)	1,65

5.4. Charakterystyka systemu ogrzewania

Charakterystykę systemu ogrzewania przedstawiono w **Tabeli 5.3.**

Tab. 5.3. Charakterystyka systemu ogrzewania

Sposób ogrzewania pomieszczeń	Ogrzewanie centralne wodne
Charakterystyka źródła ciepła	Lokalna trzyfunkcyjna (c.o.+c.w.u.+c.t.) własna wbudowana kotłownia opalana olejem opałowym zlokalizowana w piwnicy części „starej” z kotłem typu VITOPLEX 100 firmy Viessmann o mocy $P_n = 460 \text{ kW}$, $Q_n = 497 \text{ kW}$
Parametry pracy instalacji (wg audytu energetycznego oprac. w 2004 r.)	95/70°C
Rodzaj instalacji c.o.	Niskotemperaturowa, pompowa, dwururowa, z rozdziałem mieszanym, systemu zamkniętego
Rodzaj elementów grzejnych	Część „stara”: grzejniki żeliwne członowe Część główna: grzejniki z rur stalowych ożebrowanych Część „nowa”: grzejniki stalowe płytowe z elementami konwektorowymi
Sposób prowadzenia przewodów	Poziome przewody prowadzone w piwnicy, piony prowadzone po ścianach
Opis materiału przewodów i izolacji termicznej przewodów	Rury stalowe
Sposób odpowietrzenia	Miejskowy automatyczny
Charakterystyka regulacji systemu	Centralna automatyczna regulacja pogodowa w źródle ciepła, miejscowa regulacja automatyczna za pomocą grzejnikowych zaworów termostatycznych w części „nowej”, pozostałe części budynku – brak automatycznej regulacji miejscowej
Sposób pomiaru zużytego ciepła	Pomiar całkowitego zużycia ciepła (łącznie na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u.) w węźle ciepłowniczym raz w miesiącu
Sprawności składowe systemu ogrzewania:	

<p>sprawność wytwarzania ciepła η_{g0} (przyjęta z Tabeli 2. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p>	0,94
<p>sprawność przesyłu ciepła η_{d0} (przyjęta z Tabeli 6. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p>	0,96
<p>sprawność regulacji i wykorzystania ciepła η_{e0} (przyjęta jako średnia ważona)</p>	0,79
<p>sprawność akumulacji ciepła η_{s0} (przyjęta z Tabeli 8. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p>	1,00
<p>Sprawność całkowita systemu ogrzewania: $\eta_0 = \eta_{g0} \cdot \eta_{d0} \cdot \eta_{e0} \cdot \eta_{s0}$</p>	0,71
Liczba dni ogrzewania w tygodniu / godzin na dobę	5/8
Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia w_t	0,85
Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby w_d	0,88
Opis modernizacji przeprowadzonych po 1984 r.	Wymiana kotłowni na paliwo stałe na kotłownię olejową połączone z jej modernizacją, wymiana pojedynczych grzejników

5.5. Charakterystyka systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystykę systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) przedstawiono w **Tabeli 5.4.**

Tab. 5.4. Charakterystyka systemu przygotowania c.w.u.

Sposób przygotowania c.w.u.	Centralne pojemnościowe w źródle ciepła
Charakterystyka źródła ciepła	Lokalna trzyfunkcyjna (c.o.+c.w.u.+c.t.) własna wbudowana kotłownia opalana olejem opałowym zlokalizowana w piwnicy części „starej” z kotłem typu VITOPLEX 100 firmy Viessmann o mocy $P_n = 460$ kW, $Q_n = 497$ kW
Parametry pracy instalacji (temperatura wody zimnej wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376); temperatura wody ciepłej wg ustawień automatyki w kotłowni)	10/50°C

Rodzaj instalacji c.w.u.	Z cyrkulacją
Charakterystyka układu cyrkulacji c.w.u.	Cyrkulacja z obiegiem pompowym
Rodzaj punktów czerpalnych	Baterie czerpalne dla umywalek, natrysków i zlewozmywaków
Sposób regulacji systemu	Centralna regulacja stałowartościowa temperatury c.w.u. w kotłowni
Sposób pomiaru zużytego ciepła	Pomiar zużycia ciepła
Sposób pomiaru zużytej c.w.u.	Brak pomiaru zużytej c.w.u.
<p>Sprawności składowe systemu przygotowania c.w.u.:</p> <p>sprawność wytwarzania ciepła η_{gw} (przyjęta z Tabeli 9. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p> <p>sprawność przesyłu ciepła η_{dw} (przyjęta z Tabeli 11. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p> <p>sprawność wykorzystania ciepła η_{ew} (przyjęta z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376))</p> <p>sprawność akumulacji ciepła η_{sw} (obliczona zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376), wartość jednostkowej straty ciepła podgrzewacza przyjęto z Tabeli 13. ww rozporządzenia)</p>	<p>0,88</p> <p>0,50</p> <p>1,0</p> <p>0,99</p>
<p>Sprawność całkowita systemu przygotowania c.w.u.</p> <p>$\eta_w = \eta_{gw} \cdot \eta_{dw} \cdot \eta_{ew} \cdot \eta_{sw}$</p>	0,44

5.6. Charakterystyka systemu wentylacji

Charakterystykę systemu wentylacji przedstawiono w **Tabeli 5.5.**

Tab. 5.5. Charakterystyka systemu wentylacji

Sposób wentylacji pomieszczeń	Wentylacja naturalna grawitacyjna
Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Nawiew: infiltracja oraz wietrzenie przez okna i drzwi, wywiew: przez kanały wentylacyjne wyprowadzone ponad dach

Całkowity nominalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego w budynku określono poprzez sumę:

- strumienia objętości powietrza wentylacyjnego niezbędnego w pomieszczeniach przebywania ludzi zgodnie z normą PN-83/B-03430;
- przyjętego strumienia objętości powietrza wentylacyjnego niezbędnego w pozostałych pomieszczeniach (pomieszczenia o temp. wewn. 12 i 16°C);

Obliczenia całkowitego strumienia powietrza wentylacyjnego przedstawiono w **Tabeli 5.6**.

Tab. 5.6. Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego w pomieszczeniach ogrzewanych budynku

Rodzaj pomieszczenia	Jednostkowy strumień powietrza wentylacyjnego	Liczba jednostek	Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego
	m ³ /h / jedn.	jedn.	m ³ /h
Pomieszczenia stałego przebywania osób	20 m ³ /h/osobę	439 osób	8 780
Piwnica "starej" części	0,5 wymiany/h	1 326,9 m ³	257
Piwnica głównej części	0,5 wymiany/h	1 647,0 m ³	97
Poddasze "starej" części	0,5 wymiany/h	997,5 m ³	499
Razem budynek			9 633

Dla wentylacji naturalnej przyjęto współczynniki korekcyjne wynikające ze szczelności okien i drzwi lub obserwowanego nadmiernego poziomu wentylacji oraz ze stopnia wyeksponowania budynku na działanie wiatru:

- okna szczelne (nowe), warunki wentylacji normalne: $c_r = 1,0$,
 $c_m = 1,0$;
- budynek na przestrzeni osłoniętej: $c_w = 1,0$.

5.7. Charakterystyka energetyczna budynku

5.7.1. Zapotrzebowanie budynku na moc i ciepło do ogrzewania

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu wyznaczono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376). Zapotrzebowanie budynku na moc cieplną do ogrzewania (projektowane obciążenie cieplne) obliczono zgodnie z normą PN-EN 12831:2006. W obliczeniach zapotrzebowania budynku na moc i ciepło do ogrzewania przyjęto następujące założenia:

- obliczeniowa temperatura zewn. dla I strefy klimatycznej Polski wg PN-82/B-02403:
 $t_{zo} = -16^{\circ}\text{C}$;
- obliczeniowa temperatura powietrza w pomieszczeniach ogrzewanych wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 poz. 690):
 - magazyny na poddaszu części „starej”: $t_{wo} = +12^{\circ}\text{C}$,
 - piwnice, sala gimnastyczna: $t_{wo} = +16^{\circ}\text{C}$,
 - pozostałe pomieszczenia (pomieszczenia, w których nie występują zyski ciepła, przeznaczone na stały pobyt ludzi bez okryć zewnętrznych): $t_{wo} = +20^{\circ}\text{C}$,
- liczba stopniodni wynikająca ze średnich wieloletnich temperatur miesiąca wg danych klimatycznych dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków ze strony

internetowej Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa (www.mr.gov.pl) i z liczby dni ogrzewania dla stacji meteorologicznej Łeba.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla stanu istniejącego przedstawiono w **Załączniku 3**.

Zapotrzebowanie budynku na moc cieplną oraz ciepło na ogrzewanie w standardowym sezonie grzewczym a także wskaźniki energetyczne dla stanu istniejącego przedstawiono w **Tabeli 5.7**.

Tab. 5.7. Zapotrzebowanie budynku na moc cieplną oraz ciepło na ogrzewanie i wskaźniki energetyczne dla stanu istniejącego

Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na ogrzewanie budynku, q_{oco}	kW	353,8
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu), Q_{oco}	GJ/rok	1 820,6
Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu, $w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{oco}/\eta_0$	GJ/rok	1 918,0
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m ² ·rok)	111,18
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m ² ·rok)	117,13

5.7.2. Zapotrzebowanie budynku na moc i ciepło do przygotowania c.w.u.

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła do przygotowania c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu przygotowania c.w.u. wyznaczono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376). Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania c.w.u. określono na podstawie normy PN-B-01706:1992 jako zapotrzebowanie średnie godzinowe.

Obliczenia aktualnego zapotrzebowania budynku na moc i ciepło na przygotowanie c.w.u. przedstawiono w **Tabeli 5.8**.

Tab. 5.8. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.

Obliczeniowa temperatura wody zimnej, t_z	°C	10
Obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czterpalnym, t_c	°C	55
<u>Zapotrzebowanie na ciepło</u>		
SZKOŁA		
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	dm ³ /(m ² ·dobę)	0,80
powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	m ²	4 548,67
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej	-	0,55
KOLONIE		
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	dm ³ /(m ² ·dobę)	3,75

przyjęta powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	m ²	550
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej (określony na podstawie rzeczywistego czasu użytkowania ciepłej wody użytkowej)	-	0,08
roczne zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	m ³ /rok	790,74
liczba dni w roku	doby/rok	365
roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej bez uwzględnienia sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, Q_{0cw}	GJ/rok	149,1
średnia roczna sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła, η_{gw}	-	0,88
średnia roczna sprawność przesyłu c.w.u. ze źródła ciepła do zaworów czerpialnych, η_{dw}	-	0,50
średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła, η_{ew}	-	1,0
średnia roczna sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, η_{sw}	-	0,99
średnia roczna sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $\eta_w = \eta_{gw} \cdot \eta_{dw} \cdot \eta_{ew} \cdot \eta_{sw}$	-	0,44
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, Q_{0cw}/η_w	GJ/rok	338,9
<u>Zapotrzebowanie na moc cieplną</u>		
Średnie dzienne zapotrzebowanie na c.w.u., g_{srd}	dm ³ /dobę	3,64
Liczba godzin użytkowania instalacji c.w.u. w ciągu doby, τ	h/dobę	8
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u.: $g_{srh} = g_{srd}/\tau$	dm ³ /h	0,45
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania c.w.u.: $q_{0cw} = g_{srh} \cdot 4,2 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot 0,28 \text{ Wh/kJ} \cdot 0,995 \text{ dm}^3/\text{kg} \cdot (t_c - t_z) \cdot 10^{-3}$	kW	23,8

5.7.3. Taryfa i opłaty za ciepło, moc cieplną zamówiona, zużycie energii

Budynek jest zaopatrywany w energię cieplną z własnej lokalnej kotłowni opalanej olejem opałowym lekkim.

Jednostkowe opłaty za ciepło wytwarzane z oleju przedstawiono w **Tabeli 5.9**.

Opłaty zmienne zostały wyliczone na potrzeby niniejszego audytu przy:

- cenie oleju netto wynoszącej 2,00 zł/l (na podstawie faktury VAT nr FA/PALIW/3011/2015 za olej opałowy/olej napędowy grzewczy wystawionej dn. 27.11.2015 r. przez PHUP "ROLMASZ"),
- wartości opałowej paliwa wynoszącej 43,0 MJ/kg (wg "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016" KOBIZE),

- przyjętej gęstości oleju wynoszącej 860 kg/m³.
Opłaty stałe zostały wyliczone na potrzeby niniejszego audytu przy:
- kosztach konserwacji wynoszących ok. 2000 zł/rok,
- kosztach dozoru technicznego wynoszących ok. 600-800 zł/dwa lata,
- przyjętych kosztach usług kominiarskich wynoszących ok. 200 zł/rok.

Tab. 5.9. Jednostkowe opłaty za ciepło wywarzane z oleju opałowego

Opłata zmienna brutto, O_z	zł/GJ	66,52
Stała opłata miesięczna brutto, O_{ml}	zł/(MW·m-c)	0,00
Stała opłata miesięczna brutto, O_{mll}	zł/m-c	212,50

Energia cieplna w budynku nie jest mierzona.

Zużycie oleju wyniosło:

- w 2012 r. – 56 700 l
- w 2013 r. – 58 402 l
- w 2014 r. – 45 500 l.

5.7.4. Charakterystyka energetyczna budynku - zestawienie

Charakterystykę energetyczną budynku dla stanu istniejącego przedstawiono w Tabeli 5.10.

Tab. 5.10. Charakterystyka energetyczna budynku dla stanu istniejącego

Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na ogrzewanie budynku, q_{0co}	kW	353,8
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną na przygotowanie c.w.u., q_{0cw}	kW	23,8
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu), Q_{0co}	GJ/rok	1820,6
Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu, $w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co}/\eta_0$	GJ/rok	1918,0
Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u., Q_{0cw}/η_w	GJ/rok	338,9
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m ² ·rok)	111,18
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m ² ·rok)	117,13
Zamówiona moc cieplna	MW	-
Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki roku standardowego	GJ/rok	-
Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u.	GJ/rok	-

6. Ocena stanu technicznego

6.1. Ocena stanu technicznego budynku

Ogólny stan techniczny elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Stolarka okienna jest w dobrym stanie technicznym.

Przegrody budynku, z wyjątkiem części przegród „nowej” części budynku i prawdopodobnie niektórych wymienionych okien, nie spełniają obecnie obowiązujących wymagań dotyczących oszczędności energii i izolacyjności cieplnej zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dn. 5 lipca 2013 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013 r. poz. 926).

Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród obowiązujące obecnie (od 1.01.2014 r. do 1.01.2017 r.) i obowiązujące od 1.01.2017 r. oraz współczynniki przenikania ciepła przegród budynku zestawiono w **Tabeli 6.1. i Tabeli 6.2.**

Tab. 6.1. Wymagane oraz rzeczywiste wartości współczynników przenikania ciepła ścian, dachów, stropów i stropodachów

Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła wg obowiązujących przepisów		Współczynniki przenikania ciepła przegród w analizowanym budynku
	obow. od 1.01.2014 r.	obow. od 1.01.2017 r.	
	$U_{C(max)}$	$U_{C(max)}$	U
	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)
Ściany zewnętrzne:			
a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,23	0,30; 1,16; 1,20; 1,40
b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45	0,45	-
c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,90	0,90	-
Ściany wewnętrzne:			
a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1,00	1,00	
b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań	
c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,30	0,30	
Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości:			
a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokość co najmniej 20 cm	1,00	1,00	
b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,70	0,70	
Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań	bez wymagań	-
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:			
a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,20	0,18	0,20; 0,77; 0,80; 0,90
b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30	-
c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70	0,70	-
Podłogi na gruncie:			
a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30	0,15; 0,58; 0,59
b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	1,20	1,20	-
c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,50	1,50	-
Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi:			
a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,25	-
b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30	-
c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,00	1,00	-
Stropy nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropy międzykondygnacyjne			
a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1,00	1,00	-
b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań	0,96

c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,25	0,25	-
---	------	------	---

t_i - temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 poz. 690).

Tab. 6.2 Wymagane oraz rzeczywiste wartości współczynników przenikania ciepła okien, drzwi balkonowych i drzwi zewnętrznych

Rodzaj okna, drzwi balkonowych i drzwi zewnętrznych i temperatura w pomieszczeniu	Maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła wg obowiązujących przepisów		Współczynniki przenikania ciepła przegród w analizowanym budynku
	obow. od 1.01.2014 r.	obow. od 1.01.2017 r.	
	$U_{(max)}$	$U_{(max)}$	U
	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)
Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:			
a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,3	1,1	1,7; 2,6; 5,1
b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	-
Okna połaciowe:			
a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,4
b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	-
Okna w ścianach wewnętrznych:			
a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,5	1,3	
b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań	
c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,5	1,3	-
Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	1,7	1,5	
Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych	bez wymagań	bez wymagań	

t_i - temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 poz. 690).

Należy docieplić przegrody oraz wymienić okna i drzwi tak, aby po dociepleniu/wymianie spełniały one wymagania Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dn. 5.07.2013 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Ze względu na fakt, że termomodernizacja obiektu zostanie zakończona nie wcześniej niż w 2017 r. przy analizie ocieplenia/docieplenia przegród i wymianie okien uwzględniono maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła przegród i stolarki, które będą obowiązywać od 1 stycznia 2017 r.

Docieplenie przegród w części „nowej” oraz wymiana nowych okien są nieopłacalne.

6.2. Ocena stanu technicznego systemu ogrzewania

Stan techniczny systemu ogrzewania zależy od części budynku i jest od dostatecznego do b. dobrego (część „nowa”).

System charakteryzuje się stosunkowo wysoką sprawnością wytwarzania.

System charakteryzuje się stosunkowo wysoką sprawnością regulacji wynikającą z centralnej automatycznej regulacji pogodowej oraz automatycznej regulacji dopływu ciepła do części grzejników (grzejniki w części „nowej”) za pomocą zaworów termostatycznych. W celu dalszej poprawy sprawności regulacji wskazana jest wymiana „zwykłych” zaworów grzejnikowych na zawory termostatyczne. Wymianę zaworów należy poprzedzić płukaniem chemicznym instalacji.

Pewne straty ciepła z powodu braków w izolacji cieplnej przewodów c.o. prowadzonych w pomieszczeniach piwnicy.

Specyfika użytkowania budynku umożliwia stosowanie obniżen temperatur ogrzewania dobowych (nocnych) oraz tygodniowych (week-endowych, świąteczne i na okres ferii). Obniżenia takie są stosowane i przynoszą znaczące oszczędności ciepła, a tym samym kosztów ciepła.

Wskazana jest regulacja stała instalacji za pomocą nastaw na zaworach grzejnikowych po przeprowadzeniu termomodernizacji budynku. Wykonanie regulacji stałej instalacji po termomodernizacji budynku nie przyniesie dodatkowych oszczędności kosztów ciepła, ale istnieje ryzyko, że w wypadku nie wyregulowania systemu ogrzewania zgodnie z nowymi, mniejszymi potrzebami cieplnymi budynku, nie zostaną osiągnięte założone oszczędności kosztów, gdyż budynek będzie przegrzewany. Regulację należy poprzedzić wykonaniem projektu regulacji.

6.3. Ocena stanu technicznego systemu przygotowania c.w.u.

Stan techniczny systemu przygotowania c.w.u. jest dobry.

System przygotowania c.w.u. charakteryzuje się stosunkowo wysoką sprawnością dzięki stosunkowo wysokiej sprawności wytwarzania i automatycznej regulacji temperatury ciepłej wody.

Ze względu na stosunkowo duże zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową obiektu w okresie letnim (kolonie), tańszym (praktycznie darmowym) nośnikiem energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej może być energia słoneczna. W związku z tym, że urządzenia do pozyskiwania energii słonecznej są źródłami energii odnawialnej objęte są one różnego rodzaju formami wspomagania finansowego przez fundusze ekologiczne. W wypadku otrzymania dotacji na montaż instalacji słonecznej inwestycja taka staje się bardzo opłacalna z ekonomicznego punktu widzenia.

Ze względu na nierównomierny rozkład promieniowania słonecznego zarówno w ciągu roku jak w ciągu doby oraz występowanie okresów całkowitego braku tej energii, konieczne jest stosowanie dodatkowego źródła ciepła wspomagającego (np. konwencjonalnego) oraz akumulatorów ciepła/ciepłej wody. W tym wypadku źródłem wspomagającym może być istniejąca kotłownia olejowa, a zasobnikiem c.w.u. istniejący podgrzewacz wody.

7. Wykaz ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wskazanych do oceny efektywności i dokonania wyboru

W wyniku przeprowadzonej analizy możliwych do wykonania i racjonalnych dla tego budynku ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych do optymalizacji zostały wybrane następujące ulepszenia:

- A** – ocieplenie ścian zewnętrznych części budynku wybudowanych do 1986 r. (część „stara” i główna oraz sala gimnastyczna z łącznikiem),
- B** – docieplenie stropów poddaszy nieogrzewanych części „starej” i łącznika,
- C** - docieplenie stropodachów części głównej i dachu sali gimnastycznej,
- D** – wymiana starych okien w części „starej”,
- E** – montaż instalacji słonecznej do przygotowania c.w.u.,
- F** – modernizacja systemu ogrzewania.

8. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

8.1. Ocena opłacalności i wybór ulepszeń termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane i zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

8.1.1. Ocena opłacalności i wybór ulepszeń termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Optymalne ulepszenia prowadzące do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy są to takie ulepszenia, dla których prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną. Jednocześnie wartość optymalnego współczynnika przenikania ciepła przegrody po termomodernizacji nie może być większa niż wartość maksymalna zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dn. 5.07.2013 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013 r. poz. 926) obowiązująca od 1.01.2017 r.

Ocenę opłacalności i wybór ulepszeń termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy przedstawiono w **Tabeli 8.1.**, **Tabeli 8.2.** i **Tabeli 8.3.**

Tab. 8.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu ulepszenia termomodernizacyjnego polegającego na ociepleniu ścian zewnętrznych części budynku wybudowanych do 1986 r.

Rodzaj ulepszenia		A – ocieplenie ścian zewnętrznych					
Powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła (na podstawie audytu energetycznego budynku oprac. w 2004 r.), A			m ²		2 322,8		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia (na podstawie audytu energetycznego budynku oprac. w 2004 r.), A _k			m ²		2 710		
<p>Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych części budynku wybudowanych do 1986 r. (część „stara” i główna oraz sala gimnastyczna z łącznikiem) od zewnątrz warstwą izolacji ze styropianu rodzaju EPS 70 040 FASADA (współczynnik przewodzenia ciepła λ = 0,040 W/(m·K)) w systemie ETICS.</p> <p>Rozpatrywano cztery warianty tego ulepszenia różniące się grubością izolacji:</p> <p>Wariant A1 – grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie dotyczące maksymalnej wielkości współczynnika przenikania ciepła U, tj. U≤0,23 W/(m²·K);</p> <p>Wariant A2 - grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w Wariacie A1,</p> <p>Wariant A3 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariacie A2,</p> <p>Wariant A4 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariacie A3.</p> <p>Podstawą przyjętych nakładów jednostkowych była analiza własna. Nakłady te obejmują nakłady na prace dodatkowe takie jak: ustawienie rusztowań, odbicie i uzupełnienie starych tynków w złym stanie technicznym, ocieplenie cokołu, ocieplenie ościeży, wymiana parapetów zewn. i innych obróbek blacharskich, przełożenie/wymiana rur spustowych oraz tynkowanie i malowanie.</p>							
	Jednostka	Stan istniejący	Wariant				
			A1	A2	A3	A4	
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g ₁	M		0,15	0,16	0,18	0,20	
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR ₁	m ² ·K/W		3,75	4,00	4,50	5,00	
Opór cieplny przegrody R ₀ , R ₁ =R ₀ +ΔR ₁	m ² ·K/W	0,71	4,46	4,71	5,21	5,71	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U=1/R	W/(m ² ·K)	1,40	0,22	0,21	0,19	0,18	
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie: Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 · 10 ⁻⁵ · S _d · U	GJ/rok	1081,5	172,8	163,6	147,9	135,0	
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie: q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ · A · (t _{wo} – t _{zo}) · U	MW	0,1173	0,0187	0,0177	0,0160	0,0146	
Roczna oszczędność kosztów ciepła: ΔO _{ru} = (Q _{0u} - Q _{1u}) · O _z + 12(q _{0u} - q _{1u}) · O _{ml}	zł/rok		60 450	61 060	62 103	62 965	
Nakłady jednostkowe na ulepszenie bez VAT	zł/m ²		230	233	239	245	
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT (23%)	zł/m ²		282,9	286,6	294,0	301,4	
Planowane nakłady na ulepszenie z VAT (23%) N _u	zł		766 659	776 686	796 740	816 794	
SPBT = N _u /ΔO _{ru}	lata		12,68	12,72	12,83	12,97	
Wybrany wariant	A1	Nakłady	766 659	zł	SPBT	12,7	lata

Tab. 8.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu ulepszenia termomodernizacyjnego polegającego na dociepleniu stropów poddaszy nieogrzewanych części „starej” i łącznika

Rodzaj ulepszenia		B - docieplenie stropów poddaszy nieogrzewanych					
Powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła (na podstawie audytu energetycznego budynku oprac. w 2004 r.), A			m ²	589,2			
Powierzchnia przegrody do docieplenia (na podstawie audytu energetycznego budynku oprac. w 2004 r.), A _k			m ²	715			
<p>Przewiduje się docieplenie wszystkich stropów poddaszy nieogrzewanych części „starej” budynku i łącznika warstwą izolacji z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,045 W/(m·K) metodą układania na sucho dodatkowej izolacji na wierzchu stropów.</p> <p>Rozpatrywano cztery warianty tego ulepszenia różniące się grubością izolacji:</p> <p>Wariant B1 – grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie dotyczące maksymalnej wielkości współczynnika przenikania ciepła U, tj. U≤0,18 W/(m²·K),</p> <p>Wariant B2 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariacie B1,</p> <p>Wariant B3 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariacie B2,</p> <p>Wariant B4 - grubość warstwy izolacji o 1 cm większa niż w Wariacie B3.</p> <p>Podstawą przyjętych nakładów jednostkowych była analiza własna. Nakłady te obejmują nakłady na prace dodatkowe takie jak: wykonanie ślepej podłogi, izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne z folii PE i przełożenie/wykonanie nowej podłogi z desek.</p>							
	Jednostka	Stan istniejący	Wariant				
			B1	B2	B3	B4	
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g ₁	m		0,20	0,22	0,24	0,25	
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR ₁	m ² ·K/W		4,44	4,89	5,33	5,56	
Opór cieplny przegrody R ₀ , R ₁ =R ₀ +ΔR ₁	m ² ·K/W	1,116	5,56	6,00	6,45	6,67	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody U=1/R	W/(m ² ·K)	0,90	0,18	0,17	0,16	0,15	
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie: Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 · 10 ⁻⁵ · b _{tr} · S _d · U	GJ/rok	157,7	31,7	29,3	27,3	26,4	
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie: q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ · A · b _{tr} · (t _{wo} – t _{zo}) · U	MW	0,0171	0,0034	0,0032	0,0030	0,0029	
Roczna oszczędność kosztów ciepła: ΔO _{ru} = (Q _{0u} - Q _{1u}) · O _z + 12(q _{0u} - q _{1u}) · O _{ml}	zł/rok		8 387	8 543	8 677	8 738	
Nakłady jednostkowe na ulepszenie bez VAT	zł/m ²		262	270	278	282	
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT (23%)	zł/m ²		322,3	332,1	341,9	346,9	
Planowane nakłady na ulepszenie z VAT (23%) N _u	zł		230 445	237 452	244 459	248 034	
SPBT = N _u /ΔO _{ru}	lata		27,5	27,8	28,2	28,4	
Wybrany wariant	B1	Nakłady	230 445	zł	SPBT	27,5	lata

Tab. 8.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu ulepszenia termomodernizacyjnego polegającego na dociepleniu stropodachu części nowej i dachu sali gimnastycznej

Rodzaj ulepszenia		C - docieplenie stropodachów i dachów					
Powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła (na podstawie audytu energetycznego budynku oprac. w 2004 r.), A			m^2	923,2			
Powierzchnia przegrody do docieplenia (na podstawie audytu energetycznego budynku oprac. w 2004 r.), A_k			m^2	975			
Przewiduje się docieplenie stropodachu części głównej i dachu sali gimnastycznej warstwą izolacji ze styropianu EPS 100 038 o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ metodą układania izolacji na wierzchu dachów z wykonaniem nowego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej.							
Rozpatrywano cztery warianty tego ulepszenia różniące się grubością izolacji:							
Wariant C1 – grubość warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie dotyczące maksymalnej wielkości współczynnika przenikania ciepła U , tj. $U \leq 0,18 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$,							
Wariant C2 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariacie C1,							
Wariant C3 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariacie C2,							
Wariant C4 - grubość warstwy izolacji o 2 cm większa niż w Wariacie C3.							
Podstawą przyjętych nakładów jednostkowych była analiza własna. Nakłady jednostkowe obejmują koszty prac dodatkowych takich jak: wymianę rynien, obróbek blacharskich i instalacji odgromowej, nie obejmują prac dodatkowych takich jak wywóz gruzu, czy naprawa/wymiana/usunięcie istniejącego pokrycia dachowego w złym stanie technicznym, czy naprawa okapników i gzymsów.							
	Jednostka	Stan istniejący	Wariant				
			C1	C2	C3	C4	
Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g_l	m		0,16	0,18	0,20	0,22	
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR_l	$m^2\cdot K/W$		4,21	4,74	5,26	5,79	
Opór cieplny przegrody R_0 , $R_l=R_0+\Delta R_l$	$m^2\cdot K/W$	1,244	5,45	5,98	6,51	7,03	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody $U=1/R$	$W/(m^2\cdot K)$	0,80	0,18	0,17	0,15	0,14	
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie: Q_{0u} , $Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot b_{tr} \cdot S_d \cdot U$	GJ/rok	246,4	56,2	51,2	47,1	43,6	
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie: q_{0u} , $q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot b_{tr} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0267	0,006	0,006	0,005	0,005	
Roczna oszczędność kosztów ciepła: $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_{ml}$	zł/rok		12 651	12 980	13 256	13 490	
Nakłady jednostkowe na ulepszenie bez VAT	zł/m ²		116	120	123	127	
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT (23%)	zł/m ²		142,7	147,6	151,3	156,2	
Planowane nakłady na ulepszenie z VAT (23%) N_u	zł		139 133	143 910	147 518	152 295	
SPBT = $N_u/\Delta O_{ru}$	lata		11,00	11,09	11,13	11,29	
Wybrany wariant	C1	Nakłady	139 133	zł	SPBT	11,0	lata

8.1.2. Ocena opłacalności i wyznaczenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, polegający na wymianie okien lub drzwi oraz na poprawie systemu wentylacji jest to taki wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień technicznych.

Ocenę opłacalności i wyznaczenie optymalnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych polegających na wymianie okien lub drzwi oraz na poprawie systemu wentylacji przedstawiono w **Tabeli 8.4.**

Tab. 8.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na wymianie stolarki okiennej

Rodzaj ulepszenia		D – wymiana stolarki okiennej					
Powierzchnia przegrody (na podstawie audytu energetycznego budynku oprac. w 2004 r.) A _{Ok}			m ²	34,5			
Strumień powietrza wentylacyjnego V _{nom}			m ³ /h	200			
Przewiduje się wymianę starej stolarki okiennej w „starej” części na szczelne okna o wysokich walorach izolacyjności termicznej, zapewniające dostateczną wentylację pomieszczeń (okna jednoramowe ze skrzydłami rozwieralno-uchylnymi).							
Rozpatrywano trzy warianty tego przedsięwzięcia różniące się współczynnikiem przenikania ciepła nowych okien:							
Wariant D1 – okna o współczynniku przenikania ciepła spełniającym wymaganie dotyczące maksymalnej wielkości współczynnika przenikania ciepła U, tj. U≤1,1 W/(m ² ·K),							
Wariant D2 – okna o współczynniku przenikania ciepła wynoszącym 1,0 W/(m ² ·K),							
Wariant D3 – okna o współczynniku przenikania ciepła wynoszącym 0,9 W/(m ² ·K).							
Podstawą przyjętych cen jednostkowych była analiza własna.							
	Jednostka	Stan istniejący	Wariant				
			D1	D2	D3		
Współczynnik przenikania ciepła okien U	W/(m ² ·K)	5,1	1,1	1,0	0,9		
Współczynnik korekcyjny dla wentylacji c _r	-	1,0	1,0	1,0	1,0		
Współczynnik korekcyjny dla wentylacji c _m	-	1,0	1,0	1,0	1,0		
Współczynnik korekcyjny dla wentylacji c _w	-	1,0	1,0	1,0	1,0		
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie: Q _{0Ok} , Q _{1Ok} = 8,64 · 10 ⁻⁵ · S _d · A _{Ok} · U	GJ/rok	58,4	12,6	11,5	10,3		
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na wentylację: Q _{0W} , Q _{1W} = 2,94 · 10 ⁻⁵ · c _r · c _w · V _{nom} · S _d	GJ/rok	22,6	22,6	22,6	22,6		
Łącznie zapotrzebowanie na ciepło: Q ₀ , Q ₁ = Q _{0Ok} , Q _{1Ok} + Q _{0W} , Q _{1W}	GJ/rok	81,0	35,2	34,0	32,9		
Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie: q _{0Ok} , q _{1Ok} = 10 ⁻⁶ · A _{Ok} · (t _{wo} – t _{zo}) · U	MW	0,006	0,001	0,001	0,001		
Zapotrzebowanie na moc cieplną na wentylację: q _{0W} , q _{1W} = 3,4 · 10 ⁻⁷ · c _m · V _{nom} · (t _{wo} – t _{zo})	MW	0,002	0,002	0,002	0,002		
Łącznie zapotrzebowanie na moc cieplną: q ₀ , q ₁ = q _{0Ok} , q _{1Ok} + q _{0W} , q _{1W}	MW	0,009	0,004	0,004	0,004		
Roczna oszczędność kosztów ciepła: ΔO _{rOk} + ΔO _{rW} = (Q ₀ - Q ₁) · O _z + 12(q ₀ - q ₁) · O _{ml}	zł/rok		3 048	3 124	3 200		
Nakłady jednostkowe na ulepszenie bez VAT	zł/m ²		900	1 000	1 200		
Nakłady jednostkowe na ulepszenie z VAT	zł/m ²		900,0	1000,0	1200,0		
Planowane nakłady na wymianę okien z VAT (23%), N _{Ok}	zł		31 050	34 500	41 400		
Planowane nakłady na modernizację wentylacji z VAT (23%), N _W	zł		0	0	0		
Łączne planowane nakłady na przedsięwzięcie z VAT (23%), N _{Ok} + N _W	zł		31 050	34 500	41 400		
SPBT = (N _{Ok} + N _W)/(ΔO _{rOk} + ΔO _{rW})	lata		10,2	11,0	12,9		
Wybrany wariant	D1	Nakłady	31 050	zł	SPBT	10,2	lata

8.1.3. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Ocenę opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej przedstawiono w **Tabeli 8.5**.

Tab. 8.5. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Rodzaj przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		E - montaż instalacji słonecznej					
Przewiduje się jedno przedsięwzięcie termomodernizacyjne składające się z następujących ulepszeń poprawiających sprawność systemu przygotowania c.w.u. oraz dostosowujące system do aktualnych wymagań technicznych: Wariant E1 – montaż instalacji słonecznej z kolektorami słonecznymi o powierzchni 10 m ² . Podstawą przyjętych nakładów była analiza własna							
		Jednostka		Wariant E1			
zapotrzebowanie na ciepło z uwzględn. sprawności		GJ/rok		322,5			
zapotrzebowanie na moc cieplną		MW		0,0238			
roczna oszczędność kosztów ciepła, ΔO _{rcw}		zł/rok		1 091			
planowane nakłady (z VAT) na przedsięwzięcie, N _{cw}		zł		30 000			
SPBT = N _{cw} /ΔO _{rcw}		lata		27,50			
Wybrany wariant	E1	Nakłady	30 000	zł	SPBT	27,5	lata

8.2. Zestawienie wybranych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej SPBT

Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT, przedstawiono w **Tabeli 8.6**.

Tab. 8.6. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT

Symbol ulepszenia albo przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane nakłady z VAT	SPBT
		zł	lata
D1	wymiana okien	31 050	10,2
C1	docieplenie stropodachów i dachów	139 133	11,0
A1	ocieplenie ścian zewn.	766 659	12,7
B1	docieplenie stropów poddaszy	230 445	27,48
E1	montaż instalacji słonecznej	30 000	27,50

8.4. Wyznaczenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnych poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu ogrzewania jest to wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień technicznych.

Przewiduje się:

- poprawienie przesyłu ciepła,
- poprawienie sprawności regulacji i wykorzystania ciepła,
- regulację wstępną (stałą) instalacji,
- opomiarowanie zużycia ciepła.

Rozpatrywano jeden wariant tego przedsięwzięcia polegający na:

Wariant F1

- wymianie grzejników z rur stalowych ożebrowanych w części głównej na wysokosprawne grzejniki stalowe płytowe z elementami konwektorowymi,
- wymianie istniejących zwykłych (ręcznych) zaworów grzejnikowych na zawory termostatyczne, zawory termostatyczne z nastawą wstępną o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 1K, montaż zaworów poprzedzony płukaniem chemicznym instalacji,
- wykonaniu regulacji wstępnej instalacji c.o. za pomocą nastaw wstępnych na zaworach grzejnikowych,
- uzupełnieniu izolacji cieplnej poziomów, grubość izolacji zgodna z obecnie obowiązującymi przepisami,
- montażu w kotłowni ciepłomierza mierzącego ilość zużywanego ciepła.

Sprawności składowe przed i po modernizacji systemu ogrzewania przedstawiono w **Tabeli 8.7**.

Tab. 8.7. Usprawnienia systemu ogrzewania

Rodzaje wariantów modernizacyjnych	Sprawność przed modernizacją	Sprawność po modernizacji
wytwarzanie ciepła – bez zmian	$\eta_{g0} = 0,94$	$\eta_{g1} = 0,94$
przesył ciepła - uzupełnienie izolacji cieplnej przewodów poziomych c.o.	$\eta_{d0} = 0,96$	$\eta_{d1} = 0,96$
regulacja i wykorzystanie ciepła - wymiana grzejników z rur stalowych ożebrowanych na wysokosprawne grzejniki stalowe płytowe z elementami konwektorowymi, - wymiana zaworów grzejnikowych na zawory termostatyczne z nastawą wstępną o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 1K, - regulacja wstępna instalacji	$\eta_{e0} = 0,79$	$\eta_{e1} = 0,89$
akumulacja ciepła – bez zmian	$\eta_{s0} = 1,00$	$\eta_{s1} = 1,00$
przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia – bez zmian	$w_{t0} = 0,85$	$w_{t1} = 0,85$
przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby – bez zmian	$w_{d0} = 0,88$	$w_{d1} = 0,88$
Sprawność całkowita systemu ogrzewania $\eta_{0,1} = \eta_{g0,1} \cdot \eta_{d0,1} \cdot \eta_{e0,1} \cdot \eta_{s0,1}$	$\eta_0 = 0,71$	$\eta_1 = 0,80$

Nakłady na realizację przedsięwzięć modernizacyjnych oszacowano na poziomie aktualnych cen. Nakłady te obejmują roboty montażowe, dostawy urządzeń i materiałów oraz dokumentację techniczną, nadzór inwestycyjny, prace regulacyjne i rozruchowe.

Nakłady na modernizację systemu ogrzewania przedstawiono w **Tabeli 8.8.**

Tab. 8.8. Nakłady na modernizację systemu ogrzewania

Rodzaj modernizacji	Jednostka	Ilość jednostek	Cena jedn. bez VAT	Cena jedn. z VAT	Nakłady z VAT
			zł/jedn.	zł/jedn.	zł
wymiana grzejników	szt.	59	1 000	1 230,00	72 570
uzupełnienie izolacji cieplnej przewodów poziomych	kpl.	1	5 000	6 150,00	6 150
płukanie chem. instalacji c.o.	kpl.	1	10 000	12 300,00	12 300
demontaż zwykłych zaworów grzejnikowych i montaż grzejnikowych zaworów termostatycznych (głowice termostatyczne w wykonaniu z zabezpieczeniem przed kradzieżą, dewastacją i manipulacją)	pkt.	159	131	161,13	25 620
regulacja instalacji	pkt.	159	10	12,30	1 956
Razem					118 596

Jednostkowe koszty wytwarzania ciepła w kotłowni po modernizacji systemu ogrzewania nie zmieniają się.

Ocenę opłacalności i wyznaczenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu ogrzewania przedstawiono w **Tabeli 8.9.**

Tab. 8.9. Opłacalność przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu ogrzewania

	Jednostka	Wariant F1
roczna oszczędność kosztów ciepła: $\Delta O_{\text{rco}} = (w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0\text{co}}/\eta_0 - w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{0\text{co}}/\eta_1) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0\text{co}} - q_{1\text{co}}) \cdot O_{\text{ml}}$	zł/rok	14 354
planowane nakłady (z VAT) na przedsięwzięcie, N_{co}	zł	118 596
$\text{SPBT} = N_{\text{co}}/\Delta O_{\text{rco}}$	lata	8,3

8.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

8.4.1. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W celu wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się zestawu ulepszeń termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej i uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewania, obliczono kolejno:

- planowane nakłady całkowite na przedsięwzięcie termomodernizacyjne N , w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku, gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii;
- kwotę rocznych oszczędności kosztów energii cieplnej ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia zgodnie ze wzorem:

$$\Delta O_r = O_{0r} - O_{1r} = Q_0 \cdot O_{0z} - Q_1 \cdot O_{1z} + 12 \cdot (q_0 \cdot O_{0\text{ml}} - q_1 \cdot O_{1\text{ml}}) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

O_{0r}, O_{1r} – roczne koszty energii cieplnej przed i po termomodernizacji, zł/rok;
 Q_0, Q_1 – całkowite zapotrzebowanie budynku na ciepło przed i po termomodernizacji, GJ/rok,

przy czym: $Q_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0\text{co}}/\eta_0 + Q_{0\text{cw}}/\eta_{0w}$
 $Q_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1\text{co}}/\eta_1 + Q_{1\text{cw}}/\eta_{1w}$

gdzie:

w_{t0}, w_{t1} – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przed i po termomodernizacji,

w_{d0}, w_{d1} – współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby przed i po termomodernizacji,

$Q_{0\text{co}}, Q_{1\text{co}}$ – sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu) wyznaczone zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376), GJ/rok,

η_0, η_1 – całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po termomodernizacji wyznaczona zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376),

$Q_{0\text{cw}}, Q_{1\text{cw}}$ – zapotrzebowanie budynku na ciepło do przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji bez uwzględniania sprawności systemu przygotowania c.w.u. wyznaczone zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376), GJ/rok;

η_{0w}, η_{1w} – całkowita sprawność systemu przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji wyznaczona zgodnie z Rozporządzeniem Ministra

- Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376),
- q_0, q_1 – całkowite zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, MW,
przy czym: $q_0 = q_{0co} + q_{0cw}$
 $q_1 = q_{1co} + q_{1cw}$
- gdzie:
- q_{0co}, q_{1co} – obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na moc cieplną na ogrzewanie przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego obliczone zgodnie z normą PN-EN 12831:2006, MW,
- q_{0cw}, q_{1cw} – zapotrzebowanie budynku na moc cieplną na przygotowanie c.w.u. przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego obliczone zgodnie z normą PN-B-01706:1992, MW;
- O_{0ml}, O_{1ml} – opłata stała brutto za 1 MW mocy cieplnej przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zł/(MW·miesiąc); w tym wypadku $O_{0ml} = O_{1ml} = O_{ml}$
- O_{0z}, O_{1z} – opłata zmienna brutto za 1 GJ ciepła przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zł/GJ; w tym wypadku $O_{0z} = O_{1z} = O_z$;

- c) zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej;

Wariantem optymalnym jest pierwszy z wariantów spełniający wszystkie warunki Ustawy z dn. 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223 poz. 1459 z późn. zmianami), tj.:

1. jest to przedsięwzięcie, w wyniku którego następuje zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię (art. 3 pkt 1)):
 - a) w budynkach, w których modernizuje się jedynie system ogrzewania - co najmniej o 10%,
 - b) w budynkach, w których po 1984 r. przeprowadzono modernizację systemu ogrzewania - co najmniej o 15%,
 - c) w pozostałych budynkach - co najmniej o 25%.

8.4.2. Określenie wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ze wskazanych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych utworzono warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Warianty te wraz z planowanymi nakładami przedstawiono w **Tabeli 8.10**.

Tab. 8.10. Określenie zakresu i nakładów na poszczególne warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Symbol ulepszenia albo przedsięwz. termomoder.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomoder. albo wariantu przedsięwzięcia termomoder.	Zakres i planowane nakłady brutto					
		Wariant					
		1	2	3	4	5	6
		zł	zł	zł	zł	zł	zł
F1	modernizacja systemu ogrzewania	118 596	118 596	118 596	118 596	118 596	118 596
D1	wymiana okien	31 050	31 050	31 050	31 050	31 050	
C1	docieplenie stropodachów i dachów	139 133	139 133	139 133	139 133		

A1	ocieplenie ścian zewn.	766 659	766 659	766 659			
B1	docieplenie stropów poddaszy	230 445	230 445				
E1	montaż instalacji słonecznej	30 000					
	Razem	1 315 883	1 285 883	1 055 438	288 779	149 646	118 596

8.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Bilans ciepła oraz koszty energii cieplnej dla stanu istniejącego i poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przedstawiono w **Tabeli 8.11.**

Dokumentację wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przedstawiono w **Tabeli 8.12.**

Tab. 8.11. Bilans ciepła oraz koszty energii cieplnej dla stanu istniejącego i poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	Ulepszenia i przedsięwzięcia termomoder.	$\frac{Q_{0co}}{Q_{1co}}$	$\frac{w_{t0}}{w_{t1}}$	$\frac{w_{d0}}{w_{d1}}$	$\frac{\eta_{g0}}{\eta_{g1}}$	$\frac{\eta_{d0}}{\eta_{d1}}$	$\frac{\eta_{e0}}{\eta_{e1}}$	$\frac{\eta_{s0}}{\eta_{s1}}$	$\frac{\eta_0}{\eta_1}$	$\frac{w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co}/\eta_0}{w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co}/\eta_1}$	$\frac{Q_{0cw}}{Q_{1cw}}$	$\frac{\eta_{0w}}{\eta_{1w}}$	$\frac{Q_{0cw}/\eta_{0w}}{Q_{1cw}/\eta_{1w}}$	$\frac{q_{0co}}{q_{1co}}$	$\frac{q_{0cw}}{q_{1cw}}$	$\frac{Q_0}{Q_1}$	$\frac{q_0}{q_1}$	$\frac{O_{0r}}{O_{1r}}$
	GJ/rok	GJ/roko	-	-	-	-	-	-	-	GJ/rok	GJ/rok	-	GJ/rok	MW	MW	GJ/rok	MW	zł/rok
stan istn.		1 820,6	0,85	0,88	0,94	0,96	0,79	1,00	0,71	1 918,0	149,1	0,44	338,9	0,3538	0,0238	2 256,9	0,3776	152 679
1	F1 D1 C1 A1 B1 E1	828,4	0,85	0,88	0,94	0,96	0,89	1,00	0,80	775,0	149,1	0,44	322,4	0,2344	0,0238	1 097,4	0,2582	75 549
2	F1 D1 C1 A1 B1	828,4	0,85	0,88	0,94	0,96	0,89	1,00	0,80	775,0	149,1	0,44	338,9	0,2344	0,0238	1 113,9	0,2582	76 647
3	F1 D1 C1 A1	932,6	0,85	0,88	0,94	0,96	0,89	1,00	0,80	872,0	149,1	0,44	338,9	0,2473	0,0238	1 210,9	0,2711	83 099
4	F1 D1 C1	1 626,3	0,85	0,88	0,94	0,96	0,89	1,00	0,80	1 521,0	149,1	0,44	338,9	0,3308	0,0238	1 859,9	0,3546	126 271
5	F1 D1	1 791,1	0,85	0,88	0,94	0,96	0,89	1,00	0,80	1 675,0	149,1	0,44	338,9	0,3503	0,0238	2 013,9	0,3741	136 515
6	F1	1 820,6	0,85	0,88	0,94	0,96	0,89	1,00	0,80	1 702,0	149,1	0,44	338,9	0,3538	0,0238	2 040,9	0,3776	138 311

Tab. 8.12. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	Opis przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane nakłady całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Prosty okres zwrotu nakładów
		N	ΔO_r	$(Q_0 - Q_1)/Q_0 \cdot 100\%$	SPBT = $N/\Delta O_r$
		zł	zł/rok	%	lata
1	F1 D1 C1 A1 B1 E1	1 315 883	77 130	51,4	17,1
2	F1 D1 C1 A1 B1	1 285 883	76 032	50,6	16,9
3	F1 D1 C1 A1	1 055 438	69 580	46,3	15,2
4	F1 D1 C1	288 779	26 408	17,6	10,9
5	F1 D1	149 646	16 164	10,8	9,3
6	F1	118 596	14 368	9,6	8,3

Optymalnym wariantem spełniającym wymogi Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów jest **Wariant 1.**

8.4.4. Charakterystyka energetyczna budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Charakterystykę energetyczną budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przedstawiono w **Tabeli 8.12.**

Tab. 8.12. Charakterystyka energetyczna budynku dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą na ogrzewanie budynku, q_{lco}	kW	234,4
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą na przygotowanie c.w.u., q_{lcw}	kW	23,8
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu), Q_{lco}	GJ/rok	828,4
Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu, $w_{tl} \cdot w_{dl} \cdot Q_{lco} / \eta_l$	GJ/rok	775,0
Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u., Q_{lcw} / η_{lw}	GJ/rok	322,4
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględniania sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m ² ·rok)	50,59
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu	kWh/(m ² ·rok)	47,33

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przedstawiono w **Załączniku 4.**

9. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

Prace termomodernizacyjne należy rozpocząć od prac dotyczących struktury budowlanej. W krótkim czasie po ich wykonaniu lub równolegle z nimi należy wykonać modernizację systemu ogrzewania, tak aby uwzględniła ona zmniejszone zapotrzebowanie budynku na ciepło po termomodernizacji. Przedsięwzięcie termomodernizacyjne dotyczące struktury budowlanej należy rozpocząć od wykonania projektu technicznego dociepleń oraz remontów i najlepiej jest je wykonywać jednocześnie z remontem elewacji zewn. np. w ramach remontu kapitalnego.

Ocieplenie ścian zewn. należy wykonać w systemie ETICS, polegającym na przymocowaniu kołkami do ścian od zewnątrz **warstwy styropianu rodzaju EPS 70 040 FASADA o grubości 15 cm**, na której należy wykonać warstwę fakturową na siatce. Przewiduje się docieplenie wszystkich ścian zewnętrznych części budynku wybudowanych do 1986 r. („stara” część, część główna, łącznik i sala gimnastyczna) łącznie z ościeżami i cokołem. Na ścianach parteru i cokołu wykonać podwójną siatkę. Na cokole wykonać oblicówkę z płytek klinkierowych.

Powierzchnia ścian do ocieplenia wynosi **2 710 m²** (bez powierzchni ościeży i cokołu).

Docieplenie stropów poddaszy nieogrzewanych polega na ułożeniu „na sucho” warstwy izolacji z **wełny mineralnej o grubości 20 cm** (o współczynniku przewodzenia ciepła λ wynoszącym maks. 0,045 W/(m·K)) na wierzchu izolacji istniejącej. Docieplenie dotyczy stropów w części „starej” i w łączniku. Izolację należy ułożyć pod istniejącą podłogą z desek, co wymaga rozebrania tej podłogi, podwyższenia legarów, częściowego usunięcia istniejącej polepy i ponownego ułożenia podłogi.

Powierzchnia stropów poddaszy do ocieplenia wynosi **715 m²**

Docieplenie stropodachu części głównej i dachu sali gimnastycznej polega na ułożeniu warstw **styropianu EPS 100 038 o grubości 16 cm** na wierzchu dachów i wykonaniu nowych pokryć dachowych z papy termozgrzewalnej.

Powierzchnia stropodachu do ocieplenia wynosi 975 m².

Przedsięwzięcie termomodernizacyjne dotyczące okien polega na wymianie „starej” stolarki okiennej na szczelne okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, zapewniające dostateczną wentylację pomieszczeń (okna jednoramowe, oszklone szybą zespoloną, ze skrzydłami rozwieralno-uchylnymi). Przewiduje się wymianę „starych” okien w części „starej” budynku z wyjątkiem okien mieszkania służbowego i dwóch okien od strony północnej z ozdobnymi szprosami (zaproponowano zachowanie tych okien ze względu na ich wysokie walory architektoniczne, okna te należy wyremontować, uszczelnić i ew. wymienić okna wewnętrzne na nowe szczelne okna pozostawiając okna zewnętrzne).

Nowe okna powinny mieć konstrukcję umożliwiającą otwieranie co najmniej 50% powierzchni wymaganej dla tego pomieszczenia. Skrzydła okien, świetliki oraz nawietrzaki okienne wykorzystywane do przewietrzania pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, powinny być zaopatrzone w urządzenia pozwalające na ich łatwe otwieranie i regulowanie wielkości otwarcia z poziomu podłogi lub pomostu.

Do wymiany jest **34,5 m² okien**.

Przedsięwzięcie termomodernizacyjne dotyczące systemu przygotowania c.w.u. polega na montażu instalacji słonecznej.

Instalacja słoneczna ma być instalacją całoroczną z kolektorami o powierzchni 10 m² netto zamontowanymi na konstrukcjach wsporczych na stropodachach części głównej budynku, skierowanymi na południe i nachylonymi pod kątem 45° do poziomu. Kolektory należy rozmieścić w sposób uniemożliwiający wzajemne przesłanianie się. Dla proponowanej instalacji zaleca się przyjęcie takiego ustawienia kolektorów, jakie wynika z kąta wzniesienia Słońca w południe astronomiczne w dniu 21 grudnia.

Instalacja słoneczna wyposażona będzie w urządzenia do automatycznej regulacji, urządzenia zabezpieczające, pomiarowe (ciepłomierze i wodomierze c.w.u.), pompy i armaturę, i będzie włączona do istniejącego ogrzewacza wody i istniejącej kotłowni.

Przedsięwzięcie termomodernizacyjne dotyczące systemu ogrzewania polega na:

- wymianie grzejników z rur stalowych ożebrowanych w części głównej na wysokosprawne grzejniki stalowe płytowe z elementami konwektorowymi,
- wymianie istniejących zwykłych (ręcznych) zaworów grzejnikowych na zawory termostatyczne, zawory termostatyczne z nastawą wstępną o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 1K, montaż zaworów poprzedzić płukaniem chemicznym instalacji,
- montaż układów regulacji czasowej na obiegach grzewczych na rozdzielaczach w kotłowni,
- uzupełnieniu izolacji cieplnej poziomów, grubość izolacji powinna być zgodna z obecnie obowiązującymi przepisami,
- montażu w kotłowni ciepłomierza mierzącego ilość zużywanego ciepła.

Po wykonaniu wszystkich prac termomodernizacyjnych należy ponownie wykonać regulację hydrauliczną (stałą, wstępną) instalacji c.o. dostosowującą system do zmniejszonych potrzeb cieplnych budynku. Regulację wykonuje się poprzez ustawienie nastaw wstępnych we wszystkich zaworach grzejnikowych i sekcyjnych. Wykonanie regulacji stałej instalacji po termomodernizacji budynku nie przyniesie dodatkowych oszczędności kosztów ciepła, ale istnieje ryzyko, że w wypadku nie wyregulowania systemu ogrzewczego zgodnie z nowymi, mniejszymi potrzebami

ciepłymi budynku, nie zostaną osiągnięte założone oszczędności kosztów, gdyż budynek będzie przegrzewany.

10. Wnioski

1. Wariant optymalny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, który spełnia wymogi Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów, to wariant polegający na:
 - ociepleniu ścian zewn. warstwą izolacji ze styropianu;
 - dociepleniu stropów poddaszy nieogrzewanych warstwą izolacji z wełny mineralnej;
 - dociepleniu stropodachów i dachów warstwą izolacji ze styropianu;
 - wymianie starych okien;
 - montażu instalacji słonecznej na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej;
 - modernizacji systemu ogrzewania.
2. Charakterystyka finansowa przedsięwzięcia:

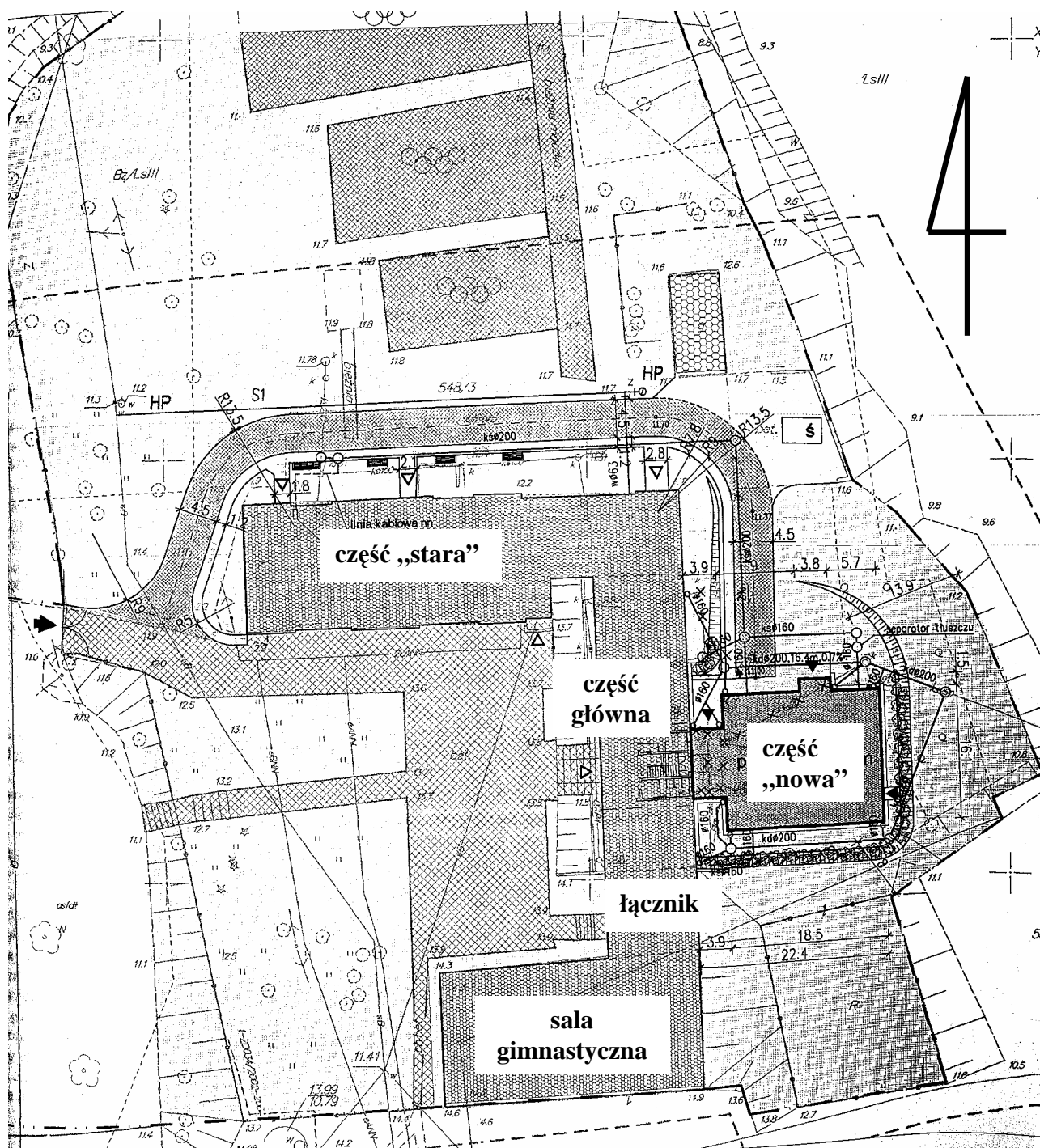
- kalkulowane nakłady na przedsięwzięcie	1 315 883 zł
- roczna oszczędność kosztów ciepła	77 130 zł/rok
- prosty czas zwrotu nakładów SPBT	17,1 lat
3. Realizacja przedsięwzięcia termomodernizacyjnego powinna przyczynić się do oszczędności w zużyciu ciepła o 51,4%.
4. Dalsze działania inwestora obejmują:
 - złożenie wniosku o dofinansowanie;
 - zawarcie umów z wykonawcami projektów i robót;
 - realizację robót i odbiór techniczny;
 - ocenę rezultatów przedsięwzięcia (np. po pierwszym sezonie grzewczym).
5. Właściciel budynku powinien przeszkolić użytkowników odnośnie co do racjonalnego użytkowania ciepła i ciepłej wody użytkowej, m in. w zakresie:
 - sposobu wietrzenia pomieszczeń (wietrzenie powinno być krótkie i intensywne; nie należy stosować długiego wietrzenia przez uchylone okno, gdyż wówczas dopływ świeżego powietrza nie jest duży, a straty ciepła są wysokie; na czas wietrzenia należy wyłączyć ogrzewanie; w eksploatacji pomieszczeń po uszczelnieniu okien należy zwrócić szczególną uwagę na dotrzymanie wymagań wentylacji tzn. systematycznie przewietrzać pomieszczenia, aby nie dopuścić do powstawania pleśni i zawilgoceń itp.);
 - stosowania obniżen temperatury w pomieszczeniach (stosowanie redukcji temperatury w pomieszczeniu na czas nieobecności użytkowników nie więcej jednak niż o 4°C);
 - sposobu korzystania z zaworów termostatycznych (przypominanie o tym, że zawory te działają automatycznie i nie należy ich stosować jak zaworów typu włącz-wyłącz, a więc należy stosować ustawienia pośrednie, a nie maksymalne i minimalne);
 - sposobu korzystania z grzejników (pozostawianie grzejników w czystości, nie osłanianie ich np. zasłonami, zabudową, meblami; nie korzystanie z grzejników jako suszarek do ubrań czy ręczników).
6. Każdorazowo przy wykonywaniu remontów budynku należy rozważyć możliwość wykonania dalszych usprawnień termomodernizacyjnych. Do tych prac należą:
 - docieplenie daszków lukarn w „starej części”,
 - docieplenie połaci dachowych w pomieszczeniach użytkowych na poddaszu w „starej części”,
 - docieplenie ścianek tremplowych (oddzielających poddasze użytkowe od nieogrzewanych przestrzeni poddaszowych) na poddaszu w „starej części”,

- ocieplenie/docieplenie podłóg na gruncie.

Powyższe elementy nie zostały objęte audytem, gdyż są one nieopłacalne z ekonomicznego punktu widzenia tzn. nakłady na tego typu ulepszenia są wysokie w stosunku do możliwych do osiągnięcia oszczędności kosztów ciepła.

7. Stosowane w termomodernizacji technologie oraz materiały muszą być dopuszczone do stosowania w Polsce przez uprawnione do tego instytucje.
8. Dla proponowanych w audycie energetycznym rozwiązań budowlanych należy sporządzić dokumentację projektową oraz uzyskać pozwolenia na budowę wg zasad określonych przepisami Prawa Budowlanego.
9. Roboty termomodernizacyjne powinny być zaprojektowane i wykonane przez osoby uprawnione zgodnie z przepisami Prawa Budowlanego.

Plan sytuacyjny



Fotografie budynku



Fot. 1. Elewacja zachodnia (część główna i łącznik)



Fot. 2. i 3. Elewacja południowa części „starej”



Fot. 4. Elewacja wschodnia części „starej”



Fot. 5. i 6. Elewacja północna części „starej”



Fot. 7., 8. i 9. Elewacja wschodnia sali gimnastycznej z łącznikiem, części głównej i części „starej”



Fot. 10. i 11. Elewacje północna, zachodnia i południowa sali gimnastycznej



Fot. 12. i 13. Elewacja południowa i wschodnia części „nowej”



Fot. 14. Elewacja północna części „nowej”

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla stanu istniejącego

Obliczenia rocznego obliczeniowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu

Miesiąc m	Średnia miesięczna temp. powietrza zewn. ¹⁾ $\theta_{e,n}$ [°C]	Liczba godzin w m-cu ²⁾ t_M [h/m-c]	Obliczenio- wa temp. wewn. $\theta_{int,LH}$ [°C]	Całkowity współ. przenoszenia ciepła przez przenikanie $H_{tr,I}$ [W/K]	Całkowita ilość ciepła przenoszona przez przenikanie w n-tym miesiącu $Q_{tr,Ln}=H_{tr,I} \cdot (\theta_{int,LH}-\theta_{e,n}) \cdot t_M \cdot 3,6 \cdot 10^6$ [GJ/m-c]	Współ. przenoszenia ciepła przez wentylację $H_{ve,I}$ [W/K]	Całkowita ilość ciepła przenoszona przez wentylację w n-tym miesiącu $Q_{ve,Ln}=H_{ve,I} \cdot (\theta_{int,LH}-\theta_{e,n}) \cdot t_M \cdot 3,6 \cdot 10^6$ [GJ/m-c]	Całkowita ilość ciepła przenieszonego w n-tym miesiącu $Q_{H,ht,Ln}=Q_{tr,Ln}+Q_{ve,Ln}$ [GJ/m-c]	Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego ³⁾ $Q_{sol,H,I,n}$ [GJ/m-c]	Miesięczne wewn. zyski ciepła $Q_{int,H,I,n}$ [GJ/m-c]	Całkowite zyski ciepła w n-tym miesiącu $Q_{H,gn,Ln}=Q_{sol,H,I,n}+Q_{int,H,I,n}$ [GJ/m-c]	Stosunek całkowitych zysków ciepła do całkowitej wymiany ciepła w n- tym m-cu $\gamma_{H,Ln}=Q_{H,gn,Ln} / Q_{H,ht,Ln}$ [-]	Współ. wykorzystania zysków ciepła w n-tym m-cu $\eta_{H,gn,Ln}$ [-]	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji w n-tym miesiącu roku $Q_{H,nd,I,n}=Q_{H,ht,Ln} \cdot \eta_{H,gn,Ln} \cdot Q_{H,gn,I,n}$ [GJ/m-c]	
	°C	s 10 ⁻⁶ /m-c	°C	W/K	GJ/m-c	W/K	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	-	-	GJ/m-c	
styczeń	-0,4	2,6784	18,2	7 070,40	352,2	1 387,85	69,1	421,3	20,50	43,86	64,36	0,15	1,00	356,9	
luty	-0,3	2,4192	18,2	7 070,40	316,4	1 387,85	62,1	378,5	27,70	39,61	67,31	0,18	1,00	311,2	
marzec	3,3	2,6784	18,2	7 070,40	282,1	1 387,85	55,4	337,5	50,00	43,86	93,86	0,28	1,00	243,8	
kwiecień	5,9	2,5920	18,2	7 070,40	225,3	1 387,85	44,2	269,6	76,50	42,44	118,94	0,44	0,99	152,1	
maj	10,8	1,7280	18,2	7 070,40	90,4	1 387,85	17,7	108,1	68,45	28,30	96,75	0,90	0,87	24,3	
czerwiec		0		7 070,40	0,0	1 387,85	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0	
lipiec		0		7 070,40	0,0	1 387,85	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0	
sierpień		0		7 070,40	0,0	1 387,85	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0	
wrzesień	13,2	0,8640	18,2	7 070,40	30,5	1 387,85	6,0	36,5	21,23	14,15	35,38	0,97	0,84	6,9	
październik	10,0	2,6784	18,2	7 070,40	155,2	1 387,85	30,5	185,7	41,70	43,86	85,56	0,46	0,99	101,4	
listopad	2,6	2,5920	18,2	7 070,40	285,8	1 387,85	56,1	341,9	23,50	42,44	65,94	0,19	1,00	276,0	
grudzień	0,1	2,6784	18,2	7 070,40	342,7	1 387,85	67,3	410,0	18,00	43,86	61,86	0,15	1,00	348,1	
e obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu (roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji)												$Q_{col}=Q_{H,nd,I}=\Sigma Q_{H,nd,I,n}$ [GJ/rok]		1 820,6	

współczynnik referencyjny

wewnętrzna pojemność cieplna budynku

stała czasowa

stała czasowa referencyjna

parametr numeryczny do wyznaczenia współczynnika efektywności wykorzystania zysków ciepła

a_0

C_m

$\tau=(C_m/3600)/(H_{tr}+H_{ve})$

τ_0

$a=a_0+\tau/\tau_0$

1,0

1 683 007 900 J/K

55,27 h

15 h

4,68

¹⁾wg danych klimatycznych dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków ze strony internetowej Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju (www.mir.gov.pl) dla najbliższej względem lokalizacji budynku stacji meteorologicznej

²⁾przyjęto tylko liczbę godzin odpowiadającą liczbie dni ogrzewania wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43 poz. 346)

³⁾uwzględniono tylko zyski w okresie ogrzewczym

Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania
Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania budynku (projektowanego obciążenia cieplnego) wykonano zgodnie z normą wg PN-EN 12831:2006.

Projektowa temperatura zewnątrzna θ_e [°C]	Projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej $\theta_{int,I}$ [°C]	Współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej $H_{tr,I}$ [W/K]	Projektowa strata ciepła przez przenikanie przestrzeni ogrzewanej $\Phi_{tr,I}=H_{tr,I}(\theta_{int,I}-\theta_e)$ [W]	Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła przestrzeni ogrzewanej I $H_{v,I}$ [W/K]	Projektowa wentylacyjna strata ciepła przestrzeni ogrzewanej $\Phi_{v,I}=H_{v,I}(\theta_{int,I}-\theta_e)$ [W]	Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania (całkowita projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej) $Q_{col}=\Phi_{tr,I}+(\Phi_{tr,I}+\Phi_{v,I}) \cdot 10^{-3}$ [kW]
-16,0	18,2	7 070,40	241 778,85	3 275,22	111 999,25	353,8

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania dla optymalnego wariantu termomodernizacji

Obliczenia rocznego obliczeniowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewczego i przerw w ogrzewaniu

Miesiąc m	Średnia miesięczna temp. powietrza zewn. ¹⁾ θ _{e,n} [°C]	Liczba godzin w m-cu ²⁾ t _M [h/m-c]	Obliczenio- wa temp. wewn. θ _{int,LH} [°C]	Całkowity współ. przenoszenia ciepła przez przenikanie H _{tr,L} [W/K]	Całkowita ilość ciepła przenoszona przez przenikanie w n-tym miesiącu Q _{tr,Ln} =H _{tr,L} ·(θ _{int,LH} -θ _{e,n})·t _M ·3,6·10 ⁶ [GJ/m-c]	Współ. przenoszenia ciepła przez wentylację H _{ve,L} [W/K]	Całkowita ilość ciepła przenoszona przez wentylację w n-tym miesiącu Q _{ve,Ln} =H _{ve,L} ·(θ _{int,LH} -θ _{e,n})·t _M ·3,6·10 ⁶ [GJ/m-c]	Całkowita ilość ciepła przenoszonego w n-tym miesiącu Q _{H,ht,Ln} =Q _{tr,Ln} +Q _{ve,Ln} [GJ/m-c]	Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego ³⁾ Q _{sol,H,Ln} [GJ/m-c]	Miesięczne wewn. zyski ciepła Q _{int,H,Ln} [GJ/m-c]	Całkowite zyski ciepła w n-tym miesiącu Q _{H,gn,Ln} =Q _{sol,H,Ln} +Q _{int,H,Ln} [GJ/m-c]	Stosunek całkowitych zysków ciepła do całkowitej wymiany ciepła w n- tym m-cu γ _{H,Ln} =Q _{H,gn,Ln} /Q _{H,ht,Ln} [-]	Współ. wykorzystania zysków ciepła w n-tym m-cu η _{H,gn,Ln} [-]	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji w n-tym miesiącu roku Q _{H,nd,Ln} =Q _{H,ht,Ln} ·η _{H,gn,Ln} ·Q _{H,ht,Ln} [GJ/m-c]
	°C	10 ⁶ /m-c	°C	W/K	GJ/m-c	W/K	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	GJ/m-c	-	-	GJ/m-c
styczeń	-0,4	2,6784	18,2	3 580,30	178,3	1 387,85	69,1	247,5	20,50	43,86	64,36	0,26	1,00	183,1
luty	-0,3	2,4192	18,2	3 580,30	160,2	1 387,85	62,1	222,3	27,70	39,61	67,31	0,30	1,00	155,0
marzec	3,3	2,6784	18,2	3 580,30	142,8	1 387,85	55,4	198,2	50,00	43,86	93,86	0,47	1,00	104,6
kwiecień	5,9	2,5920	18,2	3 580,30	114,1	1 387,85	44,2	158,3	76,50	42,44	118,94	0,75	0,97	43,5
maj	10,8	1,7280	18,2	3 580,30	45,8	1 387,85	17,7	63,5	68,45	28,30	96,75	1,52	0,65	1,1
czerwiec		0		3 580,30	0,0	1 387,85	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
lipiec		0		3 580,30	0,0	1 387,85	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
sierpień		0		3 580,30	0,0	1 387,85	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00		1,00	0,0
wrzesień	13,2	0,8640	18,2	3 580,30	15,5	1 387,85	6,0	21,4	21,23	14,15	35,38	1,65	0,60	0,2
październik	10,0	2,6784	18,2	3 580,30	78,6	1 387,85	30,5	109,1	41,70	43,86	85,56	0,78	0,96	27,1
listopad	2,6	2,5920	18,2	3 580,30	144,7	1 387,85	56,1	200,8	23,50	42,44	65,94	0,33	1,00	134,9
grudzień	0,1	2,6784	18,2	3 580,30	173,5	1 387,85	67,3	240,8	18,00	43,86	61,86	0,26	1,00	178,9
e obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania i przerw w ogrzewaniu (roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji)												Q _{col} =Q _{H,nd,Ln} =ΣQ _{H,nd,Ln} [GJ/rok]		828,4

współczynnik referencyjny a_0 1,0
wewnętrzna pojemność cieplna budynku C_m 1 683 007 900 J/K
stała czasowa $\tau=(C_m/3600)/(H_{T,L}+H_{ve,L})$ 94,10 h
stała czasowa referencyjna τ_0 15 h
parametr numeryczny do wyznaczenia współczynnika efektywności wykorzystania zysków ciepła $a=a_0+\tau/\tau_0$ 7,27

¹⁾wg danych klimatycznych dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków ze strony internetowej Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju (www.mir.gov.pl) dla najbliższej względem lokalizacji budynku stacji meteorologicznej

²⁾przyjęto tylko liczbę godzin odpowiadającą liczbie dni ogrzewania wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także alg

³⁾uwzględniono tylko zyski w okresie ogrzewczym

Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania
Obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania budynku (projektowanego obciążenia cieplnego) wykonano zgodnie z normą wg PN-EN 12831:2006.

Projektowa temperatura zewnątrzna θ_e [°C]	Projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej $\theta_{m,I}$ [°C]	Współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej $H_{T,I}$ [W/K]	Projektowa strata ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej $\Phi_{T,I}=H_{T,I}(\theta_{m,I}-\theta_e)$ [W]	Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła przestrzeni ogrzewanej I $H_{v,I}$ [W/K]	Projektowa wentylacyjna strata ciepła z przestrzeni ogrzewanej $\Phi_{v,I}=H_{v,I}(\theta_{m,I}-\theta_e)$ [W]	Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania (całkowita projektowa strata ciepła z przestrzeni ogrzewanej) $Q_{col}=\Phi_{T,I}+(\Phi_{T,I}+\Phi_{v,I}) \cdot 10^{-3}$ [kW]
-16,0	18,2	3 580,30	122 431,64	3 275,22	111 999,25	234,4