

2018 r.

POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW I OGRANICZENIE NISKIEJ EMISJI W
GMINIE CIASNA W RAMACH KOMPLEKSOWEJ TERMOMODERNIZACJI BUDYNKÓW
KOMUNALNYCH W MIEJSCOWOŚCI CIASNA PRZY UL. ZJEDNOCZENIA 2 I 2A

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU KOMUNALNEGO

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie
Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U.
2008 nr 223 poz. 1459)**

Adres budynku	ulica: Zjednoczenia 2a kod: 42-793 miejscowość Ciasna powiat: lubliniecki województwo: śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Robert Wolski tytuł zawodowy: mgr inż.

Pieczeń Wnioskodawcy

Data

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO OBIEKTU
Załącznik nr B2/3c

A	Dane ogólne	
1	Wnioskodawca	Gmina Ciasna ; Ciasna ul. Nowa 1a
2	Nazwa zadania	POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW I OGRANICZENIE NISKIEJ EMISJI W GMINIE CIASNA W RAMACH KOMPLEKSOWEJ TERMOMODERNIZACJI BUDYNKÓW KOMUNALNYCH W MIEJSCOWOŚCI CIASNA PRZY UL. ZJEDNOCZENIA 2 I 2A
3	Adres obiektu	ul. Zjednoczenia 2a ; 42-793 Ciasna
4	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna
5	Rok oddania obiektu do użytkowania	1984
6	Liczba kondygnacji	3
7	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	3 131,20
8	Powierzchnia części ogrzewanej [m ²]	824,00

B	System grzewczy	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Charakterystyka źródła ciepła (rodzaj źródła ciepła- kotłownia/wymiennikownia wbudowana, źródło zdalaczynne, liczba sztuk, producent, typ, moc, rok produkcji, wysokość komina)	Źródłem ciepła dla budynku jest kocioł węglowy o mocy 75kW zlokalizowany w budynku przy ul. Zjednoczenia 2. Przesył realizowany siecią cieplną o słabej izolacyjności, powodującej bardzo duże straty ciepła.. Kotłownia nie jest wyposażona w żadne układy pomiarowe, a zainstalowany kocioł nie posiada układu umożliwiającego regulację ilości i temperatury czynnika grzewczego w zależności od chwilowego zapotrzebowania na ciepło. Kocioł wyeksploatowany.	Źródłem ciepła dla budynku będzie kocioł kondensacyjny gazowy z automatyką pogodową o mocy 65 kW. Kocioł i instalacja centralnego ogrzewania zabezpieczone będą ciśnieniowym naczyniem wzbiorczym o poj. 35dm3 NG 35 oraz zaworem bezpieczeństwa SYR 1915 dn 20 o ciśnieniu otwarcia 3,0 bar.
2	Rodzaj źródła zdalaczynnego (ciepłownia, elektrociepłownia) stosowane paliwo	-	-
3	Charakterystyka instalacji c.o. (grzejniki, zawory termostatyczne, przewody)	Istniejąca instalacja c.o. w dobrym stanie technicznym po przeprowadzonej wymianie. Grzejnik stalowe płytowe o małej pojemności wodnej z zamontowanymi zaworami termostatycznymi, zaworami odcinającymi grzejnikowymi. Na zakończeniach pionów zamontowane zawory automatycznie odpowietrzające piony. Instalacja pracuje przy parametrach 70/55.	Nie przewiduje się modernizacji w powyższym zakresie.
4	Zapotrzebowanie mocy [kW]	87,97	76,50
5	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	721,33	627,22
6	Sprawność wytwarzania	0,76	0,99
7	Sprawność przesyłu	0,90	0,95
9	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
8	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,920	0,920

Audyt energetyczny budynku w Ciasnej przy ul. Zjednoczenia 2a:

10	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	1,00	1,00
11	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia	1,00	1,00
12	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	1 146,28	724,89

C	Przegrody budowlane oddzielające część ogrzewaną od powietrza zewnętrznego i części nieogrzewanej	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji		
		Powierzchnia przegrody [m ²]	Wsp. przen. ciepła przegrody [W/m ² K]	Grubość izolacji [cm]	Wsp. przew. ciepła izolacji [W/mK]	Wsp. przen. ciepła przegrody [W/m ² K]
1	Ściany zewnętrzne podłużne	935,77	0,483	8	0,036	0,233
2	Ściany zewnętrzne szczytowe	78,50	0,433	8	0,036	0,197
3	Strop podwieszony	495,54	0,361	20	0,040	0,129
4	Podłoga na gruncie	804,58	0,926			0,926
6	Okna	160,13	2,000	-	-	2,000
7	Drzwi	12,90	3,200			1,300
8	Kryterium wyboru zaproponowanej grubości izolacji (np. NPV, SPBT, R _{min})	SPBT				

D	Wentylacja grawitacyjna	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Liczba wymian [l/h]	1	1
2	Strumień powietrza [m ³ /h]	3 131	3 131

E	Ciepła woda użytkowa	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Charakterystyka źródła ciepła dla potrzeb c.w.u. (rodzaj źródła ciepła-kotłownia/wymiennikownia wbudowana, źródło zdalaczynne, liczba sztuk, producent, typ, moc, rok produkcji, wysokość komina)	kocioł węglowy	kocioł gazowy
2	Liczba osób korzystających z c.w.u.	45	45
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. [m ³ /d]	0,36	0,36
4	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u. [m ³ /a]	79,2	79,2
5	Zapotrzebowanie mocy [kW]	3,6	3,6
6	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	14,92	14,92
7	Sprawność wytwarzania	0,88	0,88
8	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
9	Sprawność akumulacji	0,86	0,86
10	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	24,643	24,643

F	Wentylacja mechaniczna	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Charakterystyka źródła ciepła dla potrzeb wentylacji mechanicznej (rodzaj źródła ciepła-kotłownia/wymiennikownia wbudowana, źródło zdalaczynne, liczba sztuk, producent, typ, moc, rok produkcji, wysokość komina)	brak	brak
2	Liczba wymian [l/h]	-	-
3	Strumień powietrza [m ³ /h]	-	-

Audyt energetyczny budynku w Ciasnej przy ul. Zjednoczenia 2a:

4	Stopień odzysku ciepła	-	-
5	Zapotrzebowanie mocy [kW]	-	-
6	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	-	-
7	Sprawność wytwarzania	-	-
8	Sprawność instalacji (przesyłu, regulacji, wykorzystania)	-	-
9	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	-	-

G	Instalacja ciepła technologicznego	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Charakterystyka odbiorników ciepła	brak	brak
2	Charakterystyka źródła ciepła dla potrzeb technologicznych (rodzaj źródła ciepła-kotłownia/wymiennikownia wbudowana, źródło zdalaczynne, liczba sztuk, producent, typ, moc, rok produkcji, wysokość komina)	-	-
3	Zapotrzebowanie mocy [kW]	-	-
4	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	-	-
5	Sprawność wytwarzania	-	-
6	Sprawność instalacji (przesyłu, regulacji, wykorzystania)	-	-
7	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	-	-

H	Instalacja solarna (obowiązkowo z licznikiem ciepła)	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Powierzchnia kolektorów słonecznych [m ²]	brak	brak
2	Produkcja energii (loco zasobnik ciepła) [GJ/a]	-	-
3	Oszczędność energii z uwzględnieniem sprawności źródła i systemu [GJ/a]	-	-

I	Zewnętrzne sieci ciepłne (dotyczy zadań obejmujących modernizację zewnętrznych sieci ciepłnych)	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Średnica i technologia rur	brak	brak
2	Długość sieci ciepłnych [m]	-	-
3	Roczne straty ciepła podczas przesylu sieciami cieplnymi [GJ/a]	-	-

I	Zestawienie zbiorcze	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
		węgiel	gaz
1	Zapotrzebowanie mocy [kW]	91,57	80,10
2	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	736,25	642,14
3	Zapotrzebowanie energii brutto loco obiekt (z uwzględnieniem oszczędności uzyskanej dzięki zastosowaniu instalacji solarnej oraz strat powstających podczas przesylu zewnętrznymi sieciami ciepłowniczymi, jeśli inwestycja obejmuje modernizację sieci ciepłowniczych) [GJ/a]	1 170,925	749,536
4	Rodzaj paliwa (węgiel, koks, gaz, olej, biomasa, itd.) ¹⁾	węgiel	gaz
5	Wartość opałowa paliwa [MJ/Mg, MJ/m ³] ¹⁾	23	34,5
6	Ilość paliwa [Mg/a, MWh/a]	50,91	21725,68
7	Zawartość siarki w paliwie [%]	0,8	4,8 kg/E6m3
8	Zawartość popiołu w paliwie [%]	7,00	0
9	Moc zamówiona [kW]	x	x
10	Rzeczywiste roczne zużycie paliwa uśrednione ze okres trzech ostatnich lat [Mg/a, m3/a] ¹⁾ (w przypadku zasilania z sieci ciepłowniczej zamiast zużycia paliwa należy podać rzeczywiste roczne zużycie energii uśrednione za okres trzech ostatnich lat [GJ/a])		x

Audyt energetyczny budynku w Ciasnej przy ul. Zjednoczenia 2a:

11	Cena jednostkowa paliwa / opłata zmienna w przypadku zasilania z sieci ciepłowniczej [zł/Mg, zł/m ³ , zł/GJ] ¹⁾	1100,00	2,00
12	Roczny koszt paliwa / roczny koszt opłaty zmiennej w przypadku zasilania z sieci ciepłowniczej [zł/a]	56 000,75	43 451,37
13	Opłata stała (dotyczy zasilania z sieci ciepłowniczej) [zł/MW/m-c]	0,00	0,00
14	Roczny koszt opłaty stałej (dotyczy zasilania z sieci ciepłowniczej) [zł/a]	0,00	0,00
15	Roczny koszt obsługi [zł/a]	0,00	0,00
16	Roczny całkowity koszt eksploatacji (12+14+15) [zł/a]	56 000,75	43 451,37
17	Roczna oszczędność kosztów eksploatacji [zł/a]	12 549,38	
18	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]	749 680	
19	Prosty czas zwrotu (SPBT) [lata]	59,74	
20	Wartość bieżąca netto (NPV) określona przy następujących założeniach: - finansowanie wyłącznie ze środków własnych - stopa dyskonta = 5 % okres analizy = 30 lat szacunkowy wzrost ceny energii w analizowanym okresie = 5 %	-194 047,42 zł	
21	Wartość bieżąca netto (NPV) określona przy następujących założeniach: - finansowanie ze środków własnych oraz ze źródeł zewnętrznych, w tym - pożyczka = 80 % - umorzenie pożyczki = 40 % - oprocentowanie w stosunku rocznym = 4,51 % - stopa dyskonta = 5 % okres analizy = 30 lat szacunkowy wzrost ceny energii w analizowanym okresie = 5 %	37 655,49 zł	

1) - należy wybrać właściwą jednostkę

Oświadczam, że dane przedstawione w karcie audytu są zgodne z danymi zawartymi w audycie energetycznym

Robert Wolski

.....
podpis osoby sporządzającej kartę audytu

.....
pieczęć i podpis kierownika jednostki

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1	Rodzaj budynku	Budynek komunalny	1.2.	Rok ukończenia budowy
				1984
1.3.	Właściciel (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Gmina Ciasna ul. Nowa 1a kod 42-693 Ciasna	1.4.	ul. Zjednoczenia 2a kod 42 - 793 Ciasna powiat m. Lubliniec woj. śląskie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt E U R O PROJEKT Katarzyna Wolska 42-200 Częstochowa ul. Andersa 4 m 3 REGON: 240029673				
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Robert Wolski, 73122012194 42 - 200 Częstochowa ul. Andersa 4 m 3 upr. budowlane nr RR II 4/AZ/7132/174/02				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwika, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu		Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1				
2				
3				
4				
5.	Miejscowość	Częstochowa	Data wykonania opracowania	20.12.2018
6. Spis treści				
1.	Strona tytułowa			
2.	Karta audytu energetycznego			
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy p/ropracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5.	Ocena stanu technicznego budynku			
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8.	Opis wariantu optymalnego			

2. Podstawa opracowania

2.1. Cel i zakres opracowania

Audyty energetyczny opracowany dla budynku komunalnego w Ciasnej przy ul. Zjednoczenia 2a ma na celu wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego. Ma również za zadanie sprawdzić, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych. Audyt może służyć również dla celów pozyskania środków na termomodernizację z różnych źródeł finansowania np. Funduszu termomodernizacyjnego przyznawanego przez RPO, BKG, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska, Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska, itp.

w audycie rozważa się opłacalność przedsięwzięć termomodernizacyjnych – docieplenie przegrod budynku, docieplenie stropu podwieszanego, wymianę drzwi zewnętrznych, wymianę źródła ciepła, wymianę oświetlenia wewnętrznego w budynku oraz montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku.

2.2. Materiały wykorzystane w opracowaniu

1. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. 2008 nr 223 poz. 1459)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43 z 2002 r poz. 346)
3. Oprocentowanie kredytu na termomodernizację udzielanego przez Bank kredytujący
4. PN – EN 13370 „Ciepłne właściwości użytkowe budynków - Przenoszenie ciepła przez grunt - Metody obliczania”
5. Polska Norma: PN – ISO 9836 „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych”
6. PN-EN ISO 13790 – z 2009r „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”
7. Polska Norma PN – EN – ISO 6946 1999 „Komponenty budowlane i elementy budynków. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”
8. Polska Norma; PN-83/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”
9. Polska Norma: PN-ISO 9836 „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych”
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. Z 2002 r nr 75 poz. 690)
11. PN - EN ISO 14683: „Mostki ciepłe w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne”
12. Polska Norma PN-EN 12831 " Instalacje ogrzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego"
13. PN/B-03430: „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej - Wymagania",
14. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego"
15. Program komputerowy Audytor OZC 4.5
16. Materiały informacyjne producentów
17. Literatura techniczna

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Projekt termomodernizacji budynku opracowany przez Euro Projekt Katarzyna Wolska - 2018 r.
- Podkłady geodezyjne
- Inwentaryzacja własna przeprowadzona na obiekcie w miesiącu grudzień 2018 r.

3.2. Inne dokumenty

- Ankieta danych dot budynku opracowana przez audytora na podstawie zebranych informacji

3.3. Osoby udzielające informacji

- Pracownicy działu Inwestycji Urzędu Gminy

3.4. Data wizji lokalnej

grudzień 2018 r

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

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- Wykorzystanie audytu dla celów pozyskania kredytu bankowego i pomoc Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej
- Wykorzystanie audytu dla celów pozyskania środków na termomodernizację z określeniem optymalnych wariantów termomodernizacji

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku				
Własność	wspólnota	spółdzielcza	Gmina	x
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	komunalny	x
Osiedle				
Adres	ul. Zjednoczenia 2a ; 42-793 Ciasna			
Budynek	wolnostojący	x	segmet w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		Budynek komunalny - Hala sportowa	x

Rok budowy		1984		Rok zasiedlenia		1984	
Technologia budynku				RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		tradycyjna			
1	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m3]		3 131,20	5	Liczba kondygnacji		3
2	Powierzchnia użytkowa ogrzewana [m²]		824,00	6	Liczba osób użytkujących budynek		45
3	Powierzchnia korytarzy [m²]			7	Liczba pomieszczeń		16
4	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m2]		824,00	8	Budynek podpiwniczony		nie

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

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

4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Przedmiotem opracowania jest budynek komunalny o trzech kondygnacjach naziemnych. W poniższym przedstawiono charakterystykę istotnych elementów konstrukcyjnych, wyposażenie w instalację oraz sposób zasilania w ciepło.

Własność – Gmina Ciasna

Przeznaczenie budynku – budynek komunalny

Adres – ul. Zjednoczenia 2a Ciasna

Budynek - wolnostojący

Dane techniczne:

- Fundamenty - żelbetowe
- Konstrukcja stanu zerowego - murowana z cegły pełnej
- Układ konstrukcyjny budynku - układ konstrukcyjny - poprzeczny.
- Ściany zewnętrzne nośne - murowane z cegły pełnej . W stanie istniejącym docieplone warstwą styropianu.
- Ścianki poddasza - z cegły
- Podłoga na gruncie - warstwy betonu na podsypce piaskowej
- Konstrukcja dachu - dach kryty blachą
- Przewody wentylacyjne i spalinowe - murowane z cegły pełnej klasy 100
- Piwnice - podłogę stanowią warstwy gruzobetonu na gruncie

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Pow. całk. m2	Pow. do obl. strat ciepła (wraz z powierzchnią okien) m3	UK W/(m2.K)
1	Ściany zewnętrzne	935,77	935,77	0,483
2	Ściany cokołów	78,50	78,50	0,433
3	Strop podwieszony	495,54	495,54	0,361
4	Podłoga na gruncie	804,58	804,58	0,926
5	Drzwi zewnętrzne	9,14	9,14	3,200
6	Okna	160,13	160,13	2,000

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	j.w. przez stropodach	docieplenie stropu podwieszonego warstwą wełny mineralnej
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	docieplenie przegród zewnętrznych warstwą styropianu
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne (cokoły)	docieplenie przegród zewnętrznych warstwą styropianu
4	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	wymiana drzwi zewnętrznych będących w złym stanie technicznym
5	Zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną potrzebną do oświetlenia wewnętrznego budynku	wymiana istniejącego oświetlenia wewnątrz budynku na energooszczędne lampy ledowe.
6	Zmniejszenia zużycia energii elektrycznej w budynku	montaż instalacji fotowoltaicznej

6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	
II	zmniejszenie strat przez ściany	docieplenie ścian zewnętrznych
	zmniejszenie strat przez strop podwieszony i dach	docieplenie stropu podwieszonego
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	wymiana drzwi zewnętrznych w budynku - będących w złym stanie technicznym
III	Zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną potrzebną do oświetlenia wewnętrznego budynku	wymiana istniejącego oświetlenia wewnątrz budynku na energooszczędne lampy ledowe.
IV	Zmniejszenia zużycia energii elektrycznej w budynku	montaż instalacji fotowoltaicznej
Uwagi:		

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^* dla przegród zewnętrznych ($t_w=20^{\circ}\text{C}$)	3796	3796	dzień \cdot K \cdot a
$O_{0m}, O_{1m},$	0,00	0,00	zł/(MW \cdot mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	47,83	69,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0,00	0,00	zł/a

6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		
				A = 935,77 m ² A _{kosz} = 935,77 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem płyt ze styropianu o współczynniku przewodności λ= 0,036 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o handlowej grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² .K)/W						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantach 1 i 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		2,22	2,78	3,33
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	2,069	4,29	4,85	5,40
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	148,3	71,5	63,3	56,8
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,018	0,009	0,008	0,007
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		5 300	5 866	6 315
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		330	370	400
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		308 804	346 235	374 308
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		58,3	59,0	59,3
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,483	0,233	0,206	0,185
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Ceny docieplenia przyjęto na podstawie skróconego kosztorysu inwestorskiego przygotowanego na potrzeby audytu z uwzględnieniem cen średnich przyjętych w zeszytach Sekocenbud dla IV kw. 2018 roku. Cena docieplenia obejmuje przygotowanie podłoża pod wykonanie docieplenia, obróbkę ościeży, wykonanie docieplenia, montaż obróbek blacharskich, montaż pod dociepleniem instalacji odgromowej, parapetów zewnętrznych, obróbek na styku połączenia dachu z dociepleniem. Wraz z robotami towarzyszącymi termomodernizacji. Ceny brutto						
Wybrany wariant :		1	Koszt :	308 804 zł	SPBT=	58,3 lat

6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne cokołów		
Dane: <p>powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 78,50 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawn $A_{\text{kosz}} = 78,50 \text{ m}^2$</p>						
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem płyt ze styropianu o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o handlowej grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		2,22	2,78	3,33
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	2,308	4,53	5,09	5,64
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	11,2	5,7	5,1	4,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,001	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		378	420	455
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		330	370	400
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		25 905	29 045	31 400
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		68,6	69,1	69,0
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,433	0,221	0,197	0,177
Podstawa przyjętych wartości N_U Ceny docieplenia przyjęto na podstawie skróconego kosztorysu inwestorskiego przygotowanego na potrzeby audytu z uwzględnieniem cen średnich przyjętych w zeszytach Sekocenbud dla IV kw. 2018 roku. Cena docieplenia obejmuje, przygotowanie podłoża pod wykonanie docieplenia, wykonanie docieplenia, wykonaniem opaski ochronnej wraz z robotami towarzyszącymi termomodernizacji. Ceny brutto						
Wybrany wariant :		1	Koszt :	25 905 zł	SPBT=	68,6 lat

6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop podwieszany		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	495,54 m ² A_{kosz} = 495,54 m ²
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie stropu podwieszanego z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,040 W/mK . Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,5 (m2.K)/W wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,20	0,22	
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m²·K/W		5,00	5,50	
3	Opór cieplny R	m²·K/W	2,770	7,77	8,27	
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	58,7	20,9	19,7	
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0072	0,0026	0,0024	
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		2 605	2 693	
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		230	260	
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		113 974	128 840	
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		43,7	47,9	
10	U ₀ , U ₁	W/m²·K	0,361	0,129	0,121	
Podstawa przyjętych wartości N _U Ceny docieplenia przyjęto na podstawie skróconego kosztorys inwestorskiego przygotowanego na potrzeby audytu z uwzględnieniem cen średnich przyjętych w zeszytach Sekocenbud dla IV kw. 2018 roku. Cena docieplenia obejmuje przygotowanie podłoża pod wykonanie docieplenia, wykonanie docieplenia.						
Wybrany wariant :		1	Koszt :	113 974 zł	SPBT=	43,7 lat

UWAGA:

6.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie																																																																																																					
				Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku																																																																																																					
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 9,14 \text{ m}^2$ $V_{nom} = 77 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,0$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe szczelne, o lepszych współczynnikach U. Do wymiany przewidziano drzwi zewnętrzne oraz bramę garażową.</p> <p>wariant 1 : okna z PCV $U = 3,2$ $a = 0,8$</p>																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Lp.</th> <th rowspan="2">Omówienie</th> <th rowspan="2">Jedn.</th> <th rowspan="2">Stan istniejący</th> <th colspan="3">Warianty</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Współczynnik przenikania okien U</td> <td>$\text{W/m}^2\text{K}$</td> <td>3,2</td> <td>1,3</td> <td>1,1</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2</td> <td rowspan="2">Współczynniki korekcyjne dla wentylacji</td> <td>C_r</td> <td>1,10</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C_m</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$</td> <td>GJ/a</td> <td>9,6</td> <td>3,9</td> <td>3,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$</td> <td>GJ/a</td> <td>9,4</td> <td>8,5</td> <td>8,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$</td> <td>GJ/a</td> <td>19,0</td> <td>12,4</td> <td>11,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$</td> <td>MW</td> <td>0,0012</td> <td>0,0005</td> <td>0,0004</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$</td> <td>MW</td> <td>0,0010</td> <td>0,0010</td> <td>0,0010</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>$q_0, q_1 = (6) + (7)$</td> <td>MW</td> <td>0,0022</td> <td>0,0015</td> <td>0,0014</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$</td> <td>zł/rok</td> <td></td> <td>452</td> <td>493</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Koszt wymiany okien N_{ok}</td> <td>zł</td> <td></td> <td>9 597</td> <td>12 796</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Koszt modernizacji wentylacji N_w</td> <td>zł</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$</td> <td>lata</td> <td></td> <td>21,2</td> <td>25,9</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			1	2	3	1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,2	1,3	1,1		2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,10	1,00	1,00		C_m	1,00	1,00	1,00		3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	9,6	3,9	3,3		4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	9,4	8,5	8,5		5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	19,0	12,4	11,8		6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0012	0,0005	0,0004		7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0010	0,0010	0,0010		8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0022	0,0015	0,0014		9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		452	493		10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		9 597	12 796		11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł					12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		21,2	25,9	
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty																																																																																																					
				1	2	3																																																																																																			
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,2	1,3	1,1																																																																																																				
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,10	1,00	1,00																																																																																																				
		C_m	1,00	1,00	1,00																																																																																																				
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	9,6	3,9	3,3																																																																																																				
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	9,4	8,5	8,5																																																																																																				
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	19,0	12,4	11,8																																																																																																				
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0012	0,0005	0,0004																																																																																																				
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0010	0,0010	0,0010																																																																																																				
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0022	0,0015	0,0014																																																																																																				
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		452	493																																																																																																				
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		9 597	12 796																																																																																																				
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł																																																																																																							
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		21,2	25,9																																																																																																				
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Ceny docieplenia przyjęto na podstawie analizy cen rynkowych</p> <p>wariant 1: wymiana $9,1 \text{ m}^2$ drzwi $1050,00 \text{ zł/m}^2 = 9 597 \text{ zł}$</p> <p>wariant 2: wymiana $9,1 \text{ m}^2$ drzwi $1400,00 \text{ zł/m}^2 = 12 796 \text{ zł}$</p>																																																																																																									

Wybrany wariant :	1	Koszt :	9 597 zł	SPBT=	21,2	lat
--------------------------	----------	----------------	-----------------	--------------	-------------	------------

6.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Wymiana kotłowni węglowej na gazową	80 000	5,3
2	Docieplenie ścian zewnętrznych	308 804	58,3
3	Docieplenie ścian cokołów	25 905	68,6
4	Docieplenie stropu podwieszanego	113 974	43,7
5	Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku	9 597	21,2

Uwaga:

6.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczegoDane: $Q_{oco}= 721,33$ GJ/a $w_{t0}= 1$ $w_{d0}= 1$ $\eta_0= 0,629$

Źródłem ciepła dla budynku będzie kocioł kondensacyjny gazowy z automatyką pogodową o mocy 65 kW. Kocioł i instalacja centralnego ogrzewania zabezpieczone będą ciśnieniowym naczyniem wzbiorczym o poj. 35dm³ NG 35 oraz zaworem bezpieczeństwa SYR 1915 dn 20 o ciśnieniu otwarcia 3,0 bar.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności przed i po działaniach termomodernizacyjnych.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	przesyłanie ciepła	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = 0,95$
2	regulacja i wykorzystanie	$\eta_e = 0,92$	$\eta_e = 0,92$
3	wytwarzanie ciepła	$\eta_g = 0,760$	$\eta_g = 0,990$
4	akumulacja	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,629$	$\eta_p = 0,865$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,629	0,865
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,00	1,00
4	Oszczędność kosztów ΔQ_{oco}	zł/a		14 963,92
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		80 000
6	SPBT	lata		5,3

Koszty wyznaczono w oparciu o analizy cen rynkowych

		szt	cena	koszt
1	Wymiana kotła na nowy kocioł gazowy	1	80 000	80 000
			razem	80 000

6.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

6.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skróty określenia usprawnień zestawionych w p.8.2.1,2 oraz 8.2.3.stosuje się skróty

- strop - ocieplenie stropu podwieszonego
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- cokół - ocieplenie ścian zewnętrznych cokołów
- drzwi - wymiana drzwi zewnętrznych
- system grzewczy - wymiana kotłowni węglowej na kotłownię gazową

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu			
	1	2	3	4
Strop	X	X	X	X
Ściany zewnętrzne	X	X	X	
Cokoły	X	X		
Drzwi	X			
System grzewczy	X	X	X	X

$$O_r = O_{r1} - O_{r0}$$

Nr. war.	Q_{OCO}	q_{OCO}	$\eta_{0,W_{d0}}$	Q_{OCW}	q_{OCW}	Q_0	q_0	O_{0r}	ΔO_r	N
	Q_{OCO}	q_{OCO}	$\eta_{1,W_{d1}}$	Q_{1CW}	q_{OCW}	Q_1	q_1	O_{1r}		
	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	zł		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	721,33	87,97	0,629	14,90	3,6	1161,69	91,57	55 875		
			1,00							
1	627,22	76,50	0,865	14,90	3,6	740,01	80,10	35 707	20 167	538 280
			1,00							
2	629,98	76,83	0,865	14,90	3,6	743,20	80,43	35 860	20 015	528 683
			1,00							
3	634,19	77,35	0,865	14,90	3,6	748,06	80,95	36 092	19 782	414 709
			1,00							
4	693,21	84,54	0,865	14,90	3,6	816,29	88,14	39 356	16 519	388 804
			1,00							

6.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	SPBT	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [(Q ₀ -Q ₁)/Q ₀]*100% %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczna rata kapitałową wraz z odsetkami
						[zł,%]	[zł,%]	
1	2	3	4	5	6	7		8
1	ściany zewnętrzne, cokoły, strop, drzwi, system grzewczy	538 280	20 167	26,7	36,3	161 485 376 796	30% 70%	-1 048
2	ściany zewnętrzne, cokoły, strop, system grzewczy	528 683	20 015	26,4	36,0	158 605 370 078	30% 70%	-1 012
3	ściany zewnętrzne, strop, system grzewczy	414 709	19 782	21,0	35,6	124 413 290 296	30% 70%	-454
4	strop, system grzewczy	388 804	16 519	23,5	29,7	116 641 272 163	30% 70%	-594

Uwaga:

$$r = 3,0\%$$

$$q = 1 + r/12 = 1,00250$$

$$m = 120 \text{ miesięcy}$$

$$A = 0,75 \cdot S \cdot q^m (q-1) / (q^m - 1) = 0,00724 \cdot S$$

7.

Przepływy finansowe w okresie eksploataowania inwestycji z uwzględnieniem wzrostu cen energii

Stopa dysk.	lata	Nakłady	Dotacja w wysokości 40% pożyczki	Pożyczka 80% nakładów (bez wartości przyszłego umorzenia w wysokości 40 % pożyczki)	Rata kapitałowa	Odsetki	Koszty	Wydatki zdyskontowane	Oszczędności	Suma zdyskontowanych przepływów pieniężnych (koszty, oszczędności)	Suma przepływów pieniężnych	NPV	Szac. wzrost kosztu energii	NPVR
5%		749 680	0%	0%		4,51%			12 549				8,0%	
	0	749 680	-	-		-	749 680	749 680		- 749 680	- 749 680	- 749 680		
5,0%	1				-	-	-	-	12 549	11 952	12 549	- 737 729	8,0%	- 0,984
5,0%	2				-	-	-	-	13 553	12 293	13 553	- 725 435	8,0%	- 0,968
5,0%	3				-	-	-	-	14 638	12 645	14 638	- 712 791	8,0%	- 0,951
5,0%	4				-	-	-	-	15 809	13 006	15 809	- 699 785	8,0%	- 0,933
5,0%	5				-	-	-	-	17 073	13 377	17 073	- 686 408	8,0%	- 0,916
5,0%	6				-	-	-	-	18 439	13 760	18 439	- 672 648	8,0%	- 0,897
5,0%	7				-	-	-	-	19 914	14 153	19 914	- 658 495	8,0%	- 0,878
5,0%	8				-	-	-	-	21 507	14 557	21 507	- 643 938	8,0%	- 0,859
5,0%	9				-	-	-	-	23 228	14 973	23 228	- 628 965	8,0%	- 0,839
5,0%	10				-	-	-	-	25 086	15 401	25 086	- 613 564	8,0%	- 0,818
5,0%	11								27 093	15 841	27 093	- 597 724	8,0%	- 0,797
5,0%	12								29 261	16 293	29 261	- 581 430	8,0%	- 0,776
5,0%	13								31 601	16 759	31 601	- 564 671	8,0%	- 0,753
5,0%	14								34 130	17 238	34 130	- 547 434	8,0%	- 0,730
5,0%	15								36 860	17 730	36 860	- 529 703	8,0%	- 0,707
5,0%	16								39 809	18 237	39 809	- 511 466	8,0%	- 0,682
5,0%	17								42 993	18 758	42 993	- 492 709	8,0%	- 0,657
5,0%	18								46 433	19 294	46 433	- 473 415	8,0%	- 0,631
5,0%	19								50 148	19 845	50 148	- 453 570	8,0%	- 0,605
5,0%	20								54 159	20 412	54 159	- 433 157	8,0%	- 0,578
5,0%	21								58 492	20 995	58 492	- 412 162	8,0%	- 0,550
5,0%	22								63 171	21 595	63 171	- 390 567	8,0%	- 0,521
5,0%	23								68 225	22 212	68 225	- 368 355	8,0%	- 0,491
5,0%	24								73 683	22 847	73 683	- 345 508	8,0%	- 0,461
5,0%	25								79 578	23 500	79 578	- 322 008	8,0%	- 0,430
5,0%	26								85 944	24 171	85 944	- 297 837	8,0%	- 0,397
5,0%	27								92 820	24 862	92 820	- 272 976	8,0%	- 0,364
5,0%	28								100 245	25 572	100 245	- 247 404	8,0%	- 0,330
5,0%	29								108 265	26 303	108 265	- 221 101	8,0%	- 0,295
5,0%	30								116 926	27 054	116 926	- 194 047	8,0%	- 0,259

7.

Przepływy finansowe w okresie eksploatacji inwestycji z uwzględnieniem wzrostu cen energii

Stopa dysk.	lata	Nakłady	Dotacja w wysokości 40% pożyczki w stosunku do całości inwestycji	Pożyczka 80% nakładów (bez wartości przyszłego umożenia w wysokości 40 % pożyczki)	Rata kapitałowa	Odsetki	Koszty	Wydatki zdyskontowane	Oszczędności	Suma zdyskontowanych przepływów pieniężnych (koszty, oszczędności)	Suma przepływów pieniężnych	NPV	Szac. wzrost kosztu energii	NPVR
5%		749 680	32%	48%		4,51%			12 549				8,0%	
	0	749 680	239 898	359 847		16 229	166 165	166 165		- 166 165	- 166 165	- 166 165		
5,0%	1				35 985	16 229	52 214	49 727	12 549	- 37 776	12 549	- 203 941	8,0%	- 0,272
5,0%	2				35 985	14 606	50 591	45 887	13 553	- 33 594	13 553	- 237 535	8,0%	- 0,317
5,0%	3				35 985	12 983	48 968	42 300	14 638	- 29 656	14 638	- 267 191	8,0%	- 0,356
5,0%	4				35 985	11 360	47 345	38 951	15 809	- 25 945	15 809	- 293 136	8,0%	- 0,391
5,0%	5				35 985	9 737	45 722	35 824	17 073	- 22 447	17 073	- 315 583	8,0%	- 0,421
5,0%	6				35 985	8 115	44 099	32 907	18 439	- 19 148	18 439	- 334 731	8,0%	- 0,446
5,0%	7				35 985	6 492	42 476	30 187	19 914	- 16 034	19 914	- 350 765	8,0%	- 0,468
5,0%	8				35 985	4 869	40 853	27 651	21 507	- 13 094	21 507	- 363 859	8,0%	- 0,485
5,0%	9				35 985	3 246	39 230	25 288	23 228	- 10 315	23 228	- 374 175	8,0%	- 0,499
5,0%	10				35 985	1 623	37 608	23 088	25 086	- 7 687	25 086	- 381 862	8,0%	- 0,509
5,0%	11								27 093	15 841	27 093	- 366 021	8,0%	- 0,488
5,0%	12								29 261	16 293	29 261	- 349 727	8,0%	- 0,467
5,0%	13								31 601	16 759	31 601	- 332 968	8,0%	- 0,444
5,0%	14								34 130	17 238	34 130	- 315 731	8,0%	- 0,421
5,0%	15								36 860	17 730	36 860	- 298 000	8,0%	- 0,398
5,0%	16								39 809	18 237	39 809	- 279 764	8,0%	- 0,373
5,0%	17								42 993	18 758	42 993	- 261 006	8,0%	- 0,348
5,0%	18								46 433	19 294	46 433	- 241 712	8,0%	- 0,322
5,0%	19								50 148	19 845	50 148	- 221 867	8,0%	- 0,296
5,0%	20								54 159	20 412	54 159	- 201 455	8,0%	- 0,269
5,0%	21								58 492	20 995	58 492	- 180 459	8,0%	- 0,241
5,0%	22								63 171	21 595	63 171	- 158 864	8,0%	- 0,212
5,0%	23								68 225	22 212	68 225	- 136 652	8,0%	- 0,182
5,0%	24								73 683	22 847	73 683	- 113 805	8,0%	- 0,152
5,0%	25								79 578	23 500	79 578	- 90 306	8,0%	- 0,120
5,0%	26								85 944	24 171	85 944	- 66 135	8,0%	- 0,088
5,0%	27								92 820	24 862	92 820	- 41 273	8,0%	- 0,055
5,0%	28								100 245	25 572	100 245	- 15 701	8,0%	- 0,021
5,0%	29								108 265	26 303	108 265	10 601	8,0%	0,014
5,0%	30								116 926	27 054	116 926	37 655	8,0%	0,050

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego 1 wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- 1 Ocieplenie stropu podwieszonego 20 cm warstwą wełny mineralnej. Do wykonania ok. 495,54 m² ocieplenia za sumę 113.974,00 zł brutto.
- 2 Ocieplenie ścian zewnętrznych 8 cm warstwą syropianu. Do wykonania ok. 935,77 m² ocieplenia za sumę 308.804,00 zł brutto.
- 3 Ocieplenie ścian zewnętrznych cokołów 8 cm warstwą syropianu. Do wykonania ok. 78,50 m² ocieplenia za sumę 25.905,00 zł brutto.
- 4 Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku o łącznej powierzchni ok. 9,14 m² za kwotę ok. 9.597,00 zł brutto.
- 5 Wymiana kotłowni węglowej na nowoczesną kotłownię gazową za sumę 80.000,00,00 zł brutto.
- 6 Wymiana oświetlenia na nowe oświetlenie LED za sumę 91.400,00 zł brutto
- 7 Montaż systemu fotowoltaicznego o mocy 9900 W za sumę 120.000,00 zł brutto

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	749 680 zł
Udział środków własnych inwestora:	161 485 zł
Kredyt bankowy:	376 796 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	94 199 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	26,7

8.3. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

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

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- | | |
|-------------|--|
| Załącznik 1 | Obliczenie współczynników przenikania przegród |
| Załącznik 2 | Określenie sprawności systemu grzewczego |
| Załącznik 3 | Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu |
| Załącznik 4 | Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy metody uproszczonej |
| Załącznik 5 | Obliczanie współczynników i dla poszczególnych wariantów na podstawie wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła |

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m ² *K	R m ² *k/W	U, ΔU , U_k W/m ² *K
1	ściany zewnętrzne podłużne	- tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	U= 0,333307 ΔU = 0,15 U_k = 0,483
		-cegła	0,440	0,770	0,571	
		- styropian	0,100	0,05	2,222	
		- cegła dziurawka	0,000	0,62	0,000	
		- tynk cem - wap	0,015	0,820	0,018	
		R_i+R_e			0,170	
		mostki cieplne			3,000	
2	ściany zewnętrzne szczytowe	- tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	U= 0,333307 ΔU = 0,1 U_k = 0,433
		-cegła	0,440	0,770	0,571	
		- styropian	0,100	0,05	2,222	
		- cegła dziurawka	0,000	0,62	0,000	
		- tynk cem - wap	0,015	0,820	0,018	
		R_i+R_e			0,170	
		mostki cieplne			3,000	
3	ściany zewnętrzne cokołów	- tynk cem-wap	0,015	0,820	0,018	U= 0,333307 ΔU = 0 U_k = 0,333
		-cegła	0,440	0,770	0,571	
		- styropian	0,100	0,05	2,222	
		- cegła dziurawka	0,000	0,62	0,000	
		- tynk cem - wap	0,015	0,820	0,018	
		R_i+R_e			0,170	
					3,000	
4	strop podwieszony	- blacha	0,030	1,05	0,029	U= 0,361
		- deskowanie	0,035	0,13	0,269	
		- pustka powietrzna	0,500		0,160	
		-wełna	0,100	0,05	2,000	
		- płyta OSB	0,022	0,18	0,122	
		R_i+R_e			0,190	
					2,770	
5	strop nad piwnicą	- podkład cementowy	0,030	1,00	0,030	U= 0,926
		- styropian	0,020	0,05	0,444	
		- strop kanałowy	0,220	0,89	0,247	
		- tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018	
		R_i+R_e			0,340	
					1,080	

Załącznik 2**Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym****1. Sprawność wytwarzania**

$$\eta_g = 0,76$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_d = 0,90$$

3. Sprawność regulacji i wykorzystania

$$\eta_e = 0,920$$

4. Sprawność akumulacji

$$\eta_s = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1,00$$

7. Sprawność systemu grzewczego

$$\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e = 0,629$$

Załącznik 2**Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie projektowanym****1. Sprawność wytwarzania**

$$\eta_g = 0,99$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_d = 0,95$$

3. Sprawność regulacji i wykorzystania

$$\eta_e = 0,920$$

4. Sprawność akumulacji

$$\eta_s = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1,00$$

7. Sprawność systemu grzewczego

$$\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e = 0,865$$

Załącznik nr 3

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Liczba użytkowników	OS =	45 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika (na podstawie analizy zużycia w 2007 roku)	$V_{OS} =$	0,008 m ³ /d
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = OS * V_{OS} =$	0,36 m ³ /d
4	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 =$	0,02 m ³ /h
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) = 4,186 * 1 * (55 - 10) / 10^3$	0,188 GJ/m ³
6	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 * N_h =$	3,6 kW
7	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 220 =$	79,2 m ³
8	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania cwu	$Q_{cw} =$	14,9 GJ
9	Koszt przygotowanie cwu	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 5,5 =$	1 029 zł
10	Koszt wody zimnej	$V_{cw} * 5,5 =$	436 zł
11	Sumaryczny koszt roczny cwu		1 465 zł
12	Średni koszt 1 m ³ cwu		18,50 zł/m ³

Oz	[zł/GJ]	69,00
Om	[zł/MW/mc]	0,00

Załącznik nr 4

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
wykonane przy pomocy metody uproszczonej**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła QH, GJ/a
1	76,50	627,22
2	76,83	629,98
3	77,35	634,19
4	84,54	693,21
stan istniejący	87,97	721,33

Wyznaczenie efektu ekologicznego**1) Termomodernizacja**

Wyznaczenie efektu ekologicznego związanego z oszczędnością energii w wyniku przeprowadzonej termomodernizacji oparto na założeniach:

- Sprawność wytwarzania w stanie istniejącym:	0,76
- Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła w stanie istniejącym:	0,90
- Sprawność regulacji i wykorzystania w stanie istniejącym:	0,92
- Sprawność akumulacji w stanie istniejącym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia w stanie istniejącym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w stanie istniejącym	1,00
- Sprawność wytwarzania w stanie docelowym	0,99
- Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła w stanie docelowym	0,95
- Sprawność regulacji i wykorzystania w stanie docelowym	0,92
- Sprawność akumulacji w stanie docelowym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia w stanie docelowym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w stanie docelowym	1,00

Zużycie ciepła na cele c.o. i c.w.u.- stan istniejący	GJ/rok	1 170,92
Zużycie ciepła na cele c.o. i c.w.u. - stan docelowy	GJ/rok	749,54
Oszczędność ciepła na cele c.o. i c.w.u.	GJ/rok	421,39

ZAŁOŻENIA DO EMISJI

Zanieczyszczenie	Wskaźniki emisji						
	miano	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)		Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa drewno	
		Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji			Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji
Pył PM 10,	g/GJ	190	78	0,5	3	76	34
Pył PM 2,5	g/GJ	170	70	0,5	3	76	33
CO ₂	kg/GJ	93,74	93,74	55,82	76,59	0	0
Benzo(a)piren	mg/GJ	100	0,079	0	10	50	10
SO ₂	g/GJ	900	450	0,5	140	20	11
NO _x	g/GJ	160	165	70	70	150	91

Wskaźniki emisji CO₂ dla węgla kamiennego i gazu, obliczone w oparciu o średnie krajowe WO i WE dla tych paliw KOBIZE

Wskaźniki dla węgla (stan przed termomodernizacją)**Wskaźniki dla gazu (stan po termomodernizacji)**

wyszczególnienie	wielkość	jednostka	wyszczególnienie	wielkość	jednostka
CO ₂	93,7400	[kg/GJ]	CO ₂	55,8200	[kg/GJ]
SO ₂	0,9000	[kg/GJ]	SO ₂	0,0005	[kg/GJ]
NO _x	0,1600	[kg/GJ]	NO _x	0,0700	[kg/GJ]
Benzo(a)piren	0,0001	[kg/GJ]	Benzo(a)piren	0,0000	[kg/GJ]
pył PM10	0,1900	[kg/GJ]	pył	0,0005	[kg/GJ]
pył PM2.5	0,1700	[kg/GJ]	pył	0,0005	[kg/GJ]

Wskaźniki emisji CO₂ dla węgla kamiennego i gazu, obliczone w oparciu o średnie krajowe WO i WE dla tych paliw KOBIZE

Efekt ekologiczny					
substancja	Jednostka	Przed	Po	Efekt	Efekt
Emisja CO ₂	Mg/a	109,762	41,839	67,923	61,88%
Emisja SO ₂	Mg/a	1,054	0,000	1,053	99,96%
Emisja NO _x	Mg/a	0,187	0,052	0,135	71,99%
Emisja pyłu PM10	kg/a	222,476	0,375	222,101	99,83%
Emisja pyłu PM2.5	kg/a	199,057	0,375	198,682	99,81%

2) Modernizacja oświetlenia

Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej kWh/rok 57 120

$We, I [tCO_2/MWh] = 0,812$ 0,831 - dla udziału biomasy ; 0,812 bez udziału biomasy
 $Qk, I [MWh/rok] = 90,9288$ przed modernizacją
 $Qk, I [MWh/rok] = 33,80922$ po modernizacji 57,11958

Wskaźniki dla energii elektrycznej **

wyszczególnienie	wielkość	jednostka
CO ₂	0,812	[Mg/MWh]

Wartość emisji tCO₂/MWh energii elektrycznej (przed modernizacją) 73,834 [tCO₂/MWh]

Wartość emisji tCO₂/MWh energii elektrycznej (po modernizacji) 27,453 [tCO₂/MWh]

Zmniejszenie emisji CO₂ dla energii elektrycznej 46,381 [tCO₂/MWh]

Efekt ekologiczny		
substancja	Jednostka	Efekt
Emisja CO ₂	Mg/a	46,381
Emisja CO ₂	Mg/a	67,923
RAZEM	Mg/a	114,304

energia elektryczna
termomodernizacja

* wskaźniki emisji z paliw na podstawie wytycznych NFOŚiGW w programie "KAWKA"

** wskaźnik emisji CO₂ dla energii elektrycznej z uwzględnieniem strat u odbiorcy końcowego na podstawie opracowania KOBIZE "Wskaźniki emisyjności CO₂ dla energii elektrycznej u odbiorców końcowych na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 20 rok" (wskaźnik dotyczy również c.w.u. produkowanej z energii elektrycznej - przyjęto, że pozostałe wskaźniki emisji dla energii elektrycznej są równe 0)

Wyznaczenie efektu ekologicznego dla kotłowni**1) Termomodernizacja**

Wyznaczenie efektu ekologicznego związanego z oszczędnością energii w wyniku przeprowadzonej termomodernizacji oparto na założeniach:

- Sprawność wytwarzania w stanie istniejącym:	0,76
- Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła w stanie istniejącym:	0,90
- Sprawność regulacji i wykorzystania w stanie istniejącym:	0,92
- Sprawność akumulacji w stanie istniejącym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia w stanie istniejącym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w stanie istniejącym	1,00
- Sprawność wytwarzania w stanie docelowym	0,99
- Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła w stanie docelowym	0,95
- Sprawność regulacji i wykorzystania w stanie docelowym	0,92
- Sprawność akumulacji w stanie docelowym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia w stanie docelowym	1,00
- Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w stanie docelowym	1,00

Zużycie ciepła na cele c.o. i c.w.u.- stan istniejący	GJ/rok	1 170,92
Zużycie ciepła na cele c.o. i c.w.u. - stan docelowy	GJ/rok	858,30
Oszczędność ciepła na cele c.o. i c.w.u.	GJ/rok	312,62

ZAŁOŻENIA DO EMISJI

Zanieczyszczenie	Wskaźniki emisji						
	miano	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)		Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa drewno	
		Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji			Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji
Pył PM 10,	g/GJ	190	78	0,5	3	76	34
Pył PM 2,5	g/GJ	170	70	0,5	3	76	33
CO ₂	kg/GJ	93,74	93,74	55,82	76,59	0	0
Benzo(a)piren	mg/GJ	100	0,079	0	10	50	10
SO ₂	g/GJ	900	450	0,5	140	20	11
NO _x	g/GJ	160	165	70	70	150	91

Wskaźniki emisji CO₂ dla węgla kamiennego i gazu, obliczone w oparciu o średnie krajowe WO i WE dla tych paliw KOBIZE

Wskaźniki dla węgla (stan przed termomodernizacją)**Wskaźniki dla gazu (stan po termomodernizacji)**

wyszczególnienie	wielkość	jednostka	wyszczególnienie	wielkość	jednostka
CO ₂	93,7400	[kg/GJ]	CO ₂	55,8200	[kg/GJ]
SO ₂	0,9000	[kg/GJ]	SO ₂	0,0005	[kg/GJ]
NO _x	0,1600	[kg/GJ]	NO _x	0,0700	[kg/GJ]
Benzo(a)piren	0,0001	[kg/GJ]	Benzo(a)piren	0,0000	[kg/GJ]
pył PM10	0,1900	[kg/GJ]	pył	0,0005	[kg/GJ]
pył PM2.5	0,1700	[kg/GJ]	pył	0,0005	[kg/GJ]

Wskaźniki emisji CO₂ dla węgla kamiennego i gazu, obliczone w oparciu o średnie krajowe WO i WE dla tych paliw KOBIZE

Efekt ekologiczny					
substancja	Jednostka	Przed	Po	Efekt	Efekt
Emisja CO ₂	Mg/a	109,762	47,910	61,852	56,35%
Emisja SO ₂	Mg/a	1,054	0,000	1,053	99,96%
Emisja NO _x	Mg/a	0,187	0,060	0,127	67,93%
Emisja pyłu PM10	kg/a	222,476	0,429	222,047	99,81%
Emisja pyłu PM2.5	kg/a	199,057	0,429	198,628	99,78%

Efekt ekologiczny			termomodernizacja
substancja	Jednostka	Efekt	
Emisja CO ₂	Mg/a	61,852	
RAZEM	Mg/a	61,852	

* wskaźniki emisji z paliw na podstawie wytycznych NFOŚiGW w programie "KAWKA"

** wskaźnik emisji CO₂ dla energii elektrycznej z uwzględnieniem strat u odbiorcy końcowego na podstawie opracowania KOBIZE "Wskaźniki emisyjności CO₂ dla energii elektrycznej u odbiorców końcowych na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 20 rok" (wskaźnik dotyczy również c.w.u. produkowanej z energii elektrycznej - przyjęto, że pozostałe wskaźniki emisji dla energii elektrycznej są równe 0)

Mierzalne wskaźniki rezultatu**1. Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej (obligatoryjny) [GJ/rok]**

	Przed realizacją [GJ/a]	Po realizacji [GJ/a]
Energia cieplna na cele c.o.	1 146,281	724,893
Energia cieplna na cele c.w.u. (karta audytu energetycznego ex-post obiektu - część E10)	24,643	24,643
SUMA c.o. + c.w.u. (karta audytu energetycznego część J3)	1 170,925	749,536
Sumaryczna oszczędność energii [GJ/rok]		421,389

421,389 [GJ/rok]	- Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej
-------------------------	---

2. Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych (obligatoryjny) [kWh/rok]**1.. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia**

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność [GJ/rok], [MWh/rok]	Oszczędność [%]
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_k	GJ/rok	1 170,92	749,54	421,389	36%
	MWh/rok	325 260,000	208 204,472	117 052,389	
Współczynnik w ;współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii (lub energii) końcowej do ocenianego budynku: kocioł gazowy, olejowy lub węglowy - $wH = 1,1$;	-	1,1	1,1	-	
Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną $Q_p = w \cdot Q_k$	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność [GJ/rok], [MWh/rok]	Oszczędność [%]
	GJ/rok	1 288,017	824,490	463,527	36%
	kWh/rok	357780,000	229024,919	128757,628	
Emisja dwutlenku węgla (audyt energetyczny str19 tab3 wiersz 6)	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność [Mg/rok]	Oszczędność [%]
	Mg CO ₂ /rok	109,76	41,84	67,92	62%

128 757,6278 kWh/a	- zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych
---------------------------	--

67,9234 Mg/a	- spadek emisji gazów cieplarnianych [tony równoważnika CO ₂]
---------------------	---

3. Stopień redukcji PM 10 (obligatoryjny) [ton/rok]**ZAŁOŻENIA DO EMISJI**

Zanieczyszczenie	Wskaźniki emisji						
	miano	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)		Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa drewno	
		Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji			Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji
Pył PM 10,	g/GJ	190	78	0,5	3	76	34
Pył PM 2,5	g/GJ	170	70	0,5	3	76	33
CO ₂	kg/GJ	93,74	93,74	55,82	76,59	0	0
Benzo(a)piren	mg/GJ	100	0,079	0	10	50	10
SO ₂	g/GJ	900	450	0,5	140	20	11
NO _x	g/GJ	160	165	70	70	150	91

Wskaźniki emisji CO₂ dla węgla kamiennego i gazu, obliczone w oparciu o średnie krajowe WO i WE dla tych paliw KOBIZE

Wskaźniki dla węgla (stan przed termomodernizacją)			Wskaźniki dla węgla (stan po termomodernizacji)		
emisja	wielkość	jednostka	emisja	wielkość	jednostka
pył PM10	0,1900	[kg/GJ]	pył PM10	0,0005	[kg/GJ]
pył PM2.5	0,1700	[kg/GJ]	pył PM2.5	0,0005	[kg/GJ]

Zużycie ciepła na cele c.o. i c.w.u. - stan istniejący	GJ/rok	1 170,925
Zużycie ciepła na cele c.o. i c.w.u. - stan docelowy	GJ/rok	749,536
Oszczędność ciepła na cele c.o. i c.w.u.	GJ/rok	421,389

Efekt ekologiczny

substancja	Jednostka	Przed	Po	Efekt	Efekt
Emisja CO ₂	Mg/a	109,762	41,839	67,923	61,88%
Emisja SO ₂	Mg/a	1,05383	0,00037	1,05346	99,96%
Emisja NO _x	Mg/a	0,187	0,052	0,135	71,99%
Emisja pyłu PM10	kg/a	222,476	0,375	222,101	99,83%
Emisja pyłu PM2.5	kg/a	199,057	0,375	198,682	99,81%

Pył PM 10 [kg/a] = wskaźnik emisji dla pyłu PM 10 [kg/GJ] * życie ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u. [GJ/rok]

Pył PM 2,5 [kg/a] = wskaźnik emisji dla pyłu PM 2.5 [kg/GJ] * suma życia ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u. [GJ/rok]

114,3045 Mg/a	- zmniejszenie emisji CO ₂
0,2221 Mg/a	- zmniejszenie emisji pyłu PM 10
0,1987 Mg/a	- zmniejszenie emisji pyłu PM 2.5

4. Zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektu (obligatoryjny) [GJ/rok]

421,39 [GJ/rok]

załącznik 8

Lp.		ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ						
		STAN PRZED MODERNIZACJĄ		STAN PO MODERNIZACJI		RÓŻNICA (kol. 3 - kol. 5) (kol. 4 - kol. 6)		Efekt energetyczny
		MWh/rok	GJ/rok	MWh/rok	GJ/rok	MWh/rok	GJ/rok	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Olej opałowy					0,00	0,00	
2	Gaz ziemny	0,00	0,00	208,20	749,54	117,05	421,39	35,99
3	Gaz płynny					0,00	0,00	
4	Węgiel kamienny	325,26	1 170,92	0,00	0,00	325,26	1 170,92	
5	Węgiel brunatny					0,00	0,00	
6	Biomasa					0,00	0,00	
7	Inny (podać jaki) np. OZE					0,00	0,00	
8	Ciepło sieciowe z ciepłowni					0,00	0,00	
9	Ciepło sieciowe z ciepłowni wyłącznie na biomasę					0,00	0,00	
10	Ciepło sieciowe z elektrociepłowni					0,00	0,00	
11	Ciepło sieciowe z elektrociepłowni wyłącznie opartej na energii odnawialnej (biogaz, biomasa)					0,00	0,00	
12	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej zużyta na potrzeby budynku	90,93	327,34	33,81	121,71	57,12	205,63	62,82
13	Energia elektryczna wyprodukowana na miejscu w skojarzeniu, z zastosowaniem źródeł nieodnawialnych, zużyta na potrzeby budynku							
14	Energia elektryczna wyprodukowana na miejscu ze źródeł oze (biomasa, biogaz, w tym w skojarzeniu, PV), zużyta na potrzeby budynku	0,00	0,00	9,90	35,64	-	-	
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ w budynku		416,19	1 498,27	242,01	871,25	174,17	627,02	41,85
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ PIERWOTNĄ w budynku		630,57	2 270,05	330,45	1 189,63	300,12	1 080,42	47,59
15	Straty przesyłania (dotyczy lokalnych sieci ciepłowniczych - w przypadku źródła zlokalizowanego poza budynkiem ³)					0,00	0,00	
16	Straty z tytułu sprawności kotła - w przypadku modernizacji kotła zainstalowanego poza budynkiem, w kierunku zwiększenia sprawności					0,00	0,00	
17	Oszczędności z tytułu produkcji energii cieplnej i elektrycznej w skojarzeniu					0,00	0,00	
Obliczenie efektywności energetycznej, uwzględniającej zmniejszenie strat przesyłu, z tytułu zastosowania kotła (zainstalowanego poza budynkiem) o wyższej sprawności oraz oszczędności energii w wyniku produkcji energii cieplnej i elektrycznej w skojarzeniu						0,00	0,00	

załącznik 9

1.. Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową Q_u	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	GJ/rok	1 063,60	763,85	299,74	28,18%
	MWh/rok	295,44	212,18	83,26	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_k	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	GJ/rok	1 498,27	871,25	627,02	41,85%
	MWh/rok	416,19	242,01	174,17	
Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną Q_p	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	GJ/rok	2270,05	1189,63	1080,42	47,59%
	MWh/rok	630,57	330,45	300,12	
Emisja dwutlenku węgla	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	Mg CO ₂ /rok	183,60	69,29	114,30	62,26%

załącznik 10

Suma kwalifikowanych kosztów realizacji projektu (K1)	Koszty eksploatacyjne przed modernizacją rocznie (O1)	Koszty eksploatacyjne po modernizacji rocznie (O2)	Różnica kosztów eksploatacyjnych ($\Delta O = O1 - O2$)	Efekt ekologiczny (końcowy efekt redukcji emisji Mg CO ₂)
zł	zł	zł	zł	Mg
749 680,30	56 000,75	43 451,37	12 549,38	114,30
Prosty czas zwrotu SPBT (1/ ΔO)			lata	59,74
Koszt efektu energetycznego KEE			zł/(GJ/rok)	1 195,63
Koszt redukcji emisji KRE (I /E)			zł/Mg CO ₂	6 558,63

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania					
1. Dane geometryczne budynku					
Kubatura ogrzewana, m ³		V = 3 131			
Pole powierzchni przegród zewnętrznych, m ²		A = 2 484			
Współczynnik kształtu, m ⁻¹		A/V = 0,79			
2. Straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym					
Q _t = Q _z + Q _o + Q _d + Q _p + Q _{pg} + Q _{sg} +Q _{sp} [kWh/a]					
Rodzaj przegrody		A _i m ²	U _i W/m ² *K	Mnożnik stały	A _i , U _i *mnożnik kWh/a
Ściany zew- nętrzne		935,8	0,483	70	31 658
		78,5	0,433	70	2 381
Drzwi		9,1	3,200	70	2 047
Okna		160,1	2,000	70	22 418
Stropodach		495,5	0,361	70	12 523
Dach		0,0	0,432	70	0
Ściany oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 1				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 2		804,6	0,93	70	52 152
Ściany pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy stykające się z gruntem				70	0
Strop nad przejazdem				70	0
RAZEM straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym Q _t , kWh					123 179

3. Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym Q_v , kWh/a			
Strumień powietrza wentylacyjnego	Cr	ψ , m ³ /h	3 382
Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym	1,05	$c_r \cdot 38 \cdot \psi$, kWh/a	134 930

4. Zyski ciepła od promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym Q_s , kWh/a				
Orientacja	Pole powierzchni okien A_{oi} , m ²	Współ. przep. promien. TR_i	Suma promieniowania całkowitego S_i , kWh/(m ² a)	$A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$ kWh/a
razem	169,27	0,90	238	36 258
Razem zyski ciepła promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym $0,6 \cdot d \cdot A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$				21 755

5. Wewnętrzne zyski ciepła w sezonie ogrzewczym Q_i , kWh/a				
Liczba osób N	80*N	Liczba mieszkań L_m	275*Lm	$5,3 \cdot (80N + 275L_m)$ kWh/a
45	3 600	16	4 400	42 400

6. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q_h , kWh/a	
$Q_h = Q_t + Q_v - 0,9 \cdot (Q_s + Q_i) =$	200 370

7. Sprawdzenie wymagań	
7.1. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku kWh/(m ² *a)	
$E = Q_h/V =$	$200\,370 / 3\,131 =$ 64,0
7.2. Wymagania	
Współczynnik kształtu $A/V = 0,79 \text{ m}^{-1}$	Graniczny wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania E_0 kWh/(m ³ *a)
$A/V \leq 0,20$	$E_0 = 29$
$0,20 < A/V < 0,9$	$E_0 = 26,6 + 12 A/V = 36,1$
$A/V \geq 0,9$	$E_0 = 37,4$
Dla rozpartywanego przykładu $E_0 = 26,6 + 12 A/V$	
Wskaźnik E =	64,0 > 36,10

$$q \text{ (kW)} = Q/0,6 \cdot S_d = 87,97 \quad Q_h \text{ (GJ)} = Q \cdot 3,6/1000 = 721,33200$$

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania					
1. Dane geometryczne budynku					
Kubatura ogrzewana, m ³		V = 3 131			
Pole powierzchni przegród zewnętrznych, m ²		A = 2 484			
Współczynnik kształtu, m ⁻¹		A/V = 0,79			
2. Straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym					
Q _t = Q _z + Q _o + Q _d + Q _p + Q _{pg} + Q _{sg} +Q _{sp} [kWh/a]					
Rodzaj przegrody		A _i m ²	U _i W/m ² *K	Mnożnik stały	A _i , U _i *mnożnik kWh/a
Ściany zew- nętne		935,8	0,483	70	31 658
		78,5	0,433	70	2 381
Drzwi		9,1	3,200	70	2 047
Okna		160,1	2,000	70	22 418
Stropodach		495,5	0,129	70	4 464
Dach		0,0	0,432	70	0
Ściany oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 1				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 2		804,6	0,93	70	52 152
Ściany pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy stykające się z gruntem				70	0
Strop nad przejazdem				70	0
RAZEM straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym Q _t , kWh					115 120

3. Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym Q_v , kWh/a			
Strumień powietrza wentylacyjnego	Cr	ψ , m ³ /h	3 382
Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym	1,05	$c_r \cdot 38 \cdot \psi$, kWh/a	134 930

4. Zyski ciepła od promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym Q_s , kWh/a				
Orientacja	Pole powierzchni okien A_{oi} , m ²	Współ. przep. promien. TR_i	Suma promieniowania całkowitego S_i , kWh/(m ² a)	$A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$ kWh/a
E	169,27	0,90	235	35 801
Razem zyski ciepła promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym $0,6 \cdot d \cdot A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$				21 480

5. Wewnętrzne zyski ciepła w sezonie ogrzewczym Q_i , kWh/a				
Liczba osób N	80*N	Liczba mieszkań Lm	275*Lm	$5,3 \cdot (80N + 275Lm)$ kWh/a
45	3 600	16	4 400	42 400

6. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q_h , kWh/a	
$Q_h = Q_t + Q_v - 0,9 \cdot (Q_s + Q_i) =$	192 557

7. Sprawdzenie wymagań			
7.1. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku kWh/(m ² *a)			
E = Qh/V = 192 557 / 3 131 = 61,5			
7.2. Wymagania			
Współczynnik kształtu A/V= 0,79 m ⁻¹		Graniczny wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania E ₀ kWh/(m ³ *a)	
A/V ≤ 0,20		E ₀ = 29	
0,20 <A/V <0,9		E ₀ =26,6 + 12 A/V = 36,1	
A/V ≥ 0,9		E ₀ = 37,4	
Dla rozpartywanego przykładu E ₀ =26,6+12 A/V			
Wskaźnik E =		61,5	> 36,10

$$q \text{ (kW)} = Q/0,6 \cdot S_d = \mathbf{84,54} \quad Q_h \text{ (GJ)} = Q \cdot 3,6/1000 = \mathbf{693,21}$$

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania					
1. Dane geometryczne budynku					
Kubatura ogrzewana, m ³		V = 3 131			
Pole powierzchni przegród zewnętrznych, m ²		A = 2 484			
Współczynnik kształtu, m ⁻¹		A/V = 0,79			
2. Straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym					
Q _t = Q _z + Q _o + Q _d + Q _p + Q _{pg} + Q _{sg} + Q _{sp} [kWh/a]					
Rodzaj przegrody		A _i m ²	U _i W/m ² *K	Mnożnik stały	A _i , U _i *mnożnik kWh/a
Ściany zew- nętne		935,8	0,233	70	15 264
		78,5	0,433	70	2 381
Drzwi		9,1	3,200	70	2 047
Okna		160,1	2,000	70	22 418
Stropodach		495,5	0,129	70	4 464
Dach		0,0	0,432	70	0
Ściany oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 1				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 2		804,6	0,93	70	52 152
Ściany pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy stykające się z gruntem				70	0
Strop nad przejazdem				70	0
RAZEM straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym Q _t , kWh					98 726

3. Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym Q_v , kWh/a			
Strumień powietrza wentylacyjnego	Cr	ψ , m ³ /h	3 382
Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym	1,05	$c_r \cdot 38 \cdot \psi$, kWh/a	134 930

4. Zyski ciepła od promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym Q_s , kWh/a				
Orientacja	Pole powierzchni okien A_{oi} , m ²	Współ. przep. promien. TR_i	Suma promieniowania całkowitego S_i , kWh/(m ² a)	$A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$ kWh/a
E	169,27	0,90	235	35 801
Razem zyski ciepła promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym $0,6 \cdot d \cdot A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$				21 480

5. Wewnętrzne zyski ciepła w sezonie ogrzewczym Q_i , kWh/a				
Liczba osób N	80*N	Liczba mieszkań Lm	275*Lm	$5,3 \cdot (80N + 275Lm)$ kWh/a
45	3 600	16	4 400	42 400

6. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q_h , kWh/a	
$Q_h = Q_t + Q_v - 0,9 \cdot (Q_s + Q_i) =$	176 163

7. Sprawdzenie wymagań			
7.1. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku kWh/(m ² *a)			
E = Qh/V = 176 163 / 3 131 = 56,3			
7.2. Wymagania			
Współczynnik kształtu A/V= 0,79 m ⁻¹		Graniczny wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania E ₀ kWh/(m ³ *a)	
A/V ≤ 0,20		E ₀ = 29	
0,20 <A/V <0,9		E ₀ =26,6 + 12 A/V 36,1	
A/V ≥ 0,9		E ₀ = 37,4	
Dla rozpartywanego przykładu E0 =26,6+12 A/V			
Wskaźnik E =		56,3	> 36,10

$$q \text{ (kW)} = Q/0,6 \cdot S_d = 77,35 \quad Q_h \text{ (GJ)} = Q \cdot 3,6/1000 = 634,19$$

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania					
1. Dane geometryczne budynku					
Kubatura ogrzewana, m ³		V = 3 131			
Pole powierzchni przegród zewnętrznych, m ²		A = 2 484			
Współczynnik kształtu, m ⁻¹		A/V = 0,79			
2. Straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym					
Q _t = Q _z + Q _o + Q _d + Q _p + Q _{pg} + Q _{sg} +Q _{sp} [kWh/a]					
Rodzaj przegrody		A _i m ²	U _i W/m ² *K	Mnożnik stały	A _i , U _i *mnożnik kWh/a
Ściany zewnętrzne	gr 13 cm	935,8	0,233	70	15 264
	gr 13 cm	78,5	0,221	70	1 213
Drzwi	dobrze	9,14	3,20	70	2 047
Okna	złe	160,1	2,000	70	22 418
Stropodach		495,5	0,129	70	4 464
Dach		0,0	0,432	70	0
Ściany oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 1				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 2		804,6	0,93	70	52 152
Ściany pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy stykające się z gruntem				70	0
Strop nad przejazdem				70	0
RAZEM straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym Q _t , kWh					97 558

3. Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym Q_v , kWh/a			
Strumień powietrza wentylacyjnego	C_r	ψ , m ³ /h	3 382
Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym	1,05	$c_r \cdot 38 \cdot \psi$, kWh/a	134 930

4. Zyski ciepła od promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym Q_s , kWh/a				
Orientacja	Pole powierzchni okien A_{oi} , m ²	Współ. przep. promien. TR_i	Suma promieniowania całkowitego S_i , kWh/(m ² a)	$A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$ kWh/a
E	169,27	0,90	235	35 801
Razem zyski ciepła promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym $0,6 \cdot d \cdot A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$				21 480

5. Wewnętrzne zyski ciepła w sezonie ogrzewczym Q_i , kWh/a				
Liczba osób N	$80 \cdot N$	Liczba mieszkań Lm	$275 \cdot Lm$	$5,3 \cdot (80N + 275Lm)$ kWh/a
45	3 600	16	4 400	42 400

6. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q_h , kWh/a	
$Q_h = Q_t + Q_v - 0,9 \cdot (Q_s + Q_i) =$	174 995

7. Sprawdzenie wymagań			
7.1. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku kWh/(m²*a)			
E = Qh/V =		174 995 / 3 131 =	55,9
7.2. Wymagania			
Współczynnik kształtu		Graniczny wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania E ₀	
A/V= 0,79 m ⁻¹		kWh/(m³*a)	
A/V ≤ 0,20		E ₀ = 29	
0,20 <A/V <0,9		E ₀ =26,6 + 12 A/V = 36,1	
A/V ≥ 0,9		E ₀ = 37,4	
Dla rozpartywanego przykładu		E0 =26,6+12 A/V	
Wskaźnik E =		55,9 > 36,10	

$$q \text{ (kW)} = Q/0,6 \cdot S_d = 76,83 \quad Q_h \text{ (GJ)} = Q \cdot 3,6/1000 = 629,98$$

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania					
1. Dane geometryczne budynku					
Kubatura ogrzewana, m ³		V = 3 131			
Pole powierzchni przegród zewnętrznych, m ²		A = 2 484			
Współczynnik kształtu, m ⁻¹		A/V = 0,79			
2. Straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym					
Q _t = Q _z + Q _o + Q _d + Q _p + Q _{pg} + Q _{sg} +Q _{sp} [kWh/a]					
Rodzaj przegrody		A _i m ²	U _i W/m ² *K	Mnożnik stały	A _i , U _i *mnożnik kWh/a
Ściany zew- nętne		935,8	0,233	70	15 264
		78,5	0,221	70	1 213
Drzwi		9,1	2,000	70	1 280
Okna		160,1	2,000	70	22 418
Stropodach		495,5	0,129	70	4 464
Dach		0,0	0,432	70	0
Ściany oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 1				70	0
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych w piwnicy- strefa 2		804,6	0,93	70	52 152
Ściany pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy stykające się z gruntem				70	0
Strop nad przejazdem				70	0
RAZEM straty ciepła przez przenikanie w sezonie ogrzewczym Q _t , kWh					96 791

3. Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym Q_v , kWh/a			
Strumień powietrza wentylacyjnego	Cr	ψ , m ³ /h	3 382
Straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w sezonie ogrzewczym	1,05	$c_r \cdot 38 \cdot \psi$, kWh/a	134 930

4. Zyski ciepła od promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym Q_s , kWh/a				
Orientacja	Pole powierzchni okien A_{oi} , m ²	Współ. przep. promien. TR_i	Suma promieniowania całkowitego S_i , kWh/(m ² a)	$A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$ kWh/a
E	169,27	0,90	235	35 801
Razem zyski ciepła promieniowania słonecznego w sezonie ogrzewczym $0,6 \cdot d \cdot A_{oi} \cdot TR_i \cdot S_i$				21 480

5. Wewnętrzne zyski ciepła w sezonie ogrzewczym Q_i , kWh/a				
Liczba osób N	80*N	Liczba mieszkań Lm	275*Lm	$5,3 \cdot (80N + 275Lm)$ kWh/a
45	3 600	16	4 400	42 400

6. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q_h , kWh/a	
$Q_h = Q_t + Q_v - 0,9 \cdot (Q_s + Q_i) =$	174 228

7. Sprawdzenie wymagań			
7.1. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku kWh/(m ² *a)			
E = Qh/V =		174 228 / 3 131	= 55,6
7.2. Wymagania			
Współczynnik kształtu A/V= 0,79 m ⁻¹		Graniczny wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania E ₀ kWh/(m ³ *a)	
A/V ≤ 0,20		E ₀ = 29	
0,20 <A/V <0,9		E ₀ =26,6 + 12 A/V 36,1	
A/V ≥ 0,9		E ₀ = 37,4	
Dla rozpartywanego przykładu		E0 =26,6+12 A/V	
Wskaźnik E =		55,6	> 36,10

$$q \text{ (kW)} = Q/0,6 \cdot S_d = 76,50 \quad Q_h \text{ (GJ)} = Q \cdot 3,6/1000 = 627,22$$