

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**Budynek Urzędu Miejskiego w Golczewie
ul. Zwycięstwa 23, 72-410 Golczewo**

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek biurowy	1.2 Rok budowy	lata 70-te XX w.
1.3 Inwestor <i>(nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)</i> <i>(*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)</i>	Gmina Golczewo ul. Zwycięstwa 23 72-410 Golczewo tel. 91 386 05 93	1.4 Adres budynku ul. Zwycięstwa 23 kod: 72-410 miejscowość: Golczewo powiat: kamieński województwo: zachodniopomorskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
„PETRUS” Piotr Pągowski, Małkocin 28a, 73-110 Stargard, REGON: 383234333			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
Piotr Pągowski Małkocin 28a, 73-110 Stargard Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków nr wpisu MI/ŚE/1816/2009 Członek ZAE nr 2144			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego	
-	-	-	
5. Miejscowość: Stargard		data wykonania opracowania: 2023-02-06	
6. Spis treści:			
Strona informacyjna str. 1			
1. Strona tytułowa str. 2			
2. Karta audytu energetycznego budynku str. 3			
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestorastr. 6			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynkustr. 8			
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie wskazanych rodzajów ulepszeń.....str.11			
6. Wybór optymalnych ulepszeństr. 12			
6.1 Optymalizacja przegród wielowarstwowychstr. 12			
6.2 Optymalizacja ulepszeń instalacji c.o.str. 17			
7. Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjnestr. 18			
8. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnegostr. 19			
8.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych..... str. 19			
8.2 Dokumentacja wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnegostr. 20			
9. Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacjistr. 20			
ZAŁĄCZNIKIstr. 21			
Załącznik 1: Charakterystyka energetyczna budynku po termomodernizacjistr. 21			
Załącznik 2: Efekt ekologicznystr. 23			

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna murowa	tradycyjna murowa
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2528,70	2528,70
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	687,38	687,38
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	-	-
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Kocioł gazowy	Pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Kocioł gazowy	Pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,50	0,50
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	Instalacja fotowoltaiczna
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²×K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,56	0,19
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	3,02	0,15
3.	Strop nad piwnicą	3,02	3,02
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,85	0,85
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,6	0,9
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,6	1,3
7.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,86	4,50
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,93	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	3,20
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,8	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności w stolارce kanały wentylacyjne	nieszczelności w stolارce kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	1385,75	1385,75
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,3	0,2

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	94,69	33,18
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	1,87	1,87
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	526,60	44,85
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1068,85	11,75
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	33,02	4,73
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	457,10	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ×rok)]	212,80	18,13
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ×rok)]	431,93	4,75
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	50,00
7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	235,77	111,11
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	88,65	13,04
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	30,55	0,32
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	790,93	34,19
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	0,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	99,25
Planowane koszty całkowite [zł]	653 773,36	Premia termomodernizacyjna [zł]	0,00
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	66 375,11		
9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii (instalacja fotowoltaiczna).			
Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁵⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.			
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.			

- ²⁾ UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
- ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
- ⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
- ⁵⁾ Niepotrzebne skreślić.

3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA

3.1. Dokumenty i dane źródłowe

- Inwentaryzacja i opis stanu istniejącego
Inwentaryzacja i opis stanu istniejącego wykonany w 2009 roku przez Nieruchomości i Budownictwo – Anatol Kołoszuk, ul. Szczecińska 16/4, 72-400 Kamień Pomorski.
- Wizja lokalna budynku
Wizja lokalna, wykonanie dokumentacji zdjęciowej w dniu 10.01.2023r.,
- Osoba udzielająca informacji
Informacji o budynku udzielał Mirosław Hnatów - Sekretarz Gminy Golczewo,
- Informacje o kosztach energii
 - Informacja PGNiG o cenach za paliwo gazowe i stawkach opłat abonamentowych obowiązujących w 2023 r. dotycząca odbiorców uprawnionych do ochrony taryfowej – dla gazu ziemnego,
 - Taryfa ENEA Operator Sp. z o.o. z dnia 17.12.2022r. obowiązująca 01.01.2023r – 31.12.2023r. - dla energii elektrycznej,
 - faktury za ciepło za okres XII 2021 – XII 2022 r.

3.2. Wytyczne i uwagi inwestora

- Termomodernizacji poddawane będą ściany zewnętrzne oraz stropodach.
- Zaplanowano wymianę źródła ciepła na pompę ciepła.
- Zaplanowano wymianę okien.
- Zaplanowano montaż instalacji fotowoltaicznej.
- Podczas modernizacji systemu c.o. wymienione zostaną grzejniki wraz z armaturą.
- Z uwagi na małą wysokość pomieszczeń piwnicy nie przewiduje się ocieplenia podłogi na gruncie oraz stropu nad piwnicą.

3.3. Ustawy, rozporządzenia, normy

- 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 późniejszymi zmianami) w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju 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 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 dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- Polska Norma PN - EN ISO 13790:2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków - Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia"
- 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 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- PN - EN ISO 13789 : 2008 "Cieplne właściwości użytkowania budynków - Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania".

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

4.1. Ogólne dane techniczne budynku. Konstrukcja i technologia

Budynek w konstrukcji tradycyjnej murowanej ze stropami gęstożebrowymi i elementami żelbetowymi.

Dach o konstrukcji wykonanej z płyty korytkowej pokrytej papą. Budynek posiada dwie kondygnacje nadziemne i jest w całości podpiwniczony.

4.2. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

- Ściany zewnętrzne:
Ściany zewnętrzne murowane z cegły wapienno – piaskowej gr. 45 cm.
Współczynnik przenikania ciepła przegrody $U=1,56$ [W/m²K].
- Podłoga na gruncie:
Współczynnik przenikania ciepła przegrody $U=0,85$ [W/m²K].
- Stropodach:
Konstrukcja żelbetowa.
Współczynnik przenikania ciepła przegrody $U=3,02$ [W/m²K].
- Stolarka okienna i drzwiowa:
Stolarka okienna oraz drzwi zewnętrzne $U \cong 2,6$ [W/m²K].
- Mostki termiczne:
Uwzględniono możliwość występowania mostków termicznych w ościeżach stolarki okiennej i drzwiowej oraz na styku przegród pionowych i poziomych.
- Wentylacja:
Wentylacja grawitacyjna.

4.3. Charakterystyka energetyczna budynku

Zapotrzebowanie energii na ogrzewanie i wentylację:

Instalacja centralnego ogrzewania, w której źródłem ciepła jest kocioł gazowy.

Zyski ciepła wewnętrzne	20581,97 [kWh/rok]
Zyski ciepła od nasłonecznienia	29817,65 [kWh/rok]
Zyski ciepła razem	50399,63 [kWh/rok]
Straty ciepła przez przenikanie	178671,06 [kWh/rok]
Straty ciepła przez wentylację	17086,09 [kWh/rok]
Straty ciepła razem	195757,15 [kWh/rok]
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzewanie i wentylację	146276,90 [kWh/rok]
Całkowita sprawność układu centralnego ogrzewania	0,49
Zapotrzebowanie energii końcowej na ogrzewanie i wentylację	296902,35 [kWh/rok]
Średni współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	1,10
Zapotrzebowanie energii pierwotnej na ogrzewanie i wentylację (razem z energią urządzeń pomocniczych)	328046,39 [kWh/rok]

Zapotrzebowanie energii na podgrzanie ciepłej wody użytkowej:

Instalacja dostarczania ciepłej wody użytkowej, w której źródłem ciepła jest kocioł gazowy.

Zapotrzebowanie na ciepło na ciepłą wodę użytkową	2861,72 [kWh/rok]
Całkowita sprawność układu dostarczania cwu	0,31
Zapotrzebowanie energii końcowej na podgrzanie cwu	9172,18 [kWh/rok]
Średni współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	1,10
Zapotrzebowanie energii pierwotnej na podgrzanie c.w.u. (razem z energią urządzeń pomocniczych)	10571,12 [kWh/rok]

Podział zapotrzebowania na energię:

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową:

	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/m ² *rok]	212,80	4,16	8,32	225,28
Udział [%]	94	2	4	100

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową:

	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/m ² *rok]	431,93	13,34	8,32	453,59
Udział [%]	95	3	2	100

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną:

	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/m ² *rok]	477,24	15,38	24,96	517,58
Udział [%]	92	3	5	100

$$EP = 517,58 \text{ [kWh/m}^2\text{*rok]}$$

5. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU W ZAKRESIE WSKAZANYCH RODZAJÓW ULEPSZEŃ

Element budynku planowany do modernizacji	Opis planowanego usprawnienia	Uzasadnienie na podstawie istniejącego stanu technicznego
System ogrzewania	Wymiana kotła gazowego na pompę ciepła, zgodnie z wytycznymi inwestora, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych, montaż niezbędnego osprzętu do pompy ciepła, izolacja przewodów.	Z porównania zużycia energii z uwzględnieniem sprawności i bez niej wynika że występują duże straty w instalacji. Ponadto wymiana kotła gazowego na pompę ciepła (zasilaną częściowo z instalacji fotowoltaicznej) spowoduje obniżenie kosztów ogrzewania oraz zmniejszy znacząco emisję CO ₂ do atmosfery.
System przygotowania ciepłej wody użytkowej	Wymiana kotła gazowego na pompę ciepła.	Wymiana kotła gazowego na pompę ciepła (zasilaną częściowo z instalacji fotowoltaicznej) spowoduje obniżenie kosztów ogrzewania oraz zmniejszy znacząco emisję CO ₂ do atmosfery.
Podłoga w gruncie	Nie przewiduje się termomodernizacji.	Ze względu na trudności z wykonaniem izolacji (mała wysokość pomieszczeń piwnicy) oraz według decyzji inwestora, przegroda nie przeznaczona do termomodernizacji
Ściany zewnętrzne	Przyklejenie płyt ze styropianu do podłoża, zamocowanie łącznikami mechanicznymi, wykonanie warstwy szpachlowej zbrojonej siatką i tynku cienkowarstwowego.	Obecnie przegrody nie spełniają wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej.
Stropodach	Ocieplenie konstrukcji warstwą termoizolacyjną (np. styropian) grubości co najmniej 20 cm.	Obecnie przegroda nie spełnia wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej.
Okna	Wymiana okien.	Obecnie okna nie spełniają wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej.
Drzwi zewnętrzne.	Wymiana drzwi.	Obecnie drzwi nie spełniają wymagań w zakresie izolacyjności cieplnej.

6. WYBÓR OPTYMALNYCH ULEPSZEŃ

6.1. Optymalizacja przegród wielowarstwowych

Ściany zewnętrzne (elewacje) budynku

Dobór optymalnej grubości materiału izolacyjnego dla grupy przegród.

Powierzchnia do obliczeń strat ciepła	731,78 [m ²]
Rzeczywista powierzchnia do docieplenia	731,78 [m ²]
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna	20 [°C]
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	- 16 [°C]
Liczba stopniodni	3605
Opis sposobu wykonania termomodernizacji przegrody	przyklejenie płyt styropianu do podłoża, zamocowanie łącznikami mechanicznymi, wykonanie warstwy szpachlowej zbrojonej siatką i tynku cienkowarstwowego
Materiał izolacyjny	styropian Fasada 031 Grafit
Współczynnik przewodzenia ciepła	0,031 [W/mK]
Wybrana grubość dodatkowej warstwy materiału izolacyjnego	0,15 [m]
Cena 1 m ³ materiału izolacyjnego	493,00 [zł/m ³]

Dokumentacja obliczeń liczby stopniodni

	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
T _i	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
T _{e,m}	1,1	-0,2	4,0	7,8	12,7	17,0
L _m	31	28	31	30	20	0
S _{d,m}	585,9	565,6	496,0	366,0	146,00	0
	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
T _i	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
T _{e,m}	19,2	18,8	13,9	8,0	4,9	2,0
L _m	0	0	10	31	30	31
S _{d,m}	0	0	61,0	372,0	453,0	558,0

Szczegółowe koszty 1 m² docieplenia grupy przegród dla wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Koszt robocizny	94,34 [zł/m ²]
Koszt 1 m ² materiału izolacyjnego	73,95 [zł/m ²]
Koszt dodatkowy	20,00 [zł/m ²]
Koszt sprzętu	20,00 [zł/m ²]
Łączny koszt 1 m ² docieplenia	208,29 [zł/m ²]
Podstawy przyjęcia wyceny	analiza cen rynkowych

Wyniki obliczeń

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
d	[m]	-	0,10	0,15	0,20
ΔR	[(m ² K)/W]	-	3,23	4,84	6,45
R	[(m ² K)/W]	0,64	3,87	5,48	7,09
U	[W/(m ² K)]	1,56	0,26	0,18	0,14
Q	[GJ]	356,14	58,90	41,59	32,15
q	[MW]	0,0411	0,0068	0,0048	0,0037
ΔQ	[zł/rok]	-	11 828,67	12 517,52	12 893,18
N	[zł]	-	134 384,07	152 422,46	170 460,83
SPBT	[lata]	-	11,36	12,18	13,22

Wybrany wariant

SPBT	12,18 [lata]
Numer wybranego wariantu	2
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego	12 517,52 [zł/rok]
Całkowity koszt wykonania ulepszenia	152 422,46 [zł]
Uzasadnienie	Wybrany wariant jako jeden z dwóch spełnia warunek odnośnie maksymalnego współczynnika przenikania ciepła. Z dwóch dopuszczalnych wariantów ma niższą wartość SPBT.
Uwagi audytora	Wykonać zgodnie z instrukcją dostawcy systemu dociepleniowego.

Stropodach

Dobór optymalnej grubości materiału izolacyjnego dla przegrody.

Powierzchnia do obliczeń strat ciepła	315,00 [m ²]
Rzeczywista powierzchnia do docieplenia	315,00 [m ²]
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna	20 [°C]
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	- 16 [°C]
Liczba stopniodni	3605
Opis sposobu wykonania termomodernizacji przegrody	wykonanie termoizolacji z uwzględnieniem montażu na dachu instalacji fotowoltaicznej
Materiał izolacyjny	styropian Strop 031 Grafit
Współczynnik przewodzenia ciepła	0,031 [W/mK]
Wybrana grubość dodatkowej warstwy materiału izolacyjnego	0,20 [m]
Cena 1 m ³ materiału izolacyjnego	493,00 [zł/m ³]

Dokumentacja obliczeń liczby stopniodni

	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
T _i	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
T _{e,m}	1,1	-0,2	4,0	7,8	12,7	17,0
L _m	31	28	31	30	20	0
S _{d,m}	585,9	565,6	496,0	366,0	146,00	0
	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
T _i	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
T _{e,m}	19,2	18,8	13,9	8,0	4,9	2,0
L _m	0	0	10	31	30	31
S _{d,m}	0	0	61,0	372,0	453,0	558,0

Szczegółowe koszty 1 m² docieplenia grupy przegród dla wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Koszt robocizny	94,34 [zł/m ²]
Koszt 1 m ² materiału izolacyjnego	98,60 [zł/m ²]
Koszt dodatkowy	20,00 [zł/m ²]
Koszt sprzętu	20,00 [zł/m ²]
Łączny koszt 1 m ² docieplenia	232,94 [zł/m ²]
Podstawy przyjęcia wyceny	analiza cen rynkowych

Wyniki obliczeń

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
d	[m]	-	0,10	0,15	0,20
ΔR	[(m ² K)/W]	-	3,23	4,84	6,45
R	[(m ² K)/W]	0,33	3,56	5,17	6,78
U	[W/(m ² K)]	3,02	0,28	0,19	0,15
Q	[GJ]	297,30	27,56	18,98	14,47
q	[MW]	0,0342	0,0032	0,0022	0,0017
ΔQ	[zł/rok]	-	10 734,30	11 075,74	11 522,22
N	[zł]	-	57 846,60	65 611,35	73 376,10
SPBT	[lata]	-	5,39	5,92	6,37

Wybrany wariant

SPBT	6,37 [lata]
Numer wybranego wariantu	3
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego	11 522,22 [zł/rok]
Całkowity koszt wykonania ulepszenia	73 376,10 [zł]
Uzasadnienie	Wybrany wariant jako jedyny spełnia warunek odnośnie maksymalnego współczynnika przenikania ciepła.
Uwagi audytora	Wykonać zgodnie z instrukcją dostawcy systemu dociepleniowego.

Okna i drzwi zewnętrzne

Dobór optymalnego współczynnika U okien i drzwi.

Powierzchnia do obliczeń strat ciepła	114,26 [m ²]
Rzeczywista powierzchnia do docieplenia	114,26 [m ²]
Obliczeniowa temperatura wewnętrzna	20 [°C]
Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	- 16 [°C]
Liczba stopniodni	3605
Opis sposobu wykonania termomodernizacji przegrody	wymiana stolarki okiennej

Dokumentacja obliczeń liczby stopniodni

	styczeń	luty	marzec	kwiecień	maj	czerwiec
T _i	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
T _{e_m}	1,1	-0,2	4,0	7,8	12,7	17,0
L _m	31	28	31	30	20	0
Sd _m	585,9	565,6	496,0	366,0	146,00	0
	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień
T _i	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
T _{e_m}	19,2	18,8	13,9	8,0	4,9	2,0
L _m	0	0	10	31	30	31
Sd _m	0	0	61,0	372,0	453,0	558,0

Wyniki obliczeń

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
U	[W/(m ² K)]	2,60	1,10	0,90	0,75
Q	[GJ]	93,66	39,11	32,06	26,76
q	[MW]	0,0108	0,0045	0,0037	0,0031
ΔQ	[zł/rok]	-	2 170,82	2 451,37	2 662,29
N	[zł]	-	89 122,80	111 974,80	159 964,00
SPBT	[lata]	-	41,05	45,68	60,09

Wybrany wariant

SPBT	45,68 [lata]
Numer wybranego wariantu	2
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego	2 451,37 [zł/rok]
Całkowity koszt wykonania ulepszenia	111 974,80 [zł]
Uzasadnienie	Wybrany wariant jako jeden z dwóch spełnia warunek odnośnie maksymalnego współczynnika przenikania ciepła. Z dwóch dopuszczalnych wariantów ma niższą wartość SPBT.
Uwagi audytora	Wykonać z dbałością o brak mostków termicznych

6.2. Optymalizacja ulepszeń instalacji c.o.

Modernizacja systemu c.o. z wymianą źródła ciepła i montażem instalacji fotowoltaicznej

Opis usprawnienia	Modernizacja systemu c.o. wraz z wymianą źródła ciepła i montażem instalacji fotowoltaicznej
Opis modernizacji źródła ciepła	Wymiana kotła gazowego na pompę ciepła zasilaną częściowo z instalacji fotowoltaicznej
Opis modernizacji przesyłania ciepła	Wymiana przewodów i armatury z zastosowaniem przewodów i armatury zaizolowanych
Opis modernizacji regulacji i wykorzystania ciepła	Wymiana grzejników oraz założenie zaworów termostatycznych z funkcją adaptacyjną i optymalizacyjną
Wariant polegający na poprawie sprawności systemu ogrzewania:	tak
Obliczenia dla proponowanego ulepszenia	
Nośnik energii końcowej	Energia elektryczna/energia słoneczna
Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło [%]	100
Udział systemu w zapotrzebowaniu na moc [%]	100
Sprawność wytworzenia ciepła	4,50
Sprawność przesyłu ciepła	0,96
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	0,93
Sprawność akumulacji ciepła	0,95
Całkowita sprawność systemu c.o.	3,82
Wyniki obliczeń dla ulepszenia	
Zapotrzebowanie na ciepło przed modernizacją [GJ]	1 101,87
Zapotrzebowanie na moc przed modernizacją [MW]	0,03613
Zapotrzebowanie na ciepło po modernizacji [GJ]	142,71
Zapotrzebowanie na moc po modernizacji [MW]	0,02421
Planowany koszt ulepszenia [zł]	316 000,00
Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	39 884,00
SPBT [lata]	4,16

Wybrany wariant

SPBT [lata]	7,92
Roczne oszczędności kosztów wynikające z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego [zł/rok]	39 884,00
Całkowity koszt wykonania ulepszenia [zł]	316 000,00
Uwagi audytora	
Usprawnienie zgodnie z wytycznymi inwestora. Zamiana nośnika energii wpływa na ograniczenie kosztów, poprawę sprawności i ograniczenie zużycia energii końcowej.	

7. WYBRANE I ZOPTYMALIZOWANE ULEPSZENIA TERMOMODERNIZACYJNE ZMIERZĄCE DO ZMNIEJSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO W WYNIKU ZMNIEJSZENIA STRAT PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE ORAZ WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH DOTYCZĄCYCH MODERNIZACJI SYSTEMU CENTRALNEGO OGRZEWANIA, USZEREGOWANE WEDŁUG ROSNĄCEJ WARTOŚCI SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	Wykonanie termoizolacji stropodachu z uwzględnieniem montażu na dachu instalacji fotowoltaicznej	73 376,10	6,37
2.	Modernizacja systemu c.o. wraz z wymianą źródła ciepła	316 000,00	7,92
3.	Ocieplenie ścian zewnętrznych (elewacji) polegające na przyklejeniu płyt styropianu do podłoża, zamocowanie łącznikami mechanicznymi, wykonanie warstwy szpachlowej zbrojonej siatką i tynku cienkowarstwowego	152 422,46	12,18
4.	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	111 974,80	45,68

RODZAJE ULEPSZEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH SKŁADAJĄCE SIĘ NA OPTYMALNY WARIANT PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO POPRAWIAJĄCY SPRAWNOŚĆ CIEPLNĄ SYSTEMU GRZEWczego

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych	Wartości sprawności składowych oraz współczynników w
Wytwarzanie ciepła: Montaż pompy ciepła	$\eta_g = 4,50$
Przesyłanie ciepła: Wymiana przewodów i armatury z zastosowaniem przewodów i armatury zaizolowanych	$\eta_d = 0,96$
Regulacja systemu grzewczego: Wymiana grzejników. Montaż zaworów termostatycznych z funkcją adaptacyjną i optymalizacyjną.	$\eta_e = 0,93$
Akumulacja ciepła: Montaż bufora do pompy ciepła	$\eta_s = 0,95$
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia: Przerwy w ogrzewaniu pozostają, wynikające z ustawień sterowania pompy.	$w_t = 1,00$
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w ciągu doby: Przerwy w ogrzewaniu pozostają, wynikające z ustawień sterowania pompy.	$w_d = 0,95$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 3,82$

8. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Minimalna kwota kredytu [zł]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1.	Wariant optymalizacyjny 1 – wybrany do realizacji	653 773,36	66 375,11	99,25	-	-
2.	Wariant optymalizacyjny 2	316 000,00	39 884	93,52	-	-
3.	Wariant optymalizacyjny 3	152 422,46	12 517,52	35,15	-	-
4.	Wariant optymalizacyjny 4	225 798,56	24 039,74	84,01	-	-
5.	Wariant optymalizacyjny 5	337 773,36	26 491,11	88,74	-	-

Wybrany do realizacji wariant optymalizacyjny:

Do realizacji wybrano **wariant optymalizacyjny nr 1**
Planowany koszt wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi **653 773 zł**

8.2. Dokumentacja wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant optymalizacyjny 1 - wybrany do realizacji

Lp.	Ulepszany element	Nazwa ulepszenia	SPBT [lata]
1.	Stropodach	Wykonanie termoizolacji stropodachu z uwzględnieniem montażu na dachu instalacji fotowoltaicznej	6,37
2.	System ogrzewania	Modernizacja systemu c.o. wraz z wymianą źródła ciepła oraz montażem instalacji fotowoltaicznej	7,92
3.	Ściany zewnętrzne (elewacje) budynku	Ocieplenie ścian zewnętrznych (elewacji) polegające na przyklejeniu płyt styropianu do podłoża, zamocowanie łącznikami mechanicznymi, wykonanie warstwy szpachlowej zbrojonej siatką i tynku cienkowarstwowego	12,18
4.	Okna i drzwi zewnętrzne	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	45,68
Charakterystyka energetyczna budynku po zastosowaniu wariantu:			
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]			33,18
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]			1,87
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			44,85
Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]			11,75
Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]			4,73
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]			18,13
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]			4,75
Wskaźnik EP rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla całego budynku [kWh/(m ² rok)]			23,88

9. OPIS WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

Lp.	Rodzaj robót	Ilość robót	Cena jednostkowa [zł]	Koszt robót [zł]
1.	Modernizacja systemu c.o. wraz z wymianą źródła ciepła oraz montażem instalacji fotowoltaicznej	1,00	316 000,00	316 000,00
2.	Ściany zewnętrzne (elewacje) budynku - styropian ($\lambda = 0,031$ [W/(m·K)]) o grubości: 0,15 [m]	731,78 [m ²]	208,29 [zł/m ²]	152 422,46
3.	Stropodach - styropian ($\lambda = 0,031$ [W/(m·K)]) o grubości: 0,20 [m]	315,00 [m ²]	232,94 [zł/m ²]	73 376,10
4.	Okna i drzwi zewnętrzne $U \leq 0,90$ [W/(m ² ·K)]	114,26 [m ²]	980,00 [zł/m ²]	111 974,80

Załącznik nr 1 – Charakterystyka energetyczna budynku po termomodernizacji.

Zapotrzebowanie energii na ogrzewanie i wentylację:

Instalacja centralnego ogrzewania, w której źródłem ciepła będzie pompa ciepła zasilana częściowo z instalacji fotowoltaicznej.

Zyski ciepła wewnętrzne	20581,97 [kWh/rok]
Zyski ciepła od nasłonecznienia	29817,65 [kWh/rok]
Zyski ciepła razem	50399,63 [kWh/rok]
Straty ciepła przez przenikanie	32365,62 [kWh/rok]
Straty ciepła przez wentylację	17086,09 [kWh/rok]
Straty ciepła razem	49451,72 [kWh/rok]
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzewanie i wentylację	12459,06 [kWh/rok]
Całkowita sprawność układu centralnego ogrzewania	3,82
Zapotrzebowanie energii końcowej na ogrzewanie i wentylację	3264,34 [kWh/rok]
Średni współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	1,50
Zapotrzebowanie energii pierwotnej na ogrzewanie i wentylację (razem z energią urządzeń pomocniczych)	5623,41 [kWh/rok]

Zapotrzebowanie energii na podgrzanie ciepłej wody użytkowej:

Instalacja dostarczania ciepłej wody użytkowej, w której źródłem ciepła będzie pompa ciepła zasilana częściowo z instalacji fotowoltaicznej.

Zapotrzebowanie na ciepło na ciepłą wodę użytkową	2861,72 [kWh/rok]
Całkowita sprawność układu dostarczania cwu	2,18
Zapotrzebowanie energii końcowej na podgrzanie cwu	1315,13 [kWh/rok]
Średni współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	1,50
Zapotrzebowanie energii pierwotnej na podgrzanie c.w.u. (razem z energią urządzeń pomocniczych)	2213,55 [kWh/rok]

Podział zapotrzebowania na energię:**Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową:**

	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/m ² *rok]	18,13	4,16	8,32	30,61
Udział [%]	59	14	27	100

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową:

	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/m ² *rok]	4,75	1,91	8,35	15,01
Udział [%]	32	13	55	100

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną:

	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/m ² *rok]	8,18	3,22	12,48	23,88
Udział [%]	34	14	52	100

$$EP = 23,88 \text{ [kWh/m}^2\text{*rok]}$$

Załącznik nr 2 – Efekt ekologiczny

Zanieczyszczenie	Jednostka	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
Pył PM 10	t/rok	0,550935	0,280160
Pył PM 2,5	t/rok	0,550935	0,271920
CO ₂	t/rok	61,032579	0,770770