



AUDYT ENERGETYCZNY

4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ
we Wrocławiu – Budynek nr 2



Adres budynku:

ul. R. Weigla 5
50-981 Wrocław

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

Wrocław, 30.07.2017



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej	Rok budowy	lata 30-te XX w.
Inwestor	4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ kompleks 2857	Adres budynku	ul. R. Weigla 5 50-981 Wrocław
NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław Regon: 361807384			
IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Hirszfelda 43/5, 55-220 Jelcz-Laskowice, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Igor Kwiatkowski – inwentaryzacja obiektu, wykonanie obliczeń w programie AUDYTOR OZC, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 30.07.2017 r.	
SPIS TREŚCI:			



Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2. Karta audytu energetycznego budynku	4
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	8
Dokumentacja projektowa	8
Inne dokumenty	8
Wizja lokalna	8
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora	8
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	8
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego	9
Przegrody zewnętrzne	14
Okna i drzwi	17
Charakterystyka systemu ogrzewania	17
Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	18
Charakterystyka systemu wentylacji	18
Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy	19
5. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	20
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	21
Wariant wykonania kolektorów słonecznych, zasilających system cwu	33
Wariant wymiany instalacji centralnego ogrzewania oraz grzejników	34
Zestawienie optymalnych grup usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji)	37
6. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego	38
Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych	38
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	38
Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	39
Optymalny wariant termomodernizacyjny	40
Optymalny wariant termomodernizacyjny	41
7. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego	42
Opis wykonanych robót	42
Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji	43
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu	44
8. Załączniki do audytu	45



2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
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]	7 087,0	7 087,0
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	2 337,1	2 337,1
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,0	0,0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 337,1	2 337,1
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	200	200
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie – węzeł cieplny	centralnie – węzeł cieplny
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie – węzeł cieplny	centralnie – węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,32	0,32
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	D1 – stropodach wentylowany	0,831	0,148
2.	PG1 – podłoga w piwnicy	0,295	0,295
3.	SW – ściana wewnętrzna między budynkiem a łącznikiem	1,207	1,207
4.	SZ1 – ściana zewnętrzna piwnicy (do wysokości pokrycia z piaskowca)	1,249	0,200
5.	SZ2 – ściana zewnętrzna I i II piętra	1,355	0,190
6.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie (piwnica)	0,769	0,167
7.	DZ1 – drzwi zewnętrzne metalowe	3,200	1,300
8.	DZ2 – drzwi zewnętrzne drewniane	3,000	1,300



9.	DZ3 – drzwi zewnętrzne PVC	1,800	1,300
10.	OK1 – okna zewnętrzne drewniane	3,000	0,900
11.	OK2 – okna zewnętrzne PVC	1,800	0,900
12.	OK3 – luksfery	4,000	0,900
13.	OK4 – okna w stalowej ramie	3,200	0,900
SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWczego		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,60	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,80	0,80
CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji	Naturalna grawitacyjna / mechaniczna	Naturalna grawitacyjna / mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały wentylacyjne	okna/kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m³/h]	10 630,5	10 630,5
4.	Liczba wymian [l/h]	1,5	1,5



CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	221,00	122,00
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	65,00	65,00
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 273,17	422,57
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 845,17	509,12
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	950,42	757,30 (+ 72,64 z kolektorów)
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak zmierzonego zużycia ciepła, z jednego węzła zasilanych jest kilka obiektów	-
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]	147,04	50,22
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² *rok]	219,31	60,51
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	10
OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	55,21	55,21
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	9 129,88	9 129,88
3.	Opłata za podgrzanie 1m ³ cwu [zł]	23,66	23,66
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	9 129,88	9 129,88
5.	Opłata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	43,59	12,03
6.	Inne – opłata abonamentowa [zł]	brak	brak



CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
Planowana suma kredytu [zł]	1 471 918	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	54,70
Planowane koszty całkowite	1 731 668	Premia termomodernizacyjna [zł]	171 024
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		85 512	

*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

***) opłata stała związana z dystrybucją i przesyłem energii



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

Dokumentacja projektowa

- Dokumentacja techniczna obiektu

Inne dokumenty

- Ustawa z dnia 21 listopada o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Opinia konserwatora zabytków, dotycząca możliwości wykonania usprawnień termomodernizacyjnych
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 6.9

Wizja lokalna

- 29.05.2017

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

- zmniejszenie kosztów ogrzewania obiektu poprzez docieplenie przegród zewnętrznych,
- wymiana okien i drzwi
- wymiana instalacji c.o.

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

- Wkład własny w wysokości maksymalnie 270 000 zł



4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku, ocena aktualnego stanu technicznego

Obiekt wzniesiony w latach 30-tych. W latach siedemdziesiątych dobudowano dwukondygnacyjną część z dodatkową klatką schodową. W 2014 r. dobudowano od strony wschodniej łącznik między budynkiem Nr2 i budynkiem Nr 1. Budynek wolnostojący podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej. Na poziomie niskiego parteru od zewnątrz okładzina z piaskowca, od wewnątrz tynkowane. Na poziomie I i II piętra tynkowane obustronnie. Izolacja przeciwwilgociowa ścian przy gruncie w złym stanie technicznym. Stropodach żelbetowy, wentylowany, kryty papą. Stolarka okienna w większości wymieniona na PVC o parametrach nie odpowiadających obowiązującym Warunkom Technicznym. Pozostała stolarka drewniana i metalowa o złym stanie technicznym. Stolarka drzwiowa metalowa, drewniana i PVC, w większości o złym stanie technicznym i nie spełniająca obowiązujących warunków technicznych. Wentylacja w większości grawitacyjna, na części oddziałów mechaniczna z klimatyzacją. Instalacja centralnego ogrzewania nieizolowana, częściowo wymieniona, zasilana z węzła ciepłego zlokalizowanego w budynku. Instalacja ciepłej wody użytkowej nieizolowana (zaizolowana w obrębie pomieszczenia węzła ciepłego) zasilana z węzła ciepłego zlokalizowanego w budynku Nr 1.













Przegrody zewnętrzne

1) D1 – stropodach wentylowany

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
PAPA – ASF	Papa asfaltowa	0,010	0,180	1 000	0,056
PAPA – ASF	Papa asfaltowa	0,010	0,180	1 000	0,056
PAPA – ASF	Papa asfaltowa	0,010	0,180	1 000	0,056
TYNK – CEM	Tynk lub gładź cementowa	0,030	1,000	2 000	0,030
ŻELBET	żelbet	0,050	1,700	2 500	0,029
WAR. POW	Warstwa powietrza wentylowana	0,450	-	-	0,160
WEŁNA	Płyty z wełny mineralnej	0,030	0,042	130	0,714
STR – DZ3	Strop gęstożebrowy z wypeł. pustak	0,310	-	1 400	0,290

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,100	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,194
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,090	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,837



2) PG1 – podłoga w piwnicy

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
LASTRIKO	Lastriko	0,040	0,720	1 600	0,056
TYNK – CEM	Tynk lub gładź cementowa	0,030	1,000	2 000	0,030
BET – CHUDY	Podkład z betonu chudego	0,200	1,050	1 900	0,190
PIASEK-ŚR	Piasek średni	0,500	0,400	1 650	1,250

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	1,866	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	3,392
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]		Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,295

3) SZ1 – ściana zewnętrzna piwnicy (do wysokości pokrycia z piaskowca)

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA – PEŁ	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapr	0,460	0,770	1 800	0,597
PIASKOWIEC	Piaskowiec	0,020	2,200	2 400	0,009

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,801
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,249

4) SZ2 – ściana zewnętrzna I i II piętra

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA – PEŁ	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,400	0,770	1 800	0,519
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,130	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	0,738
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]	0,040	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	1,355



5) SZPG1– ściana zewnętrzna przy gruncie (piwnica)

Symbol	Opis materiału	d [m]	λ [W/(mK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
TYNK – CW	Tynk lub gładź cementowo – wapienna	0,020	0,820	1 850	0,024
CEGLA – PEŁ	Mur z cegły ceram. pełnej na zaprawie	0,460	0,770	1 800	0,597

Opór przejmowania wewnątrz [m ² ·K/W]	0,679	Suma oporów przejmowania i przewodzenia [m ² ·K/W]	1,301
Opór przejmowania na zewnątrz [m ² ·K/W]		Współczynnik przenikania ciepła U [W/m ² ·K]	0,769

Większość przegród zewnętrznych nie spełnia wymogów obowiązujących od 2017 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Maksymalne dopuszczalne współczynniki $U_{\max}$ [W/m²·K] zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm):

Rodzaj przegrody	Aktualnie obowiązujące współczynniki (od 01.01.2017 roku)	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2021 roku
ściany zewnętrzne przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,230	0,200
dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,180	0,150
podłogi na gruncie przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,300	0,300
okna (z wyjątkiem połaciowych) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,100	0,900
drzwi w przegrodach zewnętrznych	1,500	1,300



Okna i drzwi

Okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm), przez co generowane są straty ciepła.

Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Dane	Wartość
1.	Sprawność całkowita systemu ogrzewania	0,69
2.	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu	1 273,17
3.	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	1 845,17
4.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne wodne
5.	Parametry pracy	90/60
6.	Przewody w instalacji	instalacja z rur stalowych
7.	Rodzaje grzejników	Płytowe/ żeberkowe
8.	Oslonięcie grzejników	brak
9.	Zawory termostatyczne	zamontowane
10.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24

Instalacja zasilana z węzła cieplnego. Stan instalacji dobry, stan węzła dobry. Rozprowadzenie czynnika grzewczego rurami stalowymi częściowo zaizolowanymi (w obrębie węzła). Instalacja modernizowana po 1984 r. (wymieniono część grzejników – około 10% spośród całości).



Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji	Instalacja centralnego przygotowania. Źródłem jest węzeł cieplny.
2.	Sprawność całkowita systemu ciepłej wody użytkowej	0,44
3.	Zapotrzebowanie na ciepło do instalacji ciepłej wody użytkowej bez uwzględnienia sprawności systemu	418,19
4.	Zapotrzebowanie na ciepło do instalacji ciepłej wody użytkowej z uwzględnieniem sprawności systemu	950,42

Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna/ częściowo mechaniczna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	10 630,5

Wentylacja pomieszczeń realizowana w większości grawitacyjnie, na oddziale onkologicznym mechanicznie, poprzez kratki i kanały wentylacyjne oraz nieszczelności w drzwiach i oknach.



Końcowa ocena stanu istniejącego budynku oraz możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości poprawy
1.	Źródło ciepła: węzeł cieplny	brak zmian
2.	Przegrody zewnętrzne: - nie spełniają aktualnych wymogów - generowane straty ciepła	docieplenie przegród zewnętrznych i stropodachu wentylowanego
3.	Okna i drzwi: - nie spełniają aktualnych wymogów - generowane straty ciepła	wymiana okien i drzwi
4.	Instalacja ciepłej wody użytkowej: - instalacja zasilana z węzła cieplnego	izolacja instalacji c.w.u.
5.	System grzewczy - grzejniki płytowe/ żeberkowe - instalacja zasilana z węzła cieplnego	wymiana instalacji z grzejnikami oraz wprowadzenie automatyki systemu



5. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna – 20,3°C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna – 18°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień*K/rok

Ustalenie liczby stopniodni S_d :			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:	Wrocław		
obliczeniowa temperatura wewnętrzna t_{wo} :	20,3°C		
MIESIĄC	$t_e(m)$	$L_d(m)$	S_d
styczeń	-0,4	31	642
luty	-0,7	28	588
marzec	2,8	31	543
kwiecień	7,3	30	390
maj	12,7	10	76
czerwiec	17,3	0	0
lipiec	16,0	0	0
sierpień	17,8	0	0
wrzesień	13,4	5	35
październik	8,9	31	353
listopad	3,8	30	495
grudzień	-1,1	31	663
		$S_d =$	3 785



Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) D1 – stropodach wentylowany

Przegroda nr	1	Nazwa:	stropodach		
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A=	1063,0	m ²
	Powierzchnia do kosztów ogrzewania		A _o =	1116,2	m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} =	20,3	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} =	-18	°C
	Liczba stopniociepno dla przegrody		S _d =	3 785	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:					
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	9 129,88 zł/MW*m-c	O _{z0} =	55,21 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c
O _{m1} =	9 129,88 zł/MW*m-c	O _{z1} =	55,21 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,524	W/m ² K
Przewiduje się ogrzewanie przegrody z użyciem	granulat styropianowy	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,043	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	22,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	23,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	24,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	25,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	22,0	23,0	24,0	25,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	5,12	5,35	5,58	5,81
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	1,195	6,315	6,545	6,775	7,005
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	290,9	55,0	53,1	51,3	49,6
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0341	0,0064	0,0062	0,0060	0,0058
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	16 059 zł	16 186 zł	16 307 zł	16 423 zł
7	Koszt jednostkowy ogrzewania	zł/m ²		214,0*	217,0*	220,0*	223,0*
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		238 867 zł	242 215 zł	245 564 zł	248 913 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		14,87	14,96	15,06	15,16
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,837	0,158	0,153	0,148	0,143

*w koszt jednostkowy wliczono również wymianę papy termozgrzewalnej, która aktualnie znajduje się w złym stanie technicznym i jest nieszczelna, co grozi zawilgoceniem i zniszczeniem granulatu styropianowego w czasie obfitych opadów deszczu

Wybrano ogrzewanie poprzez wtłoczenie w istniejącą pustkę powietrzną granulatu styropianowego o grubości **24 cm. Jest to minimalna grubość ogrzewania**, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).



2) SZ1 – ściana zewnętrzna niski parter (do końca wysokości piaskowców)

Przegroda nr 2			Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A=	281,6	m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	295,7	m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20,3	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			S _d =	3 785	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	9 129,88	zł/MW*m-c	O _{z0} =	55,21	zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/m-c
O _{m1} =	9 129,88	zł/MW*m-c	O _{z1} =	55,21	zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,249	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem	płyty Multipor	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,043	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	16,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	18,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	20,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	14,0	16,0	18,0	20,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	3,26	3,72	4,19	4,65
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,801	4,061	4,521	4,991	5,451
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	115,0	22,7	20,4	18,5	16,9
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0135	0,0027	0,0024	0,0022	0,0020
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	6 279 zł	6 439 zł	6 566 zł	6 676 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		326,0	365,0	404,0	443,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		96 398 zł	107 931 zł	119 463 zł	130 995 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		15,35	16,76	18,19	19,62
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,249	0,246	0,221	0,200	0,183

Wybrano ocieplenie od środka płytami Multipor o grubości **18 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia**, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).



3) SZ2 – ściana zewnętrzna I i II piętra

Przegroda nr 3			Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A=	985,6	m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	1034,9	m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20,3	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			S _d =	3 785	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	9 129,88	zł/MW*m-c	O _{z0} =	55,21	zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/m-c
O _{m1} =	9 129,88	zł/MW*m-c	O _{z1} =	55,21	zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	1,355	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem	styropian grafitowy	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,031	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	12,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	13,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	15,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	13,0	14,0	15,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	3,87	4,19	4,52	4,84
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,738	4,608	4,928	5,258	5,578
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	436,7	69,9	65,4	61,3	57,8
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0511	0,0082	0,0077	0,0072	0,0068
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	24 951 zł	25 254 zł	25 535 zł	25 773 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		126,0	130,0*	134,0*	138,0*
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		130 397 zł	134 537 zł	138 677 zł	142 816 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		5,23	5,33	5,43	5,54
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)		0,217	0,203	0,190	0,179

*w koszt jednostkowy wliczono również naprawę istniejących ubytków oraz obróbkę okien, demontaż i ponowny montaż rynien oraz wszystkie niezbędne prace pomocnicze

Wybrano ocieplenie styropianem grafitowym o grubości **14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia**, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2017 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).



4) SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie (piwnica)

Przegroda nr 4			Nazwa:		ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A=	206,3	m²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	216,6	m²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20,3	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			S _d =	3 785	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	9 129,88	zł/MW*m-c	O _{z0} =	55,21	zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/m-c
O _{m1} =	9 129,88	zł/MW*m-c	O _{z1} =	55,21	zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:	0,769	W/m ² K
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem	płyty Multipor	
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =	0,043	W/m*K
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o	14,0	cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o	16,0	cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o	18,0	cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o	20,0	cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	14,0	16,0	18,0	20,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	3,26	3,72	4,19	4,65
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	1,790	5,050	5,510	5,980	6,440
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	37,7	13,4	12,2	11,3	10,5
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0044	0,0016	0,0014	0,0013	0,0012
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 648 zł	1 737 zł	1 797 zł	1 852 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		426,0*	465,0*	504,0*	543,0*
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		92 272 zł	100 719 zł	109 166 zł	117 614 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		55,99	57,98	60,75	63,51
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,769	0,198	0,181	0,167	0,155

*w koszt jednostkowy ocieplenia wliczono dodatkowo wykonanie izolacji przeciwwilgociowej od zewnątrz ze względu na zły stan techniczny przegrody

Wybrano ocieplenie od wewnątrz płytami Multipor o grubości **18 cm** ze względu na konieczność ocieplenia przegrody taką samą grubością materiału jak SZ1 – ściana zewnętrzna niskiego parteru. Przy tej grubości ocieplenia przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Ocieplenie powyższej przegrody jest istotne ze względu na zły stan techniczny ścian w piwnicy.



5) OK1– okna zewnętrzne drewniane

Okna						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	10630,5	m³/h
	Współczynnik U			U =	3,0	W/m²K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20,3	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 785	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
O _{m0} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z0} = 55,21 zł/GJ		A _{b0} = 0,00 zł/m-c		
O _{m1} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z1} = 55,21 zł/GJ		A _{b1} = 0,00 zł/m-c		
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:				U _{ok}	1,0	W/m²K
Wariant 2:				U _{ok}	0,9	W/m²K
Wariant 3:				U _{ok}	0,8	W/m²K
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia okien	m²			21,5	
2	Współczynnik przenikania	W/(m²·K)	3,0	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C _r	1,1	1,0	1,0	1,0
		C _m	1,1	1,0	1,0	1,0
		C _w	1,0	1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U	GJ/a	21,1	7,0	6,3	5,6
5	2.94*10 ⁻⁵ *C _r *C _w *V _{nom} *Sd	GJ/a	1301,2	1183,0	1183,0	1183,0
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5	GJ/a	1322,3	1190,0	1189,3	1188,6
7	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{wo} -t _{zo})*U	MW	0,0025	0,0008	0,0007	0,0007
8	3,4*10 ⁻⁷ *C _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})	MW	0,1523	0,1384	0,1384	0,1384
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8	MW	0,1548	0,1392	0,1391	0,1391
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}	zł/rok		9 013	9 063	9 102
11	Cena jednostkowa wym.okien	zł/m²		1050*	1250*	1400*
12	Koszt wymiany okien N _{ok}	zł		22 575 zł	26 875 zł	30 100 zł
13	SPBT=(N _{ok} +N _w)/Σ(ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw})	-		2,50	2,97	3,31

*w koszt jednostkowy wliczono również obróbkę okien

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych okien w wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okna o współczynniku przenikania $U = 0,9$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu oraz wytycznych konserwatora zabytków.



6) OK2– okna zewnętrzne PVC

Okna							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	10630,5	m ³ /h	
	Współczynnik U			U =	1,8	W/m ² K	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20,3	°C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C	
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 785	dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
O _{m0} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z0} = 55,21 zł/GJ			A _{b0} = 0,00 zł/m-c		
O _{m1} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z1} = 55,21 zł/GJ			A _{b1} = 0,00 zł/m-c		
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:					U _{ok}	1,0	W/m ² K
Wariant 2:					U _{ok}	0,9	W/m ² K
Wariant 3:					U _{ok}	0,8	W/m ² K
Lp.	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia okien		m ²		248,8		
2	Współczynnik przenikania		W/(m ² ·K)	1,8	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C _r	-	1,05	1,0	1,0	1,0
		C _m	-	1,05	1,0	1,0	1,0
		C _w	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U		GJ/a	146,5	81,4	73,2	65,1
5	2.94*10 ⁻⁵ *C _r *C _w *V _{nom} *Sd		GJ/a	1242,1	1183,0	1183,0	1183,0
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5		GJ/a	1388,6	1264,4	1256,2	1248,1
7	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{wo} -t _{zo})*U		MW	0,0172	0,0095	0,0086	0,0076
8	3,4*10 ⁻⁷ *C _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})		MW	0,1454	0,1384	0,1384	0,1384
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8		MW	0,1626	0,1479	0,1470	0,1460
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}		zł/rok		8 468	9 019	9 576
11	Cena jednostkowa wym.okien		zł/m ²		1050*	1250*	1400*
12	Koszt wymiany okien N _{ok}		zł		261 240 zł	311 000 zł	348 320 zł
13	SPBT=(N _{ok} +N _w)/Σ(ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw})		-		30,85	34,48	36,37

*w koszt jednostkowy wliczono również obróbkę okien

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych okien w wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okna o współczynniku przenikania $U = 0,9$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu oraz wytycznych konserwatora zabytków.



7) OK3 – luksfery – wymiana 6m² na okna

Luksfery							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	10630,5	m³/h	
	Współczynnik U			U =	4,0	W/m²K	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20,3	°C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C	
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 785	dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament		
O _{m0} = 9 129,88 zł/MW*m-c			O _{z0} = 55,21 zł/GJ		A _{b0} = 0,00 zł/m-c		
O _{m1} = 9 129,88 zł/MW*m-c			O _{z1} = 55,21 zł/GJ		A _{b1} = 0,00 zł/m-c		
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:				U _{ok}	1,0	W/m²K	
Wariant 2:				U _{ok}	0,9	W/m²K	
Wariant 3:				U _{ok}	0,8	W/m²K	
Lp.	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia okien		m²		6		
2	Współczynnik przenikania		W/(m²·K)	4,0	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C _r	1,1	1,0	1,0	1,0	
		C _m	1,1	1,0	1,0	1,0	
		C _w	1,1	1,0	1,0	1,0	
4	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U		GJ/a	7,8	2,0	1,8	1,6
5	2.94*10 ⁻⁵ *C _r *C _w *V _{nom} *Sd		GJ/a	1431,4	1183,0	1183,0	1183,0
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5		GJ/a	1439,2	1185,0	1184,8	1184,6
7	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{wo} -t _{zo})*U		MW	0,0009	0,0002	0,0002	0,0002
8	3,4*10 ⁻⁷ *C _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})		MW	0,1523	0,1384	0,1384	0,1384
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8		MW	0,1532	0,1386	0,1386	0,1386
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}		zł/rok		15 634	15 645	15 656
11	Cena jednostkowa wym.okien		zł/m²		1050*	1250*	1400*
12	Koszt wymiany okien N _{ok}		zł		6 300 zł	7 500 zł	8 400 zł
13	SPBT=(N _{ok} +N _w)/Σ(ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw})		-		0,40	0,48	0,54

Zgodnie z wytycznymi konserwatora zabytków planuje się demontaż istniejących luksferów, a w ich miejsce wstawienie części ściany oraz wykonanie 3 okien o łącznej powierzchni 6 m².

*W koszt jednostkowy wliczono obróbkę nowych okien oraz niezbędne prace pomocnicze.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany luksferów wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okna o współczynniku przenikania U = 0,9 jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu oraz wytycznych konserwatora zabytków.



- 8) OK3 – luksfery - wybudowanie i ocieplenie ściany o powierzchni $6,5\text{m}^2$. Założono wykonanie ściany o identycznej konstrukcji jak SZ2, a co za tym idzie o współczynniku przenikania ciepła $1,355\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (bez ocieplenia styropianem).

Przegroda nr 8			Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła				A=	6,5 m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia				A _o =	6,8 m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				T _{wo} =	20,3 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				T _{zo} =	-18 °C
	Liczba stopniodni dla przegrody				S _d =	3 785 dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
O _{m0} =	9 129,88	zł/MW*m-c	O _{z0} =	55,21	zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/m-c
O _{m1} =	9 129,88	zł/MW*m-c	O _{z1} =	55,21	zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/m-c

Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:		1,355 $\text{W/m}^2\text{K}$
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem		styropian grafitowy
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji $\lambda =$		0,031 $\text{W/m}\cdot\text{K}$
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:		
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o		12,0 cm
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o		13,0 cm
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o		14,0 cm
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o		15,0 cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	12,0	13,0	14,0	15,0
2	zwiększenie oporu ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	-	3,87	4,19	4,52	4,84
3	opór cieplny przegrody R	$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	0,738	4,608	4,928	5,258	5,578
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	2,9	0,5	0,4	0,4	0,4
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - T_{z0})/R$	MW	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ_{ru}	zł/a	-	154 zł	160 zł	171 zł	171 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia	zł/m ²		326,0*	330,0*	334,0*	338,0*
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		2 217 zł	2 244 zł	2 271 zł	2 298 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		14,40	14,03	13,28	13,44
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,355	0,217	0,203	0,190	0,179

*Zgodnie z wytycznymi konserwatora zabytków planuje się demontaż istniejących luksferów, a w ich miejsce wstawienie części ściany. Jednostkowy koszt wymurowania ściany na wzór istniejącej wynosi 200 zł/m² + cena materiału izolacyjnego. W koszt jednostkowy wliczono także niezbędne prace pomocnicze (wykończeniowe).

Wybrano ocieplenie nowej wybudowanej ściany styropianem grafitowym o grubości **14 cm**. Jest to **minimalna grubość ocieplenia**, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od **1.01.2017 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).



9) OK4– okna zewnętrzne stalowa rama

Okna						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	10630,5	m³/h
	Współczynnik U			U =	3,2	W/m²K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20,3	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 785	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament		
O _{m0} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z0} = 55,21 zł/GJ		A _{b0} = 0,00 zł/m-c		
O _{m1} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z1} = 55,21 zł/GJ		A _{b1} = 0,00 zł/m-c		
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:				U _{ok}	1,0	W/m²K
Wariant 2:				U _{ok}	0,9	W/m²K
Wariant 3:				U _{ok}	0,8	W/m²K
Lp.	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia okien	m²			7,4	
2	Współczynnik przenikania	W/(m²·K)	3,2	1,0	0,9	0,8
3	Współczynniki korekcyjne	C _r	1,1	1,0	1,0	1,0
		C _m	1,1	1,0	1,0	1,0
		C _w	1,0	1,0	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U	GJ/a	7,7	2,4	2,2	1,9
5	2.94*10 ⁻⁵ *C _r *C _w *V _{nom} *Sd	GJ/a	1301,2	1183,0	1183,0	1183,0
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5	GJ/a	1308,9	1185,4	1185,2	1184,9
7	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{wo} -t _{zo})*U	MW	0,0009	0,0003	0,0003	0,0002
8	3,4*10 ⁻⁷ *C _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})	MW	0,1523	0,1384	0,1384	0,1384
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8	MW	0,1532	0,1387	0,1387	0,1386
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}	zł/rok		8 407	8 418	8 446
11	Cena jednostkowa wym.okien	zł/m²		1050*	1250*	1400*
12	Koszt wymiany okien N _{ok}	zł		7 770 zł	9 250 zł	10 360 zł
13	SPBT=(N _{ok} +N _w)/Σ(ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw})	-		0,92	1,10	1,23

*W koszt jednostkowy wliczono obróbkę nowych okien oraz niezbędne prace pomocnicze.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych okien w wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na okna o współczynniku przenikania $U = 0,9$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu oraz wytycznych konserwatora zabytków.



10) DRZ1 – drzwi zewnętrzne metalowe

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	10630,5	m ³ /h
	Współczynnik U			U =	3,2	W/m ² K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20,3	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 785	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z0} = 55,21 zł/GJ			A _{b0} = 0,00 zł/m-c	
O _{m1} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z1} = 55,21 zł/GJ			A _{b1} = 0,00 zł/m-c	
Warianty wymiany drzwi następujących współczynnikach przenikania:						
Wariant 1:					U _{drz}	1,4 W/m ² K
Wariant 2:					U _{drz}	1,3 W/m ² K
Wariant 3:					U _{drz}	1,2 W/m ² K
Lp	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty	
					1	2
1	Powierzchnia drzwi		m ²		20,7	
2	Współczynnik przenikania		W/(m ² *K)	3,2	1,4	1,3
3	Współczynniki korekcyjne	C _r		1,1	1,0	1,0
		C _m		1,1	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A _{drz} *U		GJ/a	21,7	9,5	8,8
5	2.94*10 ⁻⁵ *C _r *C _m *V _{nom} *S _d		GJ/a	1431,4	1183,0	1183,0
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5		GJ/a	1453,1	1192,5	1191,8
7	10 ⁻⁶ *A _{drz} *(t _{wo} -t _{zo})*U		MW	0,0025	0,0011	0,0010
8	3,4*10 ⁻⁷ *C _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})		MW	0,1523	0,1384	0,1384
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8		MW	0,1548	0,1395	0,1394
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}		zł/rok		16 064	16 114
11	Cena jednostkowa wym. drzwi		zł/m ²		1500*	1700*
12	Koszt wymiany drzwi N _{drz}		zł		31 050 zł	35 190 zł
13	SPBT=(N _{drz} +N _w)/Σ(ΔQ _{rdrz} + ΔQ _{rw})		-		1,93	2,18

*W koszt jednostkowy wliczono obróbkę nowych drzwi oraz niezbędne prace pomocnicze.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi w wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na drzwi o współczynniku przenikania $U = 1,3$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



11) DRZ2 – drzwi zewnętrzne drewniane

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego			V _{nom} =	10630,5	m³/h
	Współczynnik U			U =	3,0	W/m²K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20,3	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-18	°C
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 785	dzień *K/rok
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament	
O _{m0} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z0} = 55,21 zł/GJ			A _{b0} = 0,00 zł/m-c	
O _{m1} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z1} = 55,21 zł/GJ			A _{b1} = 0,00 zł/m-c	
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:					U _{drz}	1,4 W/m²K
Wariant 2:					U _{drz}	1,3 W/m²K
Wariant 3:					U _{drz}	1,2 W/m²K
Lp	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty	
					1	2
1	Powierzchnia drzwi		m²			11,3
2	Współczynnik przenikania		W/(m²*K)	3,0	1,4	1,3
3	Współczynniki korekcyjne	C _r		1,1	1,0	1,0
		C _m		1,1	1,0	1,0
4	8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A _{drz} *U		GJ/a	11,1	5,2	4,8
5	2.94*10 ⁻⁵ *C _r *C _m *V _{nom} *S _d		GJ/a	1431,4	1183,0	1183,0
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5		GJ/a	1442,5	1188,2	1187,8
7	10 ⁻⁶ *A _{drz} *(t _{wo} -t _{zo})*U		MW	0,0013	0,0006	0,0006
8	3,4*10 ⁻⁷ *C _m *V _{nom} *(t _{wo} -t _{zo})		MW	0,1523	0,1384	0,1384
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8		MW	0,1536	0,1390	0,1390
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}		zł/rok		15 639	15 662
11	Cena jednostkowa wym. drzwi		zł/m²		1500	1700
12	Koszt wymiany drzwi N _{drz}		zł		16 950 zł	19 210 zł
13	SPBT=(N _{drz} +N _w)/Σ(ΔQ _{rdrz} + ΔQ _{rw})		-		1,08	1,23

*W koszt jednostkowy wliczono obróbkę nowych drzwi oraz niezbędne prace pomocnicze.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi w wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na drzwi o współczynniku przenikania $U = 1,3$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



12) DRZ3 – drzwi zewnętrzne PVC

Drzwi							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	10630, 5	m ³ /h	
	Współczynnik U			U =	1,8	W/m ² K	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{w0} =	20,3	°C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{z0} =	-18	°C	
	Liczba stopniodni dla przegrody			Sd =	3 785	dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O _{m0} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z0} = 55,21 zł/GJ		A _{b0} = 0,00 zł/m-c			
O _{m1} = 9 129,88 zł/MW*m-c		O _{z1} = 55,21 zł/GJ		A _{b1} = 0,00 zł/m-c			
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:							
Wariant 1:				U _{drz}	1,4	W/m ² K	
Wariant 2:				U _{drz}	1,3	W/m ² K	
Wariant 3:				U _{drz}	1,2	W/m ² K	
Lp	Opis /wyszczególnienie		jednostki	stan istniejący	Warianty		
					1	2	3
1	Powierzchnia drzwi		m ²		34,9		
2	Współczynnik przenikania		W/(m ² *K)	1,8	1,4	1,3	1,2
3	Współczynniki korekcyjne	C _r		1,05	1,0	1,0	1,00
		C _m		1,05	1,0	1,0	1,00
4	8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A _{drz} *U		GJ/a	20,5	16,0	14,8	13,7
5	2.94*10 ⁻⁵ *C _r *C _m *V _{nom} *S _d		GJ/a	1304,2	1183,0	1183,0	1183,0
6	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz.4 + poz.5		GJ/a	1324,7	1199,0	1197,8	1196,7
7	10 ⁻⁶ *A _{drz} *(t _{w0} -t _{z0})*U		MW	0,0024	0,0019	0,0017	0,0016
8	3,4*10 ⁻⁷ *C _m *V _{nom} *(t _{w0} -t _{z0})		MW	0,1454	0,1384	0,1384	0,1384
9	q ₀ ,q ₁ = poz 7 + poz. 8		MW	0,1478	0,1403	0,1401	0,1400
10	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{rok} + ΔQ _{rw}		zł/rok		7 762	7 850	7 921
11	Cena jednostkowa wym. drzwi		zł/m ²		1500	1700	1900
12	Koszt wymiany drzwi N _{drz}		zł		52 350 zł	59 330 zł	66 310 zł
13	SPBT=(N _{drz} +N _w)/Σ(ΔQ _{rdrz} + ΔQ _{rw})		-		6,74	7,56	8,37

*W koszt jednostkowy wliczono obróbkę nowych drzwi oraz niezbędne prace pomocnicze.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi w wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Wymiana na drzwi o współczynniku przenikania $U = 1,3$ jest najbardziej opłacalna ze względów ekonomicznych, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań zawartych w Rozporządzeniu.



Wariant wykonania kolektorów słonecznych, zasilających system cwu.

Podstawą działania systemu jest montaż pojemnościowego podgrzewacza ciepłej wody, wyposażonego w dwie węzownice grzewcze. Na dachu obiektu montowane są kolektory słoneczne. Przy dostatecznej ilości energii słonecznej czynnik grzewczy, znajdujący się w instalacji solarnej (glikol) transportuje ciepło z kolektorów do podgrzewacza, gdzie przez węzownicę umieszczoną w dolnej części zbiornika podgrzewana jest woda użytkowa. Jeżeli temperatura wody w zbiorniku będzie niższa od wymaganej, wówczas zostanie ona wymieszana z ciepłą wodą wodociągową. Ilość dodatkowo doprowadzonej energii zależy ostatecznie od pojemności kolektorów i pojemności podgrzewacza ciepłej wody użytkowej.

Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- sprawność całkowita instalacji wynosi 80%
- energia potrzebna do podgrzania ciepłej wody 70 208 kWh/m-c
- energia pozyskana z kolektorów 1 681,54 kWh/m-c

Założono montaż 60 kolektorów o powierzchni brutto 324,60 m², powierzchni absorberów 285 m². Obliczeń dokonano w oparciu o kolektory Viessmann Vitosol 200-F lub równoważne.

Oszczędności	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby cwu [kWh/rok]	-	20 178,5
Koszt zakupu energii elektrycznej	-	0,52
Łączna oszczędność kosztów [zł]	-	10 492,82
Koszt termomodernizacji*	-	230 000,00
SPBT	-	21,90

*koszt termomodernizacji przyjęto na podstawie średnich cen rynkowych, obowiązujących w dniu 20.07.2017 r.

Czas zwrotu inwestycji wynosi około 22 lat.



Wariant wymiany instalacji centralnego ogrzewania oraz grzejników

Istniejąca instalacja c.o. w budynku została wykonana z rur stalowych w technologii tradycyjnej, urządzenia grzewcze to grzejniki żeliwne żeberkowe. Wariant zakłada wymianę instalacji c.o. oraz wykonanie automatyki systemu

W audycie założono przewody rozdzielcze i piony instalacyjne z rur pp, podejścia poziome do grzejników z rur miedzianych. Urządzenia grzewcze – założono grzejniki stalowe płytowe. Do regulacji instalacji proponuje się podpionowe zawory regulacyjne automatyczne z nastawą wstępną, króćcami kontrolno-pomiarowymi i możliwością spustu wody. Grzejniki należy wyposażać w elektroniczne głowice termostatyczne.

Rodzaj usprawnienia	Metraż/ ilość sztuk	Cena jednostkowa [zł]	Łączny koszt [zł]
wymiana instalacji wraz z montażem zaworów podpionowych	680	350,00	238 000,00
wymiana grzejników na płytowe wraz z podejściami, montaż głowic termostatycznych	144	600,00	86 400,00
System automatyki do sterowania instalacją, wykonanie projektu	1	70 000,00	70 000,00

Wymiana instalacji c.o. na nową znacznie podniesie sprawność systemu ogrzewania budynku.

Sprawność systemu ogrzewania	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania ciepła	0,93	0,93
Sprawność przesyłania ciepła	0,90	0,96
Regulacja	0,82	0,93
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,69	0,83



Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,221	0,221
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	1 273,17	1 273,17
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,69	0,83
4.	Obniżenie nocne	1,0	1,0
5.	Obniżenie tygodniowe	1,0	1,0
6.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]	1 845,17	1 533,94
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	103 889,54	86 706,53
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	17 183,01
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	394 400,00
10.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	22,95

Zgodnie z obliczeniowym zapotrzebowaniem na ciepło na potrzeby c.o. kosztami wykonania usprawnienia oraz wynikającą z usprawnienia roczną oszczędnością kosztów, czas zwrotu proponowanego rozwiązania termomodernizacyjnego wynosi około 23 lata.



Wariant wykonania izolacji instalacji ciepłej wody użytkowej

Rodzaj usprawnienia	Metraż/ ilość sztuk	Cena jednostkowa [zł]	Łączny koszt [zł]
Izolacja instalacji	≈ 400 mb	40,00*	16 000

*cena jednostkowa przyjęta na podstawie średnich cen rynkowych, w cenę jednostkową wliczono wykonanie prac dodatkowych

Grubość izolacji zgodna z załącznikiem nr 2 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Sprawność systemu ciepłej wody użytkowej	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
Sprawność przesyłania	0,60	0,70
Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
Sprawność akumulacji	0,80	0,80
Sprawność całkowita systemu	0,44	0,51

Oszczędności	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,065	0,065
Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u. bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	418,19	418,19
Ogólna sprawność systemu cwu	0,44	0,51
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u. z uwzględnieniem sprawności systemu [GJ/rok]	950,42	819,98
Roczny koszt c.w.u. w sezonie standardowym [zł/rok]	53 066,13	45 864,54
Roczna oszczędność kosztów [zł]		7 201,59
Koszt usprawnienia [zł]	-	16 000,00
SPBT		2,22

Zgodnie z obliczeniowym zapotrzebowaniem na ciepło na potrzeby c.w.u., kosztami wykonania usprawnienia oraz wynikającą z usprawnienia roczną oszczędnością kosztów, czas zwrotu proponowanego rozwiązania termomodernizacyjnego wynosi około 2 lata.



Zestawienie optymalnych grup usprawnień i przedsięwzięć zmniejszających straty ciepła w kolejności od najniższego współczynnika SPBT (czasu zwrotu inwestycji)

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	Wymiana OK3 – luksferów na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ i ścianę	9 671	0,60
2.	Wymiana OK4 – okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	9 250	1,10
3.	Wymiana DRZ2 – drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	19 210	1,23
4.	Wymiana DRZ1 – drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	35 190	2,18
5.	Wykonanie izolacji instalacji c.w.u.	16 000	2,22
6.	Wymiana OK1 – okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	26 875	2,97
7.	Ocieplenie SZ2 ściany zewnętrznej na piętrach styropianem grafitowym o grubości 14 cm	138 677	5,43
8.	Wymiana DRZ3 – drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	59 330	7,56
9.	Ocieplenie D1 stropodachu wentylowanego granulatem styropianowym o średniej grubości 24 cm	245 564	15,06
10.	Ocieplenie SZ1 ściany zewnętrznej niski parter (do końca wysokości piaskowców) płytami Multipor o grubości 18 cm	119 463	18,19
11.	Kolektory słoneczne do podgrzewania ciepłej wody użytkowej	230 000	21,90
12.	Wymiana instalacji c.o.	394 400	22,95
13.	Wymiana OK2 – okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	311 000	34,48
14.	Ocieplenie SZPG1 ściany zewnętrznej przy gruncie (piwnica) płytami Multipor o grubości 18 cm	109 166	60,75



6. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

Warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Wymiana OK1, OK3 i OK4 – okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Wymiana DRZ1, DRZ2 i DRZ3 – drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	x	x	x	x	x	x	x
2.	Wymiana OK2 – okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	x	x	x	x	x	x	
3.	Ocieplenie SZ2 ściany zewnętrznej styropianem grafitowym o grubości 14 cm, ocieplenie D1 stropodachu wentylowanego granulatem styropianowym o grubości 27 cm	x	x	x	x	x		
4.	Ocieplenie SZ1 ściany zewnętrznej i SZPG ściany zewnętrznej przy gruncie od środka płytami Multipor o grubości 18 cm	x	x	x	x			
5.	Wymiana instalacji c.o.	x	x	x				
6.	Montaż kolektorów słonecznych do podgrzewania ciepłej wody użytkowej	x	x					
7.	Wykonanie izolacji instalacji c.w.u.	x						

Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt termomodernizacji [zł]	Koszt wykonania audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1.	1 723 796	7 872	1 731 668
2.	1 707 796	7 872	1 715 668
3.	1 477 796	7 872	1 485 668
4.	1 083 396	7 872	1 091 268
5.	854 767	7 872	862 639
6.	470 526	7 872	478 398
7.	159 526	7 872	167 398



Zestawienie oszczędności kosztów wybranych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	η	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Opłata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Opłata [zł]	GJ/rok	zł	%
1.	0,122	422,57	0,83	1	509,12	29222,36	0,045	757,30	42221,38	1529,17	85512	54,70
2.	0,122	422,57	0,83	1	509,12	29222,36	0,045	877,78	48873,08	1408,69	78861	50,39
3.	0,122	422,57	0,83	1	509,12	29 222,36	0,065	950,42	53 066,13	1336,05	74 668	47,79
4.	0,122	422,57	0,69	1	612,42	34 925,55	0,065	950,42	53 066,13	1232,75	68 964	44,10
5.	0,134	526,83	0,69	1	763,52	43 377,34	0,065	950,42	53 066,13	1081,65	60 513	38,69
6.	0,206	1 136,60	0,69	1	1 647,25	92 825,43	0,065	950,42	53 066,13	197,92	11 064	7,08
7.	0,214	1 213,07	0,69	1	1 758,07	99 016,84	0,065	950,42	53 066,13	87	4 873	3,12
stan istniejący	0,221	1 273,17	0,69	1	1 845,17	103889,54	0,065	950,42	53 066,13	-	-	-



Optymalny wariant termomodernizacyjny

Wybrany wariant termomodernizacyjny	Koszt całkowity [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2-letnie oszczędności
1	1 731 668	85 512	54,70	259 750 1 471 918	15% 85%	294 384	277 067	171 024
2	1 715 668	78 861	50,39	257 350 1 458 318	15% 85%	291 664	274 507	157 722
3	1 485 668	74 668	47,79	222 850 1 262 818	15% 85%	252 564	237 707	149 336
4	1 091 268	68 964	44,10	163 690 927 578	15% 85%	185 516	174 603	137 928
5	862 639	60 513	38,69	129 396 733 243	15% 85%	146 649	138 022	121 026
6	478 398	11 064	7,08	71 760 406 638	15% 85%	81 328	76 544	22 128
7	167 398	4 873	3,12	25 110 142 288	15% 85%	28 458	26 784	9 746

*Warianty niespełniające minimalnych wymogów zwiększenia efektywności energetycznej



Optymalny wariant termomodernizacyjny

Na podstawie dokonanej oceny wybrano **wariant nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujący ocieplenie przegród zewnętrznych, wymianę okien i drzwi, modernizację instalacji c.o., montaż kolektorów słonecznych oraz izolację instalacji c.w.u.

1. Roczna oszczędność zapotrzebowania na energię wyniesie **54,70%**.

Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną

	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
EP_{H+V} – ogrzewanie i wentylacja + EP_W – ciepła woda użytkowa [kWh/m ² *rok]	265,82	132,52



7. Opis techniczny wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Opis wykonanych robót

Docieplenie przegród zewnętrznych:

D1 – stropodach wentylowany, żelbetowy kryty papa asfaltowa. Docieplenie za pomocą granulatu styropianowego o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^2\text{K}$ o grubości 24 cm wdmuchiwanego w istniejącą pustkę powietrzną przez uprzednio wykonane otwory w górnej powłoce stropodachu (pokrycie z papy i płyty korytkowe). Zaleca się wykonanie nowego pokrycia dachu papą termozgrzewalną ze względu na zły stan techniczny istniejącej papy.

SZ1 – ściana zewnętrzna piwnicy (do końca wysokości piaskowca), murowana z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej, tynkowana od wewnątrz. Ocieplenie od wewnątrz płytami Multipor o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^2\text{K}$ o grubości 18 cm, montaż za pomocą systemowej zaprawy, tynk systemowy. Przed wykonaniem prac należy usunąć wyprawę tynkarską od wewnątrz, a ściany powinny być uprzednio osuszone i zagruntowane.

W trakcie wykonywania prac zaleca się ze względu na walory estetyczne i architektoniczne dokonać renowacji ozdobnej warstwy płyt z piaskowca.

SZ2 – ściana zewnętrzna I i II piętra, murowana z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej, dwustronnie tynkowana. Przewidziano ocieplenie za pomocą styropianu grafitowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^2\text{K}$ o grubości 14 cm, montaż metodą lekką-mokrą BSO, przed przystąpieniem do prac należy ocenić stan techniczny tynku, luźne warstwy i odspojenia należy uzupełnić a tynk w ramach potrzeb zagruntować. Po wykonaniu ocieplenia ze styropianu należy nałożyć wyprawę tynkarską zbrojoną siatką. Wliczono roboty dodatkowe, związane z obróbką końcową przegrody (demontaż i ponowny montaż rynien, obróbka okien i inne).

SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie (piwnica), murowana z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej, jednostronnie tynkowana. Ocieplenie od wewnątrz płytami Multipor o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^2\text{K}$ o grubości 18 cm, montaż za pomocą systemowej zaprawy, tynk systemowy. Przed wykonaniem prac należy odtworzyć izolację przeciwwilgociową na zewnątrz budynku, usunąć wyprawę tynkarską od wewnątrz, a ściany powinny być uprzednio osuszone i zagruntowane.

Wymiana okien na nowe, zgodne z wytycznymi konserwatora zabytków, o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. W koszt jednostkowy wliczono obróbkę okien.

Wymiana drzwi na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. W koszt jednostkowy wliczono obróbkę drzwi.

Wykonanie izolacji instalacji c.w.u:

- izolacja przewodów w obiekcie



Wymiana instalacji c.o.:

- wymiana instalacji w obiekcie
- wymiana grzejników wraz z podejściami
- montaż nowoczesnych zaworów termostatycznych
- montaż zaworów podpionowych
- automatyka instalacji

Montaż kolektorów słonecznych:

- montaż 60 kolektorów na dachu obiektu
- sprawność całkowita instalacji 80%

Ze względu na walory architektoniczne oraz ujednolicenie wyglądu budynku zaleca się powiązać prace termomodernizacyjne z odnowieniem tarasów rozmieszczonych wokół budynku. W szczególności należy zwrócić uwagę na odnowienie wyprawy tynkarskiej na murach ceglanych, renowacje i uzupełnienie zewnętrznych warstw pokrycia z piaskowca, odnowienie betonowych schodów i posadzek oraz odnowienie/wymianę barierek i poręczy.

Przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacji

Lp.	Opis przedsięwzięcia	Obmiar [m ²]	Cena jednostkowa [zł/m ²]	Koszt całkowity [zł]
1.	Wykonanie izolacji instalacji c.w.u.	400,0	40,0	16 000
2.	Wymiana instalacji c.o.	-	-	394 400
3.	Wymiana OK3 – luksferów na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ i ścianę	12,5	773,68	9 671
4.	Wymiana OK4 – okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	7,4	1 250,00	9 250
5.	Wymiana DRZ2 – drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	11,3	1 700,00	19 210
6.	Wymiana DRZ1 – drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	20,7	1 700,00	35 190
7.	Wymiana OK1 – okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	21,5	1 250,00	26 875
8.	Ocieplenie SZ2 ściany zewnętrznej na piętrach styropianem grafitowym o grubości 14 cm	1 034,9	134,00	138 677
9.	Wymiana DRZ3 – drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	34,9	1 700,0	59 330
10.	Ocieplenie D1 stropodachu wentylowanego granulatem styropianowym o średniej grubości 24 cm	1 116,2	220,00	245 564
11.	Wymiana OK2 – okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	248,8	1 250,00	311 000
12.	Ocieplenie SZ1 ściany zewnętrznej niski parter płytami Multipor o grubości 18 cm	295,7	404,00	119 463
13.	Ocieplenie SZPG1 ściany zewnętrznej przy gruncie płytami Multipor o grubości 18 cm	216,6	504,00	109 166



Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Lp.	Pozycja	Finansowanie	Kwota [zł]
1.	Całkowity koszt robót		1 731 668
2.	Udział środków własnych	15%	259 750
3.	Kwota kredytu	85%	1 471 918
4.	Premia termomodernizacyjna	20% kredytu/ 16% kosztów całkowitych/ 2-letnie oszczędności	171 024



8. Załączniki do audytu

Załącznik nr 1 Efekt ekologiczny

Załącznik nr 2 Rysunki

Załącznik nr 3 Opinia konserwatora zabytków, dotycząca możliwości wykonania usprawnień termomodernizacyjnych

Załącznik nr 4 Opinia mykologiczna



Załącznik nr 1

EFEKT EKOLOGICZNY

Efekt ekologiczny obliczono w oparciu o program „Poprawa jakości powietrza, Część 2) KAWKA - Likwidacja niskiej emisji wspierająca wzrost efektywności energetycznej i rozwój rozproszonych odnawialnych źródeł energii”

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń przyjęte zgodnie z EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013

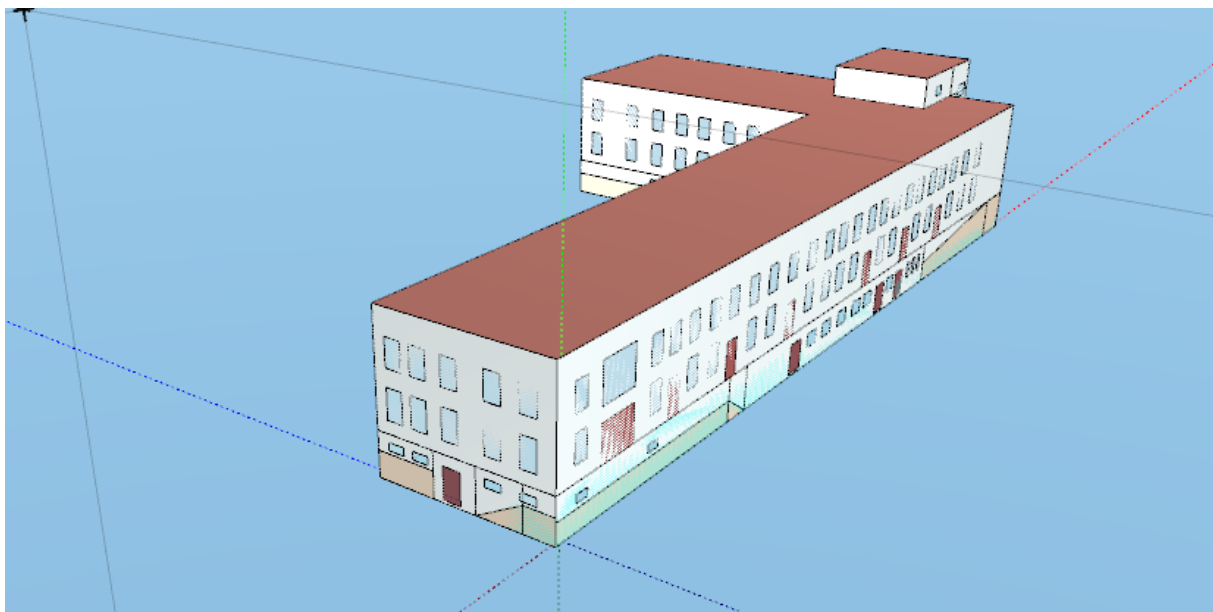
Emisja –elektrociepłownia	Wartość
Wielkość emisji pyłu PM10 [g/GJ]	78
Wielkość emisji pyłu PM2,5 [g/GJ]	70
Wielkość emisji CO ₂ [kg/GJ]	93,74
Wielkość emisji Benzo(a)piren [mg/GJ]	0,0079
Wielkość emisji SO ₂ [g/GJ]	450
Wielkość emisji NO _x [g/GJ]	165

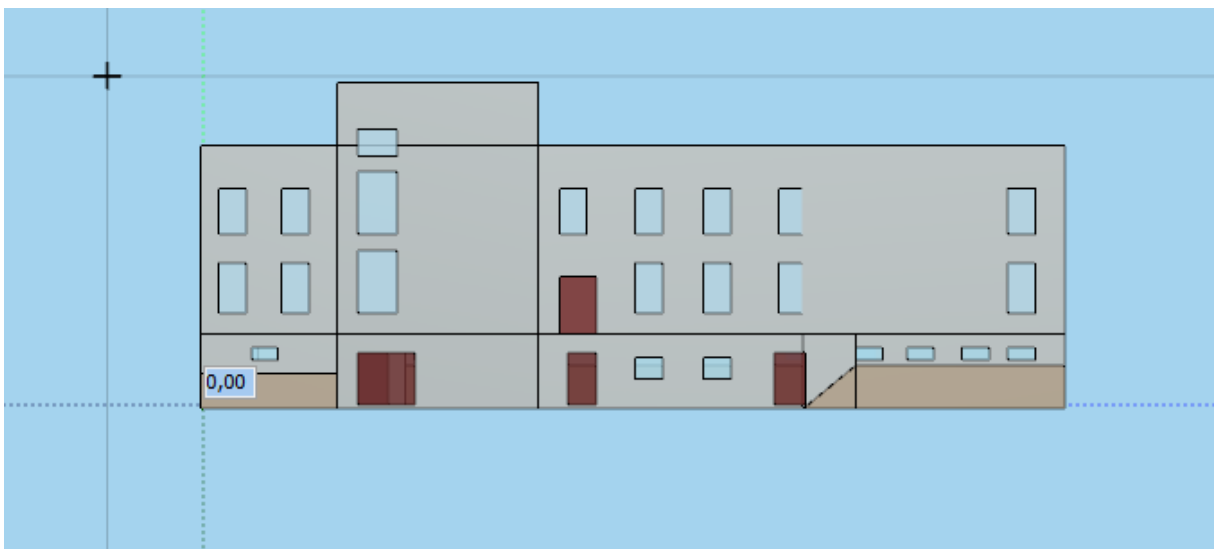
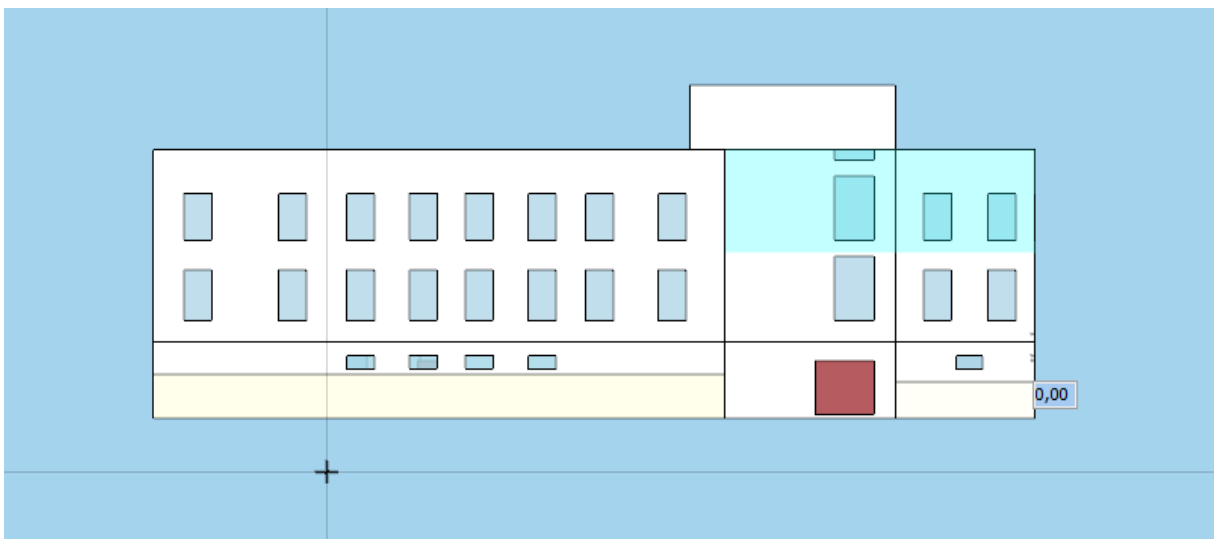
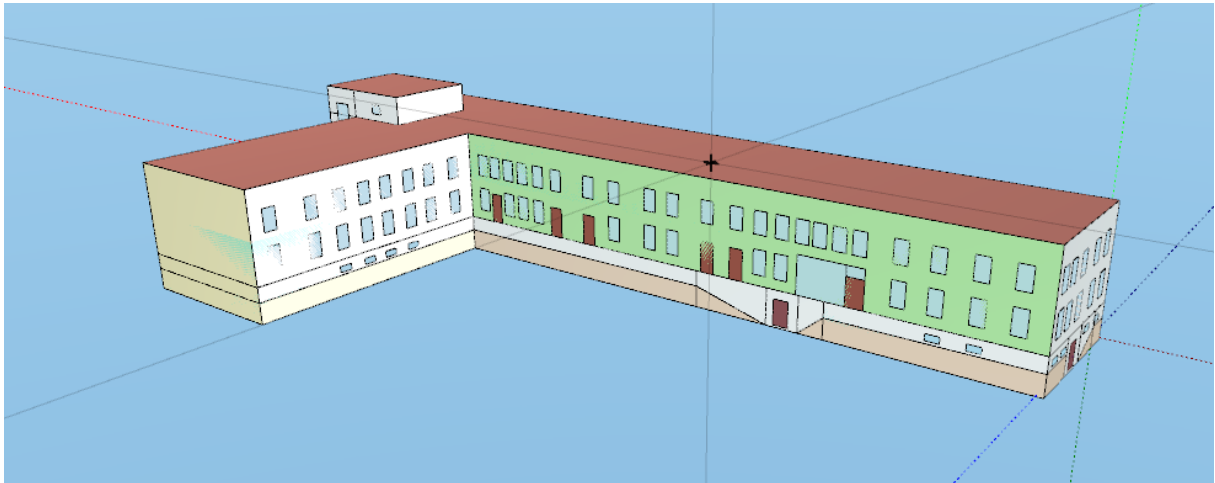
Emisja przed termomodernizacją [Mg/rok]		Emisja po termomodernizacji [Mg/rok]	Efekt ekologiczny	
			[Mg/rok]	[%]
PM 10	0,218	0,099	0,119	54,70
PM 2,5	0,196	0,089	0,107	54,70
CO ₂	262,059	118,714	143,345	54,70
B(a)P	0,000	0,000	0,000	0,00
SO ₂	1,258	0,570	0,688	54,70
NO _x	0,461	0,209	0,252	54,70



Załącznik nr 2

RYSUNKI

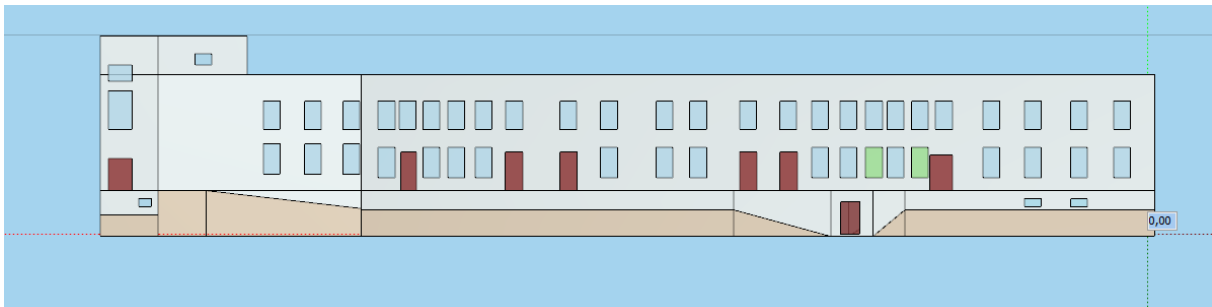




*witryna - luksfery przed termomodernizacją



*widok po termomodernizacji – luksfery zastąpione ścianą i częściowo oknami





Załącznik nr 3

OPINIA KONSERWATORA ZABYTKÓW

Departament Architektury i Rozwoju



ASIG
Igor Kwiatkowski
Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2
51-686 Wrocław

Wrocław dnia 26.07.2017

MKZ-IZN.410.305.2017
ACz/nr ewid. 00062910/2017/W

Sprawa: budynek nr 2 na terenie Wojskowego Szpitala Klinicznego ul. Rudolfa Weigla 5 Wrocław

W odpowiedzi na pismo z dnia 02.06.2017 przekazuję zalecenia konserwatorskie do zamierzonej termomodernizacji budynku nr 2:

1. nowe okna o analogicznych podziałach jak okna w historycznym kompleksie szpitala, podobnie stolarka drzwiowa.
2. Docieplenie tarasu, stropodachu zgodnie z przedstawioną metodą.
3. Poręcze w nawiązaniu do rozwiązań zastosowanych w obiekcie nowo-wybudowanym.
4. Przebudowa strefy wejścia poprzez likwidację luksferów i uporządkowanie elewacji według wskazań zawartych w piśmie bez uwag. Stolarka okienna jak w punkcie 1.
5. Grubość warstwy docieplającej analogiczna jak przeprowadzona termomodernizacja ścian w obiekcie bezpośrednio przylegającym. Tynk szorstki zatarty na ostro. Okładziny z piaskowca o fakturze surowych przełomów należy poddać zabiegom konserwatorskim.
6. Ze stanowiska konserwatorskiego opiniuję negatywnie usuwanie okładziny z piaskowca o fakturze surowych przełomów. Stąd wykonanie termomodernizacji partii przyziemia i piwnic należy prowadzić za pomocą innej metody.
7. Powyższe stanowisko konserwatorskie wynika z konieczności utrzymania przestrzennego ładu na terenie historycznego kompleksu.
8. Na etapie wstępnego projektu Miejski Konserwator Zabytków udzieli roboczych konsultacji.

p.o. DYREKTORA

Agata Chmielewska



Załącznik nr 3

OPINIA MYKOLOGICZNA
EKSPERTYZA MIKOLOGICZNA

TEMAT: **OCENA BIODETERIORACJI PLEŚNIOWEJ**
ŚCIAN POMIESZCZENIA PIWNICZNEGO WOJSKOWEGO
SZPITALA KLINICZNEGO WE WROCŁAWIU

OBIEKT: Wojskowy Szpital Kliniczny we Wrocławiu

LOKALIZACJA: ul. Rudolfa Weigla 5, 50-981 Wrocław

AUTORZY OPRACOWANIA:

PODPIS:

1. dr hab. Marlena Piontek, prof. Uniwersytetu Zielonogórskiego,
2. mgr inż. Hanna Lechów, UZ

DATA OPRACOWANIA: Zielona Góra, 24 lipiec 2017 r.



SPIS TREŚCI

1.	TEMAT	3
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA	3
3.	CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	3
4.	ZAKRES OPRACOWANIA	
5.	MATERIAŁY WYKORZYSTYWANE PRZY OPRACOWANIU EKSPERTYZY	3
6.	ANALIZA MIKOLOGICZNA	4
7.	WNIOSEK (zalecenia)	5
8.	DODATKOWE INFORMACJE	6



1. TEMAT: Mikologiczna analiza porażenia pleśniowego ścian pomieszczenia piwnicznego Wojskowego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu przy ul. ul. Rudolfa Weigla 5, 50-981 Wrocław (województwo dolnośląskie, powiat wrocławski)

2. PODSTAWA OPRACOWANIA:

Ekspertyza mykologiczna została opracowana w oparciu o:

- zlecenie przez ASIG Igor Kwiatkowski, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław,
- dostarczone próbki tynku z przegród budowlanych pomieszczenia piwnicznego Wojskowego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu,
- otrzymaną dokumentację fotograficzną wykonaną przez Panią Joannę Szczepaniak w miejscu wystąpienia zmian na przegrodach,
- informacje na temat zaistniałych warunków w pomieszczeniu,
- tematyczną literaturę naukową i branżową, obowiązujące normy prawne.

3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA:

Celem opracowania jest:

3.1. Wykonanie analizy mikologicznej dostarczonych próbek tynku z pomieszczenia Wojskowego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu i wydanie opinii mykologicznej.

.

4. ZAKRES OPRACOWANIA

- Posiew dostarczonych próbek tynku na podłoża biologiczne,
- Badania laboratoryjne,
- Ekspertyza mikologiczna,
- Informacje specjalistyczne,

5. MATERIAŁY WYKORZYSTYWANE PRZY OPRACOWANIU EKSPERTYZY:

- Próbki grzybów pleśniowych pobrane z przegród budowlanych;
- Sprzęt i odczynniki do laboratoryjnych badań mikologicznych;



- Sprzęt optyczny: mikroskop i binokular;

Literatura:

- Brachaczek W. 2015. *Jak osuszyć budynek z wilgoci kapilarnej*. Inżynier budownictwa nr 2/2015. Miesięcznik Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, 75-82.
- Karyś J.: *Różnorodne formy korozji biologicznej występujące na elewacjach budynku*. Ochrona przed korozją. 2010 , 38 – 39.
- Kozarski P.1997. *Konserwacja domu*. Wyd.II. Wrocław. Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, 341 ss.
- Piontek M. 1999. *Grzyby pleśniowe*. Atlas. Zielona Góra, Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej, 113 ss.
- Piontek M. 2004. *Grzyby pleśniowe i ocena zagrożenia mikotoksycznego w budownictwie mieszkaniowym*. Zielona Góra, Oficyna wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, 174ss.
- Rogiński, J. 2005. *Korozja w budownictwie* WSZOP Katowice
- Samson R.A, Hoekstra E.S., Frisvad J.C., Filtenborg O. 2004. *Introduction to food and airborne fungi*. Seventh Ed. Utrecht. The Netherlands. Centraalbureau voor Schimmecultures (CBS), 389 ss.
- Zyska B. 1999. *Zagrożenia biologiczne w budynku*. W-wa. Arkady, 251 ss.
- Zyska B.2001. *Katastrofy, awarie i zagrożenia mikrobiologiczne w przemyśle i budownictwie*. Łódź. Politechnika Łódzka, 300 ss.
- Ważny J., Karyś J. 2001. *Ochrona budynków przed korozją biologiczną*. Warszawa. Arkady, 374 ss.

6. ANALIZA MIKOLOGICZNA:

Analizę mikologiczną wykonano na podstawie próbek dostarczonych 13.07.2017 do laboratorium Zakładu Ekologii Stosowanej Instytutu Inżynierii Środowiska UZ. Próbki pobrano z przegrody budowlanej pomieszczenia piwnicznego Szpitala klinicznego we Wrocławiu (Fot. 1.), w którym znajduje się węzeł cieplny.



Fot.1 Widok na zawilgoconą przegrodę. Po prawej zbliżenie na miejsca z ubytkami tynku (autor J. Szczepaniak)

Po wejściu do pomieszczenia wyczuwalny był zapach zawilgocenia.

METODYKA BADAŃ:

Dostarczone 4 próbki z materiałem pobranym ze ścian budynku posiano na płytki Petrie'go z pożywką do hodowli grzybów pleśniowych.

Hodowlę prowadzono w laboratorium Zakładu Ekologii Stosowanej Instytutu Inżynierii Środowiska UZ w temperaturze pokojowej 20 - 22°C z zachowaniem rytmu dobowego dnia i nocy. Do hodowli zastosowano pożywki: naturalną agarowo-słodową MEA oraz syntetyczną Czapek – Doxa.

WYNIKI BADAŃ:

Materiał posiany na podłoża hodowlane nie wykazał wzrostu grzybów pleśniowych.

8. WNIOSEK:

Krystaliczne struktury w kontakcie z wilgotnym podłożem uległy rozpuszczeniu, co świadczy, że na ścianach nie występowały grzyby, a wysolenia.

Roztwory soli mogą przedostawać się z zewnątrz do ścian różnymi drogami (np. przez nieszczelną instalację odprowadzającą wodę z budynku, niedostateczną lub nieciągłą izolację pionową i poziomą murów budynku, kondensację pary na powierzchni ściany i sorpcję wilgoci



z powietrza przez zawarte w ścianie sole o higroskopijnych właściwościach). Wilgoć w murze jest rozpuszczalnikiem i umożliwia migrację soli (siarczanów, azotanów, chlorków). Podczas odparowywania sole krystalizują się wewnątrz ściany lub tworzą na powierzchni wykwyty solne. Zjawisko prowadzi do zmiany wielkości kryształków soli, które zwiększają swoją objętość 5-7 krotnie. W efekcie, w ścianie dochodzi do powstania naprężeń rozciągających rzędu 100-200 MPa i obniżenia właściwości wytrzymałościowych materiałów technicznych.

W celu osuszenia ścian budynku należy przeprowadzić kompleksowe rozwiązania, które zmniejszą dopływ wilgoci do ścian. Należy zwrócić uwagę na wszelkie usterki techniczne powodujące zawilgocenie (np. stan izolacji i instalacji wodnej).

DODATKOWE INFORMACJE NIEZWIĄZANE Z PRZYPADKIEM

- PRZYCZYNA WYSTĘPOWANIA GRZYBÓW PLEŚNIOWYCH W BUDOWNICTWIE MIESZKANIOWYM:

Przyczyną występowania grzybów pleśniowych jest zawsze wilgoć. Grzyby pleśniowe często występują na wewnętrznych i zewnętrznych murach budowli jeżeli były one zawilgocone nawet okresowo. Przyczyn zawilgocenia ścian jest wiele. Są to wady technologiczne, zła wentylacja i klimatyzacja, niewłaściwa eksploatacja, zaniedbana remontowa, złe posadowienie budowli, powodzie. Bliższe przykłady to miejsca przemarzania ścian, zerwanych lub zarośniętych rynien, dostanie się wody deszczowej do budynku po przewodach telewizyjnych umieszczonych w kanałach wentylacyjnych, pęknięte i ciekące rury, zniszczona izolacja pozioma i pionowa, zatkane kratki wentylacyjne, wymienione okna z drewnianą stolarką na okna z tworzyw sztucznych bez stosowania rozszczelnienia, zaparowywanie pomieszczeń, skraplanie się wody na szybach i ścianach. Ważniejszym źródłem pary kondensowanej w budynkach są kąpiele, pranie i suszenie odzieży oraz gotowanie. Trzeba wiedzieć, że zawilgocenie murów powstaje także przez urządzenie i podlewanie ogródków przydomowych pod sam dom. Jest jeszcze dużo, dużo innych przyczyn.

W wielu krajach, także w Polsce, zwiększa się częstotliwość występowania zjawiska porażenia pleśniowego w budynkach mieszkalnych. Zjawisko kojarzone dotychczas ze starym budownictwem z zaniedbanymi lub niedogrzanyymi budynkami o niskiej izolacyjności termicznej ścian, coraz częściej występuje w budynkach o zwiększonej termoizolacyjności wznoszonych nowoczesnymi technologiami lub poddawanych zabiegom termoizolacyjnym. Widoczne zapleśnienie występuje w tych mieszkaniach już po kilku miesiącach od ukończenia budowy lub zakończenia remontu termomodernizacyjnego. Przyczyną jest niedostosowanie wentylacji lub klimatyzacji do utrzymania wilgotności względnej w pomieszczeniach poniżej 60% a wilgotne materiały powinny być wysuszone jak najszybciej aby zapewnić $a_w < 0.65$.



ZASTRZEŻENIA I KLAUZULE

1. Autorzy ekspertyzy nie mogą odpowiadać za wady ukryte.
2. Ustala się okres ważności ekspertyzy na okres 6 miesięcy.

Opracowała: dr hab. Marlena Piontek (M.Piontek@iis.uz.zgora.pl);

Instytut Inżynierii Środowiska,

ul. Szafrana 15, Zielona Góra;

Tel. 68 328 26 79; 68 328 25 75

mgr inż. Hanna Lechów (H.Lechow@iis.uz.zgora.pl);

Instytut Inżynierii Środowiska,

ul. Szafrana 15, Zielona Góra;

Tel. 68 328 25 71