

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Adres budynku	Urząd Miasta i Gminy w Pelplinie budynek "A" ulica: Plac Grunwaldzki 4 kod: 83-130 miejscowość Pelplin powiat: tczewski województwo: pomorskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Piotr Szewczyk tytuł zawodowy: mgr inż.



Gdańsk, listopad 2015

BAŁTYCKA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII sp. z o.o.
80-298 Gdańsk, ul. Budowlanych 31
tel.: (058) 347-55-35 faks: (058) 347-55-37

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1. Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	brak danych
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Urząd Miasta i Gminy w Pelplinie ul. Plac Grunwaldzki 4 kod 83-130 Pelplin tel. PESEL	1.4. Adres budynku Urząd Miasta i Gminy w Pelplinie budynek "A" ul. Plac Grunwaldzki 4 kod 83-130 Pelplin powiat tczewski woj. pomorskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt Bałtycka Agencja Poszanowania Energii Sp. z o.o., REGON: 190967387 ul. Budowlanych 31, 80 298 Gdańsk			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Piotr Szewczyk, 68090105179, 92-780 Łódź, ul. Grabińska 8a KAPE 0098 <i>podpis</i>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	mgr inż.. Piotr Szewczyk	całość opracowania	
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Łódź	Data wykonania opracowania	25.11.2015
6. Spis treści			str.
1.	Strona tytułowa		2
2.	Karta audytu energetycznego		3
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		5
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		6
5.	Ocena stanu technicznego budynku		12
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		14
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		15
8.	Opis wariantu optymalnego		35

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	murowana/murowana	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	395	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	159	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	-	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	159	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	5	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo w elektrycznym podgrzewaczu pojemnościowym	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	instalacja c.o. zasilana z kotłowni gazowej	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	1,08	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane¹⁾		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
[W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,882	0,190
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,089	0,142
3.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,409	0,409
4.	Strop nad piwnicą	-	-
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,600; 3,200	1,600; 0,900
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,200	1,300
7.	Inne: daszek nad wejściem z wrotami	2,935	0,143
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania²⁾			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	1,00	1,00
2.	Sprawność przesyłania [-]	0,95	0,95
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,85	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,86	0,86
5. Charakterystyka systemu wentylacji³⁾			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	283	180
4.	Liczba wymian [l/h]	0,72	0,46
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego ⁴⁾ [kW]	31,0	8,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu ⁵⁾ [kW]	1,2	1,2
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu ⁴⁾ [GJ/rok]	259	58
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	259,0	53,1
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu ⁵⁾ [GJ/rok]	6	6
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	bd	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	bd	-
*) dla budynku o mieszalnej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku			

8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	451,4	101,2
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	451,4	92,5
10.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	182,24	37,35
11.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0%	0,0%
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) ⁶⁾			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **)	83,66	83,66
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	19 361,53	19 361,53
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	-	-
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	-	-
6.	Inne - opłata abonamentowa miesięczna	-	-
7.	Inne -		
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	142 864	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	77,8%
Planowane koszty całkowite	158 738	Premia termomodernizacyjna	25 398
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	22 573		

**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem jednostki energii

***) opłata stała związana z dystrybucją i przesylem energii

- 1) Obliczenie współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród przed i po termomodernizacji - załącznik 2
- 2) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
- 3) Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 3
Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczone w
- 4) załączniku 5 (uwaga - przy tym załączniku powinny się znaleźć wydruki z programu komputerowego klub arkusza kalkulacyjnego z pełnymi obliczeniami - nie tylko zestawienie)
- 5) Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu zamieszczono w załączniku 4
- 6) Wylczenie opłat jednostkowych zamieszczono w załączniku 1

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Wizja lokalna z udziałem przedstawiciela Użytkownika.
- Inwentaryzacja fotograficzna.
- Istniejąca szczegółowa archiwalna dokumentacja projektowa
- Obmiary własne wykonane na potrzeby audytu energetycznego.

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. 223, poz 1459)
- Ustawą z dnia 29 sierpnia 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. z 2014 poz. 1200 z późn. zm.)
- Ustawa o odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015r. (Dz.U. z 2015r. poz. 478)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonywanie weryfikacji audytów (Dz.U. nr 43. poz. 347)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015 r zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie ((Dz.U. nr 75. poz. 690 z późn. zm) w wersji obowiązującej od 2021r. (od 1 stycznia 2019r.-w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością). Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Osoby udzielające informacji

Przedstawiciel użytkownika.

3.4. Data wizji lokalnej

Październik 2015.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych,
 - ocieplenie stropodachu,
 - ocieplenie podłogi na gruncie
 - modernizacja systemu grzewczego
 - wymiana starych drzwi zewnętrznych i starych okien

3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	brak danych
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	150 000,00

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność		Skarb Państwa		spółdzielcza		komunalna		X
Przeznaczenie budynku		mieszkalny		mieszk-usługowy		inny - szkolnictwa		X
Adres		Plac Grunwaldzki 4		83-130	Pelplin			
Budynek		wolnostojący		X	segment w zabudowie szeregowej			
		bliźniak			blok mieszkalny, wielorodzinny			
Rok budowy		brak danych		Rok zasiedlenia		brak danych		
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73		RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75		"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	X tradycyjna		ramowa
szkieletowa	inna, jaka:							
1	Powierzchnia zabudowana		[m ²]	106,6	10	Budynek podpiwniczony		nie
2	Kubatura budynku		[m ³]	473,8	11	Liczba klatek schodowych		1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii		[m ³]	394,8	12	Liczba kondygnacji		2
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań		[m ²]	-	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]		2,29-2,67
5	Powierzchnia korytarzy +klatek		[m ²]	26,8	14	Liczba mieszkańców		-
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym		[m ²]	-				
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy		[m ²]	-	15	Liczba mieszkań		-
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)		[m ²]	132,6	16	Liczba mieszkań z WC w łazience		-
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]		[m ²]	159,4	17	Liczba mieszkań z WC osobno		-

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.Podział, określenia i zasady obmiaru

2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4b. Uproszczona dokumentacja techniczna w załącznikach

4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Obiekt znajduje się w Pelplinie, ul. Plac Grunwaldzki 4. Jest on usytuowany za budynkiem głównym Urzędu Miasta i Gminy w Pelplinie i zwyczajowo jest zwany budynkiem "A". Budynek wykonano w technologii tradycyjnej jako murowany, ze stropodachem pełnym. Stolarka drzwiowa drzewiana zniszczona. Część okien wymieniona na nowe, pozostałe okna stare w ramie drewnianej szklone podwójnie, zniszczone, nieszczelne. Pokrycie stropodachu stanowi papa termozgrzewalna. Budynek wyposażony w instalacje: wod-kan. i c.o. zasilaną z kotłowni zlokalizowanej w piwnicy budynku głównego UMiG w Pelplinie.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	OPIS	U	U _{max}	A
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	m ²
1	Daszek	2,935	Nie	4,85
2	Drzwi wewnętrzne	2,500	Tak	20,79
3	Drzwi zewnętrzne stare	3,500	Nie	8,03
4	Okno zewnętrzne nowe	1,600	Nie	5,37
5	Okno zewnętrzne stare	3,200	Nie	16,33
6	Podłoga na gruncie	0,409	Nie	91,54
7	Strop ciepło do góry	1,534	Tak	95,33
8	Stropodach	1,089	Nie	102,75
9	Ściana wewnętrzna	1,610	Nie	185,99
10	Ściana zewnętrzna	1,882	Nie	290,58

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną na co	[kW]	31,0
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	1,24
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	259,0
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	259,0
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględnienia sprawności systemu przygotowania c.w.u.	[GJ]	4,8
8.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania c.w.u.	[GJ]	5,7
9.	Opłata za energię z sieci miejskiej	zł/GJ	83,66
10.	Opłata za moc zamówiona z sieci miejskiej	zł/MW-m-c	19 361,53

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	instalacja c.o. pompowa z rozdziałem dolnym, zasilana z kotłowni gazowej zlokalizowanej w piwnicy budynku głównego UMiG. Grzejniki żeliwne członowe z zaworami grzejnikowymi odcinającymi, przewody z rur stalowych czarnych prowadzone natynkowo. Grzejniki w pomieszczeniach remontowanych stalowe płytowe wyposażone w przygrzejnikowe zawory termostatyczne.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	stalowe
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne członowe, w pomieszczeniach wyremontowanych stalowe płytowe
5.	Oślonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	brak (zawory termostatyczne tylko w pomieszczeniach wyremontowanych)
7.	Zabezpieczenie	ciśnieniowe naczynie przeponowe
8.	Odpowietrzenie	automatyczne na pionach
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5/16.
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	nie

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
			stan obecny
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	1,00
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,95
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,85
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,808
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana miejscowo w elektrycznym podgrzewaczu pojemnościowym.
2.	Piony i ich izolacja	Brak instalacji c.w.u. - miejscowe przygotowanie w sanitariacie.
3.	Opomiarowanie (wodomierze)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	wymiennik pojemnościowy

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Analizowany budynek zasilany jest z kotłowni gazowej wyposażonej w automatykę pogodowo-czasową zlokalizowanej w piwnicy budynku głównego UMiG. Kotłownię eksploatuje Promex sp.j. i sprzedaje odbiorcy wyprodukowane w niej ciepło w postaci ciepłej wody bezpośrednio zasilającej instalację c.o. Odbiorca rozlicza się z Promex sp.j. ze zużytej energii cieplnej wskazanej przez zainstalowany licznik ciepła i obowiązującej taryfy cen energii. Zatem takie rozwiązanie należy traktować jak węzeł bezpośredni.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	283

4.i. Charakterystyka instalacji elektrycznej

Nie dotyczy

4.j. Charakterystyka instalacji gazowej

Nie dotyczy

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m ² *K]	R [m ² *K/W]	
	istniejące		wymagane na rok 2021
Ściana zewnętrzna	1,882	0,531	5,000
Stropodach	1,089	0,918	6,667
Podłoga na gruncie	0,409	2,445	3,333

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od wymagań WT2021.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane na rok 2021
drzwi zewnętrzne stare	3,50	1,3
okna stare	3,20	0,9
okna	1,60	0,9

Stan wymienionych okien jest dobry. Ich wymiana mimo SPBT<40 lat wiązała by się z poniesieniem znacznych nakładów, które nie przynosiłyby istotnych oszczędności energii co mogłoby skutkować w niektórych przypadkach gorszą oceną wniosku o dofinansowanie oraz koniecznością poniesienia kosztów utylizacji okien o ramach z PCW. Do wymiany ze względu na stan techniczny kwalifikują się jedynie drzwi stare i okna stare.

5.3 System grzewczy

Źródło ciepła nie jest własnością inwestora i nie będzie rozważana jego modernizacja. Instalacja wyposażona w grzejniki o dużej bezwładności cieplnej i w zawory nie pozwalające na regulację miejscową.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana jest miejscowo w elektrycznym podgrzewaczu pojemnościowym zlokalizowanym w sanitariacie. System pracuje prawidłowo, a ze względu na małe zapotrzebowanie c.w.u. nie będzie rozważana jego zmiana.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Wentylacja pracuje prawidłowo, nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania budynku.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K].	Ocieplenie ścian zewnętrznych i stropodachu oraz podłogi na gruncie.
2	<u>Okna stare</u> Okna stare - zniszczone o współczynniku przenikania ciepła U wyższym niż określony w przepisach technicznych.	Wymiana okien starych na okna nowe.
3	<u>Drzwi zewnętrzne stare</u> Drzwi zewnętrzne stare - o współczynniku przenikania ciepła U wyższym niż określony w przepisach technicznych.	Wymiana drzwi zewnętrznych starych na nowe.
4	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Wentylacja pracuje prawidłowo, nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania budynku.	Brak działań
5	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Przygotowanie c.w.u. prawidłowe.	Brak działań
6	<u>System grzewczy</u> System grzewczy wymagający modernizacji	Wymiana instalacji c.o.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Poprawa izolacyjności cieplnej przegród i szczelności starych okien, wrót i drzwi zewnętrznych.	Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych styropianem metodą lekką mokrą z tynkiem cienkowarstwowym.
		Ocieplenie styropianem podłogi w piwnicy i na gruncie wraz z wykonaniem nowej wylewki betonowej
		Ocieplenie stropodachu i daszku nad wejściem z wrotami płytami styropianowymi mocowanymi na istniejącym pokryciu dachu wraz z wykonaniem nowego z papy termozgrzewalnej.
		Wymiana starych zniszczonych okien oraz drzwi zewnętrznych.
2.	Poprawa systemu przygotowania c.w.u.	Brak działań
3.	Poprawa sprawności systemu grzewczego	Wymiana instalacji c.o.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych styropianem metodą lekką moką z tynkiem cienkowarstwowym.
		Ocieplenie styropianem podłogi w piwnicy i na gruncie wraz z wykonaniem nowej wylewki betonowej
		Ocieplenie stropodachu i daszku nad wejściem z wrotami płytami styropianowymi mocowanymi na istniejącym pokryciu dachu wraz z wykonaniem nowego z papy termozgrzewalnej.
		Wymiana starych zniszczonych okien oraz drzwi zewnętrznych.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-16,0	-16,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo} - dla podłogi na gruncie		8,0	8,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^*	dla przegród zewnętrznych	3 226,2	3 226,2	dzień K'a
S_d^*	dla podłogi na gruncie i w piwnicy	1 018,8	1 018,8	dzień K'a
$O_{0z}, O_{1z},$		83,66	83,66	zł/GJ
$O_{0m}, O_{1m},$		19 361,53	19 361,53	zł/(MW mc)

Ceny z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat w załączniku 1.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie daszku nad wejściem z wrotami				
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 4,85 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 5,00 \text{ m}^2$				
Opis wariantów usprawnienia				Ocieplenie stropodachu budynku płytami styropianowymi EPS100-036 o współczynnika przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ ułożonymi na jego powierzchni wraz z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej. Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,66 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$ wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 4: o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 5: o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,24	0,26	0,28	0,3	0,32
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		6,67	7,22	7,78	8,33	8,89
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,341	7,01	7,56	8,12	8,67	9,23
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	4,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		434	434	434	434	442
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		178	182	186	190	194
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		890	910	930	950	970
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		2,05	2,10	2,14	2,19	2,19
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,935	0,143	0,132	0,123	0,115	0,108
Podstawa przyjętych wartości N_U Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Wybrany wariant		1	Koszt	890 zł	SPBT=		2,05 lat	

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie ścian zewnętrznych				
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 290,58 m² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 319,64 m²								
Opis wariantów usprawnienia								
Przewiduje się ocieplenie ściany od zewnątrz płytami styropianowymi EPS70-038 o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,038 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:								
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 5,0 (m2.K)/W - zgodnie z WT2021								
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 3: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 4: o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 5: o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,2	0,22	0,24	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,74	5,26	5,79	6,32	6,84
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,53	5,27	5,79	6,32	6,85	7,37
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ Sd A/R	GJ/a	152,5	15,4	14,0	12,8	11,8	11,0
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ A*(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0197	0,0020	0,0018	0,0017	0,0015	0,0014
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		15 583	15 746	15 870	16 000	16 090
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200	206	212	218	224
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		63 929	65 846	67 764	69 682	71 600
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		4,10	4,18	4,27	4,36	4,45
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,882	0,190	0,173	0,158	0,146	0,136
Podstawa przyjętych wartości N _U								
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Wybrany wariant 1		Koszt : 63 929 zł		SPBT= 4,10 lat				

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie stropodachu				
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 102,75 m² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 107,89 m² Opis wariantów usprawnienia Ocieplenie stropodachu budynku płytami styropianowymi EPS100-036 o współczynniku przewodności cieplnej λ= 0,036 W/m*K ułożonymi na jego powierzchni wraz z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej. Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 6,66 (m2.K)/W wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 4: o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 5: o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,22	0,24	0,26	0,28	0,3
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		6,11	6,67	7,22	7,78	8,33
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,918	7,03	7,59	8,14	8,70	9,25
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	31,2	4,1	3,8	3,5	3,3	3,1
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A*(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0040	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		3 080	3 106	3 131	3 171	3 187
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		170	174	178	182	186
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		18 341	18 773	19 204	19 636	20 068
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		5,95	6,04	6,13	6,19	6,30
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,089	0,142	0,132	0,123	0,115	0,108
Podstawa przyjętych wartości N_U Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Wybrany wariant 1		Koszt 18 341 zł	SPBT=	5,95	lat			

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie zniszczonych okien zewnętrznych i luksferów oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana starych okien		
Dane:						
powierzchnia okien starych		$A_{ok} =$	16,33	m^2		
		$V_{nom} =$	$\psi =$	257	m^3/h	$V_{obl} = \psi * C_m$
		$C_w =$	1			
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę starych okien na nowe okna.						
wariant 1 :		okna o współczynniku	$U =$	0,9	$W/m^2 * K$	
wariant 2 :		zakres wariantu 1 oraz nawiewniki higrosterowane				
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Współczynnik przenikania okien starych U	$W/m^2 * K$	3,2	0,90	0,90	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,00	1,00	0,70	
	C_m	-	1,00	1,00	1,00	
	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	14,57	4,10	4,10	
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	24,37	24,37	17,06	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	38,94	28,47	21,16	
	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0019	0,0005	0,0005	
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0031	0,0031	0,0031	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0050	0,0036	0,0036	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} -$	zł/rok		1 201	1 813	
10	Koszt jednostkowy okna N_{ok}			1 500	1 500	
	Koszt jednostkowy nawiewników okiennych			0	300	
11	Koszt N	zł		24 502	27 502	
12	SPBT = $N / \Delta O_{ru}$	lata		20,40	15,17	
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.						
Wybrany wariant :	2	Koszt :	27 502 zł	SPBT=	15,17 lat	

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie zniszczonych drzwi zewnętrznych oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana starych drzwi		
Dane: powierzchnia drzwi do wymiany $A_{drz} = 8,03 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 200 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ Opis wariantów usprawnienia Usprawnienie obejmuje wymianę starych drzwi na nowe. wariant 1 : Drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
1	Współczynnik przenikania drzwi starych U	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	3,5	1,30		
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,00	1,00		
	C_m	-	1,00	1,00		
	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{drz} * U$	GJ/a	7,83	2,91		
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	18,97	18,97		
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	26,80	21,88		
	$10^{-6} * A_{drz} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0010	0,0004		
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{nom} * C_m * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0024	0,0024		
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0034	0,0028		
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		551		
10	Koszt jednostkowy okna N_{drz}			2 500		
	Koszt jednostkowy nawiewników okiennych			0		
11	Koszt N	zł		20 076		
12	SPBT = $N / \Delta O_{ru}$	lata		36,43		
Podstawa przyjętych wartości N_U Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.						
1	Koszt :	20 076 zł	SPBT=	36,43 lat		

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie podłogi na gruncie				
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 91,54 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 91,54 \text{ m}^2$				
Opis wariantów usprawnienia								
Przewiduje się ocieplenie podłogi na gruncie styropianem o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ ułożonym na powierzchni podłogi wraz z wykonaniem na niej wylewki i ułożeniem płytek ceramicznych.								
Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:								
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 3,33 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ - zgodnie z WT2021 wariant 2: o grubości 1 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2 wariant 4: o grubości 3 cm większej niż w wariantcie 3 wariant 5: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 4								
Lp.	Opis wariantów usprawnienia	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \text{K/W}$		1,25	1,50	1,75	2,00	2,25
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \text{K/W}$	2,445	3,69	3,94	4,19	4,44	4,69
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	3,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		115	132	140	172	180
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		70	73	76	79	82
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		6 408	6 683	6 957	7 232	7 506
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		55,59	50,63	49,56	42,06	41,62
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,409	0,271	0,253	0,238	0,225	0,213
Podstawa przyjętych wartości N_U								
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanymi. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Ze względu na SPBT powyżej 40 lat wariant ten odrzuca się jako nieopłacalny.								
Wybrany wariant : 2		5	Koszt : 7 506 zł		SPBT= 41,62 lat			

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie daszku nad wejściem z wrotami	890	2,05
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	63 929	4,10
3	Ocieplenie stropodachu	18 341	5,95
4	Wymiana starych okien	27 502	15,17
5	Wymiana starych drzwi	20 076	36,43
Pozostałe warianty termomodernizacji przegród zewnętrznych uznano za nieopłacalne ze względu na SPBT powyżej 40 lat.			

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

Dane: $Q_{0co} = 259,01 \text{ GJ/a}$ $0,031 \text{ MW}$

Założenia dla stanu istniejącego

Budynek wyposażony jest w instalację grzewczą, pompową z rozdziałem dolnym. Przewody instalacji c.o. stalowe, grzejniki w pomieszczeniach remontowanych stalowe płytowe wyposażone w przygrzejnikowe zawory termostaticzne, a w pozostałych pomieszczeniach żeliwne członowe bez zaworów termostaticznych. Instalacja c.o. zasilana jest z kotłowni gazowej wyposażonej w automatykę pogodowo-czasową zlokalizowanej w piwnicy budynku głównego UMiG. Kotłownię eksploatuje Promex sp.j. i sprzedaje odbiorcy wyprodukowane w niej ciepło w postaci ciepłej wody bezpośrednio zasilającej instalację c.o. Odbiorca rozlicza się z Promex sp.j. ze zużytej energii cieplnej wskazanej przez zainstalowany licznik ciepła i obowiązującej taryfy cen energii. Zatem takie rozwiązanie należy traktować jak węzeł bezpośredni.



Założenia do modernizacji

Wymiana instalacji c.o.

W tabeli poniżej zestawiono współczynniki i sprawności związane z systemem grzewczym.

Lp.	Rodzaj usprawnienia		Współczynniki sprawności	
			przed	po
	Rodzaj systemu zasilania		węzeł bezpośredni	węzeł bezpośredni
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	1,00	1,00
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,95	0,95
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,85	0,93
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,808	0,884
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	0,85
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,95	0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan projektowany
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Węzeł bezpośredni regulacja pogodowo-czasowa	Węzeł bezpośredni regulacja pogodowo-czasowa
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	ogrzewanie centralne, wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanych przewody izolowane zgodnie z wymaganiami WT	ogrzewanie centralne, wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanych przewody izolowane zgodnie z wymaganiami WT
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	ogrzewanie wodne z grzejnikami żeliwnymi członowymi w przypadku regulacji centralnej, w pomieszczeniach wyremontowanych grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi	ogrzewanie wodne z grzejnikami płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej zakres P-2K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	brak zbiornika buforowego
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	16 godzin na dobę	16 godzin na dobę
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	5 dni pracy w tygodniu	5 dni pracy w tygodniu

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Po modernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0310	0,0310
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	259,01	259,01
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,808	0,884
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,950
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,850
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	259	237
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	28872	27008
8	Roczna oszczędność kosztów ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok		1864
9	Nakłady	zł		20000
10	SPBT	lat		10,73

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu								
		1	2	3	4	5	6			
1	Ocieplenie daszku nad wejściem z wrotami	X	X	X	X	X				
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X					
3	Ocieplenie stropodachu	X	X	X						
4	Wymiana starych okien	X	X							
5	Wymiana starych drzwi	X								
6	Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X	X	X	X			

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

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu + dokumentacji [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6	150 738	8 000	158 738
2	1+2+3+4+6	130 662	8 000	138 662
3	1+2+3+6	103 160	8 000	111 160
4	1+2+6	84 819	8 000	92 819
5	1+6	20 890	8 000	28 890
6	6	20 000	8 000	28 000

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,008	58,1	0,884	0,81	53,1	6 300	0,0012	6	996	0,0092	59	7 296	206	22 573
2	0,009	63,0	0,884	0,81	57,6	6 906	0,0012	6	996	0,0102	63	7 902	201	21 966
3	0,011	84,1	0,884	0,81	76,8	8 985	0,0012	6	996	0,0122	83	9 981	182	19 887
4	0,014	114,3	0,884	0,81	104,5	11 996	0,0012	6	996	0,0152	110	12 992	155	16 876
5	0,031	256,2	0,884	0,81	234,1	26 790	0,0012	6	996	0,0322	240	27 785	25	2 083
6	0,031	259,0	0,884	0,81	236,7	27 008	0,0012	6	996	0,0322	242	28 004	22	1 864
0-stan istniejący	0,031	259,0	0,808	0,81	259,0	28 872	0,0012	6	996	0,0322	265	29 868		

1 wariant wybrany do realizacji

- ¹⁾ - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl_moc"
²⁾ - moc i zużycie energii na cwu - załącznik "obl_cwu"

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
1	2	zł	zł	%	[zł,%]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
					[zł,%]				
		3	4	5	6		7	8	9
1	Wariant 1	158 738	22 573	77,8%	15 874	10,0%	28 573	25 398	45 145
					142 864	90,0%			
2	Wariant 2	138 662	21 966	76,1%	13 866	10,0%	24 959	22 186	43 932
					124 796	90,0%			
3	Wariant 3	111 160	19 887	68,8%	11 116	10,0%	20 009	17 786	39 775
					100 044	90,0%			
4	Wariant 4	92 819	16 876	58,4%	83 537	90,0%	16 707	14 851	33 753
5	Wariant 5	28 890	2 083	9,4%	2 889	10,0%	5 200	4 622	4 166
					26 001	90,0%			
6	Wariant 6	28 000	1 864	8,4%	2 800	10,0%	5 040	4 480	3 728
					25 200	90,0%			

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

Ocieplenie daszku nad wejściem z wrotami

Ocieplenie ścian zewnętrznych

Ocieplenie stropodachu

Wymiana starych okien

Wymiana starych drzwi

Modernizacja systemu grzewczego

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 77,80% czyli powyżej 15%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 15 874 zł co spełnia oczekiwania inwestora;
4. Wysokość kredytu wyniesie 142 864 zł czyli mniej niż podane 150 000 zł

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych płytami styropianowymi EPS70-038 o grubości 18cm metodą lekką moką.
2. Ocieplenie stropodachu pełnego płytami styropianu EPS100-036 o gr. 22 cm (0,036W/mK), mocowanymi na powierzchni dachu wraz z wykonaniem jego pokrycia z papy termozgrzewalnej.
3. Ocieplenie daszku nad wejściem z wrotami płytami styropianu EPS100-036 o gr. 24 cm (0,036W/mK), mocowanymi na powierzchni dachu wraz z wykonaniem jego pokrycia z papy termozgrzewalnej.
4. Wymiana starych okien na okna nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9\text{W/m}^2\text{K}$ wyposażone w nawiewniki okienne higrosterowane.
5. Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$.
6. Wymiana instalacji c.o.
7. Opracowanie dokumentacji projektowo kosztorysowej.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ²	zł/m ²	zł
1	Ocieplenie daszku nad wejściem z wrotami	5,00	178,00	890
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	319,64	200,00	63 929
3	Ocieplenie stropodachu	107,89	170,00	18 341
4	Wymiana starych okien	16,33	1500,00	24 502
5	Wymiana starych drzwi	8,03	2500,00	20 076
6	Nawiewniki higrosterowane	10szt.	300,00	3 000
7	Modernizacja systemu grzewczego			20 000
8	Koszt audytu i dokumentacji			8 000
			SUMA	158 738

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		158 738 zł
Udział środków własnych inwestor	10,0%	15 874 zł
Kredyt bankowy:	90,0%	142 864 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		25 398 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		7,0

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

8.5 Niezbędne szkice

Nie dotyczy.

8.6. Uwagi

1. Przy przeprowadzaniu termomodernizacji należy uwzględnić konieczność dodatkowych kosztów związanych z przedsięwzięciami remontowymi nieuwzględnionymi w audycie energetycznym ze względu na brak potencjalnego efektu energetycznego poszczególnych przedsięwzięć remontowych, takich jak np. naprawa i konserwacja drzwi wejściowych. Audyt obejmuje jedynie ulepszenia przynoszące oszczędności energii, uzasadnione ekonomicznie i tylko one mogą być ujęte w audycie energetycznym.
2. Zarządca budynku powinien przeszkolić użytkowników odnośnie 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 wymianie okien należy zwrócić szczególną uwagę na dotrzymanie wymagań wentylacji tzn. systematycznie przewietrzać pomieszczenia, aby nie dopuścić do powstawania pleśni i zawilgoceń itp.);
 - 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 lub minimalne);
 - sposobu korzystania z grzejników (pozostawianie grzejników w czystości, nie osłanianie ich np. zasłonami, zabudową, meblami tam gdzie nie jest to konieczne; nie korzystanie z grzejników jako suszarek do ubrań czy ręczników, z wyjątkiem grzejników łazienkowych).
3. Wyroby budowlane stosowane w robotach termomodernizacyjnych powinny spełniać wymagania polskich przepisów, a wykonawca powinien posiadać dokumenty potwierdzające, że zostały one wprowadzone do obrotu zgodnie z regulacjami ustawy o wyrobach budowlanych i że posiadają wymagane parametry.
4. Roboty termomodernizacyjne powinny być zaprojektowane i wykonane przez osoby uprawnione zgodnie z przepisami Prawa Budowlanego, a materiały wykorzystane do prac termomodernizacyjnych posiadać wymagane prawem atesty potwierdzające parametry techniczne, w tym parametry cieplne, sprawności urządzeń itp.
5. Przy ubieganiu się o dofinansowanie termomodernizacji z niektórych funduszy finansujących takie przedsięwzięcia, należy mieć na uwadze, że często dofinansowanie udzielane jest do budynków stanowiących własność jednostek samorządu terytorialnego służących do wykonywania przez nie zadań publicznych. W przypadku gdy w budynku znajdują się inne instytucje, wielkość dofinansowania jest proporcjonalnie obniżana stosując określony przez te instytucje wskaźnik.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 3	Określenie ilości powietrza wentylacyjnego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 6	Dokumentacja inwentaryzacyjna budynku

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Przed modernizacją**

Taryfa Promex sp. j.		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Cena energii	zł/GJ	68,02	83,66
Opłata za moc zamówioną	zł/MW/mc	15741,08	19361,53
Taryfa C11		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Cena energii	zł/GJ	142,78	175,62
Opłata za moc zamówioną	zł/kW/mc	4,56	5,61

Po modernizacji

Taryfa Promex sp. j.		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Cena energii	zł/GJ	68,02	83,66
Opłata za moc zamówioną	zł/MW/mc	15741,08	19361,53
Taryfa C11		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Cena energii	zł/GJ	142,78	175,62
Opłata za moc zamówioną	zł/kW/mc	4,56	5,61

Załącznik 2

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	cp	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m3	kJ/(kg·K)	m2·K/W	m2·K/W	/(m·h·E		m2h·Pa/g	m2h·Pa/g	
DASZEK	Dach 3,3 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek	0,160	550	2,510	0,156	0,156	60,00	12	416,7	416,7	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												0,341
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												2,935
PG	Podłoga na gruncie 41,8 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZ												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,00 m												
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150	0,150	75,00	10	2000,0	2000,0	
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500	0,500	300,00	2	666,7	666,7	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:												1,139
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												1,893
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,528
STROP	Strop ciepło do góry 21,0 cm											
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
PŁ-WIÓ-CE6	0,0500	Płyty wiórkowo-cementowe	0,150	600	2,090	0,333	0,333	300,00	2	166,7	166,7	
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059	0,059	30,00	24	3333,3	3333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												0,652
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												1,534
STROPODACH	Dach 25,8 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												

PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
ŻUŻEL-WP5	0,1000	Żużel wielkopiecowy gran	0,160	500	0,750	0,625	0,625	375,00	2	266,7	266,7	
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059	0,059	30,00	24	3333,3	3333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											0,918	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											1,089	
SW	Ściana wewnętrzna 28,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej	0,770	1800	0,880	0,325	0,325	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,130	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											0,621	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											1,610	
SZ	Ściana zewnętrzna 28,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej	0,770	1800	0,880	0,325	0,325	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											0,531	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											1,882	

Po termomodernizacji

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	cp	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m3	kJ/(kg·K)	m2·K/W	m2·K/W	/(m·h·F		m2h·Pa/g	m2h·Pa/g	
DASZEK	Dach 28,1 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
STYROPIA36	0,2400	Styropian ułożony szczel	0,036	30	1,460	6,667	6,667	12,00	60	20000,0	20000,0	
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek	0,160	550	2,510	0,156	0,156	60,00	12	416,7	416,7	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:												0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:												7,052
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:												0,142
PG	Podłoga na gruncie 44,7 cm											

Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
Ściana przy podłodze: SZ											
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,00 m											
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m											
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m											
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1
PŁ-WIÓ-CE4	0,0080	Płyty wiórkowo-cementowe	0,140	450	2,090	0,057	0,057	375,00	2	21,3	21,3
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
PŁYT-PIL-P	0,0210	Płyty pilśniowe porowate	0,050	300	2,510	0,420	0,420	180,00	4	116,7	116,7
GRUZOBETGA	0,1500	Gruzobeton.	0,800	1900	0,840	0,188	0,188	75,00	10	2000,0	2000,0
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500	0,500	300,00	2	666,7	666,7
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:										1,279	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										2,548	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										0,392	
STROP											
Strop ciepło do góry 21,0 cm											
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1
PŁ-WIÓ-CE6	0,0500	Płyty wiórkowo-cementowe	0,150	600	2,090	0,333	0,333	300,00	2	166,7	166,7
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059	0,059	30,00	24	3333,3	3333,3
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:										0,100	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:										0,100	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										0,652	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										1,534	
STROPODACH											
Dach 48,6 cm											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
STYROPIA36	0,2200	Styropian ułożony szczel	0,036	30	1,460	6,111	6,111	12,00	60	18333,3	18333,3
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1
ŻUŻEL-WP5	0,1000	Żużel wielkopieczowy gran	0,160	500	0,750	0,625	0,625	375,00	2	266,7	266,7
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,059	0,059	30,00	24	3333,3	3333,3
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:										0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:										0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										7,074	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										0,141	
SW											
Ściana wewnętrzna 28,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne											
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3
CEGLA-PEŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej	0,770	1800	0,880	0,325	0,325	105,00	7	2381,0	2381,0
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:										0,130	

Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:											0,130	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:											0,621	
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:											1,610	
SZ	Ściana zewnętrzna 46,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CW	0,0050	Tynk lub gładź cementowo	0,820	1850	0,840	0,006	0,006	45,00	16	111,1	111,1	
STYROPIA38	0,1800	Styropian ułożony szczel	0,038	30	1,460	4,737	4,737	12,00	60	15000,0	15000,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
CEGŁA-PĘŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej	0,770	1800	0,880	0,325	0,325	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:											5,274	
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:											0,190	

Załącznik nr 3

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Nr	Opis	θ_{int}, H °C	A m ²	V m ³	n 1/h	Vv m ³ /h
1	Biuro	20,0	6,71	15,4	1,0	15,4
2	Korytarz	20,0	5,50	12,6	0,6	7,6
3	Biuro	20,0	9,31	21,3	1,0	21,3
4	Biuro	20,0	5,03	11,5	1,0	11,5
5	Biuro	20,0	4,77	10,9	1,0	10,9
6	Pom. pomocnicze z oknem	16,0	5,29	12,1	0,5	6,1
7	Pom. pomocnicze z oknem	16,0	13,99	32,0	0,5	16,0
8	Pom. pomocnicze bez okna	16,0	12,03	27,6	0,5	13,8
9	Pom. pomocnicze bez okna	16,0	18,85	43,4	0,5	21,7
10	Biuro	20,0	6,86	18,3	1,0	18,3
11	Biuro	20,0	11,75	31,4	1,0	31,4
12	Korytarz	20,0	14,56	38,9	0,6	23,3
13	WC	20,0	4,31	11,5	0,5	5,7
14	WC	20,0	1,22	3,3	0,5	1,6
15	Pom. pomocnicze z oknem	16,0	5,34	14,3	0,5	7,1
16	Pom. pomocnicze z oknem	16,0	27,13	72,4	0,5	36,2
17	Korytarz	20,0	6,71	17,9	0,5	9,0
Razem				394,8		256,9

krotność wymiany powietrza wentylacyjnego 0,65 h⁻¹Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego $V_{nom} = \Psi = 257 \text{ m}^3/\text{h}$

Współczynniki korekcyjne

	Stan obecny	Wymiana okien	Nawiewniki higroster.
c_r	1,10	1,00	0,70
c_w	1,00	1,00	1,00
c_m	1,10	1,00	1,00

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

 $c_r * c_w * V_{nom}$ 282,6 179,9

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

 $c_m * \Psi$ 282,6 256,9

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan obecny - podgrzewacz elektryczny	Stan obecny - podgrzewacz elektryczny
(1)	(2)	(3)	(3)
ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ/kg}\cdot\text{deg}$	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m^3	1	1
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	5	5
jed.odniesienia - ilość osób L	os	5	5
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$\text{dm}^3/\text{m}^2/\text{dzień}$	0,80	0,80
temperatura wody ciepłej na zaworze czterpalnym θ_w	$^{\circ}\text{C}$	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10	10
Powierzchnia ogrzewana o regulowanej temperaturze A_f	m^2	159,40	159,40
współczynnik korekcyjny temp. k_R	-	0,55	0,55
czas użytkowania t_r	doba	365	365
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{w,nd}$ $Q_{w,nd}=V_{wi}\cdot A_f\cdot c_w\cdot\rho_w\cdot(\theta_{cw}-\theta_0)\cdot k_R\cdot t_R/3600$	kWh/rok	1 340,8	1 340,8
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,99	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,86	0,86
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,8514	0,8514
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	1 574,8	1 574,8
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	5,7	5,7
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r}=(L\cdot V_{cw})/(18\cdot 1000)$	m^3/h	0,003	0,003
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h=9,32\cdot L^{-0,244}$	-	6,293	6,293
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m^3 wody $Q_{cwj}=c_w\cdot\rho\cdot(\theta_{cw}-\theta_0)\cdot k_t/\eta_{w,tot}/10^3$	GJ/m^3	0,28347	0,28347
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}\cdot Q_{cwj}\cdot N_h\cdot 10^6/3600$	kW	1,2	1,2
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	kW	0,2	0,2
Koszt przygotowania c.w.u.	zł	995,6	995,6

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

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,008	58,08
2	0,009	62,97
3	0,011	84,08
4	0,014	114,34
5	0,031	256,15
6	0,031	259,01
0 - stan istniejący	0,031	259,01

Dokumentacja inwentaryzacyjna budynku

