

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**Audyt został wykonany zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury
z dnia 17 marca 2009 r. (Dz.U. Nr 43 poz.346)**

**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)**

**Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r.
zmieniającego rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu
energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także
algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2015
poz. 1606).**

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

Adres budynku	ulica: kod: powiat: pucki województwo:	miejsowość Żarnowiec pomorskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy: nr opracowania	Grzegorz Geppert mgr inż. 08.09.2019

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	wozownia		1.2. Rok budowy
1.3. Inwestor	ul. 0 kod 0 tel. fax. PESEL	1.4. Adres budynku ul. 0 kod 0 powiat pucki woj. pomorskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt JMS Doradcy Sp. z o.o. 80-232 Gdańsk ul. Matejki 11 Regon 220945693			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Grzegorz Geppert, 80-299 Gdańsk, ul. Kielnieńska 143 B - Politechnika Gdańska- Wydział Budowy Okrętów, magister inżynier mechanik o specjalności maszyny i siłownie ,Świadectwo ukończenia studiów podyplomowych w specjalności cukrownictwo - Wyższa Szkoła Gospodarowania Nieruchomościami w Warszawie Wydział Ekonomii, studia podyplomowe w zakresie wycena Nieruchomości - Kurs dla kandydatów na audytorów energetycznych nr 24/99, NAPE Warszawa 1999 - Kurs i egzamin Certified Energy Manager, NAPE Warszawa 2006 - Uniwersytet Warmińsko- Mazurski w Olsztynie, Studia Podyplomowe w zakresie: Audyt Energetyczny Budynków i Instalacji - Nr wpisu do wykazu osób uprawnionych do sporządzania charakterystyki energetycznej Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa - 6413 z dnia 26 07 2010 r - Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 887			
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. Beata Talaśka KUP/0151/PWOS/08 - nr wpisu do wykazu osób uprawnionych do sporządzania charakterystyki energetycznej Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa - 14462 z dnia 17 01 2018		obliczenia ciepłe
2			
5. Miejscowość	Bydgoszcz	Data wykonania opracowania	08.09.2019 r
6. Spis treści			
			str.
1.	Strona tytułowa		2
2.	Karta audytu energetycznego		3-4
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		5
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		6-10
5.	Ocena stanu technicznego budynku		11-12
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		13
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		14-28
8.	Opis wariantu optymalnego		29
9.	Załączniki		30

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologie budynku	murowany	
2.	Liczba kondygnacji	1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 128	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	261	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	20	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	brak	
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	brak	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,91	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane¹⁾		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
[W/m²K]			
1	Ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie	1,548	0,215
2	Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych.	2,022	0,189
3	Dach	3,313	0,148
4	strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,459	0,116
5	Podłoga na gruncie	0,704	0,704
6	Okna	1,8/5	1,8/0,9
7	Drzwi / bramy	2/5	2/1,3
3a. Sprawności składowe systemu ogrzewania²⁾			
1.	Sprawność wytwarzania	0,75	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,87	0,98
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,96	0,96
3b. Sprawności składowe systemu przygotowania cwu			
1.	sprawność wytwarzania ciepła η _{w,g}	0,90	0,95
2.	sprawność przesyłu ciepłej wody η _{w,p}	0,50	0,60
3.	sprawność akumulacji η _{w,s}	1,00	1,00
4.	sprawność sezonowa wykorzystania	0,77	0,95
5.	sprawność całkowita η _{w,tot}	0,35	0,54
4. 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]	92	64
4.	Liczba wymian [l/h]	0,08	0,06
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego ⁴⁾ [kW]	96,5	23,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu ⁵⁾ [kW]	10,1	5,8
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu ⁴⁾ [GJ/rok]	839	222
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1602,5	288
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu ⁵⁾ [GJ/rok]	238,34	137,26
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]	780	-

*) dla budynku o mieszalnej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

**) wielkość zużycia wynikająca z faktur dotycząca wszystkich budynków kompleksu łącznie z siecią ciepłą w ramach termomodernizacji zaprojektowano montaż oddzielnych liczników dla wszystkich obiektów

7.	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]	206,5	54,6
8.	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]	394,6	70,8
9.	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]	1706,80	306,26
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) ⁶⁾			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	30,9	30,9
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	8,27	2,19
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł]	0,00	0,00
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	1 041 165	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	79,7
Planowane koszty całkowite	1 156 850	Premia termomodernizacyjna	90 577
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	45 288		

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity	SPBT
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł	lata
1	Modernizacja instalacji c.o.	-	-	276 024,75	12,58
2	Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją.	-	-	53 212,05	12,02
3	Ocieplenie dachu	418,43	909,01	380 350,84	30,36
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych.	346,64	600,00	207 981,90	34,62
5	Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz wymiana stolarki okiennej.	-	-	16 320,00	56,27
6	Wymiana drzwi	39,05	3 200,00	124 960,00	81,65
7	Koszt audytu	-	-	98 000,00	
SUMA				1 156 849,53	20,99

Ceny jednostkowe zweryfikowano do wartości wg katalogu "SEKOCENBUD" II kwartał 2019 r.

**) 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
- 4) Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczone w 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 zamieszczone w załączniku 4
- 6) Wyliczenie opłat jednostkowych zamieszczono w załączniku 1

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- brak

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459 + DU z 2014 r poz. 712.. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków + USTAWA z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); z późniejszymi zmianami. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje oarzewcze w budvnkach. Metoda obliczania proiektowego obciążenia cieplnego”.
- ° Polska Norma PN-B-02025:2001 "Obliczanie sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego".

3.3. Osoby udzielające informacji

-

3.4. Data wizji lokalnej

- 14.05.2019 r.

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

- 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,

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	115 685,0 zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	1 041 164,6 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

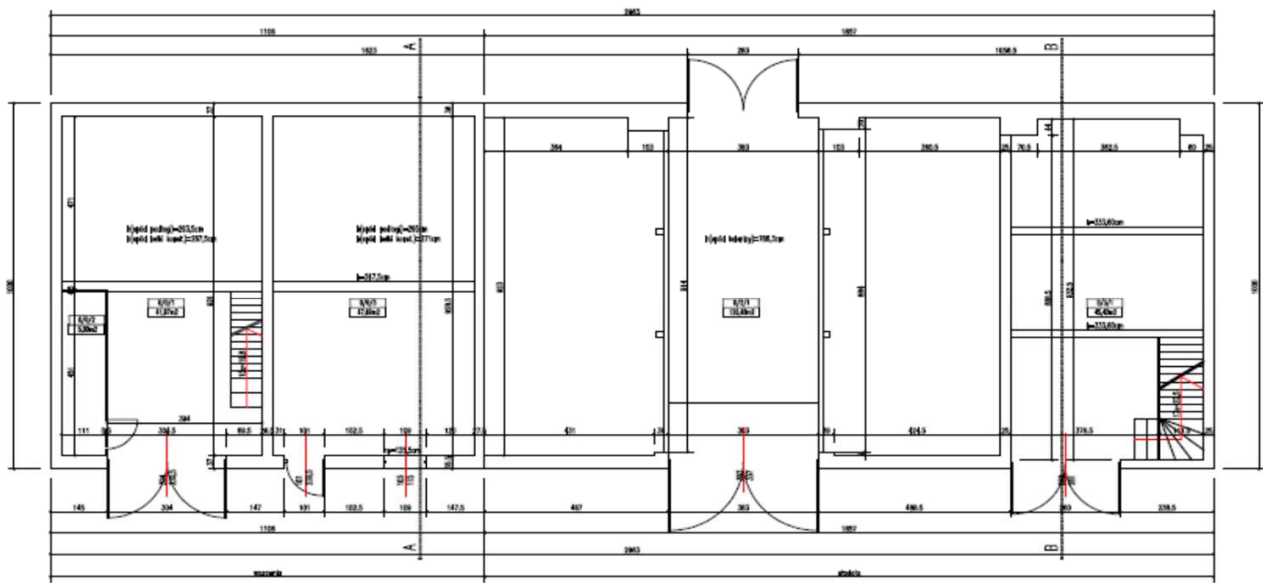
4a. Ogólne dane o budynku

Własność	gminna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny x
Adres	0 0 Żarnowiec		
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

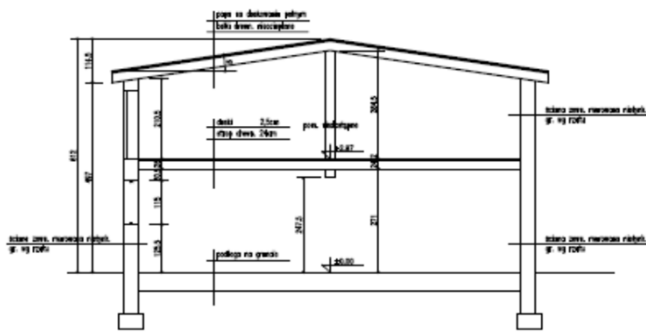
Rok budowy		0		Rok zasiedlenia		0	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:	murowany					
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	260,83	10	Budynek podpiwniczony	nie	
2	Kubatura budynku	[m ³]	1128,30	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, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m ³]	1128,30	12	Liczba kondygnacji	1	
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]		13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	7,0	
5	Powierzchnia korytarzy +klatek	[m ²]		14	Liczba mieszkańców	20	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m ²]	0,00				
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	[m ²]		15	Liczba mieszkań	0	
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m ²]	0,00	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	0	
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m ²]	260,83	17	Liczba mieszkań z WC osobno	0	

- 1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.Podział, określenia i zasady obmiaru
- 2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

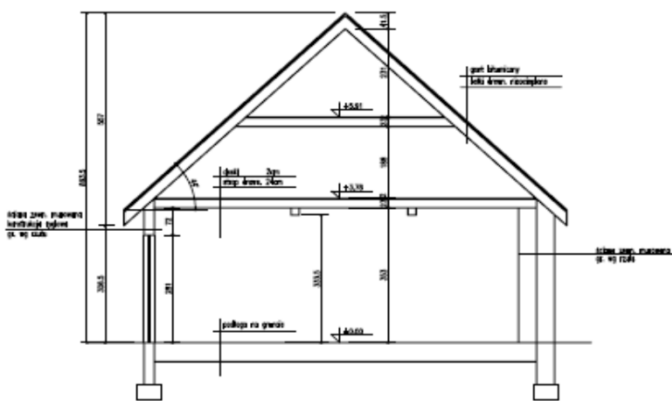
4.b. Szkic budynku - parter



4.b. Szkic budynku - przekrój



PRZEKRÓJ A-A



PRZEKRÓJ B-B

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek wozowni jest budynkiem jednokondygnacyjnym, niepodpiwniczonym. Ściany zewnętrzne zbudowano w technologii tradycyjnej, murowanej.

Współczynnik przenikania okna ocenia się na $U=5,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Drzwi zewnętrzne drewniane, o współczynniku przenikania $U=5,0$

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Orientacja	Pow. netto m^2	U_k $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. okien . m^2	U okna $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. drzwi m^2	U DRZWI $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1	ściana zewnętrzna kondygnacji nadziemnych	N	62,01	2,022		5,0		5,0
		E	92,43		4,80	5,0	30,05	5,0
		S	57,40			5,0		5,0
		W	118,29			5,0	9	5,0
2	Dach		398,50	3,313		5,0		
3	Podłoga na gruncie		260,83	0,704				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1.	Istniejąca moc cieplna na co	[kW]	0,00
2.	Istniejąca moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	0,00
2.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	96,54
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	10,08
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	838,66
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1602,46
5.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,0
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	30,9
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

4.e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Budynek nieogrzewany.
2.	Parametry pracy instalacji	-
3.	Przewody w instalacji	-
4.	Rodzaje grzejników	-
5.	Oslonięcie grzejników	-
6.	Zawory termostatyczne	-
7.	Zabezpieczenie	-
8.	Odpowietrzenie	-
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	-

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,75
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,87
3	Regulacja i wytwarzanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita system $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,50
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,96

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	brak
2.	Piony i ich izolacja	brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

4.g. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Budynek nieogrzewany.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	92

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	R [m ² *K/W]	
		istniejące	wymagane
ściana zewnętrzna kondygnacji nadziemnych	2,022	0,495	5,0
Dach	3,313	0,302	6,67
Podłoga na gruncie	0,704	1,420	3,3

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne,	5,0	1,3
okno,	5,0	0,9

5.3 System grzewczy

Budynek nieogrzewany.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

brak

5.5 Wentylacja

Nawiew świeżego powietrza do pomieszczeń poprzez rozszczelnianie okien oraz nieszczelności stolarki, wywiew za pomocą murowanych kanałów wentylacji grawitacyjnej.

5.6 Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne niespełniają obowiązujących wymagań odnośnie wartości współczynnika przenikania ciepła</p>	Docieplenie w celu uzyskania podwyższonej wartości izolacyjności cieplnej (zakłada się spełnienie wymagań WT 2021).
2	<p><u>Okna i drzwi zewnętrzne nie spełniają</u> wymagań wartości współczynnika przenikania ciepła.</p>	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej na nową.
3	<p><u>Wentylacja.</u> Nawiew świeżego powietrza do pomieszczeń poprzez rozszczelnianie okien oraz nieszczelności stolarki, wywiew za pomocą murowanych kanałów wentylacji grawitacyjnej.</p>	Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła.
4	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> brak</p>	Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją.
4	<p><u>System grzewczy</u> Budynek nieogrzewany.</p>	Montaż instalacji c.o., montaż układu pomp ciepła (dla całego kompleksu klasztornego), wprowadzenie systemu BMS.

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	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz z użyciem mineralnych płyt izolacyjnych Multipor na zaprawie z wykończeniem tynkiem - metoda mokra.
2	j.w. przez stropodach	Ocieplenie za pomocą wełny mineralnej. Konieczna wymiana pokrycia dachowego wraz z konstrukcją (zalecenie Konserwatora Zabytków).
3	Zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła.
4	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją.
4	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Montaż instalacji c.o., montaż układu pomp ciepła (dla całego kompleksu klasztornego), wprowadzenie systemu BMS.

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	Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji naziemnych i ścian zewnętrznych przy gruncie.
		Docieplenie stropodachu.
		Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła.
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją.

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_{piw}			$^{\circ}\text{C}$
S_d dla przegród zewnętrznych dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą	3 725	3 725	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	30,85	30,85	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/m-c

7.2.12. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych.		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	330,1 m ²		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} =	346,6 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany od wewnątrz z użyciem płyt izolacyjnych PIR o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,025$ 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 $R \geq 5,0$ (m ² K)/W						
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,80	5,60	6,40
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,495	5,295	6,095	6,895
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	214,8	20,1	17,4	15,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0240	0,0020	0,0020	0,0020
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		6 007	6 091	6 152
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		600,00	666,67	825,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		207 982	231 091	285 975
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		34,62	37,94	46,48
10	U_0, U_1	W/m ² K	2,022	0,189	0,164	0,145
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	207 982 zł	SPBT=	34,62 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ocieplenie dachu		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				$A = 398,5 \text{ m}^2$ $A_{\text{kosz}} = 418,4 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się wymianę pokrycia dachowego na dachówkę wraz ze wzmocnieniem konstrukcji oraz wykonaniem pełnej izolacji przeciwilgociowej i cieplnej wełną mineralną o współ. przewod. $\lambda = 0,045 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,29	0,31	0,33
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		6,44	6,89	7,33
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,302	6,746	7,191	7,635
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	425,0	19,0	17,8	16,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0480	0,0021	0,0020	0,0020
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		12 527	12 564	12 595
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		909,01	984,76	1060,51
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		380 351	412 047	443 743
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		30,36	32,80	35,23
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,313	0,148	0,139	0,131
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 1		Kosz:	380 351 zł	SPBT=	30,36 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.	
Dane: powierzchnia okien		$A_{ok} = 4,80 \text{ m}^2$	$C_w = 1$		
		$V_{nom} = \Psi = 92 \text{ m}^3/\text{h}$			
		$V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$			
Opis wariantów usprawnienia		$V_{went} = 92 \text{ m}^3$			
Usprawnienie obejmuje wymianę okien					
wariant 1 : wymiana okien na nowe o współczynniku			U=	0,9	W/m ² *K
wariant 2: montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej oraz wymiana okien na nowe o współczynniku			U=	0,9	W/m ² *K
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² *K	5	0,9	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	0,70	0,70
		Cm	-	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	8	1	1
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	10	7	7
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (3)$	GJ/a	18	8	8
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0009	0,0002	0,0002
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0069	0,0069	0,0069
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0078	0,0071	0,0071
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		290	290
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł		3 400,00	3 400,00
11	Koszt wymiany okien N_{OK}			16 320	16 320
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	113 461
13	Koszt $N_w + N_{OK}$			16 320	129 781
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		56,27	447,47
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m ² wg ofert firm wykonawczych.					
Wentylacja mechaniczna nawiewno/wywiewna [zł			razem	113 461,05 zł	
RAZEM				113 461,05	
Wybrany wariant : 1		Koszt :	16 320 zł	SPBT=	56,27 lat

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi	
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 39,05 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \Psi = 92 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = 0,5 * V_{went} * C_m$ Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 92 \text{ m}^3$</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych: wariant 1 : wymiana drzwi na nowe o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ wariant 2: wymiana drzwi na nowe o współ $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	5	1,3	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	0,70	0,70
		C_m	-	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	63	16	11
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	10	7	7
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (3)$	GJ/a	73	23	18
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0070	0,0018	0,0013
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0069	0,0069	0,0069
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0139	0,0087	0,0082
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		1 530	1 685
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{OK}	zł		3 200,00	4 480,00
11	Koszt wymiany drzwi N_{OK}			124 960	174 944
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		81,65	103,84
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m^2 wg ofert firm wykonawczych.</p>					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	124 960 zł	SPBT=	81,65 lat

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

Dane: $Q_{ocw} = 238,338 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0101 \text{ MW}$

Opis:

Usprawnienie systemu zaopatrzenia w cwu:

Wariant I - proponuje się montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją

Wariant II - proponuje się montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją wraz z montażem pompy ciepła powietrze/woda.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji	
				wymiana cwu	PC
1	Średnia moc cwu $q_{cwu\bar{r}}$	MW	0,0101	0,0058	0,0040
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	238,338	137,257	94,835
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	7 353,848	4 235,024	2 926,106
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	0,000	0,000	0,000
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0	0,0	0,0
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	7 353,85	4 235,02	2 926,11
7	Różnica	zł/a		3 118,8	4 427,7
8	Koszt	zł		35 212,1	53 212,1
9	SPBT	lat		11,29	12,02

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

wg stawek lokalnych firm instalacyjnych

Montaż instalacji c.w.u. wraz z cyrkulacją = 35 212,05 zł

Montaż pompy ciepła dla przygotowania cwu = 18 000,00 zł

KOSZT	53 212 zł	SPBT	12,02 lat
--------------	------------------	-------------	------------------

7.2.6. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją.	53 212	12,02
2	Ocieplenie dachu	380 351	30,36
3	Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych.	207 982	34,62
4	Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz wymiana stolarki okiennej.	16 320	56,27
5	Wymiana drzwi	124 960	81,65

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

Dane $Q_{oco} = 838,66$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Brak
- 2 Brak
- 3 Brak

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt - wariant I - montaż kotłowni gazowej	koszt - wariant II - montaż pomp ciepła
1	Montaż układu BMS - inteligentne zarządzanie budynkiem.	1 kpl.	50 000,00	50 000,00	50 000,00
2	Montaż nowego układu pompy ciepła typu powietrze/woda o wydajności dostosowanej do zapotrzebowania całego kompleksu klasztornego (koszt budowy podzielono proporcjonalnie na wszystkie budynki).	1 kpl.	420 000,00	0,00	215 999,91
3	Montaż osprzętu PC (bufor, naczynie wzbiorcze, zawór bezpieczeństwa, pompy obiegowe, wymiennik ciepła itd..)	1 kpl.	302 929	0,00	101 571,00
4	Montaż kotłowni gazowej o wydajności dostosowanej do zapotrzebowania całego kompleksu klasztornego (koszt budowy podzielono proporcjonalnie na wszystkie budynki).	1 kpl.	380 000	126 666,67	0
5	Montaż instalacji co - orurowanie [mb]	417	55	22 953,04	22 953,04
6	Montaż instalacji co - izolacja [mb]	417	25	10 433,20	10 433,20
7	Montaż instalacji co -grzejniki [szt]	44	980	43 001,95	43 001,95
8	Montaż instalacji co -zawory grzejnikowe [szt]	44	250	10 969,89	10 969,89
6	Wykonanie instalacji elektrycznych i AKPiA dla kotłowni	1 kpl.	12 000	12 000,00	12 000,00
RAZEM:				276 024,75	466 928,99

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
Rodzaj systemu zasilania		węgiel	gaz	PC	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,75	0,99	2,50
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,87	0,98	0,98
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,77	0,93	0,93
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	1,00	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,50	0,90	2,28
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	1,00	1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,96	0,96	0,96

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Budynek nieogrzewany.	Wykonanie układu pomp ciepła typu powietrze/woda gazowa i elektryczna.
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	brak	nowa instalacja co w pełni izolowana
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	brak	wprowadzenie BMS
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak	wprowadzenie zbiorników buforowych dla PC
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	brak	Regulacja tygodniowa i dzienna (obniżenie nocne)

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern. MSC	Stan po modern. PC
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,096535	0,096535	0,096535
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	839	839	839
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,50	0,90	2,28
4	Obniżenie nocne	-	0,96	0,96	0,96
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1603	892	353
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	49 460	27 522	10 892
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0	0
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	49 460	27 522	10 892
11	Różnica	zł/rok		21 938	16 631
12	Koszt	zł		276 025	466 929
13	SPBT	lat		12,6	28,1

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	7	8
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X	X	X		
2	Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją.	X	X	X	X	X			
3	Ocieplenie dachu	X	X	X	X				
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych.	X	X	X					
5	Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz wymiana stolarki okiennej.	X	X						
6	Wymiana drzwi	X							

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

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu, dokumentacji projektowej i nadzoru [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6	1 058 849,53	98 000,00	1 156 849,53
2	1+2+3+4+5	933 889,53	98 000,00	1 031 889,53
3	1+2+3+4	917 569,53	98 000,00	1 015 569,53
4	1+2+3	709 587,63	98 000,00	807 587,63
5	1+2	329 236,80	98 000,00	427 236,80
6	1	276 025	98 000	374 025

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	$Q_{co}^{obl. 1)}$	η	w_d	Q_{co+w_d} / η	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	0,023033	221,66	0,902	0,96	235,83	7276,46	0,00580	137,257	4235,02	0,028836	373,087	11511,49	1467,79	45 288,25
2	0,02902	270,27	0,902	0,96	287,55	8872,27	0,00580	137,257	4235,02	0,03482	424,81	13107,29	1416,07	43 692,45
3	0,02983	276,87	0,902	0,96	294,58	9089,18	0,00580	137,257	4235,02	0,03563	431,84	13324,20	1409,04	43 475,54
4	0,05503	488,71	0,902	0,96	519,96	16043,21	0,00580	137,257	4235,02	0,06083	657,22	20278,23	1183,66	36 521,51
5	0,09654	838,66	0,902	0,96	892,29	27531,34	0,00580	137,257	4235,02	0,10234	1 029,55	31766,36	811,33	25 033,38
6	0,09654	838,66	0,902	0,96	892,29	27531,34	0,01008	238,338	7353,85	0,10661	1 130,63	34885,19	710,25	21 914,55
0-stan istniejący	0,09654	838,66	0,502	0,96	1 602,54	49445,89	0,01008	238,338	7353,85	0,10661	1 840,88	56799,74		

Wariant wybrany do realizacji

1) - wyniki z programu Audytor OZC 4.5Pro - obliczenie mocy

2) - wyniki z programu Audytor OZC 4.5Pro - obliczenie zużycia ciepła

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Przysługująca premia termomodernizacyjna dla poszczególnych wariantów zaznaczona pogrubioną czcionką.

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
					[zł,%] [zł,%]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Modernizacja instalacji c.o. Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją. Ocieplenie dachu Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych. Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wylawnej z odzyskiem ciepła oraz wymiana stolarki okiennej. Wymiana drzwi	1 156 850	45 288	79,7%	115 685	10,0%	208 233	185 096	90 577
					1 041 165	90,0%			
2	Modernizacja instalacji c.o. Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją. Ocieplenie dachu Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych. Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wylawnej z odzyskiem ciepła oraz wymiana stolarki okiennej.	1 031 890	43 692	76,9%	103 189	10,0%	185 740	165 102	87 385
					928 701	90,0%			
3	Modernizacja instalacji c.o. Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją. Ocieplenie dachu Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych.	1 015 570	43 476	76,5%	101 557	10,0%	182 803	162 491	86 951
					914 013	90,0%			
4	Modernizacja instalacji c.o. Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją. Ocieplenie dachu	807 588	36 522	64,3%	80 759	10,0%	145 366	129 214	73 043
					726 829	90,0%			
5	Modernizacja instalacji c.o. Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją.	427 237	25 033	44,1%	42 724	10,0%	76 903	68 358	50 067
					384 513	90,0%			
6	Modernizacja instalacji c.o.	374 025	21 915	38,6%	37 402	10,0%	67 324	59 844	43 829
					336 622	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:

- Modernizacja instalacji c.o.
- Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją.
- Ocieplenie dachu
- Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych.
- Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz wymiana stolarki okiennej.
- Wymiana drzwi

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 79,7% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt 1 041 165 zł. nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 103 189 zł, co spełnia oczekiwania inwestora;

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. Modernizacja w zakresie instalacji c.o.

- Montaż układu BMS - inteligentne zarządzanie budynkiem.	1 kpl.	
- Montaż nowego układu pompy ciepła typu powietrze/woda o wydajności dostosowanej do zapotrzebowania całego kompleksu klasztornego (koszt budowy podzielono proporcjonalnie na wszystkie budynki).	1 kpl.	
- Montaż osprzętu PC (bufor, naczynie wzbiorcze, zawór bezpieczeństwa, pompy obiegowe, wymiennik ciepła itd..)	1 kpl.	
- Montaż kotłowni gazowej o wydajności dostosowanej do zapotrzebowania całego kompleksu klasztornego (koszt budowy podzielono proporcjonalnie na wszystkie budynki).	1 kpl.	
- Montaż instalacji co - orurowanie [mb]	417,33	
- Montaż instalacji co - izolacja [mb]	417,33	
- Montaż instalacji co -grzejniki [szt]	43,88	
- Montaż instalacji co -zawory grzejnikowe [szt]	43,88	
- Wykonanie instalacji elektrycznych i AKPiA dla kotłowni	1 kpl.	
2. Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz wymiana stolarki okiennej.	4,80	m2
3. Wymiana stolarki drzwiowej.	39,05	m2
4. Montaż instalacji instalacji cwu.		
6. Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz płytami z pianki PIR (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,025$ W/(m K), o gr. 12 cm.	346,637	m2
7. Docieplenie dachu wełną mineralną z wymianą pokrycia i konstrukcji(o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,045$ W/(m K), o gr.29 cm.	418,425	m2

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji c.o.	-	-	276 024,75
2	Montaż instalacji cwu wraz z cyrkulacją.	-	-	53 212,05
3	Ocieplenie dachu	418,43	909,01	380 350,84
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej kondygnacji nadziemnych.	346,64	600,00	207 981,90
5	Montaż wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz wymiana stolarki okiennej.	-	-	16 320,00
6	Wymiana drzwi	39,05	3200,00	124 960,00
7	Koszt audytu	-	-	98 000,00
			SUMA	1 156 849,53

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		1 156 849,5 zł
Udział środków własnych inwestora:	10,0%	115 685,0 zł
Kredyt bankowy:	90,0%	1 041 164,6 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		90 576,5 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		21,0

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 i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 3 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 4 Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.1 PRO dla stanu istniejącego
- Załącznik 5 Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.1 PRO dla wariantu optymalnego

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m ² *K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
ściana zewnętrzna kondygnacji nadziemnych	tynk cem.-wapienny	0	0,82	0,000	2,022
	cegła ceramiczna pełna	0,25	0,77	0,325	
	tynk cem.-wapienny	0	0,82	0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
	razem			0,495	
Dach	papa	0,001	0,18	0,006	3,313
	wetna mineralna	0	0,052	0,000	
	deskowanie	0,025	0,16	0,156	
				R _{si} 0,100	
				R _{se} 0,040	
	razem			0,302	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m ² *K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
ściana zewnętrzna kondygnacji nadziemnych	tynk cem.-wapienny	0	0,82	0,000	0,189
	cegła ceramiczna pełna	0,25	0,77	0,325	
	tynk cem.-wapienny	0	0,82	0,000	
	plyty PIR	0,12	0,03	4,800	
				R _{si} 0,130	
			R _{se} 0,040		
	razem			5,295	
Dach	papa	0,001	0,18	0,006	0,148
	wetna mineralna	0,29	0,05	6,444	
	deskowanie	0,025	0,16	0,156	
				R _{si} 0,100	
				R _{se} 0,040	
	razem			6,746	

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

pomieszczenie	ilość	strumień powietrza wg. normy w m³/h	Strumień w m³/s	Łączne zap. powietrza w m³/s
Całość budynku		92	0,026	0,026
ŁĄCZNIE V_o				0,026

$V_o = 92 \text{ m}^3/\text{h}$

Kubatura wentylowana budynku $V = 1\,128 \text{ m}^3/\text{h}$

krotność wymiany powietrza wentylacyjnego $0,08 \text{ h}^{-1}$

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430 $V_{\text{nom}} = \Psi = 92 \text{ m}^3/\text{h}$

Współczynniki korekcyjne **Okna istniejące, okna + nawiewniki**

c_r	1,00	0,7
c_w	1,0	1,0
c_m	1,0	1,0

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

$c_r * c_w * V_{\text{nom}} = 92 \quad 64 \text{ m}^3/\text{h}$

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$c_m * V * 0,5 = 564 \quad 564 \text{ m}^3/\text{h}$

Załącznik 4

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

Uwaga: modernizacja instalacji c.w.u. polega na montażu perlatorów

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji-wariant I	Wartości dla budynku - stan po modernizacji-wariant II
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os*dobę	60	54	54
jed.odniesienia - ilość osób L	os	20	20	20
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	365	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	22 940	20 646	20 646
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,90	0,95	1,38
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,50	0,60	0,60
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	0,77	0,95	0,95
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,3465	0,5415	0,78375
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	66 205	38 127	26 343
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	238,338	137,257	94,835

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,067	0,060	0,060
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	4,487	4,487	4,487
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} \cdot 10^6$	GJ/m ³	0,544	0,348	0,241
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	45,2	26,0	18,0
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	10,0770	5,8033	4,0096

Załącznik nr 3

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 4.8 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,023033	221,66
2	0,029015	270,27
3	0,029830	276,87
4	0,055030	488,71
5	0,096535	838,66
6	0,096535	838,66
0 - stan istniejący	0,096535	838,66

Załącznik nr 5

OBLICZENIE EFEKTU ENERGETYCZNEGO PROJEKTU - ZESTAWIENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ WG NOŚNIKÓW ENERGII DLA

Lp.	Nośnik energii	ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ (w kWh/rok)		
		STAN PRZED MODERNIZACJĄ	STAN PO MODERNIZACJI	RÓŻNICA (kol. 3 - kol. 4)
1.	Olej opałowy			0
2.	Gaz ziemny			0
3.	Gaz płynny			0
4.	Węgiel kamienny	299 166		299 166
5.	Węgiel brunatny			0
6.	Biomasa			0
7.	Inny (podać jaki)			0
8.	Ciepło sieciowe z ciepłowni			0
9.	Ciepło sieciowe z ciepłowni wyłącznie na biomasę			0
10.	Ciepło sieciowe z elektrociepłowni			0
11.	Ciepło sieciowe z elektrociepłowni wyłącznie opartej na energii odnawialnej (biogaz, biomasa)			0
12.	Energia elektryczna zużyta na potrzeby budynku ¹⁾²⁾³⁾		43 757	-43 757
13.	Energia elektryczna wyprodukowana w miejscu, zużyta na potrzeby budynku ¹⁾ (podawać ze znakiem minus)			0
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ		299166	43757	255410
		EFEKT ENERGETYCZNY - PROCENT OSZCZĘDNOŚCI ENERGII KOŃCOWEJ		85%

¹⁾ Wartość energii elektrycznej uwzględnia ilość energii elektrycznej na potrzeby danego budynku: oświetlenie wbudowane, energia pomocnicza, energia elektryczna do napędu urządzeń

OBLICZENIA PLANOWANEGO EFEKTU EKOLOGICZNEGO PROJEKTU - OGRANICZENIA LUB UNIKNIĘCIA EMISJI CO₂

Nośnik energii	WSPÓLCZYNNIKI NAKŁADU NIEODNAWIALNEJ ENERGII PIERWOTNEJ ³	WSKAŹNIK EMISJI ⁴⁽⁵⁾ kgCO ₂ /GJ lub MgCO ₂ /MWh	Rok bazowy - stan przed modernizacją (przed realizacją projektu)		Okres eksploatacji - stan po modernizacji (po realizacji projektu)		
			Zapotrzebowanie na energię końcową dla c.o. i c.w.u. (GJ/rok lub MWh/rok)	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Zapotrzebowanie na energię końcową dla c.o. i c.w.u. ¹⁾ (GJ/rok lub MWh/rok)	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok	Redukcja emisji ⁷⁾ MgCO ₂ /rok
1	2	3	4	5	6	7	8
Olej opałowy (podawać w GJ/rok)	1,1	40,19		0,00		0,00	0,00
Gaz ziemny (podawać w GJ/rok)	1,1	55,82		0,00		0,00	0,00
Gaz płynny (podawać w GJ/rok)	1,1	62,44		0,00		0,00	0,00
Węgiel kamienny (podawać w GJ/rok)	1,1	94,62	1 077,00	101,91		0,00	101,91
Węgiel brunatny (podawać w GJ/rok)	1,1	108,6		0,00		0,00	0,00
Biomasa ⁶⁾ (podawać w GJ/rok)	0,2						
Inny (podać jaki)				0,00		0,00	0,00
Ciepło sieciowe z ciepłowni ³⁾ (podawać w GJ/rok)	1,3	94,62		0,00		0,00	0,00
Ciepło sieciowe z ciepłowni wyłącznie na biomasę ⁶⁾ (podawać w GJ/rok)							
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni ³⁾ (podawać w GJ/rok)	1,3	0,812		0,00		0,00	0,00
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni opartej wyłącznie na energii odnawialnej (biogaz, biomasa) ⁶⁾ (podawać w GJ/rok)							
Energia elektryczna zużyta na potrzeby budynku/ budynków ²⁾⁵⁾ (podawać w MWh/rok)	3	0,812		0,00	43,76	35,53	-35,53
Energia elektryczna wyprodukowana w miejscu, zużyta na potrzeby budynku/ budynków ²⁾ (podawać w MWh/rok ze znakiem minus)		0		0,00	0,00	0,00	0,00
SUMA				101,91		35,53	66,38
					PROCENT REDUKCJI EMISJI		65%

¹⁾ Wartości zapotrzebowania na energię końcową w okresie eksploatacji (po modernizacji) należy przyjmować dla stanu docelowego, czyli roku następnego po zakończeniu okresu inwestowania (po modernizacji).

²⁾ Wartość energii elektrycznej uwzględnia ilość energii elektrycznej na potrzeby danego budynku/ budynków: oświetlenie wbudowane, energia pomocnicza, energia elektryczna do napędu urządzeń chłodniczych dla klimatyzacji (oraz np. ogrzewanie, c.w.u.)

³⁾ W przypadku zużycia energii pochodzącej z zewnętrznego źródła ciepła (miejska sieć ciepłownicza itp. z wyłączeniem lokalnych kotłowni usytuowanych poza budynkiem/budynkami ogrzewanymi) należy zastosować współczynniki nakładu niednawialnej energii

⁴⁾ Wskaźniki emisji należy przyjmować zgodnie tabelą nr 37 Załącznika nr 5 do regulaminu Konkursu (wytyczne w sprawie metodologii), dla pozostałych paliw zgodnie z dokumentem „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2011 do

⁵⁾ Dla energii elektrycznej, zakłada się, że wykazywana w tej pozycji tabeli energia elektryczna, pochodzi z polskiej sieci elektroenergetycznej. Dla tej sieci, wskaźnik emisji wynosi 0,812 Mg CO₂/MWh. Dla energii elektrycznej nie należy stosować

⁶⁾ wyłącznie (w 100%) opalanego biomasa; wielkości dotyczące energii podawane są informacyjnie, wskaźnik emisji zgodnie z założeniami Wspólnotowego Systemu Handlu Upewnieniami Do Emisji wynosi 0 (zero) Mg CO₂/GJ.

⁷⁾ w tym emisja uniknieta