
Audyt energetyczny budynku

Specjalnego Ośrodka Szkolno - Wychowawczego

Uśnice 15, 82-400 Sztum



dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 18 grudnia 1998 r.
znowelizowanej dnia 17 marca 2009 r.

Adres budynku :	kod : 82-400 miejscowość : Sztum powiat : sztumski województwo : pomorskie
Wykonawca audytu :	Imię i nazwisko : mgr inż. Krzysztof Pater Nr opracowania : 07/2023

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					
1.1 Dane identyfikacyjne budynku :					
1.	Rodzaj budynku	Budynek użyt. Publ.	2.	Rok ukończenia budowy	lata 20 i 1972
3.	Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Starostwo Powiatowe Sztum ul. Mickiewicza 31	4.	Adres budynku	kod 82-400 powiat : sztumski województwo: pomorskie
1.2 Dane firmy wykonującej audyt :					
1.	Nazwa	AUDYTY I PROJEKTY			
2.	Nr REGON	520837273			
3.	Adres	ul. Wyzwolenia 119 , 97-561 Ładzice			
1.3 Dane audytora koordynującego wykonanie audytu :					
1.	Imię i nazwisko	Krzysztof Pater			
2.	Nr PESEL	81032019514			
3.	Adres	97-400 Bełchatów, Ul. Dzika 3			
4.	Posiadane kwalifikacje	kurs na audytora energetycznego KOVEX - W-wa, wykonywanie audytów przy pomocy programów Agnes, eVe UT, GAP-i, BuildDesk, Dialux , porównanie wyników obliczeń zużycia energii programami symulacyjnymi ESP-r i bilansowym OZC, THERM do analizy mostków termicznych, Certyfikat AUTOCAD Politechnika Łódzka Instytut Automatyki,			
5.	Podpis				
1.4 Dane współautorów wykonanego audytu :					
LP.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowywaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)		
1.	Krzysztof Pater	Inwentaryzacja techniczno - budowlana	Audytor energetyczny		
1.5 Miejscowość :		Warszawa	Data wykonania audytu : 2023.02.12		
1.6 Spis treści :					
1.	Strony tytułowe			str. 1	
2.	Karta audytu energetycznego			str. 3	
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budynku			str. 6	
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			str. 7	
5.	Ocena stanu technicznego budynku			str. 14	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			str. 17	
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			str. 18	
8.	Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji			str. 35	
9.	Załączniki			str. 36	

2.	Karta audytu energetycznego budynku		
2.1	Dane ogólne		
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	10 300,00	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 475,00	
5.	Powierzchnia użytkowa [m ²]	2 475,00	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0	
7.	Liczba pomieszczeń	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	200	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	z kotłowni na ekogroszek	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	z kotłowni na ekogroszek	
11.	Współczynnik kształtu A / V [1/m]	0,40	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2.2	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/m²·K]	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zew podłużna	0,284	0,284
2.	Ściana zew podłużna	0,284	0,284
3.	Ściana zew poprzeczna	0,284	0,284
4.	Ściana zew poprzeczna	0,284	0,284
5.	Stropodach nad częścią starą	0,290	0,290
6.	Stropodach nad częścią nową	0,347	0,347
10.	Okna do wymiany	1,400	1,400
2.3	Sprawności składowe systemu ogrzewania		
1.	Sprawność wytwarzania	0,80	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,75	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00

2.4 Charakterystyka systemu wentylacji			
4.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
5.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	przez nieszczelności okien do pionów wentylacyjnych	przez nieszczelności okien do pionów wentylacyjnych
6.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	13 596	13 596
7.	Liczba wymian [1/h]	1,0	1,0
2.5 Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	344,8	210,2
3.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	6,8	6,8
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	2 445,7	2 223,5
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	2 946,63	1 215,03
6.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	250,9	250,9
7.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu do kubatury ogrzewanej części budynku [kWh/(m ³ rok)]	66,01	60,01
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu do kubatury ogrzewanej części budynku [kWh/(m ³ rok)]	79,53	32,79
10.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu do pola powierzchni użytkowej ogrzewanej części budynku [kWh/(m ² rok)]	330,97	136,48

3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora
3.1	Dokumentacja projektowa :
	<ul style="list-style-type: none"> Dokumentacja budynku w branży budowlanej przekazana do wglądu Naniesiono we własnym zakresie zmiany pomiędzy stanem istniejącym a dokumentacją archiwalną Dokumentacja projektowa instalacji centralnego ogrzewania Dokumentacja projektowa instalacji elektrycznej (nie ma ona wpływu na uspr. Termomodernizacyjne)
3.2	Inne dokumenty :
	<ul style="list-style-type: none"> Własna inwentaryzacja na potrzeby audytu – funkcja pomieszczeń skonsultowana z administratorem budynku Zużycie ciepła z faktur Dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji, itp.
3.3	Osoby udzielające informacji :
	<ul style="list-style-type: none"> Inwestor
3.4	Data wizji lokalnej :
	<ul style="list-style-type: none"> lut-23
3.5	Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora :
	<ul style="list-style-type: none"> obniżenie kosztów ogrzewania budynku, wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej spłata środków na realizację inwestycji powinna być zrealizowana z oszczędności kosztów ogrzewania
3.6	Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji
	<ul style="list-style-type: none"> wkład własny Inwestora nie powinien przekraczać sumy : 400 000 zł

4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku
4.1	Uśnice 15, 82-400 Sztum

Identyfikator budynku	Budynek użyt. Publicznej
Własność	<input type="checkbox"/> prywatna <input type="checkbox"/> wspólnota mieszkaniowa <input type="checkbox"/> komunalna <input type="checkbox"/> spółdzielcza
Przeznaczenie budynku	<input type="checkbox"/> mieszkalny <input type="checkbox"/> mieszkalno-usługowy <input type="checkbox"/> inna - określć:
Adres	Uśnice 15, 82-400 Sztum
Budynek	<input checked="" type="checkbox"/> wolnostojący <input type="checkbox"/> bliźniak <input type="checkbox"/> segment o zabudowie szeregowej <input type="checkbox"/> blok mieszkalny - wielorodzinny

Rok budowy		Rok zasiedlenia	
Technologia budynku	<input type="checkbox"/> UW-2Ż - Cegła żerańska <input type="checkbox"/> RWB <input type="checkbox"/> BKS <input type="checkbox"/> RBM-73 <input type="checkbox"/> RWP-75 <input type="checkbox"/> PBU-59 <input type="checkbox"/> PBU-62 <input type="checkbox"/> UW-2-J <input type="checkbox"/> WUF-62 <input type="checkbox"/> WUF-T <input type="checkbox"/> OWT-67 <input checked="" type="checkbox"/> OWT-75 <input type="checkbox"/> "Szczecin" <input type="checkbox"/> W-70 <input type="checkbox"/> WK-70 <input type="checkbox"/> SBM-75 <input type="checkbox"/> ZSBO <input type="checkbox"/> "Stolica" <input type="checkbox"/> monolit <input type="checkbox"/> tradycyjna <input type="checkbox"/> ramowa <input type="checkbox"/> szkieletowa <input type="checkbox"/> inna - określć: Technologia tradycyjna		

1. Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	1141,00	11. Liczba klatek schodowych	3
2. Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	10300,00	12. Liczba kondygnacji	3
3. Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, logii i galerii [m ³]	10 300,00	13. Wysokość kondygnacji	3,6
4. Powierzchnia użytkowa pomieszczeń ¹⁾ [m ²]	2 475,00	14. Liczba użytkowników	200
5. Powierzchnia korytarzy [m ²]		15. Liczba pomieszczeń	
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym ³⁾ [m ²]	-	16. Liczba pomieszczeń o powierzchni < 50 m ²	
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy ³⁾ [m ²]	-	17. Liczba pomieszczeń o pow. 50 - 100 m ²	
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp..) [m ²]	-	18. Liczba pomieszczeń o pow. > 100 m ²	
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku (4+5+6+7+8) [m ²]	2 475,00	19. Liczba pomieszczeń z łazienką	
10. Budynek podpiwniczony	Częściowo	20. Liczba pomieszczeń z WC osobno	

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

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

³⁾ w uwagach należy podać przeznaczenie pomieszczeń.

Uwagi :

4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku
4.2	Uśnice 15, 82-400 Sztum
1.	<p><u>Dane ogólne:</u> Analizowany budynek o rozczłonkowej bryle tworzącej niedomknięty czworobok , składający się z trzech części: jednokondygnacyjnej częściowo podpiwniczonej części z 1920 r. i jednokondygnacyjnej podpiwniczonej części z 1972 r. (zwanych starą szkołą) oraz dwukondygnacyjnej podpiwniczonej części z 1992 r (zwanej nową szkołą) połączonej ze starą szkołą parterowym podpiwniczonym łącznikiem. Budynek przeszedł termomodernizację w 2011 r lecz nie spełnia aktualnych wymagań dot. efektywności energetycznej. Główne skrzydło obiektu dwukondygnacyjnego (nowa szkoła) całkowicie podpiwniczonym, połączony jest z budynkiem istniejącym parterowym (stara szkoła) podpiwniczonym łącznikiem.</p>
2.	<p><u>Fundamenty:</u> Budynek posadowiony jest na fundamentach żelbetowe .. Mury fundamentowe z cegły pełnej klasy 100 na zaprawie cementowo - wapiennej marki Rz 30.</p>
3.	<p><u>Ściany zewnętrzne:</u> Budynek wykonany w technologii tradycyjnej murowanej. Konstrukcja opiera się na ścianach zewnętrznych murowanych z cegły pełnej oraz gazobetonu odm. 600. Ściany parteru mieszane z cegły pełnej o gr. 51 cm Ściany piętra I i II filary międzyokienne wykończono z cegły pełnej na zaprawie wapiennej gr. 38 cm wypełnione z pustaków gazobetonowych o gr. 38 cm i 24 cm. Ściany szczytowe gr 38. cm.D9</p>
4.	<p><u>Ściany wewnętrzne:</u> Konstrukcja opiera się na ścianach zewnętrznych murowanych z cegły pełnej oraz gazobetonu odm. 600. Ściany parteru mieszane z cegły pełnej o gr. 51 cm Ściany wykończono z cegły pełnej na zaprawie wapiennej gr. 38 cm wypełnione z pustaków gazobetonowych o gr. 38 cm i 24 cm. Ściany szczytowe gr 38. cm.</p>
5.	<p><u>Stropodach:</u> Stary budynek posiada stropodach DZ-3 warstwy izolacyjne papy , warszowska paro betonu grubości 18 cm, szlichta cementowa gr. 2 cm dwie warstwy papy na lepiku. Stropodach wentylowany wykonany z płyt korytkowych pokryty 3 krotnie papą na lepiku. Stropy typu kanałowego płyta żerańska. Dach mansardowy - konstrukcja drewniana lub stalowa, pokrycie blachą falowaną powlekaną typu T-55/1. Dach nad sala gimnastyczną i garażami - płyty SPIROL o rozpiętości 9m</p>

Stolarka okienna i drzwiowa: Stolarka okienna – PCV ramowe, trójkomorowe, szyby zespolone.

6. W budynku znajdują się okna w średnim stanie technicznym, nie spełniającą WT 2021 . Profil wzmocniony o współczynniku przenikania ciepła dla zestawu szyb 2,6 W/m²K.
-

Wentylacja: . Przewody rozsyłowe od wentylatorów są prowadzone przy ścianach wewnętrznych

7. bądź w wysokości nadproża sciany zewnętrznej . Wentylacja naturalna realizowana przez infiltrację i ręcznie rozszczelnienie w stolarce okiennej , odprowadzenie powietrza przez piony kominowe

8. **Zasilanie ciepłem:**- Źródłem ciepła dla budynku jest kocioł SWU na ekogroszek znajdujący się w budynku zlokalizowanym w odrębnym budynku po drugiej stronie ulicy.

- Ogrzewanie:** Instalacja ogrzewania centralnego ogrzewania pompową, systemu zamkniętego z rozdziałem dolnym dwururową. Czynnikiem grzeijnym jest woda o parametrach 70/55 stopni .
9. Źródłem ciepła dla budynku jest kocioł SWU na ekogroszek znajdujący się w budynku zlokalizowanym w odrębnym budynku po drugiej stronie ulicy. Kocioł wraz z zasobnikiem c.w.u SO 200 -1 o poje 200l stanowi zespół grzewczy zapewniający dostawę ciepła dla potrzeb c.o. i niezbędnej ilości ciepłej wody użytkowej.

10. **Ciepła woda użytkowa:** Omawiany budynek zaopatrywany jest w wodę z własnej studni.

4.2.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych									
Lp.	Opis	Położenie	Pow. całkow. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	U _k W/(m ² ·K)	Pow. okna m ²	U okna W/(m ² ·K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² ·K)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ściana zew podłużna	-	325,0	325,00	0,284				
1.	Ściana zew podłużna	-	387,2	387,2	0,284				
2.	Ściana zew poprzeczna	-	359,9	359,9	0,284				
3.	Ściana zew poprzeczna	-	535,0	535,0	0,284				
5.	Stropodach nad częścią starą	-	336,8	336,8	0,270				
6.	Stropodach nad częścią nową	-	337,6	337,6	0,347				

4.3 Charakterystyka energetyczna budynku			
Lp.	Rodzaj danych	Oznaczenie	Dane w stanie istniejącym
1	2	3	4
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc}	344,8 kW
2.	Zamówiona moc cieplna (moc kotła dla c.o.)	q	344,8 kW
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.w.u.	q_{cw}	6,8 kW
4.	Zamówiona moc cieplna (moc kotła dla c.w.u.)	$q_{cw \text{ zamów.}}$	6,8 kW
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H	2 445,7 GJ
6.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$E = Q_H / V$	48,62 kWh/m ³ a
7.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S	2 946,63 GJ

4.4 Charakterystyka systemu ogrzewania		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Typ instalacji	Zródłem ciepła dla budynku jest kocioł zasilany ekogroszkiem
2.	Parametry pracy instalacji	70/55 °C
3.	Przewody w instalacji	Rurociągi instalacji c.o. wykonane z rur stalowych łączonych poprzez spawanie. Na prostych odcinkach wykonano kompensację przewodów, u-kształtną, lub za pomocą kompensatorów mieszkowych. Przejścia przez przegrody budowlane wykonane w tulejach z tworzywa sztucznego. Przestrzeń między tuleją, a rurą wypełniona materiałem plastycznym nie oddziałującym na przewody.
4.	Rodzaje grzejników	Grzejniki stalowe płytowe oraz żeliwne
5.	Oslonięcie grzejników	Występują
6.	Zawory termostatyczne i podzielniki kosztów	Na gałkach zasilających przy grzejnikach występują zawory termostatyczne kątowe firmy Danfoss typu RA-N, na gałkach powrotnych zawory kątowe odcinające.
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_w = 0,98$; $\eta_p = 0,80$; $\eta_r = 0,77$; $\eta_e = 0,85$;
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę.	7 / 24 $w_t = 1$ $w_d = 1$
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985 - 2001	Nie była przeprowadzona.

4.5 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Rodzaj instalacji	Omawiany budynek zaopatrywany jest w wodę z własnej studni.
2.	Piony i ich izolacja	Rury stalowe instalacji ze szwem, typu średniego, ocynkowane, łączonych na gwint przy użyciu łączników kutolanych z gwintem gazowym. Połączenia uszczelnione są konopiami czesany i pastą miniową. W celu zabezpieczenia przewodów przed kondensacją pary wodnej na ich powierzchni zaizolowano je matami z przędzy szklanej pod teksturę falistą i zabezpieczono płaszczem ochronnym z masy gipsowo-klejowej.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	nie dotyczy
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /(m-c)	1168
	określone na podstawie	wg obliczeń

4.6 Charakterystyka systemu wentylacji		
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Rodzaj instalacji	Naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego w m ³ /h	13 596

4.7 Charakterystyka wężła ciepłego lub kotłowni w budynku		
<p>Zródłem ciepła dla budynku jest kocioł SWU na ekogroszek znajdujący się w budynku zlokalizowanym w odrębnym budynku po drugiej stronie ulicy.</p>		

5.	Ocena aktualnego stanu technicznego budynku
5.1	Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku
1.	Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.
2.	Budynek spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika $E_0 = 48,62 \text{ kW/m}^3\cdot\text{a}$ sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną. ($E = 36,93 \text{ kW/m}^3\cdot\text{a}$)
5.2	System grzewczy
	Instalacja wewnętrzna posiada szereg wad wynikających z długoletniego użytkowania. W szczególności :
	<p>Stan techniczny grzejników, zaworów i głowic kwalifikuje instalację do wymiany grzejniki ,wyposażenie grzejników w termostatyczne zawory grzejnikowe z elementami stałej regulacji,</p> <ul style="list-style-type: none"> • uszczelnienie instalacji, przeprowadzenie regulacji hydraulicznej instalacji w celu dostosowania jej do zmniejszonych potrzeb budynku
	<p>Po długiej eksploatacji instalacji c.o. w budynku jest w złym stanie technicznym. Nie posiada izolacji pionów i właściwej armatury. W czasie ekspatacji nie prowadzono dodatkowych prac regulacyjnych, nie sprawdzano stanu kryz.</p>

5.2	System grzewczy
	Odpowietrzenie instalacji odbywać się będzie poprzez automatyczne zawory odpowietrzające z zaworem stopowym umieszczonym w najwyższych punktach instalacji oraz odpowietrzeniki zamontowane w grzejnikach.
5.3	System zaopatrzenia w c.w.u.
	Omawiany budynek zaopatrywany jest w wodę z własnej studni.

5.4 Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy		
Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K] Ściana zew podłużna U = 0,284 Ściana zew podłużna U = 0,284 Ściana zew poprzeczna U = 0,284 Ściana zew poprzeczna U = 0,284	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny R w [m ² ·K/W] - dla ścian R ≥ 4,8 - dla ścian R ≥ 4,8 - dla ścian R ≥ 4,8 - dla ścian R ≥ 4,8
2.	Okna o współczynniku U = 2,60 Drzwi zewn. o współczynniku U = 2,60	W budynku znajdują się okna w średnim stanie technicznym, nie spełniającą WT 2021 . Profil wzmocniony o współczynniku przenikania ciepła dla zestawu szyb 1,8 W/m2K.
3.	Wentylacja naturalna Wentylacja naturalna realizowana przez infiltrację i ręcznie rozszczelnienie w stolarni okiennej , odprowadzenie powietrza przez pion kominowy oraz wentylacja mechaniczna	Brak przedsięwzięć
4.	Instalacja ciepłej wody użytkowej	Montaż pompy powietrza jako źródła ogrzewania ciepłej wody
5.	System grzewczy automatyka pogodowa w budynku, układ nie czyszczony.	Możliwe oszczędności: - - wymiana instalacji CO, montaż nowych grzejników, montaż zaworów termostatycznych przy każdym grzejniku dostosowanie instalacji CO pionów, poziomów oraz armatury wraz z izolacją instalacji.
Uwagi:		

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.		
Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Uzupełnienie izolacji termicznej ścian o grubości w takim zakresie, aby elementy spełniały co najmniej wymagania obowiązujących norm. Pozostałe przegrody została przeprowadzona termomodernizacja docieplone ściany zewnętrzne
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Uzupełnienie izolacji termicznej w takim zakresie, aby elementy spełniały co najmniej wymagania obowiązujących norm.
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien o wyższym współczynniku przenikania na nowe, bardziej szczelne
4.	Zmniejszenie strat na podgrzewanie ciepłej wody użytkowej	Na modernizację instalacji ciepłej wody składają się: montaż powietrznej pompy ciepła
5.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Dostosowanie instalacji grzewczej do zmienionych potrzeb cieplnych w budynku, w którym powiększono izolacyjność cieplną przegród zewnętrznych.

7.1 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło oraz zwiększenia sprawności układu zasilania ciepła**

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przegrody budowlane	Ściana zew podłużna P01 Ściana zew podłużna P02 Ściana zew poprzeczna P03 Ściana zew poprzeczna P04 Stropodach nad częścią starą P05 Stropodach nad częścią nową P06
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana : - Okna do wymiany O01 Wymiana : - Drzwi zewnętrzne O02
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła do przygotowania c.w.u. oraz zwiększenia sprawności jego użytkowania.	Montaż powietrznych pomp ciepła dla celów c.w.u. CW1
IV	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności.	Montaż powietrznych pomp ciepła dla celów c.o. CO1 Częściowa modernizacja instalacji c.o. CO2
Uwagi :		

7.2. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się :

1. Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne;
2. Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia polegającego na wymianie lub modernizacji okien lub/i drzwi
3. Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej;
4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Lp.	Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termo-modernizacji	Jednostki miary
1	2	3	4	5
Dla przegród zewnętrznych				
1.	t_{w0}	+20	bez zmian	°C
2.	t_{z0}	-20	b.z.	°C
3.	Sd	3 605,0	b.z.	dzień·K/rok
Opłaty za ciepło na cele grzewcze				
4.	Stała O_{m0}, O_{m1}	-	-	zł/(MW·m-c)
5.	Zmienna O_{z0}, O_{z1}	66,00	66,00	zł/GJ
		-	-	zł/(m-c)
Opłaty za ogrzewanie c.w.u.				
6.	Stała O_{0m}, O_{1m}	-	b.z.	zł/(MW·m-c)
7.	Zmienna O_{0z}, O_{1z}	66,00	b.z.	zł/GJ
		-	b.z.	zł/(m-c)

Uwagi :

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		1	
				Ściana zew podłużna			
Dane:	Uśnice 15, 82-400 Sztum			A _o	=	325,00	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia strat po modernizacji			A ₁	=	324,70	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia			A _{koszt}	=	324,70	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			t _{z0}	=	-20,0	°C
	liczba stopniocdni dla wybranej przegrody			S _d	=	3 605.0	dzień·K/rok
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu Termoorganika Termo-lamda o współczynniku λ = 0,031 W/m·K .							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,8 (m ² ·K)/W							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 7 cm większej niż w wariantie 1 .							
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,08	0,10	0,12	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,581	3,226	3,871	4,839
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	3,521	6,102	6,747	7,392	8,360
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	28,7	16,6	15,0	13,7	12,1
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,0037	0,0021	0,0019	0,0018	0,0016
6	Roczna oszczędność kosztów : ΔQ _{ru} = Q _{0U} ·O _{z0} +12·(q _{0U} ·O _{m0} +A _{b0}) - Q _{1U} ·O _{z1} +12·(q _{1U} ·O _{m1} +A _{b1})	zł/a		875	990	1 081	1 196
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		165,3	169,7	174,2	180,8
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		53 673	55 102	56 563	58 706
9	SPBT = N _u / ΔO _{ru}	lata		61,34	55,66	52,32	49,09
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,284	0,164	0,148	0,135	0,120
Podstawa przyjętych wartości N _u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgarów i ocieplenia pasa stropu nad piwnicą - A _{koszt}							
Uwagi :							
Kalkulacja: VAT : 23 %							
Koszt robocizny : 50,0 zł/m ² , Koszt sprzętu: 40,0 zł/m ² ,							
Koszt materiału do ocieplenia : 180,0 zł/m ³ , Koszt pozostałych materiałów: 30,0 zł/m ² .							
Wybrany wariant : 4		Koszt : 58 706 zł		SPBT = 49,1 lat			

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełogoda		1	
				Ściana zew podłużna			
Dane:	Uśnice 15, 82-400 Sztum			A ₀	=	387,24	m ²
	powierzchnia przełogody do obliczenia strat po modernizacji			A ₁	=	387,20	m ²
	powierzchnia przełogody do obliczenia kosztu usprawnienia			A _{koszt}	=	387,20	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			t _{z0}	=	-20,0	°C
	liczba stopniodni dla wybranej przełogody			Sd	=	3 605,0	dzień·K/rok
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu Termoorganika Termo-lamda o współczynniku λ = 0,031 W/m·K .							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,8 (m ² ·K)/W							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 7 cm większej niż w wariantie 1 .							
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,08	0,10	0,12	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,581	3,226	3,871	4,839
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	3,521	6,102	6,747	7,392	8,360
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	34,3	19,8	17,9	16,3	14,4
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,0044	0,0025	0,0023	0,0021	0,0019
6	Roczna oszczędność kosztów : ΔQ _{ru} = Q _{0U} ·O _{z0} +12·(q _{0U} ·O _{m0} +A _{b0}) - Q _{1U} ·O _{z1} +12·(q _{1U} ·O _{m1} +A _{b1})	zł/a		1 048	1 183	1 298	1 433
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		165,3	169,7	174,2	180,8
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		64 004	65 708	67 450	70 006
9	SPBT = N _u / ΔO _{ru}	lata		61,07	55,54	51,96	48,85
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,284	0,164	0,148	0,135	0,120
Podstawa przyjętych wartości N _u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgarów i ocieplenia pasa stropu nad piwnicą - A _{koszt}							
Uwagi :							
Kalkulacja: VAT : 23 %							
Koszt robocizny : 50,0 zł/m ² , Koszt sprzętu: 40,0 zł/m ² ,							
Koszt materiału do ocieplenia : 180,0 zł/m ³ , Koszt pozostałych materiałów: 30,0 zł/m ² .							
Wybrany wariant : 4		Koszt : 70 006 zł		SPBT = 48,9 lat			

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		1	
				Ściana zew poprzeczna			
Dane:	Uśnice 15, 82-400 Sztum			A_o	=	359,90	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia strat po modernizacji			A_1	=	359,80	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia			A_{koszt}	=	359,80	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			t_{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			t_{z0}	=	-20,0	°C
	liczba stopniodni dla wybranej przegrody			S_d	=	3 605,0	dzień·K/rok
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu Termoorganika Termo-lamda							
o współczynniku $\lambda = 0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,8 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 7 cm większej niż w wariantie 1 .							
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
1	2	3	4	1	2	3	4
				5	6	7	8
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: $g =$	m		0,08	0,10	0,12	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,581	3,226	3,871	4,839
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	3,521	6,102	6,747	7,392	8,360
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	31,8	18,4	16,6	15,2	13,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0041	0,0024	0,0021	0,0019	0,0017
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		965	1 099	1 200	1 329
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		165,3	169,7	174,2	180,8
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		59 475	61 058	62 677	65 052
9	SPBT = $N_u / \Delta O_{ru}$	lata		61,63	55,56	52,23	48,95
10	U_0, U_1	W/(m ² ·K)	0,284	0,164	0,148	0,135	0,120
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgarków i ocieplenia pasa stropu nad piwnicą - A_{koszt}							
Uwagi :							
Kalkulacja: VAT : 23 %							
Koszt robocizny : 50,0 zł/m ² , Koszt sprzętu: 40,0 zł/m ² ,							
Koszt materiału do ocieplenia : 180,0 zł/m ³ , Koszt pozostałych materiałów: 30,0 zł/m ² .							
Wybrany wariant : 4		Koszt : 65 052 zł		SPBT = 49,0 lat			

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		1	
				Ściana zew poprzeczna			
Dane:	Uśnice 15, 82-400 Sztum			A _o	=	264,94	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia strat po modernizacji			A ₁	=	264,90	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia			A _{koszt}	=	264,90	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			t _{z0}	=	-20,0	°C
	liczba stopniodni dla wybranej przegrody			Sd	=	3 605,0	dzień·K/rok
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu Termoorganika Termo-lamda o współczynniku λ = 0,031 W/m·K .							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,8 (m ² ·K)/W							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 7 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,08	0,10	0,12	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,581	3,226	3,871	4,839
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	3,521	6,102	6,747	7,392	8,360
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	23,4	13,5	12,2	11,2	9,9
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,0030	0,0017	0,0016	0,0014	0,0013
6	Roczna oszczędność kosztów : ΔQ _{ru} = Q _{0U} ·O _{z0} +12·(q _{0U} ·O _{m0} +A _{b0}) - Q _{1U} ·O _{z1} +12·(q _{1U} ·O _{m1} +A _{b1})	zł/a		715	806	881	972
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		165,3	169,7	174,2	180,8
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		43 788	44 954	46 146	47 894
9	SPBT = N _u / ΔO _{ru}	lata		61,24	55,77	52,38	49,27
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,284	0,164	0,148	0,135	0,120
Podstawa przyjętych wartości N _u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgarów i ocieplenia pasa stropu nad piwnicą - A _{koszt}							
Uwagi:							
Kalkulacja: VAT : 23 %							
Koszt robocizny : 50,0 zł/m ² , Koszt sprzętu: 40,0 zł/m ² ,							
Koszt materiału do ocieplenia : 180,0 zł/m ³ , Koszt pozostałych materiałów: 30,0 zł/m ² .							
Wybrany wariant : 4		Koszt : 47 894 zł		SPBT = 49,3 lat			

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		1	
				Ściana przyziemne			
Dane:	Uśnice 15, 82-400 Sztum			A _o	=	352,30	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia strat po modernizacji			A ₁	=	352,20	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia			A _{koszt}	=	352,20	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			t _{z0}	=	-20,0	°C
	liczba stopniociepno dla wybranej przegrody			S _d	=	3 605,0	dzień·K/rok
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą BSO z użyciem styropianu Termoorganika Termo-lamda o współczynniku λ = 0,031 W/m·K .							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,8 (m ² ·K)/W							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 7 cm większej niż w wariantie 1 .							
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,08	0,10	0,12	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,581	3,226	3,871	4,839
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	2,740	5,321	5,966	6,611	7,579
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	40,0	20,6	18,4	16,6	14,5
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,0051	0,0026	0,0024	0,0021	0,0019
6	Roczna oszczędność kosztów : ΔQ _{ru} = Q _{0U} ·O _{z0} +12·(q _{0U} ·O _{m0} +A _{b0}) - Q _{1U} ·O _{z1} +12·(q _{1U} ·O _{m1} +A _{b1})	zł/a		1 400	1 554	1 687	1 836
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		165,3	169,7	174,2	180,8
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		58 219	59 768	61 353	63 678
9	SPBT = N _u / ΔO _{ru}	lata		41,59	38,46	36,37	34,68
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,365	0,188	0,168	0,151	0,132
Podstawa przyjętych wartości N _u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgarów i ocieplenia pasa stropu nad piwnicą - A _{koszt}							
Uwagi :							
Kalkulacja: VAT : 23 %							
Koszt robocizny : 50,0 zł/m ² , Koszt sprzętu: 40,0 zł/m ² ,							
Koszt materiału do ocieplenia : 180,0 zł/m ³ , Koszt pozostałych materiałów: 30,0 zł/m ² .							
Wybrany wariant : 4		Koszt : 63 678 zł		SPBT = 34,7 lat			

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		1	
				Stropodach nad częścią starą			
Dane:	Uśnice 15, 82-400 Sztum			A _o	=	535,00	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia strat po modernizacji			A ₁	=	534,00	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia			A _{koszt}	=	534,00	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			t _{z0}	=	-20,0	°C
	liczba stopniodni dla wybranej przegrody			Sd	=	3 605,0	dzień·K/rok
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie stryropianem.							
o współczynniku λ = 0,040 W/m·K .							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 5 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,10	0,12	0,14	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,500	3,000	3,500	3,750
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	3,704	6,204	6,704	7,204	7,454
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	45,0	26,8	24,8	23,1	22,3
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,0058	0,0034	0,0032	0,0030	0,0029
6	Roczna oszczędność kosztów : ΔQ _{ru} = Q _{0U} ·O _{z0} +12·(q _{0U} ·O _{m0} +A _{b0}) - Q _{1U} ·O _{z1} +12·(q _{1U} ·O _{m1} +A _{b1})	zł/a		486	537	581	602
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		157,4	161,9	166,3	168,5
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		84 052	86 455	88 804	89 979
9	SPBT = N _u / ΔO _{ru}	lata		172,95	161,00	152,85	149,47
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,270	0,161	0,149	0,139	0,134
Podstawa przyjętych wartości N _u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgarków i ocieplenia pasa stropu nad piwnicą - A _{koszt}							
Uwagi :							
Kalkulacja: VAT : 23 %							
Koszt robocizny : 40,0 zł/m ² , Koszt sprzętu: 40,0 zł/m ² ,							
Koszt materiału do ocieplenia : 180,0 zł/m ³ , Koszt pozostałych materiałów: 30,0 zł/m ² .							
Wybrany wariant : 4		Koszt : 89 979 zł		SPBT = 149,5 lat			

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		1	
				Stropodach nad częścią nową			
Dane:	Uśnice 15, 82-400 Sztum			A _o	=	606,00	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia strat po modernizacji			A ₁	=	605,00	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia			A _{koszt}	=	605,00	m ²
	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			t _{w0}	=	20,0	°C
	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			t _{z0}	=	-20,0	°C
	liczba stopniodni dla wybranej przegrody			S _d	=	3 605,0	dzień·K/rok
Opis wariantów usprawnienia :							
Przewiduje się ocieplenie materiałem wełną lub granulacie np... materiałem skalny. Układa się ją w wielu warstwach , pod dachem budynku.							
o współczynniku λ = 0,040 W/m·K .							
Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :							
Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu							
Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 7 cm większej niż w wariantcie 1 .							
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,08	0,10	0,12	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,000	2,500	3,000	3,750
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	2,882	4,882	5,382	5,882	6,632
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	65,5	38,6	35,0	32,0	28,4
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} - t _{z0})/R	MW	0,0084	0,0050	0,0045	0,0041	0,0036
6	Roczna oszczędność kosztów : ΔQ _{ru} = Q _{0U} ·O _{z0} +12·(q _{0U} ·O _{m0} +A _{b0}) - Q _{1U} ·O _{z1} +12·(q _{1U} ·O _{m1} +A _{b1})	zł/a		712	809	889	987
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		153,0	157,4	161,9	168,5
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		92 565	95 227	97 950	101 943
9	SPBT = N _u / ΔO _{ru}	lata		130,01	117,71	110,18	103,29
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,347	0,205	0,186	0,170	0,151
Podstawa przyjętych wartości N _u							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² na podstawie średnich cen rynkowych.							
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni zawierającej obróbkę węgarów i ocieplenia pasa stropu nad piwnicą - A _{koszt}							
Uwagi :							
Kalkulacja: VAT : 23 %							
Koszt robocizny : 40,0 zł/m ² , Koszt sprzętu: 40,0 zł/m ² ,							
Koszt materiału do ocieplenia : 180,0 zł/m ³ , Koszt pozostałych materiałów: 30,0 zł/m ² .							
Wybrany wariant : 4		Koszt : 101 943 zł		SPBT = 103,3 lat			

7.3.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji					Przedsięwzięcie :		1	
					Okna do wymiany			
Dane: Uśnice 15, 82-400 Sztum					A_{ok}	=	293,92	m ²
powierzchnia okien po termomodernizacji					A_{1k}	=	293,80	m ²
strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej					V_{nom}	=	4 353	m ³
współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją					a_0	=	3,0	m ³ /(m·h·daPa ^{2/3})
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru					C_w	=	1,0	
t_{w0}	=	18,0	°C	t_{z0}	=	-20,0	°C	
					S_d	=	3 605,0	dzień·K/rok
Wymiana okien oraz wprowadzenie wentylacji regulowanej								
Rozpatruje się 2 warianty wymiany okien :								
Wariant 1 - Wymiana okien na profilu PCV pięciokomorowym np. PCV MS Woodlook					U_1	=	0,9	W/(m ² ·K) a_1 = 0,3
Wariant 2 - Wymiana okien na profilu PCV pięciokomorowym np. MS Alulook					U_1	=	0,9	W/(m ² ·K) a_1 = 0,3
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Współczynnik przenikania drzwi U_0, U_1	W/(m ² ·K)	1,40	0,90	0,90			
2	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,1	1,00	0,90		
		C_m	-	1,20	1,00	1,00		
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	128,2	82,4	82,4			
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	507,5	461,4	415,2			
5	$Q_{0U}, Q_{1U} = \text{Poz.3} + \text{Poz.4}$	GJ/a	635,7	543,8	497,6			
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0156	0,0100	0,0100			
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0675	0,0562	0,0562			
8	$q_{0U}, q_{1U} = \text{Poz. 6} + \text{Poz. 7}$	MW	0,0831	0,0662	0,0662			
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/a		35 891	32 842			
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		323 180	381 940			
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł						
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z	zł		17	17			
13	Łączny koszt przedsięwzięcia ($N_{ok}+N_w+N_z$)	zł		323 197	381 957			
14	SPBT = ($N_{ok} + N_w$) / ($\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$)	lata		9,0	11,6			
Podstawa przyjętych wartości N_u								
Wariant 1 - Wymiana okien na profilu PCV pięciokomorowym np. PCV MS					wycena na podstawie średnich cen			
Koszt wymiany okien :					293,8 m ² · 1100	zł =	323 180	zł
Koszt zmniejszenia powierzchni okien :					0,1 m ² · 140	zł =	17	zł
wycena wg projektu:					Razem :		323 197	zł
Wariant 2 - Wymiana okien na profilu PCV pięciokomorowym np. MS Alulook					wycena na podstawie średnich cen			
Koszt wymiany okien :					293,8 m ² · 1300	zł =	381 940	zł
Koszt zmniejszenia powierzchni okien :					0,1 m ² · 140	zł =	17	zł
wycena wg projektu:					Razem :		381 957	zł
Uwagi :								
Wybrany wariant : 1				Koszt :	323 197 zł	SPBT =	9,0 lat	

7.3.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie :		1	
				Drzwi do wymiany			
Dane:	Uśnice 15, 82-400 Sztum			A_{ok}	=	15,38	m ²
	powierzchnia okien po termomodernizacji			A_{1k}	=	15,30	m ²
	strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej			V_{nom}	=	353	m ³
	współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją			a_0	=	3,0	m ³ /(m ² ·h·daPa ^{2/3})
	stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru			C_w	=	1,0	
	t_{w0}	=	20,0 °C	t_{z0}	=	-20,0 °C	
					S_d	=	3 605,0
Wymiana drzwi							
Rozpatruje się 2 warianty wymiany drzwi :							
Wariant 1 - Wymiana drzwi				$U_1 = 0,9$ W/(m ² ·K) $a_1 = 0,3$			
Wariant 2 - Wymiana drzwi				$U_1 = 0,9$ W/(m ² ·K) $a_1 = 0,3$			
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Współczynnik przenikania drzwi U_0, U_1	W/(m ² ·K)	1,40	1,30	0,90		
2	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,1	1,00	0,90	
		C_m	-	1,20	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	6,7	6,2	4,3		
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	41,1	37,4	33,7		
5	$Q_{0U}, Q_{1U} = \text{Poz.3} + \text{Poz.4}$	GJ/a	47,8	43,6	38,0		
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0009	0,0008	0,0006		
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0058	0,0048	0,0048		
8	$q_{0U}, q_{1U} = \text{Poz. 6} + \text{Poz. 7}$	MW	0,0067	0,0056	0,0054		
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/a		2 878	2 508		
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		16 830	19 890		
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł					
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z	zł		11	11		
13	Łączny koszt przedsięwzięcia ($N_{ok}+N_w+N_z$)	zł		16 841	19 901		
14	SPBT = ($N_{ok} + N_w$) / ($\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$)	lata		5,9	7,9		
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Wariant 1 -				Wymiana drzwi wycena na podstawie średnich cen			
				Koszt wymiany drzwi : 15,3 m ² · 1100 zł = 16 830 zł			
				Koszt zmniejszenia powierzchni drzwi : 0,1 m ² · 140 zł = 11 zł			
				wycena wg projektu: Razem : 16 841 zł			
Wariant 2 -				Wymiana drzwi wycena na podstawie średnich cen			
				Koszt wymiany drzwi : 15,3 m ² · 1300 zł = 19 890 zł			
				Koszt zmniejszenia powierzchni drzwi : 0,1 m ² · 140 zł = 11 zł			
				wycena wg projektu: Razem : 19 901 zł			
Uwagi :							
Wybrany wariant : 1		Koszt : 16 841 zł		SPBT =		5,9 lat	

7.3.4 PRZEDSIĘWZIECIE POPRAWIAJĄCE SPRAWNOŚĆ SYSTEMU ZAOPATRZENIA W CIEPŁO ORAZ DO PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY			Usprawnienie :		4
			Instalacja powietrznych pomp ciepła		
Opis usprawnienia :					
Przewiduje budowę nowego źródła – powietrznych budowę trzech pomp ciepła (Qmax=43,4kW). Rekomenduje się pompy dla temperatury zewnętrznej ok. -8°C, gdyż przy niższych wartościach temperatury pracują one ze znacznie obniżoną sprawnością. Zasilanie pomp będzie realizowane z nowobudowanej instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku i jedynie w niewielkim stopniu wspomagane będzie energią elektryczną z sieci elektroenergetycznej.					
Lp.	Omówienie	%	Stan istniejący	Zmiana wartości współczynników sprawności	
1	2	5	4	5	
1	Wytwarzanie ciepła		0,80	2,60	
2	Przesyłanie ciepła – bez zmiany		0,7500	0,8	
3	Akumulacja – bez zmiany		1,00	1,00	
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła		0,77	0,88	
5	Sprawność całkowita systemu		0,830	1,830	
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia – bez przerwy (bez zmiany)		1,000	1,000	
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby – bez przerwy (bez zmiany)		1,000	1,000	
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji	
1	2	3	4	5	
1	Rodzaj systemu zasilania		Kocioł na ekogroszek	Powietrzna pompa ciepła	
2	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o.	GJ/a	2 445,7	2 445,7	
3	Ogólna sprawność systemu %		0,830	1,830	
4	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. po uwzględnieniu sprawności	GJ/a	2 946,63	1 336,45	
6	Oz - opłata zmienna* zł/GJ	zł	66,00	-	
7	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną	kWh	1,04	1,04	
8	Roczne opłaty za energię elektryczną	zł/a		7415,00	
9	Roczne koszty energii	zł/a	194477,349	7711,600	
10	Oszczędność DQrcw	zł/a		186 765,7	
11	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł/a		806400,00	
12	SPBT = Ncw / ΔQrcw	lata		4,3	
Podstawa przyjętych wartości Nu					
Szacunkowe koszty inwestycyjne przedstawiono poniżej, ceny rynkowe z VAT, 2023					
Uwagi :					
Usprawnienie :		1	Koszt :	806 400 zł	SPBT = 4,3 lat

7.3.4 PRZEDSIĘWZIECIE POPRAWIAJĄCE SPRAWNOŚĆ SYSTEMU ZAOPATRZENIA W CIEPŁO		Usprawnienie :		4
		Montaż instalacji fotowoltaicznej		
Opis usprawnienia :				
W rozpatrywanym obiekcie, jako dodatkowe źródło energii odnawialnej proponuje się zainstalowanie na dachu budynku systemu fotowoltaicznego o łącznej mocy 120 kW produkującego energię elektryczną, zmniejszając w ten sposób ilość energii elektrycznej pobieranej z sieci elektroenergetycznej.				
Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1	2	3	4	5
1	Zapotrzebowanie ciepła do przygotowania c.w.u.	kW	-	120,0
2	Całkowity roczny uzysk energii	kWh	-	108 570,0
3	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną	zł/kWh	1,04	1,04
4	Oszczędność ΔQ_{rcw}	zł/a		112913
5	Koszt modernizacji N_{cw}	zł		577 500
6	$SPBT = N_{cw} / \Delta Q_{rcw}$	lata		5,1
Podstawa przyjętych wartości N_u				
Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie				
Uwagi :				
Usprawnienie polega na montażu zestawu paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Instalacja będzie produkowała energię elektryczną na potrzeby własne trzech pomp ciepła				
Usprawnienie :		1	Koszt :	577 500 zł
			SPBT =	5,1 lat

7.3.5 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Uśnice 15, 82-400 Sztum termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1.	Instalacja powietrznych pomp ciepła	806 400 zł	4,30
2.	Montaż instalacji fotowoltaicznej	577 500 zł	5,1
3.	Drzwi do wymiany	16 841 zł	5,9
4.	Okna do wymiany	323 197 zł	9,0
5.	Ocieplenie : - Ściana przyziemne	63 678 zł	34,7
6.	Ocieplenie : - Ściana zew podłużna	70 006 zł	48,9
7.	Ocieplenie : - Ściana zew poprzeczna	65 052 zł	49,0
8.	Ocieplenie : - Ściana zew podłużna	58 706 zł	49,1
9.	Ocieplenie : - Ściana zew poprzeczna	47 894 zł	49,3
10.	Ocieplenie : - Stropodach nad częścią nową	101 943 zł	103,3
11.	Ocieplenie : - Stropodach nad częścią starą	89 979 zł	149,5
12.	Modernizacja instalacji c.o.	154 200 zł	12,40

Uwagi :

7.4.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.
Dane dotyczące stanu istniejącego systemu

Uśnice 15, 82-400 Sztum	η_0	=	0,830
Przerwy tygodniowe	w_{t0}	=	1,00
Przerwy dobowe	w_{d0}	=	1,00
Zapotrzebowanie na moc cieplną	q_{0co}	=	344,80 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	Q_{0co}	=	2 445,70 GJ/a

Opis wariantów usprawnienia :
Rozpatruje się **3** warianty usprawnienia termomodernizacyjnego :

Tygodniowe i dobowe przerwy

W1 - w stanie istniejącym	$\eta_1 =$	0,830	$w_{t1} =$	1,00	$w_{d1} =$	1,00
W2 W1 + Wymiana grzejników	$\eta_1 =$	0,915	$w_{t1} =$	1,00	$w_{d1} =$	1,00
W3 - W2 + regulacja układu c.o.	$\eta_1 =$	0,952	$w_{t1} =$	1,00	$w_{d1} =$	1,00

Lp.	Opis	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		2 445,7	2 445,7	2 445,7	
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji q_{1co}	kW		344,8	344,8	344,8	
3	$A_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$	zł/a	181 980				
4	$A_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$	zł/a		181 980	176 411	169 555	
5	$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{0m} + A_{b0})$	zł/a	12 294				
6	$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{1m} + A_{b1})$	zł/a		12 294	12 294	12 294	
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{r0co} = A_0 + B_0$	zł/a	194 274				
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{r1co} = A_1 + B_1$	zł/a		194 274	188 705	181 849	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rco} = O_{r1co} - O_{r0co}$	zł/a		0	5 569	12 425	
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		0	106 800	154 200	
11	$SPBT = N_{co} / \Delta O_{rco}$	lata		0,0	19,2	12,4	

Podstawa przyjętych wartości N_u		
W2		
Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen rynkowych		
Zakres usprawnienia obejmuje :	Częściowa wymiana przewodów instalacji wewnętrznej oraz izolacja w budynku. Należy wymienić częściowo grzejniki, gdyż część jest wymieniona ich liczbę należy określić w projekcie. Wymiana grzejników co spowoduje większe możliwości wykorzystania systemu grzewczego. Roboty budowlane poinstalacyjne	
Koszt realizacji usprawnienia :		$N_u = 106\ 800\ \text{zł}$
W3 - W1 + Wymiana grzejników		
Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen		
Zakres usprawnienia obejmuje :	Przeprowadzenie regulacji hydraulicznej instalacji w celu dostosowania jej do zmniejszonych potrzeb budynku. Wyposażenie grzejników w termostatyczne zawory grzejnikowe z elementami stałej regulacji, Roboty budowlane poinstalacyjne.	
Koszt realizacji usprawnienia :		$N_u = 47\ 400\ \text{zł}$
Uwagi :		
Wybrany wariant :	3	
Koszt :	154 200 zł	
SPBT =	12,4 lat	

7.5.2

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

$$Q_0 = w_{f0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw}$$

$$A_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$$

$$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{m0} + A_{h0})$$

$$O_{\text{r0c0}} = A_0 + B_0$$

$$O_{r0cw} = (Q_{0cw} \cdot O_{0z} + 12 \cdot g_{0cw} \cdot O_{0m}) / \eta_0 + 12 \cdot A_{0b}) + O_{0zw}$$

$$O_{r0} = O_{r0co} + O_{r0cw}$$

O_{0zw} - opłata za wodę zimną przed termomodernizacją

$$Q_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}$$

$$A_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$$

$$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{m1} + A_{b1})$$

$$O_{r1c0} = A_1 + B_1$$

$$O_{r1cw} = (Q_{0cw} \cdot O_{z1} + 12 \cdot q_{1cw} \cdot O_{1m}) / \eta_1 + 12 \cdot A_{1b}) + O_{1zw}$$

$$O_{r1} = O_{r1co} + O_{r1cw}$$

O_{1zw} - opłata za wodę zimną po termomodernizacji

$$\Delta \mathbf{O}_r = \mathbf{O}_{r1} - \mathbf{O}_{r0}$$

Nr wariantu	Q _{0CO} GJ	q _{0CO} kW	η ₀ w _{t0} w _{d0}	Q _{0CW} GJ	q _{0CW} kW	Q ₀ GJ	O _{0rco} zł	O _{0rcw} zł	O _{0r} zł	ΔO _r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Stan istniejący	2 445,7	344,8	0,830	250,9	6,8	3 197,5	211 035	13 616	224 651		
			1.00 1.00								

Nr variantu	Q _{1CO} GJ	q _{1CO} kW	η ₁ w _{t1} w _{d1}	Q _{1CW} GJ	q _{1CW} kW	Q ₁ GJ	O _{1rco} zł	O _{1rcw} zł	O _{1r} zł	ΔO _r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	1 681,7	210,2	1,830 1,00 1,00	250,9	6,8	1 169,9	77 213	13 616	90 829	133 822	2 375 396
2.	1 854,2	228,8	1,830 1,00 1,00	250,9	6,8	1 264,1	83 431	13 616	97 047	127 604	2 285 417
3.	1 921,5	235,2	1,830 1,00 1,00	250,9	6,8	1 300,9	85 859	13 616	99 475	125 176	2 183 474
4.	1 932,7	248,5	0,952 1,00 1,00	250,9	6,8	2 281,0	150 546	13 616	164 162	60 489	2 135 580
5.	1 987,6	256,9	0,952 1,00 1,00	250,9	6,8	2 338,7	154 354	13 616	167 970	56 681	2 076 874
6.	2 076,2	264,2	0,952 1,00 1,00	250,9	6,8	2 431,8	160 499	13 616	174 115	50 536	2 011 822
7.	2 111,5	276,8	0,952 1,00 1,00	250,9	6,8	2 468,9	162 947	13 616	176 563	48 088	1 941 816
8.	2 182,5	281,9	0,952 1,00 1,00	250,9	6,8	2 543,4	167 864	13 616	181 480	43 171	1 878 138
9.	2 206,6	285,2	0,952 1,00 1,00	250,9	6,8	2 568,8	169 541	13 616	183 157	41 494	1 554 941 zł
10.	2 223,5	304,8	0,952 1,00 1,00	250,9	6,8	2 586,5	170 709	13 616	184 325	40 326	1 538 100 zł
11.	2 268,0	314,8	0,952 1,00 1,00	250,9	6,8	2 633,3	173 798	13 616	187 414	37 237	960 600 zł
12.	2 445,7	344,8	0,952 1,00 1,00	250,9	6,8	2 819,9	186 113	13 616	199 729	24 922	154 200

Uwagi :

Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji mierzone w GJ/a.

O_{0zw} , O_{1zw} - roczny koszt dostawy zimnej wody użytkowej przed i po termomodernizacji wyrażony w zł.

N - planowane koszty całkowite naabrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujące koszty robót wraz z kosztami opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej wyrażone w zł.

Wielkości sezonowego zapotrzebowania na ciepło i na moc dla ogrzewania obliczono programem

AGNES

7.5.3 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego							
<p>Dane :</p> <p>Uśnice 15, 82-400 Sztum $r = 8,0\%$ ustawowy maksymalny czas spłaty kredytu bankowego : $m = 120 \text{ m-cy}$</p> <p>miesięczna rata spłaty kredytu wraz z odsetkami dla 10-letniego okresu kredytowania : $A = 0,75 \cdot S \cdot \frac{q^m \cdot (q-1)}{q^m - 1} = 0,00910 \text{ S}$</p> <p>kwota kredytu nie większa niż 80% planowanych kosztów całkowitych wyrażona w zł :</p> <p>gdzie: $q = (1+r/12) = (1+0,08/12) = 1,0066667$ $q^m = 2,2196402$</p>							
LP.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii (Q ₀ -Q ₁)/Q ₀ *100% [%]	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu S [zł] [%]		Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Wszystkie usprawnienia	2 375 396	133 822	63,4%	475 079 1 900 317	20,0% 80,0%	-6 141
2.	Wszystkie usprawnienia minus Ocieplenie : - Stropodach nad częścią starą	2 285 417	127 604	60,5%	457 083 1 828 334	20,0% 80,0%	-6 004
3.	Wszystkie usprawnienia minus Ocieplenie : - Stropodach nad częścią starą, Ocieplenie : - Stropodach nad częścią nową	2 183 474	125 176	59,3%	436 695 1 746 779	20,0% 80,0%	-5 464
4.	Wszystkie usprawnienia minus Ocieplenie : - Stropodach nad częścią starą, Ocieplenie : - Stropodach nad częścią nową, Ocieplenie : - Ściana zew poprzeczna	2 135 580	60 489	28,7%	427 116 1 708 464	20,0% 80,0%	-10 506
5.	Wszystkie usprawnienia minus Ocieplenie : - Stropodach nad częścią starą, Ocieplenie : - Stropodach nad częścią nową, Ocieplenie : - Ściana zew poprzeczna, Ocieplenie : - Ściana zew podłużna	2 076 874	56 681	26,9%	415 375 1 661 499	20,0% 80,0%	-10 396
6.	Wszystkie usprawnienia minus Ocieplenie : - Stropodach nad częścią starą, Ocieplenie : - Stropodach nad częścią nową, Ocieplenie : - Ściana zew poprzeczna, Ocieplenie : - Ściana zew podłużna, Ocieplenie : - Ściana zew podłużna	2 011 822	50 536	23,9%	402 364 1 609 458	20,0% 80,0%	-10 435

7.5.3

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego c.d.

Dane :

bieżąca roczna stopa oprocentowania kredytu wg oferty lokalnego banku :

ustawowy maksymalny czas spłaty kredytu bankowego :

miesięczna rata spłaty kredytu wraz z odsetkami dla 10-letniego okresu kredytowania :

kwota kredytu nie większa niż 80% planowanych kosztów całkowitych wyrażona w zł :

gdzie:

$r = 8,0\%$

$m = 120 \text{ m-cy}$

$A=0,75 \cdot S \cdot \frac{q^m \cdot (q-1)}{q^m - 1} = 0,00910 S$

$q = (1+r/12) = (1+0,08/12) = 1,0066667$

$q^m = 2,2196402$

LP.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii (Q ₀ -Q ₁)/Q ₀ *100% [%]	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu S [zł] [%] [zł] [%]		Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami
1	2	3	4	5	6	7	8
7.	Ocieplenie : - Ściana przyziemne ,Okna do wymiany , Drzwi do wymiany , Montaż instalacji fotowoltaicznej, Instalacja powietrznych pomp ciepła , Modernizacja instalacji c.o.	1 941 816	48 088	22,8%	388 363 1 553 453	20,0% 80,0%	-10 129
8.	Okna do wymiany , Drzwi do wymiany , Montaż instalacji fotowoltaicznej, Instalacja powietrznych pomp ciepła , Modernizacja instalacji c.o.	1 878 138	43 171	20,5%	375 628 1 502 510	20,0% 80,0%	-10 075
9.	Drzwi do wymiany , Montaż instalacji fotowoltaicznej, Instalacja powietrznych pomp ciepła , Modernizacja instalacji c.o.	1 554 941	41 494	19,7%	310 988 1 243 953	20,0% 80,0%	-7 862
10.	Montaż instalacji fotowoltaicznej, Instalacja powietrznych pomp ciepła , Modernizacja instalacji c.o.	1 538 100	40 326	19,1%	307 620 1 230 480	20,0% 80,0%	-7 837
11.	Instalacja powietrznych pomp ciepła , Modernizacja instalacji c.o.	960 600	37 237	17,6%	192 120 768 480	20,0% 80,0%	-3 890
12.	Modernizacja instalacji c.o.	154 200	24 922	11,8%	30 840 123 360	20,0% 80,0%	954

Uwagi :

8.	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
<p>w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant Nr 10 obejmujący następujące usprawnienia :</p> <p>Wszystkie usprawnienia</p>	
<p>Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe :</p> <p>1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 19,1%</p> <p>2. planowany kredyt, stanowiący 0,0% kosztów, jest zgodny z warunkami ustawowymi;</p> <p>3. środki własne inwestora wyniosą 307 620 zł, co spełnia oczekiwania inwestora;</p>	
Wariant alternatywny :	
<p>Nie przewiduje się wariantu alternatywnego</p>	

8.	Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
8.1 Opis robót	
<p>W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:</p> <p>Przewiduje budowę nowego źródła – trzech powietrznej pomp ciepła o docelowej mocy. ($Q_{max}=43,4kW$). Rekomenduje się pompy dla temperatury zewnętrznej ok. $-8^{\circ}C$, gdyż przy niższych wartościach temperatury pracują one ze znacznie obniżoną sprawnością. Zasilanie pomp będzie realizowane z nowobudowanej instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku i jedynie w niewielkim stopniu wspomagane będzie energią elektryczną z sieci elektroenergetycznej.</p> <p>W rozpatrywanym obiekcie, jako dodatkowe źródło energii odnawialnej proponuje się zainstalowanie na dachu rozpatrując możliwości techniczne lub w pobliżu budynku systemu fotowoltaicznego o łącznej mocy 120 kW produkującego energię elektryczną, zmniejszając w ten sposób ilość energii elektrycznej pobieranej z sieci elektroenergetycznej.</p>	

8.	Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
8.1	Opis robót
3.	<p>Przeprowadzenie regulacji hydraulicznej instalacji w celu dostosowania jej do zmniejszonych potrzeb budynku. Wymiana częściowa grzejników ich liczbę ustalić , gdyż część jest już wymieniona oraz montaż zaworów termostatycznych z elementami stałej regulacji, ogólne uszczelnienie instalacji, przeprowadzenie regulacji hydraulicznej instalacji w celu dostosowania jej do zmniejszonych potrzeb budynku. Musi być również wykonana regulacja hydrauliczna instalacja poprzedzona jej czyszczeniem.</p>

8.2	Charakterystyka finansowa		
1.	Kalkulowany koszt robót wyniesie	1 538 100 zł	
2.	Udział środków własnych inwestora	307 620 zł (0,0%)	
3.	Kredyt bankowy	1 230 480 zł (0,0%)	
4.	Przewidywana premia termomodernizacyjna	246 096 zł	
5.	Wielkość miesięcznej raty (przy $r = 8,0\%$)	11 197 zł	
6.	Czas zwrotu nakładów SPBT =	1 538 100 / 40 326	38,1 lat
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		
	6. Ocena przedsięwzięcia po pierwszym sezonie grzewczym		

Załączniki do audytu

1. Załącznik Nr 1.
Obliczenie efektu ekologicznego
1. Załącznik Nr 2.
Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
2. Załącznik Nr 3.
Obliczenie sprawności systemu grzewczego
3. Załącznik Nr 4.
Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Załącznik Nr 1.

Obliczenie efektu ekologicznego

Nośnik energii	Współczynniki nakładu nieodnawialna	WSKAŹNIK EMISJI ^{3M} kg/GJ				Rok bazowy - stan przed modernizacją (przed)				Obliczeniowy stan po modernizacji (po realizacji projektu)									
						Zapotrzebowanie na energię	Wielkość emisji Mg/rok				Zapotrzebowanie	Wielkość emisji Mg/rok				Redukcja emisji Mg/rok			
		CO2	SOx	NOx	b(a)p		CO2	SOx	NOx	b(a)p		CO2	SOx	NOx	b(a)p	CO2	SOx	NOx	b(a)p
Oleje opałowe (podawać w GJ/rok)		74,1	0,14	0,07	0,003000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
Gaz ziemny (podawać w GJ/rok)							0,00	0,0000	0,0000	0,000000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
Gaz płynny (podawać w GJ/rok)							0,00	0,0000	0,0000	0,000000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
Węgiel kamienny (podawać w GJ/rok)							0,00	0,0000	0,0000	0,000000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
Węgiel brunatny (podawać w GJ/rok)							0,00	0,0000	0,0000	0,000000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
Biomasa ⁵⁾ (podawać w GJ/rok) pelet			0,011	0,08	0,000050	3197,5	0,0352	0,2558	0,000160			0,0000	0,0000	0,000000		0,0352	0,2558	0,000160	
Inny (podać jaki) np. OZE, pompa ciepła							0,00	0,0000	0,0000	0,000000	2587	0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
Ciepło sieciowe z ciepłowni ²⁾ (podawać w GJ/rok)							0,00	0,0000	0,0000	0,000000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
Ciepło sieciowe z ciepłowni wyłącznie na biomasę ⁵⁾ (podawać w GJ/rok)								0,0000	0,0000	0,000000			0,0000	0,0000	0,000000		0,0000	0,0000	0,000000
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni ²⁾ (podawać w GJ/rok)							0,00	0,0000	0,0000	0,000000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni opartej wyłącznie na energii odnawialnej (biogaz, biomasa) ⁵⁾ (podawać w GJ/rok)								0,0000	0,0000	0,000000			0,0000	0,0000	0,000000		0,0000	0,0000	0,000000
Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej zużyta na potrzeby budynku ^{1) 4)} (podawać w GJ/rok)							0,00	0,0000	0,0000	0,000000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
Energia elektryczna wyprodukowana na miejscu ze źródeł OZE (biomasa, biogaz, w tym w skojarzeniu, PV), zużyta na potrzeby budynku ¹⁾ (podawać w GJ/rok ze							0,00	0,0000	0,0000	0,000000		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0000	0,0000	0,000000
SUMA							0,00	0,0352	0,2558	0,000160		0,00	0,0000	0,0000	0,000000	0,00	0,0352	0,2558	0,000160
PROCENT REDUKCJI EMISJI																0,0%	100,0%	100,0%	0,0%

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego			Przedsięwzięcie :		7.3.1
			Załącznik Nr 2		
<p>Dane: Współczynniki korekcyjne :</p> <p>Uśnice 15, 82-400 naturalna oraz mechaniczna</p> <p>współczynnik przepływu dla okien przez termomodernizacją</p> <p>okna nowe aluminiowe $C_r = 1,1$</p> <p>stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru</p> <p>budynek na przestrzeni otwartej $C_w = 1,2$</p>					
Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m ³ /h		Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h
1	2	3	4		5
	Budynek użyt. pub.				
		Kubatura m ³ (liczba)			
1	Pomieszczenia użytkowe*	10 300	1,0 wym/h		10 300
	Ogółem	4109	$V_{nom} =$		10 300
Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego z uwzględnieniem współczynników C_r i C_w					13 596
Uwagi :					

A.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego		Przedsięwzięcie :		7.4.2
			Załącznik Nr 3.		
Dane dotyczące :					
A1. Uśnice 15, 82-400 Sztum					
Lp.	Rodzaj sprawności		Sprawności z komentarzem usprawnień A1.		
1	2	3	4	5	
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,80	Ogrzewanie z kotłowni na ekogroszek	
2	Sprawność przesyłania	$\eta_p =$	0,80	Instalacja c.o w średnim stanie technicznym	
3	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_r = 1 - (1 - \eta_{r0}) \cdot 2 \cdot GRL^{\frac{1}{2}}$	$\eta_r =$	0,77	Automatyki pogodowa w układzie	
4	Sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00		
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,830		
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	Bez przerwy weekendowej	
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	1,00	Bez przerw dobowych	
Uwagi :					

A.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego				Przedsięwzięcie :		7.4.2
					Załącznik Nr 3. A.		
Dane dotyczące :							
A1. Uśnice 15, 82-400 Sztum							
A2.							
Lp.	Rodzaj sprawności		Sprawności z komentarzem usprawnień A1.		Sprawności z komentarzem usprawnień A2.		
1	2	3	4	5	6	7	
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,80	Ogrzewanie z kotłowni na ekogroszek	0,98	Ogrzewanie z kotłowni na ekogroszek	
2	Sprawność przesyłania	$\eta_p =$	0,80	Instalacja c.o w średnim stanie technicznym	0,90	Instalacja c.o w średnim stanie technicznym	
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,77	Automatyki pogodowa w układzie	0,89	Automatyki pogodowa w układzie	
4	Sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00		1,00		
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,830		0,915		
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	Bez przerwy weekendowej	1,00	Bez przerwy weekendowej	
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	1,00	Bez przerw dobowych	1,00	Bez przerwy dobowej	
Uwagi :							

B.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego				Przedsięwzięcie :		7.4.2
					Załącznik Nr 3.B.		
Dane dotyczące :							
B3. Uśnice 15, 82-400 Sztum							
B4. Jak w punkcie B3. + Częściowa modernizacja instalacji c.o.							
Lp.	Rodzaj sprawności		Sprawności z komentarzem usprawnień B3.		Sprawności z komentarzem usprawnień B4.		
1	2	3	4	5	6	7	
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,98	Ogrzewanie z kotłowni na ekogroszek	0,98	Ogrzewanie z kotłowni na ekogroszek	
2	Sprawność przesyłania	$\eta_p =$	0,95	Instalacja c.o w średnim stanie technicznym	0,90	Instalacja c.o w dobrym stanie technicznym	
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,77	Automatyki pogodowa w układzie	0,89	Automatyki pogodowa w układzie	
4	Sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00		1,00		
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e$	$\eta =$	0,915		0,952		
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	Wprowadzona przerwa weekendowa	1,00	Wprowadzona przerwa weekendowa	
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	1,00	Bez przerw dobowych	1,00	Bez przerwy dobowej	
Uwagi :							

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym oraz po termomodernizacji			Przedsięwzięcie :		7.3.2	
			Załącznik Nr 4			
Lp.	Treść			Wartość		
1	2			3		
1.	Liczba użytkowników	OS =	200	osób		
2.	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. przypadające na 1 użytkownika	V _{OS} =	0,016	m ³ /d		
3.	Średnie zapotrzebowanie dobowe na c.w.u. w budynku	V _{dśr} = OS · V _{OS} =	3,20	m ³ /d		
4.	Średni czas dobowy nagrzewania na c.w.u.	t =	24	h		
5.	Średnie zapotrzebowanie godzinowe na c.w.u.	V _{hśr} = V _{dśr} / 24 =	0,13	m ³ /h		
6.	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody	Q _{cwj} = c _w · p · (t _c - t _{zw}) = 4,2 · 1 · (55-10) · 10 ⁻³ =	0,189	GJ/m ³		
7.	Maksymalna moc cieplna (dla instalacji z zasobnikiem c.w.u.)		6,8	kW		
8.	Zamówiona moc cieplna (dla instalacji c.w.u.)	q _{cw zamówiona} =	6,8	kW		
9.	Roczne zużycie c.w.u.	V _{0cw} = V _{dśr} · 366 =	1 168	m ³		
10.	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	Q _{cw} = V _{0cw} · Q _{cwj} =	220,8	GJ		
11.	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności	Q _{cw} / (η _w · η _m · η _p) =	250,9	GJ		
Koszty ogrzewania c.w.u. w stanie istniejącym						
12.	Sprawność wytwarzania	η _w =	98%			
13.	Sprawność akumulacji	η _m =	80%			
14.	Sprawność przesyłania	η _p =	80%			
15.	Sprawność ogólna	η ₀ =	88%			
16.	Koszt przygotowania c.w.u.	O _{rcw} = (Q _{cw} · O _{z0} + 5 · q _{cw} · O _{m0}) / η ₀ + 5 · A _{b0})	4 986	zł		
17.	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej = 3,00 zł/m ³	O _{rwz} = V _{cw} · 3,00 =	3 504	zł		
18.	Całkowity koszt roczny c.w.u.	O _{r0} = O _{rcw} + O _{rwz} =	8 490	zł		
19.	Średni koszt 1 m ³ c.w.u.	O _{rcw} / V _{cw} =	7,27	zł/m ³		
Koszty ogrzewania c.w.u. po termomodernizacji						
20.	Sprawność wytwarzania	η _w =	1,83			
21.	Sprawność magazynowania	η _m =	95%			
22.	Sprawność przesyłania	η _p =	97%			
23.	Sprawność ogólna	η ₁ =	95%			
24.	Koszt przygotowania c.w.u.	O _{rcw} = (Q _{cw} · O _{z1} + 5 · q _{cw} · O _{m1}) / η ₁ + 5 · A _{b1}) =	368	zł		
25.	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej = 3,00 zł/m ³	O _{rwz} = V _{1cw} · 3,00 =	279	zł		
26.	Całkowity koszt roczny c.w.u.	O _{r1} = O _{rcw} + O _{rwz} =	647	zł		
27.	Średni koszt 1 m ³ c.w.u.	O _{rcw} / V _{cw} =	0,55	zł/m ³		
28.	Roczne oszczędności kosztów produkcji c.w.u. po termomodernizacji	ΔO _r = O _{r0} - O _{r1} =	7 843,00	zł		
Uwagi :						