

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**URZĄD GMINY W SORKWICACH**

Adres budynku	ul. Olsztyńska 16 A kod: 11-731 miejscowość: Sorkwity powiat: mrągowski województwo: warmińsko-mazurskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Grażyna Brynkiewicz tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 6/2016

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1.	DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU		
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1965
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Sorkwity ul. Olsztyńska 16 A 11-731 Sorkwity tel. 89 742 81 79	1.4. Adres budynku ul. Olsztyńska 16 A kod 11-731 Sorkwity powiat. mragowski woj. warmińsko-mazurskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt Grażyna Elżbieta Brynkiewicz REGON: 200210607 15-836 Białystok, ul.Ukośna 24 F			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Grażyna Brynkiewicz PESEL 55121805401 , Białystok ul.Ukośna 24 F uprawnienia projektowe nr : Bł 120/83, Bł 80/90, Bł 92/91 kurs dla audytorów energetycznych NAPE 102/07 tel. 085 65 25 888 , 696 077 938 <i>podpis</i>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>		<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>
1			
2			
5. Miejscowość	Białystok	Data wykonania opracowania	25 kwietnia 2016r
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa			
2. Karty audytu energetycznego			
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu 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. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1.Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 482	1 482
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	519	519
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych - klatki schodowe + piwnice [m ²]	519	519
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	38	38
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo	centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	kocioł węglowy	pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,62	0,62
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,236	0,236
2.	Ściany zewnętrzne łącznika	0,257	0,257
3.	Strop nad nieogrzewaną piwnicą	1,460	0,249
4.	Stropodach	2,155	0,147
5.	Stropodach	1,489	0,149
6.	Drzwi zewnętrzne	1,70	1,70
7.	Okna	1,35	1,35
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	2,60
2.	Sprawność przesyłu	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,95	0,95
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	2,60
2.	Sprawność przesyłu	1,00	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego (do obl. zapotrzebowania na ciepło) [m ³ /h]	760	760
4.	Liczba wymian [1/h]	0,51	0,51

1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	68,2	39,7
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	0,75	0,34
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	480,55	201,35
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	858,63	92,89
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	8,84	4,00
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	257,2	107,7
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	459,6	49,7
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	100,0
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	26,6	169,6
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW m-c]	-	6 027
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	32,3	14,6
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc [zł/MW m-c]	-	6 027
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	3,66	2,53
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	1,11
7.	Inne [zł]	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite [zł]	403 705	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	88,8%
Planowana suma kredyt [zł]	278 983	Premia termomodernizacyjna [zł]	13 241
Roczna oszczędność kosztów energii *) [zł/rok]	6 621		

*) Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia : Obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych temperatur wewnętrznych w budynku oraz warunków standardowego sezonu grzewczego.

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- " Inwentaryzacja budowlana " wykonana w 2016 r przez firmę ARH+ architekt Andrzej Rydzewski.

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r.wraz z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz ze zmianami wprowadzonymi przez Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015r. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 czerwca 2014r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); ostatnia zmiana z dnia 5 lipca 2013r. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13790 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków- Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.

3.3. Osoby udzielające informacji

- pan Józef Maciejewski - Wójt
- pani Anna Łuciuk- Skarbnik

3.4. Data wizji lokalnej

04.04.2016 r

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora .

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie stropodachu
 - ocieplenie stropu nad piwnicą
 - modernizacja instalacji grzewczej
 - modernizacja instalacji c.w.u

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	użyteczności publicznej	zamieszkania zbiorowego
Adres	Sorkwity , ul. Olsztyńska 16 A		
Budynek	wolnostojący	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1963		Rok zasiedlenia		1965	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	<input checked="" type="checkbox"/> tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowy [m ²]	353	8	Liczba kondygnacji nadziemnych	2		
2	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	1 482	9	Liczba klatek schodowych	2		
			10	Wysokość kondygnacji w świetle	2,55 ; 2,57 ; 2,90 ; 2,80		
			11	Liczba pracowników	38		
3	Powierzchnia mieszkalna [m ²]	0	12	Liczba mieszkań	0		
4	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym podać przeznaczenie pomieszczeń	0	13	Liczba łazienek z WC	0		
			14	Liczba osobnych WC	2		
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	0	15	Budynek podpiwniczony	częściowo		
6	Powierzchnia pomieszczeń użytkowych [m ²]	519					
7	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6] [m ²]	519					

4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna w załącznikach

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Omawiany obiekt jest budynkiem wolnostojącym składającym się z dwóch (pierwotnie odrębnych) prostopadłościanów połączonych w chwili obecnej parterowym łącznikiem. Jedna część jest podpiwniczona- piwnice są nieogrzewane. Ściany zewnętrzne piwnic : bloczki betonowe gr. 55 cm. Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych z betonu komórkowego gr. 36 cm. W roku 2008 wszystkie ściany zewnętrzne docieplono warstwą styropianu gr.12 cm.

Stropodach jednej części budynku i łącznika stanowi strop żelbetowy gr. 14 cm pokryty papą asfaltową . Stropodach pozostałej części budynku stanowi strop gęstożebrowy gr.30 cm pokryty papą asfaltową.

Stare okna drewniane były w roku 2007 wymieniane na nowe okna PCV o właściwym dla ówczesnych wymagań współczynniku przenikania ciepła. Wartość tego współczynnika ocenia się na $U=1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Zewnętrzne drzwi wejściowe zostały w roku 2007 wymienione. Zamontowano drzwi PCV a ich współczynnik przenikania ciepła ocenia się na $U= 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Obróbki blacharskie w dobrym stanie technicznym.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Położenie	Pow. netto m ²	U _k W/(m ² *K)	Pow. okien i drzwi balk. m ²	U okna W/(m ² *K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	Ściana zewnętrzna	N	153,8	0,236	44,9	1,35	3,3	1,7
2	Ściana zewnętrzna- łącznik	N	10,4	0,257	3,3	1,35	-	-
4	Ściana zewnętrzna	E	115,3	0,236	11,8	1,35	-	-
6	Ściana zewnętrzna	S	158,5	0,236	41,9	1,35	1,6	1,7
7	Ściana zewnętrzna- łącznik	S	10,4	0,257	3,3	1,35	-	-
9	Ściana zewnętrzna	W	121,8	0,236	0,9	1,35	-	-
11	Stropodach		152,4	1,489	-	-	-	-
12	Stropodach		201,0	2,155	-	-	-	-
13	Podłoga na gruncie		192,6	0,372	-	-	-	-
14	Strop nad piwnicą		167,9	1,460	-	-	-	-

4.4. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną na co	[kW]	68,2
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	0,7
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	480,6
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	858,6
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	-
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	26,6
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	-

4.5. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z lokalnej kotłowni węglowej. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	85 / 65°C
3.	Przewody w instalacji	Rury stalowe czarne, prowadzone w piwnicy pod stropem . Na parterze i piętrze prowadzone częściowo w posadzce i po wierzchu ścian. Stan techniczny - zły.
4.	Rodzaje grzejników	Stalowe płytowe.
5.	Ostonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Brak
7.	Zabezpieczenie	Otwarte naczynie wzbiorcze
8.	Odpowietrzenie	Instalacja odpowietrzająca
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Nie

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,51
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,95
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,95

4.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana jest miejscowo przez elektryczne podgrzewacze przepływowe.
2.	Przewody	-
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	-
4.	Zbiornik akumulacyjny	-

4.7. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Źródłem ciepła dla budynku jest lokalna kotłownia węglowa zlokalizowana w piwnicy budynku. Zamontowany w roku 2014 jeden nowy kocioł stalowy firmy DEFRO typ Delta 49 o mocy 49 kW pokrywa zapotrzebowanie budynku na cele jedynie grzewcze. Kocioł w bardzo dobrym stanie technicznym. Rurociągi czarne spawane w złym stanie technicznym, urządzenia i armatura w dostatecznym stanie technicznym. Fragmentaryczna izolacja cieplna przewodów w stanie bardzo złym. Brak automatyki pogodowej.

4.8. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	760

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 System grzewczy

Ciepło dostarczane jest z lokalnej kotłowni węglowej. Instalacja wewnętrzna centralnego ogrzewania wykonana jako wodna z rozdziałem dolnym. W części podpiwnicznej rozprowadzenie przewodów pod stropem piwnicy. W pozostałej części budynku rozprowadzenie przewodów w posadzce. Rury stalowe czarne, łączone przez spawanie, prowadzone po wierzchu ścian. Izolacja poziomych przewodów w piwnicy - w bardzo złym stanie technicznym. W budynku zamontowane są grzejniki stalowe płytowe z widocznymi licznymi ogniskami korozji. Brak zaworów termostatycznych i regulacyjnych. Odpowietrzanie - centralna sieć odpowietrzająca, która stwarza możliwości krążenia wody pomiędzy pionami i rozregulowuje hydraulicznie instalację. Stwierdza się silne niedogrzewanie pomieszczeń na piętrze budynku.

5.2 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana jest miejscowo przez dwa elektryczne podgrzewacze przepływowe. Wydajność jednego z nich (zamontowanego w damskim w.c.) zdecydowanie niewystarczająca - liczne skargi na brak c.w.u. Stan techniczny urządzeń - dobry.

5.3 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne w kanałach budowlanych. Świeże powietrze infiltruje do środka przez okna w momencie ich rozszczelnienia lub otwarcia. Nie zaobserwowano nieprawidłowej wentylacji pomieszczeń.

5.4 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	R [m ² *K/W]	
		istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	0,236	4,237	5,0
ściany zewnętrzne	0,257	3,891	5,0
stropodach	1,489	0,672	6,7
stropodach	2,155	0,464	6,7
podłoga na gruncie	0,372	2,688	3,3
strop nad piwnicą	1,460	0,685	4,0

Współczynniki przenikania ciepła dla niektórych przegród zewnętrznych budynku są wyższe od wymaganych od 1.01.2021r .

5.5 Okna i drzwi

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne PCV	1,7	1,3
okna PCV	0,90	0,9

Współczynniki przenikania ciepła dla stolarki okiennej i drzwiowej są wyższe od wymaganych od 1.01.2021r

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Po ustaleniach z Inwestorem : ściany zewnętrzne były docieplone kilka lat temu- są w dobrym stanie technicznym i pozostają bez zmian. Bez zmian pozostaje również stropodach łącznika ponieważ w najbliższym czasie planowana jest nadbudowa piętra łącznika i nowe przegrody będą musiały spełniały obowiązujące wymagania cieplne. Należy docieplić stropodach budynku i strop nad nieogrzewaną piwnicą (z pominięciem pomieszczenia kotłowni)
2.	Okna i drzwi Nowa stolarka PCV wymieniona w ostatnich latach.	Po ustaleniach z Inwestorem : okna i drzwi zewnętrzne PCV mimo, że nie spełniają obecnych wymagań , pozostają bez zmian ponieważ są w bardzo dobrym stanie technicznym.
3.	Wentylacja grawitacyjna i mechaniczna Nie stwierdza się nieprawidłowości w pracy instalacji wentylacyjnej.	Po uzgodnieniu z Inwestorem : ponieważ wentylacja grawitacyjna w całym obiekcie funkcjonuje prawidłowo nie będzie rozpatrywane to usprawnienie.
4.	Instalacja ciepłej wody Miejscowe przygotowywanie ciepłej wody użytkowej.	Możliwość wykonania instalacji centralnej i zmiany sposobu wytwarzania ciepła.
5.	System grzewczy Kocioł węglowy. Instalacja tradycyjna dwururowa z rozdzielaczem dolnym. Grzejniki stalowe płytowe, centralna instalacja odpowietrzająca.	Możliwość zmiany sposobu wytwarzania ciepła i kompleksowa modernizacja instalacji.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropodachu płytami styropianowymi laminowanymi papą.
2.	Jw. przez strop nad nieogrzewaną piwnicą	Ocieplenie stropu płytami ze styropianu. Ze względu na niewielką wysokość piwnic (h=1,90 m) pominąć należy pomieszczenie kotłowni.
3.	Modernizacja instalacji c.w.u.	Montaż kompletnej centralnej instalacji c.w.u. i podłączenie do nowego źródła ciepła. Montaż solarów.
4.	Modernizacja instalacji grzewczej	Demontaż istniejącej kotłowni i instalacji c.o. Montaż : nowego źródła ciepła i kompletnej instalacji c.o.: rurociągi, grzejniki, zawory odcinające, termostatyczne, regulacyjne, odpowietrzające. Uruchomienie całości i regulacja hydrauliczna dla nowych warunków cieplnych.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie stropodachów
		Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą
II	Usprawnienie dotyczące modernizacji instalacji c.w.u.	Montaż kompletnej instalacji c.w.i cyrkulacji, montaż solarów, podłączenie instalacji do nowych źródeł ciepła
III	Usprawnienie dotyczące modernizacji instalacji grzewczej	Demontaż kotłowni węglowej i istniejącej instalacji c.o.Montaż nowego źródła ciepła i kompletnej instalacji c.o.tj. rurociągów, grzejników , armatury odcinającej, kontrolnej i regulacyjnej. Uruchomienie całości i regulacja hydrauliczna.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- 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}	-22,0	-22,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{wpiw}	6,0	6,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^* dla stropu nad piwnicą	2 548	2 548	dzień·K·a
S_d^* dla przegród zewnętrznych	4 117	4 117	dzień·K·a
O_{0r} O_{1m} ,	-	6 027	zł/MW*m-c
O_{0z} O_{1z} ,	26,57	169,57	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1} ,	-	1,11	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda	
				Strop nad nieogrzewaną piwnicą	
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	141,3	m ²
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} =	94,7	m ²
Opis wariantów usprawnienia					
Przewiduje się ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą (z wyjątkiem pomieszczenia kotłowni ,w którym nie można zmniejszać i tak niewielkiej - bo tylko 1,90 m- wysokości) płytami ze styropianu o współczynniku $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$.					
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:					
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$					
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,33	3,89
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,68	4,02	4,57
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U$	GJ/a	45,4	7,7	6,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0029	0,0005	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		1 002	1 026
7	Cena jednostkowa usprawnienia (brutto)	zł/m ²		165	175
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		15 626	16 573
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		15,6	16,2
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,460	0,25	0,22
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg ofert firm wykonawczych oraz biuletynu cenowego Sekocenbud-u . Koszt realizacji usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu powiększony o należny podatek VAT.					
Wybrany wariant : 1		Koszt :	15 626 zł	SPBT=	15,6 lat

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

Dane: $Q_{ocw} = 8,75$ GJ $q_{ocw} = 0,0007$ MW

Opis:

W ramach modernizacji instalacji c.w. planuje się wykonanie centralnej instalacji ciepłej wody i cyrkulacji. Ponadto przewidziano zmianę sposobu wytwarzania ciepła tj. likwidację istniejących elektrycznych podgrzewaczy przepływowych i montaż instalacji solarnej. Proponowana instalacja będzie wspomagać wytwarzanie energii cieplnej do produkcji ciepłej wody użytkowej i współpracować będzie z pompą ciepła .

Dane do obliczeń zgodnie z Załącznikiem Nr 4

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cwuśr}$	MW	0,0007	0,0003
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	GJ/rok	8,84	4,00
3	Roczne zapotrzebowanie ciepła z kotła olejowego	GJ/rok	8,84	0
4	Roczne zapotrzebowanie ciepła z kotła na biomasę	GJ/rok	0	4,00
5	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/a	1 565	678
6	Różnica	zł/a		887
7	Koszt N_{cw}	zł		18 500
8	SPBT	lat		20,9

Podstawa przyjętych wartości N_{cw}

Koszt brutto modernizacji instalacji c.w.u. przyjęto wg ofert lokalnych firm branżowych oraz biuletynu cenowego Sekocenbudu. Cena zawiera dostawę i montaż orurowania wraz z izolacją termiczną , oraz dostawę i montaż kompletnej instalacji solarnej .

Koszt brutto modernizacji instalacji c.w. wyniesie : **18 500 zł**

KOSZT	18 500 zł	SPBT	20,9 lat
--------------	------------------	-------------	-----------------

7.2.5. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Ocieplenie stropu nad piwnicą	15 626	15,6
2	Ocieplenie stropodachu	53 456	16,8
3	Modernizacja instalacji c.w.u.	18 500	20,9
4	Ocieplenie stropodachu	47 895	24,8

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

Dane: $Q_{oco} = 480,55$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja co w złym stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki stalowe płytowe
- 3 Kotłownia węglowa w dostatecznym stanie technicznym

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

a) w zakresie instalacji c.o.

- demontaż istniejących rurociągów i grzejników
- montaż kompletnej nowej instalacji c.o. tzn: montaż rurociągów, grzejników (ok. 43 szt.), zaworów termostatycznych i regulacyjnych, automatycznych odpowietrzników
- uruchomienie całości i regulacja hydrauliczna

Koszt brutto usprawnienia wg cen rynku lokalnego :

$$1\ 830\ \text{zł/kpl} * 43\ \text{kpl} * 1,23 = \mathbf{96\ 789\ \text{zł}}$$

b) w zakresie zmiany sposobu wytwarzania ciepła

- montaż 2szt pomp ciepła o mocy obliczeniowej ok. 20 kW każda pracującej na potrzeby ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Całość będzie zamontowana w pomieszczeniach obecnej kotłowni.
- montaż armatury pomiarowej, odcinającej i regulacyjnej

Koszt usprawnień wytwarzania ciepła wg cen rynku lokalnego i porównawczych cen z rozstrzygniętych przetargów

- montaż powietrznej pompy ciepła o mocy ok. 20 kW-szt.2 56 000 zł* 2 szt = **112 000 zł**
- montaż wymiennika ciepła, zbiornika buforowego, naczynia przeponowego, pomp, armatury odcinającej, zabezpieczającej, pomiarowej i regulacyjnej **25 000 zł**

Całkowity koszt modernizacji instalacji grzewczej :

$$N_{co} = 96\ 789 + 112\ 000 + 25\ 000 = \mathbf{233\ 789\ \text{zł}}$$

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania	kotłownia węglowa		pompa ciepła	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,82	$\eta_w =$	2,60
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,80	$\eta_p =$	0,90
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,77	$\eta_r =$	0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	$\eta_e =$	0,95
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,51	$\eta =$	1,96
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,95	$w_t =$	0,95
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,95	$w_d =$	0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kocioł węglowy	pompa ciepła typu powietrze/woda napędzana elektrycznie
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody i armatura niezaizolowane w przestrzeni nieogrzewanej	przewody i armatura zaizolowane w przestrzeni nieogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	częściowa regulacja centralna	regulacja centralna i miejscowa z zaworem termostatycznym w zakresie P-2K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	bez zbiornika	zbiornik buforowy w przestrzeni nieogrzewanej
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	osłabienie nocne i weekendowe	osłabienie nocne i weekendowe

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0682	0,0682
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	480,55	480,55
4	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,5051	1,9562
5	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
6	Obniżenie tygodniowe	-	0,95	0,95
7	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	859	222
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	2 271
9	Roczna opłata zmienna	zł/rok	22 814	37 594
10	Roczny abonament	zł/rok	0	13
11	Roczny koszt ogrzewania w standardowym okresie	zł/rok	22 814	39 878
12	Różnica	zł/rok		-17 064
13	Koszt	zł		233 789
14	SPBT	lat		-13,7

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu				
		1	2	3	4	5
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie stropu nad piwnicą	X	X	X	X	
3	Ocieplenie stropodachu	X	X	X		
4	Modernizacja instalacji c.w.u.	X	X			
5	Ocieplenie stropodachu	X				

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania projektów technicznych.

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu i dokumentacji [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5	369 265	34 440	403 705
2	1+2+3+4	321 370	34 440	355 810
3	1+2+3	302 870	34 440	337 310
4	1+2	249 414	28 290	277 704
9	1	233 789	18 450	252 239

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	Energia elektryczna			Opłata zmienna za c.o.					c.w.u.		c.o. + c.w.u.		Zmiana	
	Abonament	Zamówiona moc elektr.	Opłata za moc zamówioną	Q_{co} wg obl.	η	$W_d + W_t$	$Q_{co} \cdot W_d + W_t / \eta$	Opłata c.o.	$Q_{c.w.u.}$	Opłata c.w.u.	$Q_{co} + Q_{c.w.u.}$	Opłata roczna całkowita	$\Delta Q_{co+c.w.u.}$	Oszczędn.
	zł/rok	MW	zł/rok	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	13,28	0,0182	1 316	201,35	1,956	0,90	93	15 752	4,0	678	97	17 746	771	6 621
2	13,28	0,0223	1 611	278,43	1,956	0,90	128	21 782	4,0	678	132	24 071	735	296
3	13,28	0,0223	1 611	278,43	1,956	0,90	128	21 782	8,8	1 499	137	24 892	730	-525
4	13,28	0,0275	1 989	414,11	1,956	0,90	191	32 396	8,8	1 499	200	35 884	668	-11 517
5	13,28	0,0314	2 271	480,55	1,956	0,90	222	37 594	8,8	1 499	231	41 364	637	-16 997
0-stan istniejący	13,28	0,0007	54	480,55	0,505	0,90	859	22 814	8,8	1 499	867	24 367		

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite (brutto)	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności
		zł	zł	%	zł	%	zł	zł	zł
1	Modernizacja instalacji c.o.	403 705	6 621	88,8%	124 722	15%netto + VAT	55 797	64 593	13 241
	Ocieplenie stropu nad piwnicą				278 983	85% netto			
	Ocieplenie stropodachu								
	Modernizacja instalacji c.w.u.								
	Ocieplenie stropodachu								
2	Modernizacja instalacji c.o.	355 810	296	84,7%	109 925	15%netto + VAT	49 177	56 930	592
	Ocieplenie stropu nad piwnicą				245 885	85% netto			
	Ocieplenie stropodachu								
	Modernizacja instalacji c.w.u.								
3	Modernizacja instalacji c.o.	337 310	-525	84,2%	104 210	15%netto + VAT	46 620	53 970	-1 049
	Ocieplenie stropu nad piwnicą				233 100	85% netto			
	Ocieplenie stropodachu								
4	Modernizacja instalacji c.o.	277 704	-11 517	77,0%	85 795	15%netto + VAT	38 382	44 433	-23 034
	Ocieplenie stropu nad piwnicą				191 909	85% netto			
5	Modernizacja instalacji c.o.	252 239	-16 997	73,4%	77 927	15%netto + VAT	34 862	40 358	-33 994
					174 311	85% netto			

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- modernizacja instalacji c.o.
- modernizacja instalacji c.w.u.
- ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą (z pominięciem pomieszczenia kotłowni)
- ocieplenie stropodachu (lewy prostopadłościan)
- ocieplenie stropodachu (prawy prostopadłościan)

Przedsięwzięcie to pozwala osiągnąć :

1. roczna oszczędność zapotrzebowania ciepła	88,8%
2. roczna oszczędność kosztów energii	6 621 zł

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Modernizacja instalacji c.o. obejmująca
 - montaż kompletnego źródła ciepła - pompy ciepła -szt.2 typu powietrze/woda napędzane elektrycznie o wydajności ok. 20kW każda 1 kpl
 - montaż nowej kompletnej instalacji c.o. tzn: rurociągi wraz z izolacją, grzejniki (ok.43 szt), zawory odcinające, termostatyczne,regulacyjne i automatyczne odpowietrzniki 1 kpl
 - regulacją hydrauliczną instalacji dla nowych warunków cieplnych 1 kpl
2. Modernizacja instalacji c.w.u. obejmująca:
 - montaż nowej centralnej instalacji c.w. u. i cyrkulacji 1 kpl
 - montaż kolektora słonecznego wraz z instalacją solarną 1 kpl
 - podłączenie instalacji c.w.u.do układu pompy ciepła 1 kpl
3. Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą (z pominięciem pomieszczenia kotłowni) płytami styropianowymi gr 12 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
4. Ocieplenie stropodachu (lewa część budynku) płytami styropianowymi laminowanymi papą gr.23 cm , o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,038 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
5. Ocieplenie stropodachu (prawa część budynku) płytami styropianowymi laminowanymi papą gr.24 cm , o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,038 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

8.2 Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt./ kpl	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji grzewczej	1	-	233 789
2	Modernizacja instalacji c.w.u.	1	-	18 500
3	Ocieplenie stropu nad piwnicą	94,7	165	15 626
4	Ocieplenie stropodachu	169,7	315	53 456
5	Ocieplenie stropu zewnętrznego	154,5	310	47 895
6	Dokumentacja			34 440
			SUMA	403 705

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	403 705 zł
Roczna oszczędność kosztów	6 621 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	61,0 lat

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i na moc na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Obliczenia wskaźników ekologicznych
- Załącznik 7 Uproszczona dokumentacja techniczna

Załącznik nr 1**Obliczenie opłat za zużycie ciepła.**

Założenia:

- a) budynek użyteczności publicznej
- b) ciepło na potrzeby c.o. - lokalna kotłownia węglowa
- c) ciepło na potrzeby c.w.u.- elektryczne podgrzewacze przepływowe

Cena wytwarzania ciepła w kotle węglowym

Średnia wartość opałowa węgla wynosi 20,7 MJ/kg

Ilość ciepła otrzymywana z 1 000 kg węgla :

$$1\ 000\ \text{kg} * 20,7\ \text{MJ/kg} = 20\ 700\ \text{MJ} = 20,7\ \text{GJ/t}$$

Średni koszt brutto zakupu 1 t węgla wynosi 550,00 zł

Koszt wytworzenia jednostki ciepła wynosi :

$$O_{20} = 550\ \text{zł/t} / 20,7\ \text{GJ/t} = \mathbf{26,57\ \text{zł}}$$

Cena energii elektrycznej :

Ceny jednostkowe energii elektrycznej brutto

Abonament	1,8 zł/m-c	
	<u>1,8 zł/m-c * 1,23 =</u>	2,214 zł/m-c
Do obliczeń przyjęto, że połowa wartości abonamentu dotyczy oświetlenia i gniazd wtykowych :	2,214 zł/m-c * 0,5 =	1,107 zł/m-c
Opłata stała		
- opłata przesyłowa stała	4,03 zł/kW/m-c	
- opłata przejściowa	0,87 zł/kW/m-c	
	<u>4,9 zł/kW/m-c*1,23 =</u>	6,027 zł/kW/m-c
Opłata zmienna		
- opłata przesyłowa zmienna	0,2617 zł/kWh	
- energia czynna	0,2346 zł/kWh	
	<u>0,4963 zł/kWh * 1,23 =</u>	0,610 zł/kWh

Roczny koszt wytworzenia ciepła przez podgrzewacze elektryczne na cele c.w. wynosi :

$$(12 * 1,107\ \text{zł/mc}) + (6,027\ \text{zł/kW/mc} * 12 * 0,75\ \text{kW}) + (0,61\ \text{zł/kWh} * 2\ 455\ \text{kWh}) = \mathbf{1\ 565,08\ \text{zł/a}}$$

Załącznik nr 2

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

a) przed termomodernizacją budynku

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne piwnic	tynek cem-wap	0,015	0,82	0,018	1,636
	bloczki betonowe	0,550	1,3	0,423	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 0,611	
Ściany zewnętrzne	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024	0,236
	gazobeton	0,360	0,35	1,029	
	styropian	0,120	0,04	3,000	
	tynek cienkowarstwowy	0,010	0,82	0,012	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
			razem 4,235		
Ściany zewnętrzne łącznika	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024	0,257
	gazobeton	0,240	0,35	0,686	
	styropian	0,120	0,04	3,000	
	tynek cienkowarstwowy	0,010	0,82	0,012	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
			razem 3,892		
Stropodach	papa asfaltowa	0,015	0,82	0,018	2,155
	szlichta cementowa	0,080	1	0,080	
	strop żelbetowy	0,140	1,7	0,082	
	tynek cem-wap	0,015	0,18	0,083	
				R _{si} 0,100	
				R _{se} 0,100	
			razem 0,464		
Stropodach	papa asfaltowa	0,015	0,18	0,083	1,489
	szlichta cementowa	0,080	1	0,080	
	strop gęstożebrowy	0,300		0,290	
	tynek cem-wap	0,015	0,82	0,018	
				R _{si} 0,100	
				R _{se} 0,100	
			razem 0,672		
Podłoga na gruncie	gres/terakota	0,005	1,05	0,005	0,372
	podkład cem.	0,050	1	0,050	
	beton	0,050	1,3	0,038	
	papa asfaltowa	0,015	0,18	0,083	
	beton podkładowy	0,100	1,05	0,095	
	piasek	0,300	0,4	0,750	
				R _g 1,667	
			razem 2,689		
Strop nad piwnicą	gres/terakota	0,005	1,05	0,005	1,460
	podkład cem.	0,050	1	0,050	
	strop gęstożebrowy	0,300		0,290	
				R _{si} 0,170	
				R _{se} 0,170	
			razem 0,685		

b) po termomodernizacji budynku

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K	
Stropodach	papa asfaltowa	0,015	0,82	0,018	0,147	
	szlichta cementowa	0,080	1	0,080		
	strop żelbetowy	0,140	1,7	0,082		
	tynk cem-wap	0,015	0,18	0,083		
	styropian	0,24	0,038	6,316		
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
			razem	6,780		
Stropodach	papa asfaltowa	0,015	0,18	0,083	0,149	
	szlichta cementowa	0,080	1	0,080		
	strop gęstożebrowy	0,300		0,290		
	tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018		
	styropian	0,23	0,038	6,053		
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
			razem	6,724		
Strop nad piwnicą	gres/terakota	0,005	1,05	0,005	0,249	
	podkład cem.	0,050	1	0,050		
	strop gęstożebrowy	0,300		0,290		
	styropian	0,120	0,036	3,333		
				R _{si}		0,170
				R _{se}		0,170
			razem	4,018		

Załącznik nr 3

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

1. Wentylacja grawitacyjna

Użytkownicy	Ilość [os] , [szt]	Strumień powietrza wg normy w [m ³ /h]	Łączne zap. powietrza w m ³ /h
Osoby dorosłe	38	20	760
ŁĄCZNIE V _o			760

Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjęta do audytu

- do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

$\Psi =$	760	m ³ /h
Kubatura wentylowana	1 482	m ³ /h
Krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,51	h ⁻¹

Współczynniki korekcyjne	stan istniejący	po modernizacji
c _r	1,0	1,0
c _w	1,0	1,0
c _m	1,0	1,0
c_r * c_w * Ψ	760,0	760,0

- do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$\Psi =$	760	m ³ /h
Kubatura wentylowana	1 482	m ³ /h
Krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,51	h ⁻¹

c_m * Ψ	760,0	760,0
--	--------------	--------------

Załącznik nr 4

1. Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan istniejący	Po modernizacji
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$	0,35	0,35
Powierzchnia ogrzewana A_f	m^2	519	519
Ciepło właściwe wody c_w	$kJ/kg \cdot K$	4,19	4,19
Gęstość wody ρ	kg/dm^3	1	1
Temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	$^{\circ}C$	55	55
Temperatura wody zimnej θ_0	$^{\circ}C$	10	10
Współczynnik (przerwy w użytkowaniu) k_R	-	0,7	0,7
Liczba dni w roku	doby	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego Q_w	kWh/rok	2 431	2 431
	GJ/rok	8,75	8,75
Uzysk z kolektorów słonecznych	kWh/rok	0	958
	GJ/rok	0	3,45
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego po uwzględnieniu solarów	kWh/rok	2 431	1 473
	GJ/rok	8,75	5,30
Sprawność wytwarzania ciepła	-	0,99	2,6
Sprawność przesyłu ciepłej wody	-	1	0,60
Sprawność akumulacji	-	1	0,85
Sprawność ogólna $\eta_{w,tot}$	-	0,99	1,326
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{k,w}$	kWh/rok	2 455	1 111
	GJ/rok	8,84	4,00

2. Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_K	kWh/rok	2 455,4	1 110,8
Liczba użytkowników	L	38	38
Liczba dni w roku	doby	365	365
Liczba godzin korzystania z ciepłej wody w ciągu doby	-	9	9
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$		3,837	3,837
Max. moc c.w.u.	kW	2,87	1,30
Średnia moc c.w.u.	kW	0,75	0,34

Załącznik nr 5

Dobór kolektorów słonecznych

W ramach modernizacji instalacji c.w. planuje się wykonanie instalacji solarnej. Proponowana instalacja będzie wspomagać wytwarzanie energii cieplnej do produkcji ciepłej wody użytkowej. Podstawowym źródłem ciepła na cele c.w. będzie gazowa pompa ciepła

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej z uwzględnieniem zysku z kolektorów słonecznych.

Opis	Wartość	Jednostka
Dobór kolektorów słonecznych i określenie uzysku z kolektorów		
Powierzchnia czynna absorbera	2,3	m ²
Ilość kolektorów	1	szt
Całkowita powierzchnia czynna	2,3	m ²
Ilość energii docierającej na pow. ziemi (średnio)	3,6	GJ/m ²
Ilość energii docierającej do powierzchni kolektorów	8,3	GJ/a
	2 300	kWh/a
Sprawność wytwarzania ciepła na kolektorze	0,7	-
Sprawność przesyłu ciepła (od kolektorów do zasobnika)	0,7	-
Sprawność przesyłu ciepłej wody	0,6	
Sprawność akumulacji	0,85	-
Sprawność ogólna	0,2499	-
Roczny uzysk ciepła użytkowego z kolektorów słonecznych	3,45	GJ/a
	958	kWh/a
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego bez uwzględnienia uzysku z kolektorów słonecznych	8,75	GJ/a
	2 431	kWh/a
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego z uwzględnieniem uzysku z kolektorów słonecznych	5,30	GJ/a
	1 473	kWh/a
Stopień pokrycia zapotrzebowania z kolektorów	39,4	%

Koszt instalacji solarnej określono w oparciu o ceny analogicznych instalacji realizowanych w roku 2014. Koszty stanowiące podstawę do wyliczeń cen jednostkowych są cenami z ofert wygrywających przetargi.

Cena zawiera dostawę i montaż :

- kolektory słoneczne o pow. czynnej 2,3 m² - szt 1
- biwalentny zasobnik ciepłej wody - szt 1
- naczynie wzbiorcze - szt.2
- zestaw pompowy - szt 1
- układ hydrauliczny - szt 1

Koszt całkowity instalacji solarnej : 2,3 m² * 4 150 zł/m² = **9 545 zł**

Załącznik nr 5

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,0397	201,35
2	0,0490	278,43
3	0,0490	278,43
4	0,0642	414,11
5	0,0682	480,55
0 - stan istniejący	0,0682	480,55

wariant 5 - modernizacja instalacji c.o.- jak stan istniejący

wariant 2 - modernizacja instalacji c.w.u.- jak wariant 3

Załącznik nr 6

Obliczenie wskaźników ekologicznych

1. Ilość zaoszczędzonej energii końcowej :

$$867,5 \text{ GJ/rok} - 96,9 \text{ GJ/rok} = \mathbf{770,6 \text{ GJ/rok}}$$

2. Emisje gazów cieplarnianych i zużycie energii pierwotnej :

Nośnik energii	Roczne zużycie energii końcowej	Substancja	Wskaźnik	Emisja roczna [Mg/rok]	wi	Roczne zużycie energii pierwotnej	
						GJ/rok	kWh/rok
Stan istniejący							
węgiel kamienny	858,63 GJ	CO ₂	97,50 kg/GJ	83,72	1,1	944	262 361
energia elektryczna	8,84 GJ	CO ₂	93,80 kg/GJ	0,83	3,0	27	7 366
Razem				84,55		971	269 727
Stan po termomodernizacji budynku i modernizacji źródła ciepła							
energia elektryczna	96,89 GJ	CO ₂	93,8 kg/GJ	9,09	3,0	291	80 744

3. Roczny spadek emisji CO₂

$$84,55 \text{ Mg/rok} - 9,09 \text{ Mg/rok} = \mathbf{75,46 \text{ Mg/rok}}$$

4. Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej :

$$269 727 \text{ kWh/rok} - 80 744 \text{ kWh/rok} = \mathbf{188 983 \text{ kWh/rok}}$$