1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	*Użyteczności publicznej*	1.2 Rok budowy	*1974*
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Miejskie Centrum Obsługi Oświaty w Krakowie ul. Ułanów 9a 31-450 Kraków PESEL:	1.4 Adres budynku os. Bochaterów Września 15 Kraków MAŁOPOLSKIE	

2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:
PROJEKT ARCH usługi projektowe ul. 3 Maja 53 32-130 Koszyce

3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:	
Dawid Chłopek ul. 3 Maja 53 32-130 Koszyce 81012201737 Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej nr wpisu 11124	Inżynier architekt Dawid Chłopek uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych nr wpisu 11124 podpis

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac

Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego
1	---	---

5. Miejscowość: Kraków **Data wykonania opracowania** grudzień 2019

6. Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego
2. Karta audytu energetycznego budynku
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji

2. Karta audytu energetycznego budynku*

2.1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.1.1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.1.2.	Liczba kondygnacji	2	2
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m^3]	2634,31	2634,31
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m^2]	836,12	836,12
2.1.5.	Pow. ogrzewana części mieszkalnej [m^2]	0,00	0,00
2.1.6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m^2]	0,00	0,00
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	140,00	140,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Miejscowe	Miejscowe
2.1.10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Centralne	Centralne
2.1.11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,35	0,35
2.1.12.	Inne dane charakteryzujące budynek	...	...
2.2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m^2•K)		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	0,82	0,19
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	---	---
2.2.3.	Strop nad piwnicą	---	---
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,19	1,19
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,50; 1,50	1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,50; 1,50
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,50; 2,50; 1,50; 1,50	1,30; 1,30; 1,50; 1,50
2.2.7.	Stropy wewnętrzne	1,13	1,13
2.2.8.	Stropy zewnętrzne	0,54	0,16
2.2.9.	Ściany wewnętrzne	1,38; 1,96; 2,48	1,38; 1,96; 2,48
2.2.10.	Drzwi wewnętrzne	0,00; 2,50; 1,50	0,00; 1,50; 1,50
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,930	0,930
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	0,900
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,880
2.3.4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
2.3.5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	1,000

2.3.6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000
2.4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.4.1.	Sprawność wytwarzania	0,850	0,850
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,500	0,500
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,840	0,840
2.5. Charakterystyka systemu wentylacji		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.5.1.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.5.1.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	stolarka/kanały grawitacyjne
2.5.1.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m^3/h]	4133,10	4113,29
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,57	1,56
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	108,09	84,75
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,66	1,66
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	726,41	590,72
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1127,11	802,00
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	80,88	80,88
2.6.6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	----	---
2.6.7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	----	---
2.6.8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^2rok)]	241,33	196,25
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m^2rok)]	374,45	266,44
2.6.10**	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
2.7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		**Stan przed termomodernizacją**	**Stan po termomodernizacji**

2.7.1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku *** [zł/GJ]	25,00	25,00
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	16,64	16,64
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m^3 ciepłej wody użytkowej *** [zł/m^3]	3,90	3,90
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	0,00	0,00
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m^2 powierzchni użytkowej [zł/(m^2•m-c)]	2,81	2,27
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00

2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	187334,22	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	26,91
Planowane koszty całkowite [zł]	237334,22	Premia termomodernizacyjna [zł]	16264,19
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	8132,09		

* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.
** Uoze [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
*** Opłata zmienna związana z dystrybują i przesyłem jednostki energii.
**** Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1. Ustawy i Rozporządzenia

1. Ustawa "prawo budowlane" z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonanie weryfikacji audytów z późn. zm.
4. Ustawa "o wspieraniu termomodernizacji i remontów" z dnia 21 listopad 2008r. z późniejszymi zmianami
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego."

3.2. Normy techniczne

1. PN-EN ISO 6946 - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
2. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
4. PN-82/B-02402 - Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
5. PN-82/B-02403 - Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
6. PN-EN 12831:2006 – Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.

3.3. Materiały przekazane przez inwestora

1. Dokumentacja techniczna
2. Informacje techniczne przekazane przez inwestora

3.4. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Materiały przekazane od WWA ARCHITEKCI Filek Pajdzik Starowicz Sp.P.
2. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.6

3.5. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Obniżenie kosztów ogrzewania
2. Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

0 zł

4. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora::

500000 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

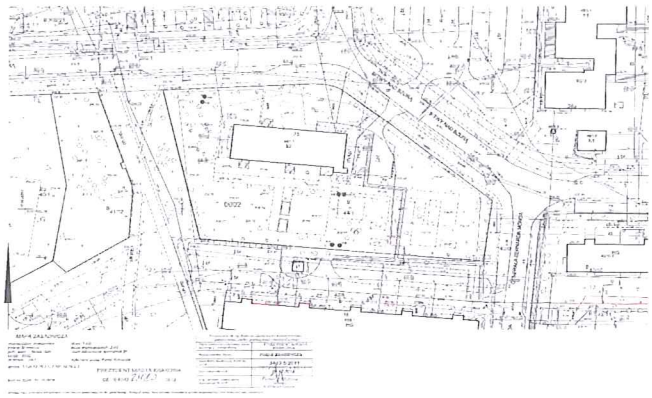
4.1. Ogólne dane techniczne

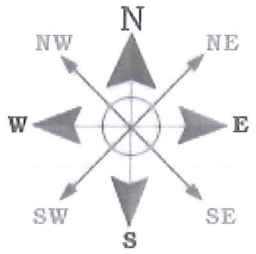
Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Kubatura budynku	-	2634,31 m^3
Kubatura ogrzewania	-	2634,31 m^3
Powierzchnia netto budynku	-	836,12 m^2

Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	-	0,00 m^2
Współczynnik kształtu	-	0,35 m^{-1}
Powierzchnia zabudowy budynku	-	474,00 m^2
Ilość mieszkań	-	0,00
Ilość mieszkańców	-	140,00

4.2. Dokumentacja techniczna budynku

Dokumentacja techniczna budynku znajduje się w załączniku stanowiącym integralną część audytu energetycznego.





4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

4.3.1. Zbiorcza charakterystyka przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne	0,82	W/(m^2•K)
Dach/stropodach	---	W/(m^2•K)
Strop piwnicy	---	W/(m^2•K)
Okna	1,10; 1,10; 1,10; 1,10; 1,50; 1,50	W/(m^2•K)
Drzwi/bramy	2,50; 2,50; 1,50; 1,50	W/(m^2•K)
Okna połaciowe	---	W/(m^2•K)
Stropy wewnętrzne	1,13	W/(m^2•K)
Stropy zewnętrzne	0,54	W/(m^2•K)
Ściany wewnętrzne	1,38; 1,96; 2,48	W/(m^2•K)
Podłogi na gruncie	1,19	W/(m^2•K)
Drzwi wewnętrzne	0,00; 2,50; 1,50	W/(m^2•K)

4.4. Taryfy i opłaty

Ceny ciepła - c.o.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji

Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	25,00 zł/GJ	25,00 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	16,64 zł/(MW•m-c)	16,64 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	0,00 zł/GJ	0,00 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	0,00 zł/(MW•m-c)	0,00 zł/(MW•m-c)
Inne koszty, abonament	0,00 zł/m-c	0,00 zł/m-c

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Wytwarzanie	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy nominalnej powyżej 100 do 300 kW Ciepło z ciepłowni węglowej	$\eta_{H,g}$ = 0,930
Przesyłanie ciepła	C.o. wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	$\eta_{H,d}$ = 0,900
Regulacja systemu grzewczego	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	$\eta_{H,e}$ = 0,770
Akumulacje ciepła	Brak zasobnika buforowego	$\eta_{H,s}$ = 1,000
Czas ogrzewania w okresie tygodnia	Liczba dni: 7 dni	w_t = 1,000
Przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	Liczba godzin: Bez przerw	w_d = 1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s}$ =		0,644
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja była modernizowana po 1984 r. Modernizacja polegała na: Wymiana częściowa kaloryferów z rurowych na płytowe w latach 90.	wymagany próg oszczędności: **15%**
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		0,1080 MW

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Wytwarzanie ciepła	Przepływowy podgrzewacz gazowy z zapłonem elektrycznym	$\eta_{W,g}$ = 0,850
Przesył ciepłej wody	Liczba punktów poboru ciepłej wody powyżej 30 do 100	$\eta_{W,d}$ = 0,500
Regulacja i wykorzystanie	---	$\eta_{W,e}$ = 1,000
Akumulacja ciepła	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	$\eta_{W,s}$ = 0,840
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{W,tot} = \eta_{W,g}\ \eta_{W,d}\ \eta_{W,s}\ \eta_{W,e}$ =		0,357

Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)	0,0000 MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji	
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne
Strumień powietrza wentylacyjnego	4133,10
Krotność wymian powietrza	1,57

Wentylacja w budynku zapewnia prawidłowe przewietrzanie. W okresie zimowym na skutek nadmiernego napływu powietrza zimnego mogą następować wysokie straty ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Rodzaj przegrody lub instalacji	Charakterystyka stanu istniejącego i możliwości poprawy
SZ-1	Ściana zewnętrzna parteru i pierwszego piętra z elementów drobnowymirowych cegła ceramiczna, obustronnie otynkowana. Ze względu na niespełnienie współczesnych wymogów energooszczędności i wymagań warunków technicznych, projektuje się ocieplenie styropianem lambda 0,036W/mxK. Do kosztów doliczono ocieplenie ścian attykowych, Dodatkowo do kosztów doliczono docieplenie ościeży okiennych i drzwiowych styropianem co najmniej 2cm grubości lambda 0,036W/mxK. Doliczono również obróbki blacharskie, rynny, oraz parapety zewnętrzne uwzględniające zastosowaną grubość docieplenia .
Strop wewnętrzny STW-1	Strop, nie projektuje się modernizacji.
Strop zewnętrzny	Stropodach wentylowany nad pierwszym piętrem z płyt kanałowych, z warstwą papy i wełny mineralnej, warstwy powietrznej oraz płyt korytkowych na ścianach ażurowych z warstwą wykończeniową z papy na warstwie podkładowej betonu. Ze względu na niespełnienie współczesnych wymogów energooszczędności i wymagań warunków technicznych, projektuje się ocieplenie granulatem wełny szklanej w przestrzeni powietrznej o współczynniku lambda 0,039 W/mxK.
Ściana wewnętrzna	Ściana wewnętrzna. Nie projektuje się modernizacji.
Ściana wewnętrzna	Ściana wewnętrzna. Nie projektuje się modernizacji.
Ściana wewnętrzna	Ściana wewnętrzna. Nie projektuje się modernizacji.
Podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie. Nie projektuje się modernizacji.
Modernizacja przegrody DZ 1	Drzwi stalowe w średnim stanie technicznym . Projektuje się wymianę na nowe drzwi izolowane o współczynniku Umax=1,1 W/m2*K.
Modernizacja przegrody DZ 2	Drzwi zewnętrzne aluminiowe w średnim stanie technicznym (2 sztuki). Projektuje się wymianę na nowe drzwi izolowane o współczynniku Umax=1,1 W/m2*K.
Modernizacja przegrody DW 3	Nie projektuje się modernizacji.
System grzewczy	Budynek ogrzewany z węzła cieplnego. Instalacja wodna, dwururowa z rozdziałem dolnym. Grzejniki stalowe płytowe bez zaworów i głowic termostatycznych. Projektuje się montaż zaworów i głowic termostatycznych

	przygrzejnikowych oraz zaworów powrotnych, płukanie, regulację i próbę szczelności instalacji.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Nie projektuje się modernizacji.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie przez ściany, stropy i stropodachy

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody SZ-1		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	**Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, λ= 0,036 [W/(m•K)];**	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	**415,85**m^2	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	**415,85**m^2	
Stopniodni: **3686,29** dzień•K/rok	t_{wo}= **18,78** °C	t_{zo}= **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer					
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4	Wariant 1.5
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Opłata za 1 MW Om	zł/ (MW•m-c)	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	13	14	15	16	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m^{2}K)	0,823	0,220	0,207	0,196	0,186	0,177	0,168
Opór cieplny R	(m^{2}K)/W	1,21	4,55	4,83	5,10	5,38	5,66	5,94
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m^{2}K)/W	---	3,33	3,61	3,89	4,17	4,44	4,72
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	109,06	29,12	27,45	25,95	24,61	23,41	22,31
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0133	0,0035	0,0033	0,0032	0,0030	0,0028	0,0027
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	2000,39	2042,34	2079,72	2113,25	2143,48	2170,89
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m^2	---	190,00	190,00	190,00	190,00	210,00	210,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	97184,38	97184,38	97184,38	97184,38	107414,31	107414,31
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	48,58	47,58	46,73	45,99	50,11	49,48

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 97184,38 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 45,99 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych.

6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	**Wariant 1, Granulat z wełny szklanej URSA Granulat, λ= 0,039 [W/(m•K)];**	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła As:	**412,76**m^2	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia Ak:	**412,76**m^2	
Stopniodni: **3686,29** dzień•K/rok	t_{wo}= **21,06** °C	t_{zo}= **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer				
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Opłata za 1 MW Om	zł/ (MW•m-c)	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15	17	19	21	23
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m^{2}K)	0,540	0,175	0,161	0,149	0,138	0,129
Opór cieplny R	(m^{2}K)/W	1,85	5,70	6,21	6,72	7,24	7,75
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m^{2}K)/W	---	3,85	4,36	4,87	5,38	5,90
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	70,94	23,07	21,16	19,55	18,16	16,96
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0091	0,0030	0,0027	0,0025	0,0023	0,0022
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	1198,04	1245,69	1286,07	1320,74	1350,81
Cena jednostkowa usprawnienia K_j	zł/m^2	---	120,00	120,00	125,00	130,00	135,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	60923,38	60923,38	63461,85	66000,32	68538,80
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	50,85	48,91	49,35	49,97	50,74

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:
Koszt realizacji wariantu optymalnego: 60923,38 zł
Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 48,91 lat
Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 17 cm
Informacje uzupełniające:
Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych.

6.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **0,00** m^3/h
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **8,61**m^2
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **8,61**m^2
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **8,61**m^2
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00
Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)
Stopniodni: **2523,84** dzień•K/rok θi = **14,48** °C θe = **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	25,00	25,00	25,00
Opłata za 1 MW	zł/ (MW•m-c)	16,64	16,64	16,64
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c_r		1,20	0,85	0,85
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	$W/(m^2K)$	2,500	1,300	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	9,65	2,55	5,04
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0007	0,0004	0,0004
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	177,52	115,31
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	$zł/m^2$	---	1650,00	1800,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	17474,00	19062,54
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	1,00	1,00
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	98,44	165,32

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 17475,00 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 98,44 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **19,68** m^3/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **3,93**m^2

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **3,93**m^2

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **3,93**m^2

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Stopniodni: **2269,09** dzień•K/rok θi = **13,34** °C θe = **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer W1
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	25,00	25,00
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	16,64	16,64
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00
Współczynnik c_m		0,00	1,00
Współczynnik c_r		0,00	1,00
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	$W/(m^2K)$	2,500	1,300
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1,93	1,08
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0003	0,0002
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	21,12
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	$zł/m^2$	---	1650,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	7982,02
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	1,00

Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	377,95

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 7983,02 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 377,95 lat

Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,30

Informacje uzupełniające:

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji

Modernizacja przegrody DW 3 'Wentylacja grawitacyjna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **3,99** m^3/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **1,95**m^2

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **1,95**m^2

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **1,95**m^2

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Średnie osłonięcie cr = 1,0 ,cw = 1,00

Stan istniejący: Stolarka bardzo nieszczelna (a > 4)

Stopniodni: **1084,40** dzień•K/rok θi = **8,00** °C θe = **-20,00** °C

		Stan istniejący	Wariant numer	
			W1	W2
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	25,00	25,00	25,00
Opłata za 1 MW	zł/ (MW•m-c)	16,64	16,64	16,64
Inne koszty, abonament	zł/m-c	0,00	0,00	0,00
Współczynnik c_m		1,35	1,00	1,00
Współczynnik c_r		1,20	0,85	1,00
Współczynnik a		---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	$W/(m^2K)$	2,500	1,500	1,500
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	0,94	0,53	0,57
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0002	0,0001	0,0001
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	10,30	9,19
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	$zł/m^2$	---	1650,00	1750,00
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	3952,45	4191,99
Koszt realizacji modernizacji	zł	---	1,00	1,00

wentylacji Nw				
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	383,78	456,46

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 3953,45 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 383,78 lat

Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Modernizacja systemu wentylacji

U= 1,50

Informacje uzupełniające:

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych.

6.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

6.3.1 Obliczenia mocy cieplnej oraz zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu

		Stan istniejący
Ciepło właściwe wody c_W	[kJ/(kg•K)]	4,18
Gęstość wody ρ_W	[kg/m^3]	1000
Temperatura ciepłej wody θ_W	[°C]	55
Temperatura zimnej wody θ_O	[°C]	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,55
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m^2]	953,60
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{WI}	[dm^3/(m^2·doba]	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	24,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności Nh	[-]	1,00
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	[-]	0,85
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	[-]	0,50
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	[-]	0,84
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	80,88
Max moc cieplna q_{cwu}	[kW]	1,66

6.4. Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

6.4.1. Ocena opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

	Stan istniejący	Wariant 1

Opłata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	25,00	25,00
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	16,64	16,64
Inne koszty, abonament	[zł]	0,00	0,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	726,41	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1081	
Sprawność systemu grzewczego		0,644	0,737
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	3522,21
Koszt modernizacji	[zł]	---	49815,00
SPBT	[lat]	---	14,14

Informacje uzupełniające:
...

6.4.2. Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,930
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,900
Regulacji systemu ogrzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,880
Akumulacji ciepła, np. wprowadzenie zasobnika buforowego $\eta_{H,s}$	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	1,000
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,000
Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,g}$ $\eta_{H,d}$ $\eta_{H,e}$ $\eta_{H,s}$	0,737

*) - przyjmuje się z tab 2-6 znajdujących się w części 3.

6.4.3 Uproszczona kalkulacja kosztów przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Grzejniki zwaory termostatyczne, zawory powrotne, głowice termostatyczne	49815,00
Suma:	**49815,00**

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	...
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	...
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Montaż grzejników płytowych, zaworów i głowic termostatycznych przygrzejnikowych oraz zaworów powrotnych, płukanie, regulację i próbę szczelności instalacji.

Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	...
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_t i w_d	...

7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lat]
1.	Modernizacja przegrody SZ-1	97184,38 zł	45,99
2.	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	60923,38 zł	48,91
3.	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	17475,00 zł	98,44
4.	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	7983,02 zł	377,95
5.	Modernizacja przegrody DW 3 'Wentylacja grawitacyjna'	3953,45 zł	383,78
	Modernizacja systemu grzewczego	49815,00	14,14

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ-1	97184,38
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	60923,38
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	17475,00
4	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	7983,02
5	Modernizacja przegrody DW 3 'Wentylacja grawitacyjna'	3953,45
6	Modernizacja systemu grzewczego	49815,00
Całkowity koszt		237334,22

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ-1	97184,38
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	60923,38
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	17475,00
4	Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'	7983,02

5	Modernizacja systemu grzewczego	49815,00
Całkowity koszt		233380,77

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ-1	97184,38
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	60923,38
3	Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'	17475,00
4	Modernizacja systemu grzewczego	49815,00
Całkowity koszt		225397,75

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ-1	97184,38
2	Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny	60923,38
3	Modernizacja systemu grzewczego	49815,00
Całkowity koszt		207922,75

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja przegrody SZ-1	97184,38
2	Modernizacja systemu grzewczego	49815,00
Całkowity koszt		146999,38

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu grzewczego	49815,00
Całkowity koszt		49815,00

7.3. Wyniki komputerowych obliczeń dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia

Wariant	sumaryczna strata ciepła budynku	roczne zapotrzebowanie energii budynku	średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	kubatura pomieszczeń ogrzewanych	kubatura budynku	kubatura przestrzeni ogrzewanej	wskaźnik cieplny budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej A/V
	[MW]	[GJ]	°C	m^2	m^3	m^3	m^3	W/m^3	1/m
0	0,1081	726,41	19,72	836,12	2634,31	2634,31	2634,31	60,49	0,35
1	0,0861	590,72	19,72	836,12	2634,31	2634,31	2634,31	...	0,35
2	0,0861	591,04	19,72	836,12	2634,31	2634,31	2634,31	...	0,35
3	0,0865	592,63	19,72	836,12	2634,31	2634,31	2634,31	...	0,35
4	0,0868	596,09	19,72	836,12	2634,31	2634,31	2634,31	...	0,35
5	0,0937	636,59	19,72	836,12	2634,31	2634,31	2634,31	...	0,35
6	0,1081	726,41	19,72	836,12	2634,31	2634,31	2634,31	...	0,35

7.4. Obliczenia oszczędności kosztów wynikających z przeprowadzenia przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	$Q_{h0,1co}$ / $q_{h0,1co}$	$Q_{0,1cwu}$ / $q_{0,1cwu}$	$\eta_{0,1}$	$w_{t0,1}$	$w_{d0,1}$	$Q_{0,1}$	$O_{0,1}$	ΔO	$\%\Delta O$
-	GJ / MW	GJ / MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	726,41 / 0,1081	80,88 / 0,0017	0,64	1,00	1,00	1207,99	28199,26	---	---
1	590,72 / 0,0861	80,88 / 0,0017	0,74	1,00	1,00	882,88	20067,16	8132,09	28,84
2	591,04 / 0,0861	80,88 / 0,0017	0,74	1,00	1,00	883,32	20078,17	8121,09	28,80
3	592,63 / 0,0865	80,88 / 0,0017	0,74	1,00	1,00	885,47	20131,98	8067,27	28,61
4	596,09 / 0,0868	80,88 / 0,0017	0,74	1,00	1,00	890,18	20249,72	7949,53	28,19
5	636,59	80,88	0,74	1,00	1,00	945,17	21625,72	6573,54	23,31

	0,0937	0,0017							
6	726,41 0,1081	80,88 0,0017	0,74	1,00	1,00	1067,10	24677,05	3522,21	12,49

7.5. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO	Procentowa oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	237334,22 zł	8132,09	26,91%	50000,00 187334,22	21,07% 78,93%	37466,84	37973,48	16264,19
2	233380,77 zł	8121,09	26,88%	50000,00 183380,77	21,42% 78,58%	36676,15	37340,92	16242,17
3	225397,75 zł	8067,27	26,70%	50000,00 175397,75	22,18% 77,82%	35079,55	36063,64	16134,54
4	207922,75 zł	7949,53	26,31%	50000,00 157922,75	24,05% 75,95%	31584,55	33267,64	15899,06
5	146999,38 zł	6573,54	21,76%	50000,00 96999,38	34,01% 65,99%	19399,88	23519,90	13147,08
6	49815,00 zł	3522,21	11,66%	50000,00 0,00	100,00% 0,00%	0,00	7970,40	7044,42

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej jest większe niż: 15%

2. Kwota kredytu nie przekracza wartości zadeklarowanej

3. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków w kwocie 0,00 zł

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity --- 237334,22 zł

- planowana kwota środków własnych	---	50000,00 zł		
- planowana kwota kredytu	---	187334,22 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	16264,19 zł		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	8132,09 zł	tj.	28,84 %

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.

P1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody SZ-1**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA

Uwagi:

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych.

P2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Strop zewnętrzny**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 17 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Granulat z wełny szklanej URSA Granulat

Uwagi:

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 1 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m^2•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Uwagi:

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DZ 2 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,300 W/(m^2•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka szczelna (0,5 < a < 1)

Uwagi:

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych

O3

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody DW 3 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: 1,500 W/(m^2•K)

Wymagany typ stolarki: Stolarka bardzo szczelna (a < 0,3)

Uwagi:

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną i moc cieplną. Koszty na podstawie zapytań ofertowych

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

Uwagi:

Koszty na podstawie zapytań ofertowych