



AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**Budynek warsztatowy Zespołu Szkół nr 2 im. Adama Mickiewicza
w Ciechanowie przy ul. Orylskiej 9**

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w ramach
Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014-2020**

Oś priorytetowa IV: Przejście na gospodarkę niskoemisyjną

Działanie 4.2: Efektywność energetyczna

Typ projektów: Termomodernizacja budynków użyteczności publicznej

Adres budynku	Ulica:	Orylska 9
	kod:	06-400
	miejsowość:	Ciechanów
	powiat:	ciechanowski
	województwo:	mazowieckie
Wykonawca audytu	Imię i nazwisko:	Grażyna Figuła
	Tytuł zawodowy:	mgr inż. inżynierii środowiska upr. nr 68/85/UW
	Nr opracowania:	241/2016



STAROSTA

Sławomir Morawski

WICESTAROSTA

Andrzej Pawłowski

1. Strona tytułowa audytu energetycznego

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1994
1.3 INWESTOR (nazwa lub imię i nazwisko, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Zespół Szkół nr 2 im. Adama Mickiewicza w Ciechanowie	1.4 Adres budynku	
	ul. Orylska 9 06-400 Ciechanów tel. 23 6723448 fax:23 6723857	ul. Orylska 9 06-400 Ciechanów mazowieckie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Grażyna Figuła GraFig Projekt ul. Augustyna Kordeckiego 11/3 48-300 Nysa 160242058			
3. Imię, Nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Grażyna Figuła Kordeckiego 11/3 48-300 Nysa mgr inż. inżynierii środowiska, uprawnienia budowlane bez ograniczeń do projektowania w specjalności instalacyjno-inżynierskiej w zakresie instalacji sanitarnych nr 68/85/UW, kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego FPE we współpracy z NAPE nr 116/2009 W-wa, wrzesień-październik 2009, członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1762		inżynier inżynierii środowiska Grażyna Figuła Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjno-inżynierskiej w zakresie instalacji sanitarnych nr ewid. 68/85/UW podpis <i>[podpis]</i>	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1	---	---	
5. Miejscowość: Nysa		Data wykonania opracowania	styczeń 2016
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego		str. 2	
2. Karta audytu energetycznego budynku		str. 3	
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych		str. 6	
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		str. 8	
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....		str. 11	
6. Dokumentacja wyboru optymalnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str. 13	
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków algorytmu służącego wybraniu optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str. 27	
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji		str. 35	
9. Załączniki		str. 38	

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	4	4
2.1.3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4295,86	4295,86
2.1.4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1393,87	1393,87
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]	1360,83	1360,83
2.1.7.	Liczba lokali mieszkalnych	0,00	0,00
2.1.8.	Liczba osób użytkujących budynek	230,00	230,00
2.1.9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Centralne	Centralne
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/(m²·K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.2.1.	Ściany zewnętrzne	2,00; 0,79; 0,95; 0,74; 0,93; 2,51; 1,53	0,21; 0,18; 0,19; 0,19; 0,20; 2,51; 1,53
2.2.2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,33; 0,36; 0,84	0,17; 0,15; 0,84
2.2.3.	Strop nad piwnicą	0,78	0,78
2.2.4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,29; 0,87	1,29; 0,87
2.2.5.	Okna, drzwi balkonowe	2,66	1,10
2.2.6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,53; 1,30; 1,30; 3,53; 1,30	3,53; 1,30; 1,30; 3,53; 1,30
2.2.7.	Ściany na gruncie	2,17; 0,82; 1,01	0,23; 0,82; 0,20
2.2.8.	Ściany wewnętrzne	1,35; 1,07; 2,04; 1,18; 2,49; 0,84; 1,05; 1,70; 0,74	1,35; 1,07; 2,04; 1,18; 2,49; 0,84; 1,05; 1,70; 0,74
2.2.9.	Stropy wewnętrzne	0,78; 1,42	0,78; 1,42
2.2.10.	Stropy zewnętrzne	0,83	0,83
2.3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.3.1.	Sprawność wytwarzania	0,860	0,950
2.3.2.	Sprawność przesyłu	0,900	0,880
2.3.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,930
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	0,880	0,910
2.4.2.	Sprawność przesyłu	0,500	0,690
2.4.3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
2.4.4.	Sprawność akumulacji	0,440	1,000
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]	5033,75	5033,75
2.5.1.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,17	1,17
2.5.2.1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja mechaniczna wywiewna	Wentylacja mechaniczna wywiewna
2.5.2.2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Stolarka/kanały wentylacyjne Vex	stolarka/kanały wentylacyjne Vex
2.5.2.3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	11332,80	11332,80
2.5.2.4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	2,64	2,64
2.6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
2.6.1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	156,80	46,51
2.6.2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	13,03	13,03
2.6.3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	494,63	247,55
2.6.4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	829,95	318,40
2.6.5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	309,60	95,46
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 ² rok)]	100,97	50,53
2.6.9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności	169,41	64,99

	systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]		
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]	44,07	54,71
2.7.2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc *** [zł/(MW•m-c)]	2087,50	6885,63
2.7.3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej *** [zł/m ³]	230,49	32,75
2.7.4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc **** [zł/(MW•m-c)]	2087,50	6885,63
2.7.5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² •m-c)]	2,51	1,65
2.7.6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	121,00	0,00
2.7.7.	Inne [zł]	0,00	0,00
2.8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota dotacji [zł]	429267,45	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	63,68
Planowane koszty całkowite [zł]	536584,31	Premia termomodernizacyjna [zł]	Nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	23333,55		

* Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

** U_{oze} [%] 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 dystrybucją 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, wzór kart audytów, a także algorytmy opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ze zm. Dz.U.2015.1606;
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;
4. Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów z dnia 21 listopada 2008r. z późniejszymi zmianami;
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 lipca 2014r. w sprawie metodologii obliczeń charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącego samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectwa ich charakterystyki energetycznej;
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami.

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) PT dla warsztatów szkolnych typu gastronomicznego; Centralne Biuro Projektów Budownictwa Wiejskiego, Warszawa 1989:
 - PT architektury
 - PT konstrukcji,
 - PT instalacji wod.-kan.
 - PT wentylacji mechanicznej,
 - Projekt technologiczny kotłowni,
 - Projekt technologii
- 2) Książka obiektu budowlanego
- 3) Protokół z okresowej kontroli obiektu budowlanego 5-letniej z dnia 27.08.2015
- 4) Protokół z okresowej kontroli obiektu budowlanego rocznej z dnia 25.08.2015
- 5) Protokół z okresowej kontroli przewodów kominowych z dnia 25.08.2015
- 6) Protokół przeglądu kotłów gazowych z dnia 23.10.2015
- 7) Umowa na dostawę gazu ziemnego.
- 8) Faktury za gaz ziemny
- 9) Informacje techniczne i eksploatacyjne przekazane przez inwestora.

3.3. Inne materiały oraz programy komputerowe

1. Inwentaryzacja budowlana i instalacyjna własna
2. Materiały z przeprowadzonej wizji lokalnej
3. Wskaźniki cenowe WKI SEKOCENBUD
4. Oferty rynkowe na urządzenia, materiały i usługi
5. Program komputerowy ArCADiasoft Chudzik sp. j. ArCADia-TERMO PRO 6.4

3.4. Wytyczne oraz uwagi inwestora

1. Zmniejszenie zużycia energii na cele grzewcze i przygotowania ciepłej wody, a tym samym oszczędności eksploatacyjne.
2. Wykorzystanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych w aplikowaniu o dotację w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014-2020; oś priorytetowa IV: Przejście na gospodarkę niskoemisyjną; działanie 4.2: Efektywność energetyczna; typ projektów: Termomodernizacja budynków użyteczności publicznej.
3. Maksymalna wielkość środków własnych inwestora, stanowiących możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi:

20% kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia = 107 316,86 zł

4. Kwota dotacji możliwa do uzyskania przez inwestora:

80% kosztów kwalifikowanych = 429 267,45 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane techniczne

Opis ogólny budynku	Budynek warsztatów szkolnych gastronomicznych z 1994r. 4-kondygnacyjny, 3 kondygnacje nadziemne oraz podpiwniczenie całkowite. Budynek przylega do szczytu budynku internatu. Wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne nadziemna murowane z bloczków betonu komórkowego; ściany piwnic murowane z bloczków betonowych. Stropodach wentylowany na ścianach ażurowych z cegły dziurawki, z płyt korytkowych zamkniętych typu DKZ. Stropy międzykondygnacyjne wykonane z płyt kanałowych. Okna z profili PCW 2-komorowych z 1993r. Drzwi zewnętrzne metalowe i drewniane klepkowe z naświetlami.	
Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna
Liczba kondygnacji		5 m ³
Kubatura budynku	-	4397,15 m ³
Kubatura części ogrzewanej	-	4295,86 m ²
Powierzchnia netto budynku	-	1393,87 m ²
Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej	-	0,00 m ⁻¹
Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych		1360,83 m ²
Współczynnik kształtu	-	0,33
Powierzchnia zabudowy budynku	-	428,49
Liczba lokali mieszkalnych	-	0
Liczba osób użytkujących budynek	-	230 m ³

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	2,00; 0,79; 0,95; 0,74; 0,93; 2,51; 1,53	W/(m ² ·K)
Dach/stropodach	0,33; 0,36; 0,84	W/(m ² ·K)
Strop piwnicy	0,78	W/(m ² ·K)
Okna	2,66	W/(m ² ·K)
Drzwi/bramy	3,53; 1,30; 1,30; 3,53; 1,30	W/(m ² ·K)
Okna połaciowe	---	W/(m ² ·K)
Ściany na gruncie	2,17; 0,82; 1,01	W/(m ² ·K)
Ściany wewnętrzne	1,35; 1,07; 2,04; 1,18; 2,49; 0,84; 1,05; 1,70; 0,74	W/(m ² ·K)

Podłogi na gruncie	1,29; 0,87	W/(m ² ·K)
Stropy wewnętrzne	0,78; 1,42	W/(m ² ·K)
Stropy zewnętrzne	0,83	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	44,07 zł/GJ	44,07 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	2087,50 zł/(MW·m-c)	2087,50 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	121,00 zł/m-c	121,00 zł/m-c
Ceny ciepła - c.w.u.	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Opłata za 1 GJ	44,07 zł/GJ	44,07 zł/GJ
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u.	2087,50 zł/(MW·m-c)	2087,50 zł/(MW·m-c)
Inne koszty, abonament	121,00 zł/m-c	121,00 zł/m-c
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego		
Wytwarzanie	Kotły na paliwo gazowe lub ciekłe z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania Paliwo - gaz ziemny	$\eta_{H,g} = 0,860$
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 $\eta_{H,tot} = \eta_{H,g}\eta_{H,d}\eta_{H,e}\eta_{H,s} =$		0,596
Informacje uzupełniające dotyczące przerw w ogrzewaniu	...	
Modernizacja systemu grzewczego po 1984 r.	Instalacja nie była modernizowana po 1984 r.	wymagany próg oszczędności: 25%
Moc cieplna zamówiona (centralne ogrzewanie)		--- MW
4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Wytwarzanie ciepła	Kotły niskotemperaturowe o mocy powyżej 50 kW	$\eta_{W,g} = 0,880$
Przesył ciepłej wody	Centralne przygotowanie ciepłej wody – systemy z obiegami cyrkulacyjnymi z pionami instalacyjnymi nieizolowanymi i zaizolowanymi przewodami rozprowadzającymi 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 przygotowania ciepłej wody użytkowej wyprodukowany przed 1995r.	$\eta_{w,s} =$ 0,440
Sprawność całkowita systemu c.w.u. $\eta_{w,tot} = \eta_{w,g} \eta_{w,d} \eta_{w,s} \eta_{w,e} =$		0,194
Moc cieplna zamówiona (ciepła woda użytkowa)		--- MW
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji		
Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	stolarka/kanały grawitacyjne	
Strumień powietrza wentylacyjnego	5033,75	
Krotność wymian powietrza	1,17	
Rodzaj wentylacji	Wentylacja mechaniczna wywiewna	
Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	Stolarka/kanały wentylacyjne Vex	
Strumień powietrza wentylacyjnego	11332,80	
Krotność wymian powietrza	2,64	

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
Ściana zewnętrzna piwnic	Współczynnik $U = 2,004 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\max 2017} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ Należy przegrodę ocieplić co najmniej do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła.
Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm od wewnątrz	Współczynnik $U = 0,787 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\max 2017} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$. Należy przegrodę ocieplić co najmniej do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła.
Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm od wewnątrz	Współczynnik $U = 0,954 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\max 2017} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$. Należy przegrodę ocieplić co najmniej do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła.
Ściana zewnętrzna nadziemna konstrukcyjna	Współczynnik $U = 0,740 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\max 2017} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ Należy przegrodę ocieplić co najmniej do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła.
Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	Współczynnik $U = 0,931 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\max 2017} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ Należy przegrodę ocieplić co najmniej do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła.
Ściana na gruncie	Współczynnik $U = 2,166 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{equiv}} = 1,02 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wg WT brak wymagań dla ścian przy gruncie. Przyjęto jednakże $U_{\max 2017} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ jak dla ściany zewnętrznej, gdyż część ścian piwnic styka się z powietrzem zewnętrznym. Należy przegrodę ocieplić co najmniej do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła. Przed położeniem izolacji cieplnej należy odsłonić ściany podziemia i fundamenty, wykonać drenaż na wysokości ławy fundamentowej, osuszyć ściany i położyć hydroizolację.
Ściana na gruncie ocieplona 2 cm od wewnątrz	Współczynnik $U = 1,007 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{equiv}} = 0,620 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wg WT brak wymagań dla ścian przy gruncie. Przyjęto jednakże $U_{\max 2017} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ jak dla ściany zewnętrznej, gdyż część ścian piwnic styka się z powietrzem zewnętrznym. Należy przegrodę ocieplić co najmniej do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła. Przed położeniem izolacji cieplnej należy odsłonić ściany podziemia i fundamenty, wykonać drenaż na wysokości ławy fundamentowej, osuszyć ściany i położyć hydroizolację.
Ściana wewnętrzna 38 cm ocieplona 3 cm	Ściana między przestrzeniami ogrzewanymi przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ bez wymagań.
Ściana wewnętrzna 25 cm ocieplona 2 cm	Ściana między przestrzeniami ogrzewanymi przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ bez wymagań.
Ściana wewnętrzna 25 cm	Ściana między przestrzeniami ogrzewanymi przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ bez wymagań.
Ściana wewnętrzna działowa 12 cm ocieplona 2 cm	Ściana między przestrzeniami ogrzewanymi przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ bez wymagań.
Ściana wewnętrzna działowa 12 cm	Ściana między przestrzeniami ogrzewanymi przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ bez wymagań.
Ściana wewnętrzna działowa 6,5 cm	Ściana między przestrzeniami ogrzewanymi przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ bez wymagań.
Podłoga na gruncie piwnic	Współczynnik $U = 1,294 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{equiv}} = 0,25 < U_{\max 2017} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$. Nie wymagane ocieplenie. Wymiana niewskazana również ze względu na nieopłacalność ekonomiczną (SPBT = 33,32 lat).
Strop wewnętrzny nad piwnicą	Ściana między przestrzeniami ogrzewanymi przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ bez wymagań.
Strop wewnętrzny nad parterem i i piętem	Ściana między przestrzeniami ogrzewanymi przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$ bez wymagań.

Stropodach wentylowany	Współczynnik $U = 0,333 \text{ W/m}^2\text{K} > \text{od } U_{\text{max } 2017} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$. Należy przegrodę ocieplić co najmniej do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła.
Stropodach pełny nad klatką schodową	Współczynnik $U = 0,333 \text{ W/m}^2\text{K} > \text{od } U_{\text{max } 2017} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$. Należy przegrodę ocieplić co najmniej do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła.
Strop zewnętrzny nad obieralnią	Współczynnik $U = 0,831 \text{ W/m}^2\text{K} > \text{od } U_{\text{max } 2017} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla stropu zewnętrznego nad pomieszczeniami ogrzewanymi przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$. Ocieplenie z góry niewskazane ze względu na nieopłacalność ekonomiczną (SPBT = 190,57 lat) oraz ze względu na trudności techniczne związane m. in. z koniecznością wymiany stolarki drzwiowej.
Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja grawitacyjna'	Okna z 1993r. z profili PCW z dwiema pustymi komorami $U_f = 2,63 \text{ W/m}^2\text{K}$, podwójnie oszklone z przestrzenią gazową wypełnioną powietrzem $U_g = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_w = 2,66 \text{ W/m}^2\text{K} > \text{od } U_{\text{max } 2017} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$. Należy wymienić do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła. Z powodu dobrej szczelności nowych okien wskazany montaż nawiewników sterowane automatycznie (higrosterowalne lub ciśnieniowe) w oknach i kanałach wentylacyjnych.
Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'	Okna z 1993r. z profili PCW z dwiema pustymi komorami $U_f = 2,63 \text{ W/m}^2\text{K}$, podwójnie oszklone z przestrzenią gazową wypełnioną powietrzem $U_g = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_w = 2,66 \text{ W/m}^2\text{K} > \text{od } U_{\text{max } 2017} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$. Należy wymienić do uzyskania wymaganego współczynnika przenikania ciepła. Z powodu dobrej szczelności nowych okien wskazany montaż nawiewników sterowane automatycznie (higrosterowalne lub ciśnieniowe) w oknach i kanałach wentylacyjnych.
System grzewczy	Instalacja grzewcza centralna wodna z rozdziałem dolnym. Źródła ciepła - dwa kotły stojące gazowe niskotemperaturowe z palnikami atmosferycznymi typu MAKUS prod. Z.P.U.H. Import-Eksport Maksymilian Kusiński z Działdowa o mocy 140 kW i 220 kW - usytuowane w kotłowni w piwnicy budynku warsztatów szkolnych. Kotły zaopatrzone w sterownik elektroniczny regulujący pracę wentylatorów nadmuchu, pomp obiegowych co i pompy ładujące zasobnik cw. Izolacja przewodów w kotłowni i rozprowadzających w piwnicy w dobrym stanie. Piony i gałazki z rur stalowych. Brak zaworów podpionowych. Grzejniki żeliwne członowe, nieliczne aluminiowe bez zaworów grzejnikowych. 23-letnie kotły gazowe należy uznać za wyeksploatowane. Stan rurociągów i grzejników po 20-letniej eksploatacji dobry. Instalacja wymaga regulacji poprzez montaż zaworów podpionowych i zaworów grzejnikowych z głowicami termostatycznymi.
Instalacja ciepłej wody użytkowej	Centralna instalacja ciepłej wody zasilana z wymiennika o poj. 2000 dm^3 zaizolowanego wełną mineralną w płaszczu gipsowo-klejowym z 1993r., ładowanego z kotła gazowego niskotemperaturowego MAKUS, z cyrkulacją cw bez sterowania czasowego. Izolacja przewodów rozprowadzających zgodna z WT; brak izolacji pionów. Stan ogólny instalacji dobry za wyjątkiem wymiennika pojemnościowego, który kwalifikuje się do likwidacji.

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 Ściana zewnętrzna piwnic		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	54,20m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	54,20m ²	
Stopniodni: 2078,54 dzień·K/rok	$t_{wo} = 12,90 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,07	54,71	54,71	54,71
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	121,00	121,00	121,00	121,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	14	15	16
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,004	0,228	0,214	0,202
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,50	4,39	4,67	4,94
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,89	4,17	4,44
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	19,51	2,22	2,09	1,97
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0036	0,0004	0,0004	0,0004
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	817,76	825,59	832,54
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	154,10	156,80	159,50
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	10272,69	10452,68	10632,67
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	12,56	12,66	12,77

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 10452,68 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 12,66 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%. Przyjęto wariant 1.1, mimo że optymalnym jest wariant 1, gdyż grubość izolacji musi być jednakowa dla wszystkich ścian piwnic zewnętrznych i przy gruncie - 15 cm.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana przy gruncie		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyty z polistyrenu ekstrudowanego XPS , $\lambda = 0,038 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	95,15m ²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	105,59m ²	
Stopniodni: 2038,22 dzień·K/rok	$t_{wo} = 12,72 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,07	44,07	44,07	44,07
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	121,00	121,00	121,00	121,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	15	16	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,166	0,227	0,214	0,203
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,46	4,41	4,67	4,94
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,95	4,21	4,47
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	36,29	3,80	3,59	3,39
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0067	0,0007	0,0007	0,0006
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	1582,90	1593,33	1602,65
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	195,30	198,88	202,46
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	25364,72	25829,68	26294,63
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	16,02	16,21	16,41

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 25364,72 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 16,02 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%. Powierzchnię A_n zwiększono o powierzchnię ścian fundamentowych poniżej poziomu posadzki w piwnicy. Nakłady obejmują roboty ziemne związane z odsłonięciem ścian piwnic i fundamentów, drenaż na wysokości ławy fundamentowej, izolację przeciwwilgociową i cieplną.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyty z polistyrenu ekstrudowanego XPS , $\lambda = 0,038 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	$23,24 \text{ m}^2$	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	$23,24 \text{ m}^2$	
Stopniodni: 3275,65 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,29 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz zł/GJ	44,07	44,07	44,07	44,07	44,07
Opłata za 1 MW Om zł/(MW·m-c)	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament Ab zł/m-c	121,00	121,00	121,00	121,00	121,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b cm	---	12	13	14	15
Współczynnik przenikania ciepła U W/(m ² K)	0,954	0,228	0,215	0,203	0,192
Opór cieplny R (m ² K)/W	1,05	4,38	4,66	4,94	5,21
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR (m ² K)/W	---	3,33	3,61	3,89	4,17
Straty ciepła na przenikanie Q GJ	6,27	1,50	1,41	1,33	1,26
Zapotrzebowanie na moc cieplną q MW	0,0008	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Roczna oszczędność kosztów ΔO zł/rok	---	226,56	230,81	234,58	237,95
Cena jednostkowa usprawnienia K_i zł/m ²	---	151,40	154,10	156,80	159,50
Koszty realizacji usprawnienia N_u zł	---	4327,80	4404,98	4482,16	4559,34
Prosty czas zwrotu SPBT lata	---	19,10	19,08	19,11	19,16

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 4559,34 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,16 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%. Przyjęto wariant 1.3, mimo że optymalnym jest wariant 1.1, gdyż grubość izolacji musi być jednakowa dla wszystkich ścian piwnic zewnętrznych i przy gruncie - 15 cm.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	$62,68 \text{ m}^2$	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	$62,68 \text{ m}^2$	
Stopniodni: 3286,95 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,34 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,07	44,07	44,07	44,07
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	121,00	121,00	121,00	121,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	13	14
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,931	0,227	0,213	0,201
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,07	4,41	4,69	4,96
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,33	3,61	3,89
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	16,57	4,04	3,80	3,59
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0022	0,0005	0,0005	0,0005
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	594,82	606,18	616,27
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	151,40	154,10	156,80
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	11672,39	11880,56	12088,72
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	19,62	19,60	19,62

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 12088,72 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 19,62 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 14 cm

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%. Przyjęto wariant 1.2, mimo że optymalnym jest wariant 1.1, gdyż grubość izolacji musi być jednakowa dla wszystkich ścian nadziemnych - 14 cm.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm od wewnątrz			
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyty z polistyrenu ekstrudowanego XPS , $\lambda = 0,038 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;		
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	$5,56 \text{ m}^2$		
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	$5,56 \text{ m}^2$		
Stopniodni: 3655,30 dzień \cdot K/rok	$t_{wo} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^\circ\text{C}$	

	Stan istniejący	Wariant numer			
		Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,07	44,07	44,07	44,07
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW \cdot m-c)	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	121,00	121,00	121,00	121,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	12	13	14
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,787	0,217	0,205	0,194
Opór cieplny R	(m ² K)/W	1,27	4,60	4,88	5,16
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,33	3,61	3,89
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	1,38	0,38	0,36	0,34
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	47,28	48,31	49,22
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	151,40	154,10	156,80
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	1035,49	1053,95	1072,42
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	21,90	21,82	21,79

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 1090,89 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 21,80 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%. Przyjęto wariant 1.3, mimo że optymalnym jest wariant 1.1, gdyż grubość izolacji musi być jednakowa dla wszystkich ścian piwnic zewnętrznych i przy gruncie - 15 cm.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana na gruncie ocieplona 2 cm od wewnątrz		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyty z polistyrenu ekstrudowanego XPS 38, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	33,98m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	37,45m²	
Stopniodni: 3377,61 dzień·K/rok	$t_{wo} = 18,75$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,07	44,07	44,07	44,07
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	121,00	121,00	121,00	121,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	13	14	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	1,007	0,227	0,214	0,202
Opór cieplny R	(m ² K)/W	0,99	4,41	4,68	4,94
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	3,42	3,68	3,95
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	9,99	2,25	2,12	2,01
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0013	0,0003	0,0003	0,0003
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	366,91	372,90	378,26
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	187,97	191,72	195,30
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	8658,56	8831,29	8996,20
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	23,60	23,68	23,78

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.2

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 8996,20 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 23,78 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%. Powierzchnię A_n zwiększono o powierzchnię ścian fundamentowych poniżej poziomu posadzki w piwnicy. Nakłady obejmują roboty ziemne związane z odśnieżaniem ścian piwnic i fundamentów, drenaż na wysokości ławy fundamentowej, izolację przeciwwilgociową i cieplną. Przyjęto wariant 1.2, mimo że optymalnym jest wariant 1, gdyż grubość izolacji musi być jednakowa dla wszystkich ścian piwnic zewnętrznych i przy gruncie - 15 cm.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna konstrukcyjna		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$;	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	652,63m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	662,23m²	
Stopniodni: 3448,65 dzień•K/rok	$t_{wo} = 19,07 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{zo} = -20,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$

		Stan istniejący	Wariant numer				
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2	Wariant 1.3	Wariant 1.4
Oplata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,07	44,07	44,07	44,07	44,07	44,07
Oplata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	121,00	121,00	121,00	121,00	121,00	121,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	11	12	13	14	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,740	0,227	0,213	0,202	0,191	0,181
Opór cieplny R	(m²K)/W	1,35	4,41	4,68	4,96	5,24	5,52
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	3,06	3,33	3,61	3,89	4,17
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	143,92	44,13	41,51	39,19	37,11	35,24
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0189	0,0058	0,0054	0,0051	0,0049	0,0046
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	4725,64	4849,55	4959,59	5057,96	5146,43
Cena jednostkowa usprawnienia K _i	zł/m²	---	148,70	151,40	154,20	157,00	159,80
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	121122,53	123321,80	125602,52	127883,24	130163,96
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	25,63	25,43	25,33	25,28	25,29

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.3

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 127883,24 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 25,28 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 14 cm

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%. Powierzchnię A_n zwiększono o powierzchnię ścian przestrzeni wentylowanych stropodachu nieuwzględnionych w obliczeniach cieplnych.

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Stropodach wentylowany		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Wełna mineralna granulowana 80, $\lambda=0,050$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	381,69m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	381,69m²	
Stopniodni: 3449,25 dzień·K/rok	$t_{wo} = 19,07$ °C	$t_{zo} = -20,00$ °C

		Stan istniejący	Wariant numer		
			Wariant 1	Wariant 1.1	Wariant 1.2
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,07	44,07	44,07	44,07
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW·m-c)	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	121,00	121,00	121,00	121,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	13	14	15
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	0,333	0,178	0,172	0,167
Opór cieplny R	(m ² K)/W	3,01	5,61	5,81	6,01
Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² K)/W	---	2,60	2,80	3,00
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	37,85	20,29	19,59	18,94
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0050	0,0027	0,0026	0,0025
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	831,33	864,43	895,33
Cena jednostkowa usprawnienia K_i	zł/m ²	---	50,72	52,22	55,22
Koszty realizacji usprawnienia N_u	zł	---	23812,01	24516,23	25924,67
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	28,64	28,36	28,96

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 24516,23 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 28,36 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 14 cm

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		
Modernizacja przegrody Stropodach pełny nad klatką schodową		
Proponowany materiał dodatkowej izolacji:	Wariant 1, Płyta warstwowa z okładzinami z papy EPS 100-038 DACH, $\lambda = 0,038$ [W/(m·K)];	
Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła A_s :	20,91m²	
Powierzchnia przegrody do ocieplenia A_k :	20,91m²	
Stopniodni: 3655,30 dzień·K/rok	$t_{wo} = 20,00$ °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	Wariant 1.6
Opłata za 1 GJ Oz	zł/GJ	44,07	44,07	44,07	44,07	44,07	44,07	44,07	44,07
Opłata za 1 MW Om	zł/(MW•m-c)	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament Ab	zł/m-c	121,00	121,00	121,00	121,00	121,00	121,00	121,00	121,00
Grubość proponowanej dodatkowej izolacji b	cm	---	11	12	13	14	15	16	17
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m²K)	0,362	0,177	0,169	0,162	0,155	0,149	0,143	0,138
Opór cieplny R	(m²K)/W	2,76	5,66	5,92	6,18	6,45	6,71	6,97	7,23
Zwiększenie oporu cieplnego Δ R	(m²K)/W	---	2,89	3,16	3,42	3,68	3,95	4,21	4,47
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	2,39	1,17	1,12	1,07	1,02	0,98	0,95	0,91
Zapotrzebowanie na moc ciepłą q	MW	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Roczna oszczędność kosztów Δ O	zł/rok	---	57,83	60,29	62,53	64,59	66,49	68,25	69,87
Cena jednostkowa usprawnienia K _i	zł/m²	---	108,78	111,98	115,18	118,38	121,58	124,78	127,98
Koszty realizacji usprawnienia N _u	zł	---	2797,75	2880,05	2962,35	3044,65	3126,95	3209,25	3291,56
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	48,38	47,77	47,37	47,14	47,03	47,03	47,11

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest Wariant 1.4

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 3126,95 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 47,03 lat

Optymalna grubość dodatkowej izolacji: 15 cm

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%

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 OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja grawitacyjna'
Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: 2170,45 m³/h
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: 115,35m²
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: 115,35m²
Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: 115,35m²
Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia $c_r = 1,2$, $c_w = 1,00$
Stan istniejący: Stolarka bardzo szczelna ($a > 4$)
Stopniodni: 3196,50 dzień•K/rok $\theta_i = 17,93$ °C $\theta_e = -20,00$ °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	44,07	44,07
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament	zł/m-c	121,00	121,00
Współczynnik c_m		1,35	1,00
Współczynnik c_r		1,20	0,70
Współczynnik a		---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,660	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	157,37	66,43
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,0494	0,0328
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	4424,25
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	638,15
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	90542,69
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	10596,65
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	22,86

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1

Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 101139,34 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 22,86 lat

Stolarka bardzo szczelna ($a < 0,3$)

Modernizacja systemu wentylacji

Koszt wentylacji - 36 szt. nawiewników higrosterowalnych x 239,31 zł/szt. x 1,23%

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%.

Ocena opłacalności i wybór wariantu polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawieniu systemu wentylacji
Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego V: **7954,70** m³/h

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed modernizacją: **63,63**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi po modernizacji: **63,63**m²

Powierzchnia całkowita okien lub drzwi do wyliczeń nakładów: **63,63**m²

Stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru: Brak osłonięcia cr = 1,2 ,cw = 1,00

Stan istniejący: ---

Stopniodni: **3090,47** dzień•K/rok θi = **17,46** °C θe = **-20,00** °C

	Stan istniejący	Wariant numer	
		W1	
Opłata za 1 GJ	zł/GJ	44,07	44,07
Opłata za 1 MW	zł/(MW•m-c)	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament	zł/m-c	121,00	121,00
Współczynnik c _m	---	---	---
Współczynnik c _r	---	---	---
Współczynnik a	---	---	---
Współczynnik przenikania ciepła U	W/(m ² K)	2,660	1,100
Straty ciepła na przenikanie Q	GJ	45,28	19,06
Zapotrzebowanie na moc cieplną q	MW	0,1431	0,1039
Roczna oszczędność kosztów ΔO	zł/rok	---	2136,88
Cena jednostkowa wymiany okien lub drzwi	zł/m ²	---	638,15
Koszt realizacji wymiany okien lub drzwi Nok	zł	---	49944,75
Koszt realizacji modernizacji wentylacji Nw	zł	---	6475,73
Prosty czas zwrotu SPBT	lata	---	26,40

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia jest wariant nr 1
Charakterystyka wariantu optymalnego:

Koszt realizacji wariantu optymalnego: 56420,48 zł

Prosty czas zwrotu wariantu optymalnego: 26,40 lat

Modernizacja systemu wentylacji

Koszt wentylacji - 22 szt. nawiewników higrosterowalnych x 239,31 zł/szt. x 1,23%

Informacje uzupełniające:

Nakłady określono według metody kalkulacji uproszczonej, zawierają podatek VAT 23%.

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	Wariant 1
Ciepło właściwe wody c_w	[kJ/(kg·K)]	4,18	4,18
Gęstość wody ρ_w	[kg/m ³]	1000	1000
Temperatura ciepłej wody θ_w	[°C]	55	55
Temperatura zimnej wody θ_o	[°C]	10	10
Współczynnik korekcyjny k_R	[-]	0,80	0,80
Powierzchnia o regulowanej temperaturze A_f	[m ²]	1360,83	1360,83
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{wU}	[dm ³ /(m ² ·doba)]	0,80	0,80
Czas użytkowania τ	[h]	14,00	14,00
Współczynnik godzinowej nierównomierności N_h	[-]	3,20	3,20
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	[-]	0,88	0,91
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	[-]	0,50	0,69
Sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	[-]	0,44	1,00
Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła Q_{cw}	[GJ/rok]	309,60	95,46
Max moc cieplna q_{cwU}	[kW]	13,03	13,03

6.3.2 Ocena opłacalności modernizacji instalacji cwu

		Stan istniejący	Wariant 1
Opłata za 1 GJ	[zł/GJ]	44,07	44,07
Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu	[zł/MW]	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament	[zł]	121,00	121,00
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	9437,06
Koszt modernizacji N_u	[zł]	---	40642,42
SPBT	[lat]	---	4,31

6.3.3 Uproszczona kalkulacja kosztów modernizacji instalacji cwu dla wariantu optymalnego

Planowane usprawnienia:	Nakłady
Zastosowanie sterowania czasowego instalacji cyrkulacji	588,70
Zastosowanie izolacji pionów cw i cyrkulacji	1308,72
Budowa przyłącza cw i cyrkulacji z rur preizolowanych	38745,00
---	---
Suma:	40642,42

6.3.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu c.w.u.

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
----------------------------------	-------------------------------

Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Podłączenie budynku do istniejącego węzła ciepłego dwufunkcyjnego co + cw o mocy 425 kW w budynku głównym szkoły zaopatrującego w ciepło budynek główny i internat. W wyniku termomodernizacji budynku głównego nastąpi zmniejszenie zapotrzebowania na moc dla tego budynku o 116,9 kW. Ta nadwyżka mocy przeznaczona będzie na pokrycie zapotrzebowania na moc dla budynku warsztatów szkolnych, które po termomodernizacji wyniesie 46,51 kW. Tak więc zmiana źródła wytwarzania ciepła nie będzie wymagała modernizacji istniejącego węzła ciepłego.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Zastosowanie sterowania czasowego instalacji cyrkulacji. Zastosowanie izolacji pionów cw i cyrkulacji. Podłączenie instalacji cw i cyrkulacji do węzła ciepłego - budowa przyłącza cw i cyrkulacji z rur preizolowanych między budynkiem głównym szkoły a budynkiem warsztatowym DN50, L= 30,0 mb.
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	Likwidacja wymiennika pojemnościowego ładowanego z kotła gazowego i podłączenie instalacji cw i cyrkulacji do węzła ciepłego.

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
Oplata za 1 GJ na ogrzewanie	[zł/GJ]	44,07	44,07
Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/MW]	2087,50	2087,50
Inne koszty, abonament	[zł]	121,00	121,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło	[GJ]	494,63	
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[MW]	0,1568	
Sprawność systemu grzewczego		0,596	0,777
Roczna oszczędność kosztów ΔO	[zł/a]	---	8538,54
Koszt modernizacji	[zł]	---	72360,47
SPBT	[lat]	---	8,47

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

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych n oraz współczynników w *)
Wytwarzania ciepła, np. wymiana lokalnego wbudowanego źródła ciepła $\eta_{H,g}$	0,950
Przesyłania ciepła, np. izolacja pionów zasilających $\eta_{H,d}$	0,880
Regulacji systemu grzewczego, np. wprowadzenie automatyki pogodowej $\eta_{H,e}$	0,930
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 $\eta_{H,g} \eta_{H,d} \eta_{H,e} \eta_{H,s}$	0,777

*) - 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
Budowa zewnętrznej instalacji odbiorczej z rur preizolowanych DN40	38745,00
Czyszczenie (płukanie) chemiczne instalacji	4603,01
Regulacja hydrauliczna	5450,89
Zastosowanie armatury regulacyjnej (zawory regulacyjne, zawory podpionowe)	12905,16
Zastosowanie zaworów termostatycznych	9631,64
Zastosowanie sterowania czasowego pracą instalacji (obniżenie nocne, weekendowe itp.)	1024,77
Suma:	72360,47

6.4.4 Opis zastosowanych ulepszeń dotyczących poprawy sprawności systemu grzewczego

Usprawnienia termomodernizacyjne	Opis zastosowanych usprawnień
Ulepszenie sprawności wytwarzania η_g	Podłączenie budynku do istniejącego węzła ciepłego w budynku głównym szkoły dwufunkcyjnego co + cw o mocy 425 kW zaopatrującego w ciepło budynek główny i internat. W wyniku termomodernizacji budynku głównego nastąpi zmniejszenie zapotrzebowania na moc dla tego budynku o 116,9 kW. Ta nadwyżka mocy przeznaczona będzie na pokrycie zapotrzebowania na moc dla budynku warsztatów szkolnych, które po termomodernizacji wyniesie 46,51 kW. Tak więc zmiana źródła wytwarzania ciepła nie będzie wymagała modernizacji istniejącego węzła ciepłego.
Ulepszenie sprawności przesyłu η_d	Podłączenie instalacji grzewczej do węzła ciepłego - budowa zewnętrznej instalacji odbiorczej z rur preizolowanych niskoparametrowej między budynkiem głównym szkoły a budynkiem warsztatowym DN40, L= 30,0 mb.
Ulepszenie sprawności regulacji η_e	Regulacja hydrauliczna całej instalacji. Regulacja automatyczna miejscowa - montaż zaworów termostatycznych o zakresie proporcjonalności P-2K. Zastosowanie armatury regulacyjnej (zawory regulacyjne, zawory podpionowe).
Ulepszenie sprawności akumulacji η_s	...
Ulepszenie dotyczące przerw w ogrzewaniu w_i 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 systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42 zł	4,31
2.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68 zł	12,66
3.	Modernizacja przegrody Ściana przy gruncie	25364,72 zł	16,02
4.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm od wewnątrz	4559,34 zł	19,16
5.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	12088,72 zł	19,62
6.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm od wewnątrz	1090,89 zł	21,80
7.	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja grawitacyjna'	101139,34 zł	22,86
8.	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie ocieplona 2 cm od wewnątrz	8996,20 zł	23,78
9.	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna konstrukcyjna	127883,24 zł	25,28
10.	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'	56420,48 zł	26,40
11.	Modernizacja przegrody Stropodach wentylowany	24516,23 zł	28,36
12.	Modernizacja przegrody Stropodach pełny nad klatką schodową	3126,95 zł	47,03
13.	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63 zł	---
	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47	8,47

7.2 Określenie kosztów poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant 1		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm	4559,34
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	12088,72
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm	1090,89
7	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja	101139,34

	grawitacyjna'	
8	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie ocieplona 2 cm	8996,20
9	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna konstrukcyjna	127883,24
10	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'	56420,48
11	Modernizacja przegrody Stropodach wentylowany	24516,23
12	Modernizacja przegrody Stropodach pełny nad klatką schodową	3126,95
13	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
14	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		536584,31

Wariant 2		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm	4559,34
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	12088,72
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm	1090,89
7	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja grawitacyjna'	101139,34
8	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie ocieplona 2 cm	8996,20
9	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna konstrukcyjna	127883,24
10	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'	56420,48
11	Modernizacja przegrody Stropodach wentylowany	24516,23
12	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
13	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		533457,36

Wariant 3		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm	4559,34
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	12088,72
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm	1090,89
7	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja	101139,34

	grawitacyjna'	
8	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie ocieplona 2 cm	8996,20
9	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna konstrukcyjna	127883,24
10	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'	56420,48
11	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
12	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		508941,12

Wariant 4		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm	4559,34
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	12088,72
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm	1090,89
7	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja grawitacyjna'	101139,34
8	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie ocieplona 2 cm	8996,20
9	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna konstrukcyjna	127883,24
10	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
11	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		452520,65

Wariant 5		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm	4559,34
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	12088,72
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm	1090,89
7	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja grawitacyjna'	101139,34
8	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie ocieplona 2 cm	8996,20
9	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
10	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63

Całkowity koszt	324637,41
-----------------	-----------

Wariant 6		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm	4559,34
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	12088,72
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm	1090,89
7	Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja grawitacyjna'	101139,34
8	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
9	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		315641,21

Wariant 7		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm	4559,34
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	12088,72
6	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 3 cm	1090,89
7	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
8	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		214501,87

Wariant 8		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm	4559,34
5	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna osłonowa	12088,72
6	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
7	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		213410,99

Wariant 9		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic ocieplona 2 cm	4559,34
5	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
6	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		201322,27

Wariant 10		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja przegrody Ściana na gruncie	25364,72
4	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
5	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		196762,93

Wariant 11		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna piwnic	10452,68
3	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
4	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		171398,21

Wariant 12		
	Usprawnienie	Koszt
1	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej	40642,42
2	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
3	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		160945,53

Wariant 13		
	Usprawnienie	Koszt

1	Modernizacja systemu grzewczego	72360,47
2	Audyt energetyczny, dokumentacja projektowa, nadzór inwestorski, przedmiar robót, kosztorys inwestorski	47942,63
Całkowity koszt		120303,10

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 ciepły budynku	stosunek pow. przegród zewnętrznych do kubatury przestrzeni ogrzewanej AV
	[MW]	[GJ]	°C	m ²	m ³	m ³	m ³	W/m ³	1/m
0	0,1568	494,63	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	36,58	0,35
1	0,1227	247,55	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
2	0,1229	249,01	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
3	0,1253	267,02	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
4	0,1290	289,33	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
5	0,1430	399,58	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
6	0,1433	402,06	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
7	0,1504	459,20	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
8	0,1505	460,36	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
9	0,1522	473,72	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
10	0,1529	478,99	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
11	0,1536	482,35	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
12	0,1568	494,63	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	0,35
13	0,1568	494,63	17,80	1360,83	4295,86	4397,15	4295,86	...	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	GJ	-	-	-	GJ	zł	zł	%
-	MW	MW	-	-	-	GJ	zł	zł	%
0	494,63 0,1568	309,60 0,0130	0,60	1,00	1,00	1133,98	57132,14	---	---
1	247,55 0,1227	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	412,83	33798,59	23333,55	40,84
2	249,01	95,46	0,78	1,00	1,00	414,70	33917,52	23214,62	40,63

	0,1229	0,0130							
3	267,02 0,1253	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	437,79	35379,06	21753,07	38,08
4	289,33 0,1290	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	466,40	37249,63	19882,50	34,80
5	399,58 0,1430	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	607,74	46139,47	10992,67	19,24
6	402,06 0,1433	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	610,92	46338,20	10793,93	18,89
7	459,20 0,1504	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	684,18	50932,72	6199,42	10,85
8	460,36 0,1505	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	685,67	51022,35	6109,79	10,69
9	473,72 0,1522	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	702,79	52099,90	5032,24	8,81
10	478,99 0,1529	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	709,55	52527,38	4604,76	8,06
11	482,35 0,1536	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	713,86	52820,89	4311,24	7,55
12	494,63 0,1568	95,46 0,0130	0,78	1,00	1,00	729,60	53946,63	3185,50	5,58
13	494,63 0,1568	309,60 0,0130	0,78	1,00	1,00	943,74	65662,23	-8530,10	-14,93

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 dotacji	Premia termomodernizacyjna		
					20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1	536584,31 zł	23333,55	63,59%	107316,86 20,00% 429267,45 80,00%	85853,49	85853,49	46667,10
2	533457,36 zł	23214,62	63,43%	106691,47 20,00% 426765,89 80,00%	85353,18	85353,18	46429,23
3	508941,12 zł	21753,07	61,39%	101788,22 20,00% 407152,90 80,00%	81430,58	81430,58	43506,14
4	452520,65 zł	19882,50	58,87%	90504,13 20,00% 362016,52 80,00%	72403,30	72403,30	39765,00
5	324637,41 zł	10992,67	46,41%	64927,48 20,00%	51941,99	51941,99	21985,34

				259709,93	80,00%			
6	315641,21 zł	10793,93	46,13%	63128,24	20,00%	50502,59	50502,59	21587,86
				252512,97	80,00%			
7	214501,87 zł	6199,42	39,67%	42900,37	20,00%	34320,30	34320,30	12398,83
				171601,50	80,00%			
8	213410,99 zł	6109,79	39,53%	42682,20	20,00%	34145,76	34145,76	12219,58
				170728,79	80,00%			
9	201322,27 zł	5032,24	38,02%	40264,45	20,00%	32211,56	32211,56	10064,48
				161057,82	80,00%			
10	196762,93 zł	4604,76	37,43%	39352,59	20,00%	31482,07	31482,07	9209,51
				157410,34	80,00%			
11	171398,21 zł	4311,24	37,05%	34279,64	20,00%	27423,71	27423,71	8622,49
				137118,57	80,00%			
12	160945,53 zł	3185,50	35,66%	32189,11	20,00%	25751,28	25751,28	6371,01
				128756,42	80,00%			
13	120303,10 zł	-8530,10	16,78%	24060,62	20,00%	19248,50	19248,50	-17060,19
				96242,48	80,00%			

Optymalnym wariantem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest wariant nr 1 gdyż:

1. Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania oraz podgrzewania wody użytkowej wynosi 63,59% i jest większe niż wymagane 25%.
2. Kwota dotacji nie przekracza wartości zadeklarowanej – 80%
3. Kwota dotacji wynosząca 429 267,86 zł nie przekracza maksymalnej kwoty na jeden zmodernizowany budynek wynoszącej $1\,165\,789,44\text{ zł} + 122,11\text{ zł} \times 1\,360,83\text{ m}^2 = 1\,165\,789,44\text{ zł} + 166\,170,95\text{ zł} = 1\,331\,960,39\text{ zł}$
4. Środki własne konieczne na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekraczają zadeklarowanych przez inwestora środków - 20%

Oszczędność kosztów energii i zapotrzebowania na energię jest największa

7.6. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- planowany koszt całkowity	---	536584,31 zł		
- planowana kwota środków własnych	---	107316,86 zł		
- planowana kwota dotacji	---	429267,45 zł		
- przewidywana premia termomodernizacyjna	---	Nie dotyczy		
- roczne oszczędności kosztów energii	---	23333,55 zł	tj.	40,84 %

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

P1, P2, P3, P5, P6

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana piwnic (zewnątrzna, zewnątrzna ocieplona styropianem 2 cm od wewnątrz, przy gruncie, przy gruncie ocieplona styropianem 2 cm od wewnątrz, przy gruncie ocieplona styropianem 3 cm od wewnątrz)**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta z polistyrenu ekstrudowanego XPS, $\lambda = 0,038$ mK/W

Powierzchnia przegrody do ocieplenia: 226,04 m²

Koszt realizacji usprawnienia brutto: 50463,83 zł

Uwagi:

Usprawnienie obejmuje roboty ziemne związane z odsłonięciem ścian piwnic przy gruncie i fundamentów, drenaż na wysokości ławy fundamentowej, izolację przeciwwilgociową oraz izolację cieplną całej ściany piwnic (zewnątrznej i przy gruncie).

P4, P7

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Ściana zewnętrzna nadziemna (osłonowa i konstrukcyjna)**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 14 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta styropianowa EPS 80-036 FASADA, $\lambda = 0,036$ mK/W

Powierzchnia przegrody do ocieplenia: 715,31 m²

Koszt realizacji usprawnienia brutto: 139971,96 zł

Uwagi:

Usprawnienie obejmuje ocieplenie płytami styropianowymi ścian zewnętrznych oraz roboty towarzyszące (wymiana zewnętrznych parapetów okiennych, obróbek blacharskich, ocieplenie ościeży, przełożenie rynien i instalacji odgromowej).

P8

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Stropodach wentylowany**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 14 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Wełna mineralna granulowana 80, $\lambda = 0,050$ mK/W

Powierzchnia przegrody do ocieplenia: 381,69 m²

Koszt realizacji usprawnienia brutto: 24516,23 zł

Uwagi:

Ocieplenie stropodachu metodą wdmuchiwania granulatu z wełny mineralnej w przestrzeń wentylowaną.

P9

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody Stropodach pełny nad klatką schodową**

Wymagana grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: 15 cm

Zastosowany materiał izolacji termicznej: Płyta warstwowa z okładzinami z papy EPS 100-038 DACH, $\lambda = 0,038$ mK/W

Powierzchnia przegrody do ocieplenia: 20,91 m²

Koszt realizacji usprawnienia brutto: 3126,95 zł

Uwagi:

O1

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja grawitacyjna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,100 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

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

Powierzchnia okien do wymiany: $115,35 \text{ m}^2$

Koszt realizacji wymiany okien brutto: 90542,69 zł

Koszt realizacji modernizacji wentylacji brutto: 10596,65 zł

Uwagi:

Usprawnienie polega na wymianie okien oraz modernizacji wentylacji poprzez montaż 36 szt. nawiewników higrosterowalnych lub ciśnieniowych w nowych oknach i kanałach wentylacyjnych w pomieszczeniach z wentylacją grawitacyjną.

O2

Usprawnienie: **Modernizacja przegrody OZ PCW profil 2-kom. szyba z powietrzem 'Wentylacja mechaniczna wywiewna'**

Wymagany współczynnik U dla nowej stolarki: $1,100 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

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

Powierzchnia okien do wymiany: $63,63 \text{ m}^2$

Koszt realizacji wymiany okien brutto: 49944,75 zł

Koszt realizacji modernizacji wentylacji brutto: 6475,73 zł

Uwagi:

Usprawnienie polega na wymianie okien oraz modernizacji wentylacji poprzez montaż 22 szt. nawiewników higrosterowalnych lub ciśnieniowych w nowych oknach w pomieszczeniach z wentylacją mechaniczną wywiewną.

C.W.U.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

- budowa przyłącza cw i cyrkulacji z rur preizolowanych
- zastosowanie sterowania czasowego instalacji cyrkulacji,
- zastosowanie izolacji pionów cw i cyrkulacji.

Koszt realizacji usprawnienia brutto: 40642,42 zł

Uwagi:

...

C.O.

Usprawnienie: **modernizacja instalacji grzewczej**

Wymagany zakres prac modernizacyjnych:

- budowa zewnętrznej instalacji odbiorczej z rur preizolowanych DN40,
- czyszczenie (płukanie) chemiczne instalacji,
- regulacja hydrauliczna,
- zastosowanie armatury regulacyjnej (zawory regulacyjne, zawory podpionowe),

- zastosowanie zaworów termostatycznych

Koszt realizacji usprawnienia brutto: 72360,47 zł

Uwagi:

...