

„AGER” Konrad Kostarczyk
ul. Kwiatowa 35
76-251 Kobylnica
e-mail: biuro@ager.net.pl

NIP: 957-073-72-51
REGON: 220480923
tel. 608-06-26-74
www.ager.net.pl

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU ADMINISTRACYJNEGO ZUK W TCZEWIE PRZY UL. CZATKOWSKIEJ 2E



Adres budynku	ulica: Czatkowska 2e kod: 83-110 powiat: Tczewski województwo: Pomorskie	miescowość Tczew
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy: nr opracowania: data opracowania:	Konrad Kostarczyk mgr inż. 01/2019 01/03/2019

**Audyt został wykonany zgodnie z obowiązującymi normami, oraz przepisami
prawa polskiego**

STRONA TYTUŁOWA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU																				
1.1 Rodzaj budynku	budynek administracyjno-warsztatowy	1.2 Rok budowy b.d.																		
1.3 Inwestor	Zakład Usług Komunalnych Czatkowska 2e kod 83-110 Tczew tel. 58 531 64 66 REGON 190047617	1.4 Adres budynku ul. Czatkowska 2e Tczew powiat Tczewski Województwo Pomorskie																		
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:																				
Firma: AGER Konrad Kostarczyk, ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica REGON: 220480923																				
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:																				
Konrad Kostarczyk, adres ul. Kwiatowa 35, 76-251 Kobylnica tel. 608-06-26-74 Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, legitymacja nr 1175																				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,																				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego																		
1.																				
2.																				
3.																				
5. Miejscowość Gdańsk data wykonania opracowania 01/03/2019																				
6. Spis treści																				
<table border="0"> <tr> <td>1. Strona tytułowa</td> <td>strona 2</td> </tr> <tr> <td>2. Karta audytu efektywności energetycznej</td> <td>strona 4</td> </tr> <tr> <td>3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku</td> <td>strona 6</td> </tr> <tr> <td>4. Ocena stanu technicznego budynku</td> <td>strona 14</td> </tr> <tr> <td>5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych</td> <td>strona 16</td> </tr> <tr> <td>6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.</td> <td>strona 36</td> </tr> <tr> <td>7. Opis wariantu optymalnego</td> <td>strona 39</td> </tr> <tr> <td>8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</td> <td>strona 40</td> </tr> <tr> <td>9. Załączniki do audytu</td> <td>strona 42</td> </tr> </table>			1. Strona tytułowa	strona 2	2. Karta audytu efektywności energetycznej	strona 4	3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	strona 6	4. Ocena stanu technicznego budynku	strona 14	5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	strona 16	6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.	strona 36	7. Opis wariantu optymalnego	strona 39	8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 40	9. Załączniki do audytu	strona 42
1. Strona tytułowa	strona 2																			
2. Karta audytu efektywności energetycznej	strona 4																			
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	strona 6																			
4. Ocena stanu technicznego budynku	strona 14																			
5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	strona 16																			
6. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.	strona 36																			
7. Opis wariantu optymalnego	strona 39																			
8. Opis techniczny przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	strona 40																			
9. Załączniki do audytu	strona 42																			

1. Karta Audytu Efektywności Energetycznej

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
		01/03/2019	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej:		Termomodernizacja budynku administracyjno-warsztatowego	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Zakres optymalnego przedsięwzięcia obejmuje: termomodernizację przegród zewnętrznych: ścian zewnętrznych oraz stropodachu, wymianę stolarki okiennej i drzwiowej, modernizację systemu wentylacji, modernizację systemu ogrzewania i oświetlenia	
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (nr PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane:		Zakład Usług Komunalnych Czatkowska 2e 83-110 Tczew	
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia * :	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej * :	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej **	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii :
2019	2020	-	-
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej :	892,79	[GJ/rok]	21,33 [toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej :	1 041,74	[GJ/rok]	24,89 [toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***:	55,14		[ton/rok]
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej			
Imię i nazwisko:	Konrad Kostarczyk		
Nr uprawnień:	Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, legitymacja nr 1175		
Nr telefonu:	tel. 608-06-26-74		
Podpis:			

* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.

** W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.

*** Na podstawie wskaźników emisji CO₂ zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnotowym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz.U. Nr 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾				
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Konstrukcja/ technologia budynku	tradycyjna murowana		
2.	liczba kondygnacji	2		
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	5 691	5 691	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1246,7	1246,7	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1246,7	1246,7	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	20	20	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	podgrzewacz elektryczny	podgrzewacz elektryczny	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia gazowa	kotłownia gazowa	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,54	0,54	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/(m ² K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	
1.	Ściany zewnętrzne	Ściana zewnętrzna z gazobetonu	0,77	0,14
		Ściana zewnętrzna części starej	1,10	0,16
2.	Dach / stropodach/ podcień	Stropodach wentylowany piętra	0,61	0,11
		Stropodach warsztatów	0,97	0,15
		Stropodach parteru części socjalnej	0,97	0,15
		Stropodach nad garażami G7 i G8	0,44	0,11
3.	podłoga na gruncie	Podłoga na gruncie dobudowana część	0,46	0,46
		Podłoga na gruncie stara część	0,46	0,46
4.	Okna, drzwi balkonowe, naświetla dachowe	Okno PCV	1,41	1,41
		Okno stare drewniane	2,60	0,89
		Okno w ramie metalowej	5,00	0,86
5.	Drzwi zewnętrzne / bramy	Drzwi PCV	1,70	1,70
		Drzwi metalowe- nieocieplane	5,10	1,30
		Brama drewniana	2,50	1,30
		Brama metalowa- nieocieplana	5,10	1,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania	0,97	1,06	
2.	Sprawność przesyłu	0,85	0,91	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,80	0,92	
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00	
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,90	0,90	
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95	

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		
1. Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2. Sprawność przesyłu	0,80	0,80
3. Sprawność sezonowa wykorzystania	1,00	1,00
4. Sprawność akumulacji	0,83	0,90
5. Charakterystyka systemu wentylacji		
1. Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	mechaniczna
2. Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, drzwi / kanały	czerpnie/ wyrzutnie/ kanały
3. Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	2 673	4 335
4. Krotność wymian powietrza [l/h]	0,6	1,0
6. Charakterystyka energetyczna budynku		
1. Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	124,8	47,9
2. Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	0,4	0,4
3. Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	764,68	135,8
4. Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	991,2	130,9
5. Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	13,0	12,0
6. Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) - [GJ/rok]	857,7	-
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]	170,39	30,26
9. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	220,87	29,16
10. Udział odnawialnych źródeł energii [%] ²⁾	0,0%	0,0%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1. Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	62,3	46,3
2. Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/MW m-c]	6 483	6 483
3. Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	56,6	53,0
4. Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/MW m-c]	6 483	6 483
5. Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	3,80	0,74
6. Miesięczna opłata abonamentowa rocznie [zł/m-c]	1 452	1 452
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
1. Planowane koszty całkowite [zł]		1 234 522
2. Roczne zmniejszenie zapotrzeb. na energię [%]		85,9%
3. Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		52 760
4. Średni wskaźnik SPBT [lat]		23,4
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. ²⁾ U _{OZE} [%] 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.		

UWAGA!!!

Wszystkie wartości pieniężne dotyczące kosztów energii cieplnej, jak i kosztów usprawnień biorą pod uwagę wartości brutto

2.1 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

- a) Dokumentacja projektowa:
- Archiwalne rzuty architektoniczne części nowszej budynku
 - własna inwentaryzacja ścian zewnętrznych budynku, oraz wewnętrzna parteru
 - własna dokumentacja fotograficzna
- b) Inne dokumenty
- rachunki za gaz ziemny
 - rachunki za prąd

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

- o Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej -Dz.U. 2016 nr 0 poz. 831
- o Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru kart audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. z 27.08.2012, poz. 962).
- o Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (z późniejszymi zmianami) -Dz. U. Nr 223,poz.1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (z późniejszymi zmianami) -Dz. U. Nr 43, poz. 346. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych*.
- o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*
- o Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926.) Dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
- o Polska Norma PN-EN-ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
- o PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania"
- o PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach- Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne"
- o Polska Norma PN-EN 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- o PN-EN ISO 13790:2009, „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia”.

2.2 Osoby udzielające informacji

- Pan dyrektor Przemysław Boleski

2.3 Daty wizji lokalnej

wrzesień

2.4 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- Celem jest uzyskanie jak najbardziej korzystnych parametrów termomodernizacji obiektu.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień
 - o ocieplenie ścian zewnętrznych
 - o ocieplenie stropodachów
 - o wymiana starej stolarki okiennej
 - o Zamontowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

Ponadto:

- Nie rozpatrywać ocieplenia podłóg na gruncie (ze względu na problemy techniczne z wykonaniem)
- Okna w budynku osadzone są w osi grubej ściany zewnętrznej. W związku z tym, zbyt gruba warstwa docieplenia ściany spowoduje niekorzystny efekt zacienienia okna. Aby zminimalizować ten efekt, docieplenie ścian zewnętrznych należy wykonać wykorzystując styropian grafitowy.
- W związku z trudnościami w wykonaniu nowych okapów i obróbek pasów przyrynnowych, przy zbyt grubym dociepleniu stropodachów płaskich, ustalono, że maksymalną możliwą grubością izolacji na stropodachach płaskich będzie 25cm.

2.5 Dodatkowe wytyczne do projektu termomodernizacji.

Biorąc pod uwagę zmieniające się w czasie przepisy zawarte w warunkach technicznych z 2014 roku, oraz to, że proces inwestycyjny od wykonania audytu do zakończenia prac termomodernizacyjnych, może się wydłużyć do roku 2021, postanowiono, że jako graniczne wartości dla modernizowanych przegród budowlanych należy przyjąć wymagania na rok 2021.

Rodzaj przegrody	Wymagania dla 2021 roku	
	wsp. U [$W/(m^2 \cdot K)$]	wsp. R [$(m^2 \cdot K)/W$]
ściana zewnętrzna	0,2	5,00
dachy i stropodachy	0,15	6,67
Okna	0,9	1,11
Drzwi zewnętrzne	1,3	0,77

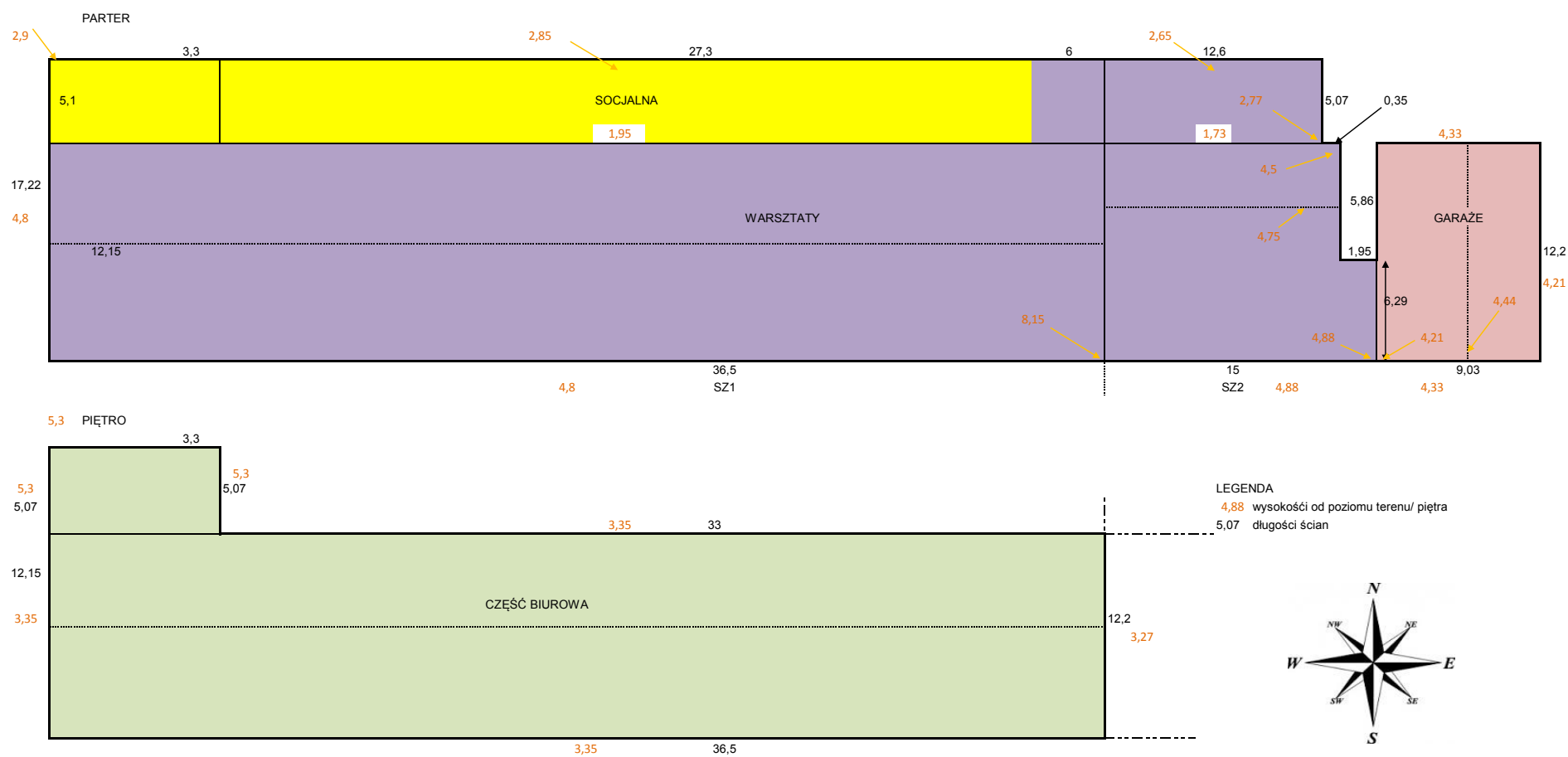
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

3.1. Ogólne dane o budynku

Własność - Zakład Usług Komunalnych
Rodzaj budynku - budynek administracyjno-warsztatowy
Adres - Tczew, Czatkowska 2e
Rok budowy - b.d.
Rok zasiedlenia - b.d.
Technologia budynku - tradycyjna murowana

1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	973	6	Budynek podpiwniczony	NIE
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	5 691	7	Współczynnik kształtu	0,54
3	Kubatura wentylowana budynku ²⁾ [m ³]	4307,3			
4	Średnia ważona wysokość kondygnacji [m]	3,45			
5	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części [m2]	1246,7			
6	Powierzchnia użytkowa nieogrzewana [m2]	0,0			

3.2. Uproszczony schemat budynku



3.3. Opis istotnych elementów budynku

Analizowany budynek pełni funkcję administracyjno warsztatową z zapleczem socjalnym. Pod względem konstrukcyjnym składa się ze starej parterowej części, w której znajdują się warsztaty, magazyny i garaże, oraz nowszej, dwukondygnacyjnej. W nowszej części znajdują się magazyny i warsztaty, zaplecze socjalne, oraz na piętrze pomieszczenia biurowe. Ściany starej części zostały wymurowane z bloczków piaskowo-popiołowo-cementowych, a nowej z gazobetonu odmiany 700. Część parterowa przykryta jest swykłymi stropodachami, natomiast nad piętrem biurowym znajduje się stropodach wentylowany z izolacją w postaci wełny mineralnej ułożonej na stropie dolnym. Okna w części biurowej zostały wymienione na nowe okna PCV. Część warsztatowa i socjalna posiada nadal okna drewniane i metalowe o niskiej izolacyjności i szczelności. Największym problemem termicznym budynku są bardzo nieszczelne bramy w części warsztatowej i garażowej. Nieszczelności te powodują bardzo dużą infiltrację zimnego powietrza i wychładzanie budynku, co skutkuje problemami z dogrzaniem niektórych pomieszczeń.

Budynek zasilany jest w ciepło na potrzeby centralnego ogrzewania z nowego kotła gazowego znajdującego się w sąsiednim, budynku. Rury przesyłowe poprowadzone są między budynkami w gruncie. Oległość między budynkami wynosi około 4 metrów. Nowe przewody CO poprowadzone zostały po wierzchu i nie posiadają żadnej izolacji termicznej, co generuje niepotrzebne straty i obniża sprawność dystrybucji ciepła. Ciepła woda przygotowywana jest w pojemnościowym zasobniku elektrycznym zlokalizowanym w toalecie na parterze, znajdującej się przy szatniach. Lokalizacja zasobnika CWU w stosunku do najdalszych punktów poboru nie wymaga cyrkulacji, lecz zadobnik grzeje wodę przez cały czas, 7 dni w tygodniu przez 24 godziny na dobę.

Zestawienie powierzchni zewnętrznych przegród budowlanych ogrzewanych pomieszczeń

Symbol	Opis przegrody	U [W/ (m ² · K)]	pow. przegrody Netto [m ²]
SZ1	Ściana zewnętrzna z gazobetonu	0,77	648,7
SZ2	Ściana zewnętrzna części starej	1,10	253,5
Razem ściany zewnętrzne			902,2
SD1	Stropodach wentylowany piętra	0,61	460,2
SD2	Stropodach warsztatów	0,97	234,7
SD3	Stropodach parteru części socjalnej	0,97	168,8
SD4	Stropodach nad garażami G7 i G8	0,44	109,7
PG1	Podłoga na gruncie dobudowana część	0,46	629,0
PG2	Podłoga na gruncie stara część	0,46	344,4
Ogółem stropy, dachy i podłogi			1 946,9
OPVC	Okno PCV	1,41	45,0
OD	Okno stare drewniane	2,60	64,3
OM	Okno w ramie metalowej	5,00	45,2
DPCV	Drzwi PCV	1,70	3,2
DM	Drzwi metalowe- nieocieplane	5,10	2,2
BD	Brama drewniana	2,50	11,5
BM	Brama metalowa- nieocieplana	5,10	69,3
Ogółem okna i drzwi			240,6
Ogółem przegrody zewnętrzne , okna i drzwi			3 089,7
współczynnik kształtu		A= 3 090	
		V= 5 691	
		A / V = 0,54	

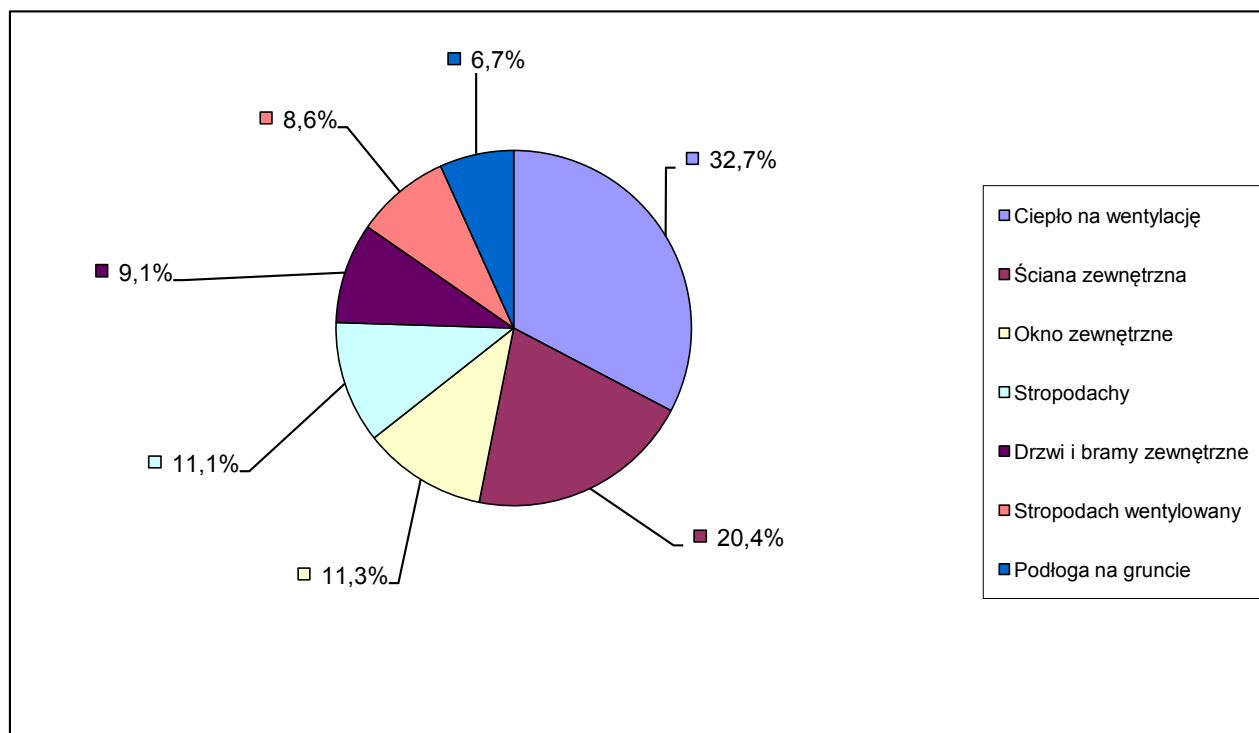
4. Dane energetyczne budynku

4.1. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na c.o.	q [kWh/h]	b.d.
2.	Zamówiona moc cieplna na c.w.u	q [kW]	b.d.
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o.	q _{co} [kW]	124,8
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	q _{cw} [kW]	0,4
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q _H [GJ]	764,68
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu	Q _S [GJ]	991,2
7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	E=Q _H /V [kWh/m ³ a]	37,3
8.	Taryfa opłat W-5 - gaz ziemny (z VAT)		
	opłata stała (sieciowa) miesięcznie	zł/kWh/h*h	0,007
	opłata zmienna (za gaz ziemny + przesył) wg licznika	zł/kWh	0,148
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł/m-c	121,00
9.	Taryfa opłat - Taryfa opłat - energia elektryczna (z VAT) taryfa B11		
	opłata stała (za moc) miesięcznie	zł/kW/ m-c	15,13
	opłata zmienna (prąd + przesył) wg licznika	zł/kWh	0,41
	opłata abonamentowa za prąd	zł/ m-c	23,37

4.2. Zestawienie strat energii cieplnej w budynku wg normy PN-EN ISO 13790

Opis	%	GJ/Rok	kWh/rok
Ciepło na wentylację	32,7%	389,1	108 076
Ściana zewnętrzna	20,4%	242,9	67 480
Okno zewnętrzne	11,3%	134,0	37 232
Stropodachy	11,1%	132,3	36 737
Drzwi i bramy zewnętrzne	9,1%	108,8	30 223
Stropodach wentylowany	8,6%	102,5	28 463
Podłoga na gruncie	6,7%	80,2	22 288
Razem	100,0%	1189,8	330 499



4.3. Wyniki ogólne analizy OZC z programu Audytor OZC

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Zakładu Usług Komunalnych w Tczewie	
	Stan istniejący	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Czatkowskiego 2e	
Projektant:		
Data obliczeń:	Środa 2 Listopada 2016 13:52	
Data utworzenia projektu:	Środa 2 Listopada 2016 13:52	
Plik danych:	E:\KONRAD\Audytor dane\Audyty\TCZEW\ZUK Tczew\ZU	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m3 ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1246,7	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	4307,3	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	92293	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	32516	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	124809	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	124809	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	100,1	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	29,0	W/m3

Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące Vinfv:	921,0	m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne Vv:	2673,0	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θv:	-18,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	3594,0	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	764,68	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	212411	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1247	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	4307,3	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	613,4	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	170,4	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	177,5	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	49,3	kWh/ (m3 ·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:		
Nie		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:		
Tak		
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:		
Nie		
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:		Biurowy lub adm.
Typ konstrukcji budynku:		Ciężka
Typ systemu ogrzewania w budynku:		Konwekcyjne
Osłabienie ogrzewania:		Bez osłabienia
Regulacja dostawy ciepła w grupach:		Indywidualna reg.
Stopień szczelności obudowy budynku:		Niski
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	5,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θsu:		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θc:	20,0	°C

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona ciepła budynku

Ściany konstrukcyjne budynku stanowi mur z bloczków piaskowo-popiołowo-cementowych (w starej części) i gazobetonu (w nowszej części) o grubości 38cm. Ściany nie zostały zaizolowane. Przykrycie części parterowej stanowią stropodachy wykonane z płyt korytkowych pokrytych papą. Nad piętrem znajduje się stropodach wentylowany izolowany żużlem lub keramzytem i wełną mineralną. Niestety hydroizolacja dachu jest nieszczelna i przecieka, a więc również wymaga naprawy.

Okna na piętrze i na klatce schodowej zostały wymienionych na szczelne okna PVC. Pozostało jednak dużo starych okien drewnianych (szklonych podwójnie) i metalowych (szklonych pojedynczo). Dodatkowo wszystkie bramy w części warsztatowej i garażowej są bardzo zimne i nieszczelne.

Ogólnie przegrody w budynku są bardzo "zimne" i wymagają docieplenia.

5.2. System grzewczy CO i CWU

Budynek zasilany jest z kotłowni gazowej zlokalizowanej w sąsiednim, budynku. Przewody przesyłowe z kotłowni do ogrzewanego budynku prowadzone są w ziemi (odległość około 5m). Wewnętrzna instalacja CO wykonana została na nowo w 2018 roku. Rury prowadzone po wierzchu nie posiadają jednak izolacji termicznej co powoduje obniżenie sprawności dystrybucji. Większość grzejników również zostało wymienionych na nowe płytowe (zostały jeszcze 2 stare grzejniki żeliwne), z zaworami termostatycznymi. Jednak w większości zawory nie zostały wyposażone w głowice termostatyczne, przez co regulacja ciepła w obrębie pomieszczeń jest nieefektywna.

Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w elektrycznym podgrzewaczu zasobnikowym zlokalizowanym w pobliżu punktów poboru ciepłej wody. Pomimo braku cyrkulacji, straty na przesyle są niewielkie, gdyż odległości od zasobnika do kranów są niewielkie. Zasobnik podłączony jest bezpośrednio do gniazdka bez sterownika czasowego, dlatego podgrzewa on ciepłą wodę przez cały czas, nawet poza godzinami pracy zakładu.

5.3. System wentylacji

Budynek nie posiada właściwego systemu wentylacji. Znaczna część pomieszczeń nie posiada nawet wentylacji grawitacyjnej. Istniejące kanały wentylacji grawitacyjnej nie spełniają swojego zadania, dlatego wentylowanie pomieszczeń odbywa się poprzez otwarcie okien, lub niekontrolowaną infiltrację tam gdzie stolarka jest bardzo nieszczelna.

System wentylacji grawitacyjnej jest niekontrolowany i niewydajny. Jako niesterowana generuje spore straty ciepłe w zimie, a w lecie nie działa należycie. Dodatkowo część okien, które są stare i nieszczelne powodują sporą infiltrację powietrza, co dodatkowo wzmaga straty na wentylacji. Po wymianie okien infiltracja znacznie się zmniejszy lecz nie rozwiąże to problemu strat na wentylacji, które generowane są w sposób niekontrolowany.

5.4. Oświetlenie

Oświetlenie w części biurowej (na piętrze) zostało niedawno wymienione. Natomiast oświetlenie części magazynowo-warsztatowej wraz z garażami, oraz części socjalnej opiera się na bardzo starych i nieefektywnych oprawach świetlówkowych.

Oświetlenie tej części oprócz tego, że jest energochłonne, nie spełnia obecnych norm oświetleniowych.

Mając na uwadze powyższe, całą instalację oświetleniową (okablowanie i oprawy) należy wymienić na nową.

5.5. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

1	Przegrody zewnętrzne nieprzeźroczyste			
	Symbol	Opis przegrody	wsp. U [W/(m ² ·K)]	Możliwości i sposób poprawy
	SZ1	Ściana zewnętrzna z gazobetonu	0,77	Należy ocieplić styropianem - metoda lekka mokra
	SZ2	Ściana zewnętrzna części starej	1,10	Należy ocieplić styropianem - metoda lekka mokra
	SD1	Stropodach wentylowany piętra	0,61	Wymaga docieplenia wełną mineralną
	SD2	Stropodach warsztatów	0,97	Wymaga docieplenia styropianem od zewnątrz
	SD3	Stropodach parteru części socjalnej	0,97	Wymaga docieplenia styropianem od zewnątrz
	SD4	Stropodach nad garażami G7 i G8	0,44	Wymaga docieplenia styropianem od zewnątrz
2	Stolarka okienna i drzwiowa			
	Symbol	Opis przegrody	wsp. U [W/(m ² ·K)]	Możliwości i sposób poprawy
	OPVC	Okno PCV	1,41	Okna PVC relatywnie nowe i szczelne- brak podstaw do wymiany
	OD	Okno stare drewniane	2,60	Okna drewniane - stare i nieszczelne- kwalifikują się do wymiany
	OM	Okno w ramie metalowej	5,00	Okno metalowe - stare i nieszczelne- kwalifikuje się do wymiany
	DPCV	Drzwi PCV	1,70	Drzwi szczelne i relatywnie ciepłe, wymiana nieopłacalna
	DM	Drzwi metalowe- nieocieplane	5,10	Drzwi zimne i nieszczelne, kwalifikują się do wymiany
	BD	Brama drewniana	2,50	Bramy zimne i bardzo nieszczelne, kwalifikują się do wymiany
3	Wentylacja grawitacyjna			
	Opis			Możliwości i sposób poprawy
	Wentylacja nie spełnia swojego zadania i w połączeniu z dużą nieszczelnością budynku generuje duże straty ciepłe			Należy przeanalizować zasadność wprowadzenia systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła dla całego budynku
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej			
	Opis			Możliwości i sposób poprawy
5	Zasobnik podgrzewający CWU pracuje 24h/dobę.			Należy zamontować tygodniowy sterownik czasu pracy zasobnika CWU
	Instalacja centralnego ogrzewania			
	Opis			Możliwości i sposób poprawy
6	wewnętrzna instalacja CO nie posiada izolacji termicznej. Grzejniki w większości bez głowic termostatycznych.			Należy zaizolować przewody otulinami o grubościach zgodnych z wymaganiami WT i zamontować głowice termostatyczne na zaworach termostatycznych przy grzejnikach.
	Instalacja oświetleniowa			
6	Opis			Możliwości i sposób poprawy
	Instalacja oświetleniowa na parterze jest stara i nieefektywna			Należy wymienić na nową

6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1. Wykaz rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego budynku

Symbol		Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
CO	1	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	Izolacja przewodów CO, wymiana 2 grzejników żeliwnych oraz montaż zaworów termostatycznych przy grzejnikach
	2	Ocieplenie ścian zewnętrznych z gazobetonu (część dobudowana) (SZ1)	Ocieplenie styropianem w systemie BSO
A	3	Ocieplenie ścian zewnętrznych części starej (SZ2)	Ocieplenie styropianem w systemie BSO
	4	Ocieplenie stropodachu wentylowanego (SD1)	Ocieplenie wełną w przestrzeni wentylowanej oraz wykonanie nowej hydroizolacji części zewnętrznej stropodachu
	5	Ocieplenie stropodachów warsztatów i części socjalnej (SD2 i SD3)	Ocieplenie styropianem od zewnątrz
	6	Ocieplenie stropodachu nad garażami (SD4)	Ocieplenie styropianem od zewnątrz
	7	Wymiana starych okien drewnianych	Wymiana na nową stolarkę PVC
B	8	Wymiana starych okien metalowych	Wymiana na nową stolarkę PVC
	9	Wymiana starych drzwi metalowych	Wymiana na nowe drzwi metalowe ocieplane
	10	Wymiana starych bram drewnianych	Wymiana na nowe bramy ocieplane
	11	Wymiana starych bram metalowych	Wymiana na nowe bramy ocieplane
C	12	Zmniejszenie strat na wentylacji	Wykonanie systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła
D	13	Zwiększenie sprawności systemu ciepłej wody użytkowej	Montaż sterownika czasowego ograniczającego czas podgrzewu CWU
E	14	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej-oświetlenie	Wymiana instalacji oświetleniowej na parterze

6.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dotyczących usprawnienia systemu CO oraz zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody oraz zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
temperatura wewnętrzna w budynku [t_{wo}]	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
minimalna temperatura zewnętrzna dla strefy II [t_{zo}]	-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d dla przegród zewnętrznych*	3890	3890	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$

Poniżej przedstawiono taryfy opłat poszczególnych źródeł energii, oraz związane z nimi sprawności systemów wytwarzania ciepła

Taryfa opłat W-5 - gaz ziemny (z VAT)					Koszt energii końcowej		
Wyszczególnienie					W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
O_{0m} , O_{1m}	0,0069	0,0069	zł/kWh/h*h		6 483,49	6 483,49	zł/MW/m-c
O_{0z} , O_{1z}	0,1478	0,1478	zł/kWh		62,31	46,31	zł/GJ ⁽¹⁾
A_{b0} , A_{b1}	121,00	121,00	zł/m-c		121,00	121,00	zł/m-c
Wartość opałowa		278	kWh/GJ		sprawność systemu CO dla budynku przed termomodernizacją		0,66
					sprawność systemu CO po termomodernizacji		0,89

Taryfa opłat - energia elektryczna (z VAT) taryfa B11					Koszt energii końcowej		
Wyszczególnienie					W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
O_{0m} , O_{1m}	15,13	15,13	zł/kW/ m-c		15 129,00	15 129,00	zł/MW/m-c
O_{0z} , O_{1z}	0,41	0,41	zł/kWh		114,19	114,19	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1}	23,37	23,37	zł/ m-c		23,37	23,37	zł/ m-c
Wartość opałowa		278	kWh/GJ				

* liczba stopniocdni przyjęta jak dla stacji meteo Elbląg

(1) cena za 1GJ energii końcowej wyliczona jako wynikowa ceny źródła ciepła oraz jego wartości opałowej przeliczonej przez sprawność systemu grzewczego

UWAGA!

W związku z tym, że modernizacja systemu CO w budynku jest najważniejsza, przy obliczaniu opłacalności konkretnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych będziemy brali pod uwagę koszty energii końcowej, jakie będą po wykonaniu termomodernizacji systemu CO, a nie w stanie obecnym.

6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.2. - Ocieplenie ścian zewnętrznych z gazobetonu (część dobudowana) (SZ1)**

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)	A =	648,7 m ²
	powierzchnia okien wbudowanych, o powierzchni jednostkowej < 3m ²	A_{okna} =	105,3 m ²
	powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} =	754,1 m ²
	powierzchnia ścian fundamentowych do ocieplenia	A_{koszt} =	27,1 m ²
	współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U =		0,77 [W/(m ² ·K)]

Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym. Dla właściwego wykonania ocieplenia ściany, styropian musi zająć na okno przynajmniej 3 cm, by zminimalizować mostek termiczny na styku okno/ ściana (tzw. ocieplenie węgarów). Zgodnie z sugestią inwestora ocieplenie należy wykonać styropianem grafitowym.

Materiał izolacyjny: styropian o współczynniku przewodności λ 0,031 W/mK.

Dodatkowo, by zminimalizować mostek termiczny na styku ściany fundamentowej z gruntem należy ocieplić ścianę fundamentową na głębokość 30cm przy użyciu styropianu hydrofobowego o grubości 15cm. Przed ociepleniem należy również odtworzyć hydroizolację tej ściany.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0$ (m²·K)/W

wariant 2: o grubości warstwy izolacji dającym najkorzystniejszy współczynnik SPBT

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,12	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,87	5,81	6,45
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,29	5,16	7,10	7,74
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	168,7	42,2	30,7	28,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,019	0,005	0,003	0,003
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		6 971	7 606	7 747
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		172,80	184,20	188,00
8	Dodatkowy koszt ocieplenia ścian fundamentowych	zł		8 129	8 129	8 129
9	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		138 436	147 033	149 898
10	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		19,859	19,332	19,350
11	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,77	0,194	0,141	0,129

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak obróbki otworów okiennych, wymiana parapetów, wydłużenie okapu, wymiana orynnowania itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 18cm.

Wybrany wariant- 2	Koszt : 147 033 zł	SPBT= 19,3 lat
---------------------------	---------------------------	-----------------------

6.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.3. - Ocieplenie ścian zewnętrznych części starej (SZ2)**

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczania strat energii cieplnej (netto)	A	=	253,5	m ²
	powierzchnia okien wbudowanych, o powierzchni jednostkowej < 3m ²	A_{okna}	=	33,3	m ²
	powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt}	=	286,7	m ²
	powierzchnia ścian fundamentowych do ocieplenia	A_{koszt}	=	23,1	m ²
	współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody U		=	1,10	[W/(m ² ·K)]

Opis wariantów usprawnienia

Jako metodę docieplenia ściany zewnętrznej Audytor proponuje ocieplenie w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym. Dla właściwego wykonania ocieplenia ściany, styropian musi zająć na okno przynajmniej 3 cm, by zminimalizować mostek termiczny na styku okno/ ściana (tzw. ocieplenie węgarów). Zgodnie z sugestią inwestora ocieplenie należy wykonać styropianem grafitowym.

Materiał izolacyjny: styropian o współczynniku przewodności λ 0,031 W/mK.

Dodatkowo, by zminimalizować mostek termiczny na styku ściany fundamentowej z gruntem należy ocieplić ścianę fundamentową na głębokość 30cm przy użyciu styropianu hydrofobowego o grubości 12cm. Przed ociepleniem należy również odtworzyć hydroizolację tej ściany.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0$ (m²·K)/W

wariant 2: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,52	5,16	5,81
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,91	5,43	6,07	6,72
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	93,6	15,7	14,0	12,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,011	0,002	0,002	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		4 295	4 387	4 462
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		176,60	180,40	184,20
8	Dodatkowy koszt ocieplenia ścian fundamentowych	zł		6 921	6 921	6 921
9	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		57 559	58 648	59 738
10	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		13,400	13,368	13,389
11	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,10	0,184	0,165	0,149

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przeto cenę jednostkowe ocieplenia 1 m² w średnich cen rynkowych.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi, takimi jak obróbki otworów okiennych, wymiana parapetów, wydłużenie okapu, wymiana orynnowania itp.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 16cm.

Wybrany wariant- 2	Koszt :	58 648 zł	SPBT=	13,4 lat
---------------------------	----------------	------------------	--------------	-----------------

6.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.4. - Ocieplenie stropodachu wentylowanego (SD1)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 460,2 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 460,2 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,61 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Analizowany stropodach posiada dużą przestrzeń wentylowaną i z powodzeniem można ocieplić go układając dodatkową warstwę wełny na istniejące ocieplenie. Jednak by się do niego dostać należy w ścianie szczytowej wykonać otwór i wstawić w niego okno lub drzwi, tak by pracownicy mogli swobodnie wejść z materiałami izolacyjnymi do jego przestrzeni.

Niestety istniejące pokrycie płyt korytkowych nad przestrzenią stropodachu jest nieszczelne i powoduje zamakanie istniejącej izolacji. Dla właściwego wykonania termomodernizacji niezbędne jest by wykonać nowe szczelne pokrycie dachu. Do tego celu najlepiej jest zastosować membranę EPDM z warstwą bitumiczną zbrojoną welonem, np. resitrix MB

Dodatkowo układając wełnę na stropie należy również ocieplić ściany zewnętrzne od wewnątrz. Dzięki temu zminimalizuje się mostek termiczny na styku stropu ze ścianą zewnętrzną.

Materiał izolacyjny: wełna mineralna o współczynniku przewodności $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,18	0,25	0,28
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		5,14	7,14	8,00
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	1,64	6,79	8,79	9,64
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	94,1	22,8	17,6	16,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,011	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		3 929	4 215	4 301
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		289,85	305,35	311,99
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		133 393	140 525	143 582
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		33,952	33,341	33,383
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,61	0,15	0,11	0,10

Podstawa przyjętych wartości N_U

Cena na podstawie oferty firmy Dachy Zielone sp. z o.o.

Koszt obejmuje: Ułożenie nowego pokrycia dachu z membrany EPDM, z wszelkimi obróbkami przy kominach, okapach itp., wykonanie otworu w ścianie szczytowej i zamontowanie w nim okna lub wjazdu, ułożenie wełny na całej powierzchni stropu, oraz ocieplenie scianek ponad powierzchnią stropu od wewnątrz, oraz inne niezbędne roboty dodatkowe.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie wełną o grubości 25cm.

Wybrany wariant- 2	Koszt : 140 525 zł	SPBT= 33,3 lat
---------------------------	---------------------------	-----------------------

6.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.5. - Ocieplenie stropodachów warsztatów i części socjalnej (SD2 i SD3)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 403,5 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 403,5 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,97 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Dla ocieplenia stropodachów płaskich, proponuje się przymocowanie na istniejące podłoże styropianu i przykrycie go wysokospecjalistyczną membraną EPDM z warstwą bitumiczną zbrojoną welonem, np. resitrix MB. Prace te powinny być wykonane przez wyspecjalizowaną firmę. Takie rozwiązanie zagwarantuje długowieczność wykonanego pokrycia i brak problemów z przeciekaniem.

Materiał izolacyjny: styropian o współczynniku przewodności λ 0,038 W/mK .

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantcie 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,22	0,25	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		5,79	6,58	6,84
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	1,03	6,82	7,61	7,87
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	131,8	19,9	17,8	17,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,015	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		6 167	6 280	6 313
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		276,20	282,50	284,60
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		111 458	114 000	114 847
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		18,074	18,151	18,191
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,97	0,15	0,13	0,13

Podstawa przyjętych wartości N_U

Cena na podstawie oferty firmy Dachy Zielone sp. z o.o.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 22cm.

Wybrany wariant- 1	Koszt : 111 458 zł	SPBT= 18,1 lat
---------------------------	---------------------------	-----------------------

6.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie**Przedsięwzięcie A.6. - Ocieplenie stropodachu nad garażami (SD4)**

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 109,7 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 109,7 \text{ m}^2$
 współczynnik izolacyjności cieplnej przegrody $U = 0,44 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$

Opis wariantów usprawnienia

Dla ocieplenia stropodachów płaskich nad garażami, proponuje się przymocowanie na istniejące podłoże styropianu i przykrycie go wysokospecjalistyczną membraną EPDM z warstwą bitumiczną zbrojoną welonem, np. resitrix MB. Prace te powinny być wykonane przez wyspecjalizowaną firmę. Takie rozwiązanie zagwarantuje długowieczność wykonanego pokrycia i brak problemów z przeciekaniem.

Materiał izolacyjny: styropian o współczynniku przewodności λ $0,038 \text{ W/mK}$.

Poniżej przedstawiono 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej. Do analizy wzięto pod uwagę tylko tzw. handlowe grubości izolacji (będące dostępne w sprzedaży).

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji najefektywniejszej z punktu widzenia SPBT (maksymalna grubość zgodna z wytycznymi inwestora zawartymi w punkcie 2.4)

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,18	0,2	0,25
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,74	5,26	6,58
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	2,29	7,03	7,55	8,87
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	16,1	5,2	4,9	4,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,002	0,001	0,001	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		599	619	659
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		267,80	272,00	282,50
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		29 380	29 841	30 993
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		49,075	48,221	47,047
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,44	0,14	0,13	0,11

Podstawa przyjętych wartości N_U

Cena na podstawie oferty firmy Dachy Zielone sp. z o.o.

Koszt obejmuje roboty dociepleniowe wraz z niezbędnymi pracami towarzyszącymi.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje docieplenie styropianem o grubości 25cm.

Wybrany wariant- 3	Koszt : 30 993 zł	SPBT= 47,0 lat
---------------------------	---------------------------------	------------------------------

6.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.7. - Wymiana starych okien drewnianych

Znaczna część okien w budynku została już wymieniona na okna PVC o relatywnie dobrym współczynniku izolacyjności cieplnej. Niemniej jednak pozostało jeszcze 34 szt. starych okien drewnianych. Okna te są nieszczelne i mają słaby współczynnik izolacyjności cieplnej

Usprawnienie przewiduje wymianę starych okien na nowe okna PVC.

Dane:

Powierzchnia okien do wymiany

$$A_{ok} = 64,3 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 1\,152 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$

- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis wariantów usprawnienia

wariant 1: okna PVC z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku $U_g=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, współczynnik profilu $U_f= 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą $\Psi=0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ciepła ramka Swisspacer U)

średni ważony współczynnik U_w dla okien = $0,89 \text{ W/m}^2\text{K}$

wariant 2: okna PVC z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku $U_g=0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, współczynnik profilu $U_f= 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą $\Psi=0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ciepła ramka Swisspacer U)

średni ważony współczynnik U_w dla okien = $0,83 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,60	0,89	0,83
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	214,3	151,0	149,7
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0257	0,0171	0,0169
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} -$	zł/a		3 605	3 677
6	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		66 268	72 895
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		18,4	19,8

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien według oferty firmy DG System z Wejherowa

wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 0,89 \text{ W/m}^2\text{K}$

wariant 2: wymiana na okna o $U_w = 0,83 \text{ W/m}^2\text{K}$

cena za m2	ilość	wartość
1030	64,3	66 268 zł
1133	64,3	72 895 zł

Kosztorys obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna PVC z szybą o współczynniku $U_g=0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wybrany wariant- 1	Koszt :	66 268 zł	SPBT=	18,4 lat
--------------------	---------	-----------	-------	----------

6.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.8. - Wymiana starych okien metalowych

W części warsztatowej znajduje się 16szt. okien w ramie metalowej szklonej pojedynczą szybą. Są one bardzo zimne, a niedostateczne uszczelnienie między profilem a szybą powoduje dużą infiltrację powietrza.

Usprawnienie przewiduje wymianę starych okien na nowe okna PVC.

Dane:

Powierzchnia okna do wymiany

$$A_{ok} = 45,2 \text{ m}^2$$

$$V_{nom} = \Psi = 808 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{obl} = \Psi * C_m$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$

- okna spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis wariantów usprawnienia

wariant 1: okna PVC z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, współczynnik profilu $U_f = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą $\Psi = 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ciepła ramka Swisspacer U)

średni ważony współczynnik U_w dla okien = $0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$

wariant 2: okna PVC z szybą zespoloną, dwukomorową o współczynniku $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, współczynnik profilu $U_f = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Liniowy współczynnik przenikania na styku szyby z ramą $\Psi = 0,030 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ciepła ramka Swisspacer U)

średni ważony współczynnik U_w dla okien = $0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	5,00	0,86	0,79
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	1,00	1,00
		C_m	1,2	1,00	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	177,6	105,5	104,4
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0211	0,0119	0,0118
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} -$	zł/a		4 054	4 112
6	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		46 515	51 166
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		11,5	12,4

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien według oferty firmy DG System z Wejherowa

wariant 1: wymiana na okna o $U_w = 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$

wariant 2: wymiana na okna o $U_w = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$

cena za m2	ilość	wartość
1030	45,2	46 515 zł
1133	45,2	51 166 zł

Kosztorys obejmuje cenę okien i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych okien, montaż nowych.

Wariant o najlepszym współczynniku SPBT przewiduje wymianę obecnych okien na okna PVC z szybą o współczynniku $U_g = 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wybrany wariant- 1	Koszt :	46 515 zł	SPBT=	11,5 lat
--------------------	---------	-----------	-------	----------

6.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.9. - Wymiana starych drzwi metalowych

Od strony północnej znajdują się jedne drzwi metalowe prowadzące do pomieszczenia nr 11. Są one zimne i nieszczelne i kwalifikują się do wymiany.

Usprawnienie przewiduje wymianę starych drzwi na szczelne i ciepłe drzwi metalowe

Dane:

Powierzchnia drzwi do wymiany

$$\begin{aligned} A_{ok} &= 2,2 \text{ m}^2 \\ V_{nom} &= \Psi = 39 \text{ m}^3/\text{h} \\ V_{obl} &= \Psi * C_m \end{aligned}$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,0$

- drzwi spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi szczelne, o parametrze izolacyjności cieplnej $U \leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	5,10	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	1,00
		C_m	1,3	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	8,7	5,5
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0011	0,0006
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m})$	zł/a		188
6	Koszt wymiany drzwi N_{ok}	zł		3 000
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		16,0

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto orientacyjną cenę drzwi wraz z montażem według średnich cen rynkowych.

Kosztorys na drzwi obejmuje cenę drzwi i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych drzwi, montaż nowych.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	3 000 zł	SPBT=	16,0 lat
--------------------	---------	----------	-------	----------

6.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.10. - Wymiana starych bram drewnianych

Od strony południowej znajdują się dwie pary dużych bram drewnianych prowadzących do warsztatu. Są one bardzo nieszczelne i zimne.

Usprawnienie przewiduje wymianę tych drzwi na nowe ocieplone drzwi metalowe lub bramy uchylne segmentowe z napędem

Dane:

Powierzchnia drzwi do wymiany

$$\begin{aligned} A_{ok} &= 11,5 \text{ m}^2 \\ V_{nom} &= \Psi = 206 \text{ m}^3/\text{h} \\ V_{obl} &= \Psi * C_m \end{aligned}$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,2$

- drzwi spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę bram istniejących na bramy szczelne, o parametrze izolacyjności cieplnej $U \leq W/(m^2 \cdot K)$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$W/m^2 \cdot K$	2,50	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,3	1,00
		C_m	1,5	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	46,5	33,3
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0051	0,0032
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m})$	zł/a		753
6	Koszt wymiany bram N_{ok}	zł		12 000
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		15,9

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto orientacyjną cenę drzwi wraz z montażem według średnich cen rynkowych.

Kosztorys obejmuje cenę bram i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych bram i montaż nowych.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	12 000 zł	SPBT=	15,9 lat
--------------------	---------	-----------	-------	----------

6.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie B.11. - Wymiana starych bram metalowych

Od strony południowej znajduje się 7 bram metalowych o różnych rozmiarach. Są one bardzo nieszczelne i zimne.

Usprawnienie przewiduje wymianę tych drzwi na nowe ocieplone drzwi metalowe lub bramy uchylne

Dane:

Powierzchnia drzwi do wymiany

$$\begin{aligned} A_{ok} &= 69,3 \text{ m}^2 \\ V_{nom} &= \Psi = 1\,240 \text{ m}^3/\text{h} \\ V_{obl} &= \Psi * C_m \end{aligned}$$

- stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru $C_w = 1,2$

- drzwi spełniają funkcję doprowadzenia powietrza wentylacyjnego

Opis usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę bram istniejących na bramy szczelne, o parametrze izolacyjności cieplnej $U \leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	po zmianie
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	5,10	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,3	1,00
		C_m	1,5	1,00
3	$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}$	GJ/a	339,9	200,4
4	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0374	0,0194
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12(y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m})$	zł/a		7 861
6	Koszt wymiany bram N_{ok}	zł		64 019
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-
8	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		8,1

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto orientacyjną cenę drzwi wraz z montażem według średnich cen rynkowych.

Kosztorys obejmuje cenę bram i materiałów pomocniczych, transport, demontaż starych bram i montaż nowych.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	64 019 zł	SPBT=	8,1 lat
--------------------	---------	-----------	-------	---------

6.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu wentylacji**Przedsięwzięcie C.12. - Zmniejszenie strat na wentylacji****Stan obecny**

Obecnie budynek wyposażony jest w niekompletny system wentylacji grawitacyjnej. Wiele pomieszczeń nie posiada w ogóle dostępu do kominów wentylacyjnych, a istniejące kanały wentylacji grawitacyjnej nie spełniają swojego zadania. Wentylowanie pomieszczeń odbywa się poprzez otwieranie okien, lub niekontrolowaną infiltrację tam gdzie stolarka jest bardzo nieszczelna.

System wentylacji grawitacyjnej jest niekontrolowany i niewydajny. Dodatkowo część okien, które są stare i nieszczelne powodują sporą infiltrację powietrza, co dodatkowo wzmacnia straty na wentylacji. Po wymianie okien infiltracja znacznie się zmniejszy lecz nie rozwiąże to problemu złego i niewydajnego systemu wentylacji

Opis propozycji usprawnienia

Należy w niemal całym budynku zamontować system wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. Jedynie w pomieszczenia dwóch garaży nie ma sensu montować wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. W tych pomieszczeniach należy wykonać wentylatory wywiewne, które będą pełnić funkcję czasowego przewietrzania.

System nawiewno wywiewny będzie się opierał na kilku centralach wentylacyjnych nawiewno-wywiewnych z odzyskiem ciepła obsługujących niezależnie grupy pomieszczeń o tych samych funkcjach: Pomieszczenia biurowe na piętrze; Część socjalną na parterze (pomieszczenia od 22 do 25); Część warsztatową, gdzie występują pyły (pomieszczenia 26, 30 i spawalnia); Resztę pomieszczeń warsztatowych i magazynowych.

Taki system umożliwi niezależne sterowanie czasem pracy i wydatkami w konkretnych strefach, tak by jak najlepiej dopasować ilości zużywanego powietrza do potrzeb. Dodatkowo w strefie gdzie występują pyły należy zastosować wymiennik krzyżowy o zwiększonym rozstawie lamel oraz lepszych filtrach pyłowych.

Wszystkie centrale muszą być wyposażone w wentylatory EC z płynną regulacją wydatku, oraz sterowniki z programatorem tygodniowym. To umożliwi dokładne dostosowanie wydatku do potrzeb użytkowników, oraz dostosowanie godzin pracy systemu do czasu użytkowania budynku.

Wentylacja sanitariatów powinna być realizowana indywidualnymi wentylatorami wyciągowymi załączanymi razem z oświetleniem, a wyłączanymi ze zwłoką czasową ustawioną indywidualnie przez użytkownika.

Obliczenia**Stan obecny - wentylacja grawitacyjna:**

Dane dla całego budynku na podstawie obliczeń w programie audytor OZC 6.7 Pro

Zapotrzebowanie na moc grzewczą na potrzeby wentylacji:	32,516	kW
zużycie energii cieplnej na potrzeby wentylacji	389,07	GJ/rok

Stan projektowany - wentylacja mechaniczna:

Dane na podstawie obliczeń w programie audytor OZC 6.7 Pro

nominalny wydatek central wentylacyjnych w czasie jej pracy:			
Nawiew	3 385	m3/h	
Wywiew	3 085	m3/h	
nominalny wydatek wentylatorów wyciągowych w sanitariatach:			
	300	m3/h	
czas pracy systemu wentylacji:	2 080	h/rok	
sezonowa sprawność odzysku ciepła rekuperatorów w centralach wentylacyjnych:	75%		
współczynnik SFP łącznie dla wentylatora nawiewnego i wywiewnego	2,3	kW/m3/s	
Zapotrzebowanie na moc grzewczą:	28,077	kW	
zużycie energii cieplnej:	228,47	GJ/rok	

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	stan projektowany
1	Straty $Q_{ve} = H \cdot (\theta_{int} - \theta_{e}) \cdot tM$ [kWh]	GJ/a	389,1	228,5
2	$Q = V \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T, kW$	MW	0,0325	0,0281
3	Zużycie prądu na wentylatory	kWh/rok	0	4498
4	koszt pracy wentylatorów	pln/rok	0	1848
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{OK} + \Delta O_{RW} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		5 936
6	Orientacyjny koszt usprawnienia	zł		332 100
7	SPBT = $(N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		55,9

Podstawa przyjętych wartości kosztowych:

Na podstawie szacunkowej wyceny firmy P.P.H.U. "D&M" Dawid Wróbel

Cena obejmuje wykonanie kompletnego systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej w budynku, podłączenia zasilania do nagrzewnic wodnych, wykonania wentylacji w sanitariatach i garażach wraz z wszystkimi pracami pobocznymi.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	332 100 zł	SPBT=	55,9 lat
---------------------------	----------------	-------------------	--------------	-----------------

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

Przedsięwzięcie D.13. - Zwiększenie sprawności systemu ciepłej wody użytkowej

Stan obecny

Ciepła woda wytwarzana jest w elektrycznym zasobniku CWU. Zasobnik podłączony jest bezpośrednio do gniazdka elektrycznego, a więc utrzymuje ciepłą wodę w zasobniku 24 godziny na dobę 7 dni w tygodniu. A więc straty na akumulacji ciepła generowane są przez cały czas.

Opis propozycji usprawnienia

Pomiędzy wtyczką zasobnika, a gniazdkiem elektrycznym należy zamontować czasowy programator tygodniowy, który włączałby podgrzewanie wody na godzinę przed rozpoczęciem pracy przez pracowników i wyłączałby na koniec dnia pracy. Dzięki temu ciepła woda byłaby podgrzewana około 55 godzin tygodniowo, a nie 168 godzin.

Rozwiązanie to ograniczy straty na akumulacji ciepła.

Szczegółowe obliczenia zapotrzebowania na energię w stanie istniejącym i po termomodernizacji znajdują się w załączniku nr 4, na stronie 47 niniejszego audytu.

Obliczenie oszczędności dla produkcji ciepłej wody użytkowej

Lp.		Jedn.	przed	po
1.	Zapotrzebowanie na energię końcową dla przygotowania CWU	GJ/a	13,0	12,0
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0017	0,0017
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	1 804	1 688
4.	Oszczędność	zł/a		116
5.	Koszt modernizacji	zł		150
6.	SPBT	lata		1,3

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Na podstawie kosztorysu dla porównywalnej inwestycji

pozycja	cena jedn.	ilość	wartość
Tygodniowy programator czasowy	150	1	150
		suma	150

KOSZT	150 zł	SPBT	1,3 lat
--------------	--------	-------------	---------

6.2.16. Ocena przesiewięzienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia.**Przedsięwzięcie E.14. - Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie****Stan obecny**

W ocenianym budynku zostało wymienione oświetlenie w części biurowej (piętro). Cały parter, a więc część warsztatowo-magazynowa oraz socjalna posiada bardzo starą instalację oświetleniową. Oprawy świetłkowe są stare, o niskiej sprawności, wyposażone w stare układy zapłonowe, które zużywają dodatkowo około 15% mocy zainstalowanej.

Dodatkowym problemem jest stara instalacja na przewodach aluminiowych, które powodują dodatkowe straty energii na przesył, a ponadto przegrzewy instalacji grożą pożarem. Reasumując obecne oświetlenie nie spełnia obecnych norm oświetleniowych i bezpieczeństwa i koniecznością jest wymiana całej instalacji oświetleniowej na parterze.

Aby ocenić efekt ekonomiczny planowanej inwestycji, w pierwszej kolejności wykonano inwentaryzację oświetlenia obecnie istniejącego.

Stan istniejący- inwentaryzacja

nr pom.	opis pomieszczenia	rodzaj oprawy	moc oprawy [W]	ilość opraw	dodatek mocy na układ zapłonowy	moc w pomieszczeniu [W]	czas pracy h/rok	zużycie energii kWh/rok	roczny koszt oświetlenia [pln]
28	Magazyn	świetłkowe	80	14	15%	1288	1560	2 009	825
28A	Magazyn	świetłkowe	80	11	15%	1012	1560	1 579	648
27	Warsztat	świetłkowe	80	14	15%	1288	1560	2 009	825
26	Warsztat	świetłkowe	80	28	15%	2576	1560	4 019	1651
29	Warsztat	świetłkowe	80	14	15%	1288	1560	2 009	825
30	Warsztat	świetłkowe	80	12	15%	1104	1560	1 722	707
31	Magazyn znaków	świetłkowe	72	5	15%	414	1560	646	265
Spawalnia	Spawalnia	świetłkowe	80	9	15%	828	1560	1 292	531
22	biuro magazyniera	świetłkowe	72	2	15%	165,6	1560	258	106
23	Jadalnia	świetłkowe	72	6	15%	496,8	1560	775	318
24	WC	żarówki	60	2	0%	120	1560	187	77
25	Umywalnia	żarówki	60	2	0%	120	1560	187	77
25	Szatnia	świetłkowe	72	2	15%	165,6	1560	258	106
4A	Suszarnia	świetłkowe	80	2	15%	184	1560	287	118
5A	Magazyn	świetłkowe	80	4	15%	368	1560	574	236
11	Magazyn	świetłkowe	80	2	15%	184	1560	287	118
G6	Garaż	świetłkowe	80	4	15%	368	1560	574	236
G7	Garaż	świetłkowe	80	5	15%	460	1560	718	295
G8	Garaż	świetłkowe	80	5	15%	460	1560	718	295
	rozdz. CO	żarówka	100	1	0%	100	1560	156	64
suma						12 990		20 264	8 324

oświetlenie zewnętrzne	żar. sodowa	400	5	0%	2000	2600	5 200	2136
suma						2 000	5 200	2 136

Opis propozycji usprawnienia

Wymieniając stare oświetlenie na nowe, należy tak to zaprojektować i wykonać by spełnić obowiązujące przepisy i normy dotyczące natężenia oświetlenia w budynku. Niezależnie więc od poszukiwanych oszczędności, priorytetem jest znaczne polepszenie jakości oświetlenia. Należy zatem wymienić stare oprawy na nowe o znacznie lepszych parametrach. Wszystkie oprawy świetłkowe wyposażone są już w źródła światła o wysokiej jakości, a plafony montowane w WC (Optima LED 18W 840) wyposażone są w źródła LED o mocy 18W, oraz czujnik ruchu.

W celu dobrania odpowiednich opraw wykonano analizę doboru nowego oświetlenia w każdym analizowanym pomieszczeniu. Wyniki analizy znajdują się na kolejnej stronie.

Aby wymiana opraw była możliwa, należy najpierw wymienić starą instalację elektryczną w budynku na nową trzyżyłową, zgodną z obecnymi przepisami.

Oświetlenie po zmianach

nr pom.	opis pomieszczenia	Nazwa nowej oprawy	moc oprawy [W]	ilość opraw	koszt opraw w pomieszczeniu [pln]	moc w pomieszczeniu [W]	czas pracy h/rok	zużycie energii kWh/rok	roczny koszt oświetlenia [pln]
28	Magazyn	TCW060 2XTL5-28W H	62	8	1 525,20	496	1560	774	318
28A	Magazyn	TCW060 2XTL5-28W H	62	8	1 525,20	496	1560	774	318
27	Warsztat	TCW060 2XTL5-28W H	62	12	2 287,80	744	1560	1 161	477
26	Warsztat	TCW060 2XTL5-28W H	62	24	4 575,60	1488	1560	2 321	953
29	Warsztat	TCW060 2XTL5-28W H	62	12	2 287,80	744	1560	1 161	477
30	Warsztat	TCW060 2XTL5-28W H	62	12	2 287,80	744	1560	1 161	477
31	Magazyn znaków	TCW060 2XTL5-28W H	62	4	762,60	248	1560	387	159
Spawalnia	Spawalnia	TCW060 2XTL5-28W H	62	8	1 525,20	496	1560	774	318
22	biuro magazyniera	TCS260 2X28W/840 H	62	2	779,82	124	1560	193	79
23	Jadalnia	TCS260 2X28W/840 H	62	3	1 151,28	186	1560	290	119
24	WC	Optima LED 18W 840	18	4	885,60	72	1560	112	46
25	Umywalnia	Optima LED 18W 840	18	9	1 992,60	162	1560	253	104
25	Szatnia								
4A	Suszarnia	TCW060 2XTL5-28W H	62	2	381,30	124	1560	193	79
5A	Magazyn	TCW060 2XTL5-28W H	62	4	762,60	248	1560	387	159
11	Magazyn	TCW060 2XTL5-28W H	62	4	762,60	248	1560	387	159
G6	Garaż	TCW060 2XTL5-28W H	62	4	762,60	248	1560	387	159
G7	Garaż	TCW060 2XTL5-28W H	62	4	762,60	248	1560	387	159
G8	Garaż	TCW060 2XTL5-28W H	62	4	762,60	248	1560	387	159
	rozd. CO	TCW060 2XTL5-28W H	62	1	190,65	62	1560	97	40
suma					25 971,45	7 426,00		11 585	4 758
oświetlenie zewnętrzne		Halogen LED 50W	50	5	2 425,00	250	2600	650	267
				suma	2 425,00	250,00		650	267

Wyznaczenie współczynnika LENI

Lp.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
OŚWIETLENIE WEWNĘTRZNE				
DANE	Powierzchnia budynku	m2	1246,7	1246,7
	moc jednostkowa P_j *)	W/m2	10,42	5,96
	czas użytkowania w ciągu dnia tD	h/a	1560	1560
	czas użytkowania w ciągu nocy tN	h/a	0	0
	czas użytkowania w ciągu nocy i dnia tO	h/a	1560	1560
	czas równy 1 rokowi	h	8760	8760
	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia do poziomu wymaganego Fc	-	1,0	1,0
	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu FD	-	1,0	1,0
	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy i rodzaj regulacji FO (regulacja automatyczna)	-	1,0	1,0
W budynku nie występuje pobór energii pasożytniczej				
1.	Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia LENI = $\{F_c \cdot P_j \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)]\} / 1000 + m \cdot n \cdot \{5/ty \cdot [ty - (t_D + t_N)]\}$	kWh/(m2*rok)	16,3	9,3
2.	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia wewnętrznego	kWh/rok	20 264,4	11 584,6
OŚWIETLENIE ZEWNĘTRZNE				
3.	Moc łączna opraw zewnętrznych	W	2000	250
4.	Współczynnik uwzględniający regulację	-	1,0	1,0
5.	Czas użytkowania (z uwzględnieniem automatycznego sterowania)	h/a	2600	2600
6.	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia zewnętrznego	kWh/rok	5200,0	650,0

Analiza opłacalności zmiany oświetlenia

Lp.		Jedn.	przed	po
1.	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh	25 464,4	12 234,6
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0150	0,0077
3.	koszt obsługi oświetlenia	zł/rok	13 181	6 419
4.	Oszczędność	zł/rok		6 762
5.	Całkowity koszt modernizacji	zł		65 916
6.	SPBT	lata		9,7

Koszty wykonania modernizacji:

pozycja	wartość brutto [pln]
koszt opraw i źródeł światła	28 396
koszt montażu nowych opraw	10 720
koszt wymiany instalacji elektrycznej w budynku	26 800
suma	65 916

Koszt nowych opraw świetłowodowych wraz z wymianą podano na podstawie oferty firmy ViTom Light & Energy Tomasz Przytarski

Koszt :	65 916 zł	SPBT=	9,7 lat
---------	-----------	-------	---------

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

Lp.		Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty przedsięwzięcia	SPBT lata
1	D.13	Zwiększenie sprawności systemu ciepłej wody użytkowej	150	1,30
2	B.11	Wymiana starych bram metalowych	64 019	8,10
3	E.14	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie	65 916	9,70
4	B.8	Wymiana starych okien metalowych	46 515	11,50
5	A.3	Ocieplenie ścian zewnętrznych części starej (SZ2)	58 648	13,37
6	B.10	Wymiana starych bram drewnianych	12 000	15,90
7	B.9	Wymiana starych drzwi metalowych	3 000	16,00
8	A.5	Ocieplenie stropodachów warsztatów i części socjalnej	111 458	18,07
9	B.7	Wymiana starych okien drewnianych	66 268	18,40
10	A.2	Ocieplenie ścian zewnętrznych z gazobetonu (część	147 033	19,33
11	A.4	Ocieplenie stropodachu wentylowanego (SD1)	140 525	33,34
12	A.6	Ocieplenie stropodachu nad garażami (SD4)	30 993	47,05
13	C.12	Zmniejszenie strat na wentylacji	332 100	55,95
RAZEM			1 078 625	

6.4. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Przedsięwzięcie CO.1. - Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania

UWAGA!

Aby sprawiedliwie ocenić inwestycję w modernizację systemu CO, należy wziąć pod uwagę zmiany w zapotrzebowaniu na moc grzewczą, oraz ciepło, jakie wprowadzą usprawnienia ograniczające zużycie ciepła dla budynku (analizowane w punkcie 6.2). Do analizy zysków z przedsięwzięcia weźmiemy więc pod uwagę obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło jakie będzie po wykonaniu wszystkich pozostałych usprawnień dotyczących osłony termicznej budynku oraz wentylacji, a nie takie jakie jest w stanie obecnym.

Dane:

zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji $Q_{0co}=$	135,81 GJ/a
zapotrzebowanie na moc grzewczą po termomodernizacji $\Phi_{HL}=$	47,92 kW
sprawność systemu CO w stanie obecnym $\eta_0=$	0,66
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie doby $w_{d0}=$	0,95
współczynnik przerw na ogrzewaniu w okresie tygodnia $w_{t0}=$	0,9

Ciepło na potrzeby ogrzewania w stanie istniejącym wytwarzane jest w nowym kondensacyjnym kotle gazowym zlokalizowanym w sąsiednim, nieogrzewanym budynku. Przewody przesyłowe pomiędzy budynkami (około 5m) prowadzone są w ziemi. W związku z tym, że przegrody budynku w stanie obecnym mają bardzo wysoki współczynnik izolacyjności cieplnej U, czynnik grzewczy musiał zostać ustawiony na poziomie 80/60°C, a więc powyżej zakresu kondensacji.

Instalacja wewnętrzna została wykonana w 2018 roku z rur stalowych, ale bez izolacji termicznej. Grzejniki w większości są nowe płytowe z zaworami termostaticznymi, lecz bez głowic termostaticznych. Do wymiany pozostały jeszcze 2 stare grzejniki stalowe.

Całkowita sprawność systemu CO wynosi **0,66**

0	sprawności składowe systemu w stanie obecnym				Sprawność całkowita systemu w stanie obecnym	
	wytwarzania η_g	przesyłu η_d	regulacji i wykorzystania η_e	akumulacji η_s	$w_t = 0,90$	$w_d = 0,95$
	0,97	0,85	0,80	1,00	$\eta_0=$	0,66

Aby podwyższyć sprawność systemu CO należy:

- Zaizolować całą instalację rozprowadzającą ciepło otulinami o grubościach zgodnych z WT
- Wymienić dwa stare grzejniki na nowe płytowe
- We wszystkich grzejnikach zamontować głowice termostaticzne
- Po wykonaniu termomodernizacji przegród zewnętrznych budynku oraz systemu wentylacji, należy obniżyć parametr grzewczy instalacji do poziomu 50/30°C

OPIS USPRAWNIENIA

W pierwszej kolejności należy wymienić dwa stare grzejniki na nowe płytowe, konwektorowo-promiennikowe. Następnie wszystkie przewody CO należy zaizolować otulinami PE lub z wełny mineralnej pokrytej płaszczem z folii PCV.

Grubość izolacji na przewodach CO musi być zgodna z wymaganiami zawartymi w obowiązujących Warunkach Technicznych

Zawory termostaticzne wszystkich grzejników należy wyposażyć w głowice termostaticzne z zabezpieczeniem antykradzieżowym. Umożliwi to dostosowanie ilości dostarczanego ciepła do potrzeb każdego pomieszczenia z osobna.

Po ociepleniu całego budynku znacznie obniży się zapotrzebowanie na moc grzewczą. Należy zatem obniżyć temperaturę czynnika grzewczego. Poprawi to sprawność regulacji temperatury w ogrzewanych pomieszczeniach oraz zwiększy sprawność wytwarzania na kotle, który będzie mógł wykorzystać energię z kondensatu.

W tabeli poniżej zestawiono obecne wartości współczynników sprawności systemu CO, oraz uwzględniające wprowadzenie wyżej wymienionych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Wytwarzanie ciepła - Po ociepleniu budynku zmiana parametrów czynnika grzewczego do poziomu 50/30°C	$\eta_g = 0,97$	$\eta_g = 1,06$
2	Przesyłanie ciepła - Zaizolowanie wszystkich przewodów CO w kotłowni oraz ogrzewanym budynku.	$\eta_d = 0,85$	$\eta_d = 0,91$
3	Regulacja i wykorzystanie systemu grzewczego - Wymiana dwóch starych grzejników żeliwnych. Montaż głowic termostatycznych na wszystkich grzejnikach.	$\eta_e = 0,80$	$\eta_e = 0,92$
4	Akumulacja ciepła - bez zmian	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0 = 0,66$	$\eta_1 = 0,89$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - brak zmian	$w_t = 0,90$	$w_t = 0,90$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - brak zmian	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$

Usprawnienie centralnego ogrzewania - WYLICZENIA KOSZTOWE

DANE Z INWENTARYZACJI:

orientacyjna długość przewodów [m]

Poziomy	549
Piony	64
podejścia do grzejników	148

grzejniki

ilość grzejników do wymiany	2
ilość głowic termostatycznych do zamontowania	47

Ocena finansowa wdrożonego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	stan docelowy
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,66	0,89
2	zapotrzebowanie na energię użytkową	GJ/rok	136	136
3	zapotrzebowanie na energię końcową	GJ/rok	176	131
4	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	0,90	0,90
5	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	0,95	0,95
6	oszczędność kosztów związana ze zmniejszeniem zapotrzebowania na GJ	zł/rok		1 855
7	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		25 897
8	SPBT	lata		14,0

Koszty przedsięwzięcia		jedn.	ilość	cena	koszt
1	Izolacja przewodów CO	mb	761	21,6	16 447
2	wymiana starych grzejników	szt.	2	1 200	2 400
3	Zakup i montaż głowic termostatycznych	szt.	47	150	7 050
Razem					25 897

Koszty wykonania robót instalacyjnych zostały oszacowane z pomocą firmy DIOS Andrzej Bieszka.

Wybrany wariant- 1	Koszt :	25 897 zł	SPBT=	14,0 lat
--------------------	---------	-----------	-------	----------

6.5. Rodzaj i zakres usprawnień termomodernizacyjnych zalecanych do realizacji

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Koszty	SPBT lata	Inne koszty (proporcjonalnie)			Koszty wariantu ogółem
		zł		Koszty dokumentacji	Koszty nadzoru	Razem	zł
1	Zwiększenie sprawności systemu ciepłej wody użytkowej	150	1,30	14	4	18	168
2	Wymiana starych bram metalowych	64 019	8,10	5 796	1 739	7 535	71 554
3	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie	65 916	9,70	5 968	1 790	7 758	73 675
4	Wymiana starych okien metalowych	46 515	11,50	4 211	1 263	5 475	51 989
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych części starej (SZ2)	58 648	13,37	5 310	1 593	6 903	65 551
6	Wymiana starych bram drewnianych	12 000	15,90	1 086	326	1 412	13 412
7	Wymiana starych drzwi metalowych	3 000	16,00	272	81	353	3 353
8	Ocieplenie stropodachów warsztatów i części socjalnej (SD2 i SD3)	111 458	18,07	10 091	3 027	13 118	124 576
9	Wymiana starych okien drewnianych	66 268	18,40	6 000	1 800	7 800	74 067
10	Ocieplenie ścian zewnętrznych z gazobetonu (część dobudowana) (SZ1)	147 033	19,33	13 312	3 994	17 305	164 338
11	Ocieplenie stropodachu wentylowanego (SD1)	140 525	33,34	12 723	3 817	16 540	157 065
12	Ocieplenie stropodachu nad garażami (SD4)	30 993	47,05	2 806	842	3 648	34 641
13	Zmniejszenie strat na wentylacji	332 100	55,95	30 067	9 020	39 087	371 187
14	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania	25 897	13,96	2 345	703	3 048	28 945
Razem		1 104 522		100 000	30 000	130 000	1 234 522

Powyższe zestawienie zawiera listę usprawnień zalecanych do realizacji, uszeregowanych według współczynnika SPBT.

7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p.6.5

CWU	Zwiększenie sprawności systemu ciepłej wody użytkowej
bramy metalowe	Wymiana starych bram metalowych
oświetlenie	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej- oświetlenie
okna metalowe	Wymiana starych okien metalowych
ściany zewnętrzne SZ2	Ocieplenie ścian zewnętrznych części starej (SZ2)
bramy drewniane	Wymiana starych bram drewnianych
Drzwi metalowe	Wymiana starych drzwi metalowych
stropodachy SD2 i SD3	Ocieplenie stropodachów warsztatów i części socjalnej (SD2 i SD3)
okna drewniane	Wymiana starych okien drewnianych
ściany zewnętrzne SZ1	Ocieplenie ścian zewnętrznych z gazobetonu (część dobudowana) (SZ1)
stropodach SD1	Ocieplenie stropodachu wentylowanego (SD1)
stropodach SD4	Ocieplenie stropodachu nad garażami (SD4)
wentylacja	Zmniejszenie strat na wentylacji
modernizacja CO	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

[illegible]

7.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Nr wariantu	Ogrzewanie budynku			Ciepła woda		Razem co + cw		Oświetlenie		Opłaty c.o.	Opłaty c.w.u.	Opłaty światło	Razem	Oszczę- dność ΔO_r	Koszt robót N
	Q_{OCO}	q_{OCO}	η_o	Q_{OCW}	q_{OCW}	Q_0	q_0	Q_{0L}	q_{0L}	O_{co0}	O_{cw0}	O_{l0}	O_{or}		
	Q_{1CO}	q_{1CO}	η_1	Q_{1CW}	q_{1CW}	Q_1	q_1	Q_{1L}	q_{1L}	O_{co1}	O_{cw1}	O_{l1}	O_{1r}		
	GJ/a	kW	W_{d0}, W_{t0}	GJ/a	kW	GJ/a	kW	GJ/a	kW	zł/a	zł/a	zł/a	zł/a	zł/a	zł
stan istn.	764,68	189,2	$\frac{0,66}{0,95 \quad 0,90}$	13,0	0,4	1004,3	189,6	91,6	15,0	56 913	1 804	13 181	71 898		
1	135,8	54,0	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	142,9	54,4	44,0	7,7	11 031	1 688	6 419	19 138	52 760	1 234 522
2	293,8	73,6	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	295,1	74,0	44,0	7,7	18 815	1 688	6 419	26 921	44 977	863 335
3	300,0	75,0	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	301,1	75,4	44,0	7,7	19 167	1 688	6 419	27 274	44 624	828 694
4	381,0	84,7	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	379,1	85,1	44,0	7,7	23 132	1 688	6 419	31 239	40 659	671 629
5	504,7	101,7	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	498,3	102,1	44,0	7,7	29 349	1 688	6 419	37 456	34 442	507 291
6	531,7	106,0	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	524,3	106,4	44,0	7,7	30 755	1 688	6 419	38 862	33 036	433 224
7	573,2	123,4	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	564,3	123,8	44,0	7,7	33 751	1 688	6 419	41 858	30 040	308 648
8	576,1	123,4	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	567,0	123,8	44,0	7,7	33 863	1 688	6 419	41 970	29 928	305 294
9	585,1	123,4	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	575,7	123,8	44,0	7,7	34 221	1 688	6 419	42 328	29 571	291 882
10	639,8	123,4	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	628,4	123,8	44,0	7,7	36 386	1 688	6 419	44 493	27 405	226 331
11	684,2	130,6	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	671,3	130,9	44,0	7,7	38 705	1 688	6 419	46 812	25 087	174 341
12	684,2	130,6	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	671,3	130,9	44,0	7,7	38 705	1 688	6 419	46 812	25 087	100 667
13	764,68	140,6	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	12,0	0,4	748,8	141,0	91,6	15,0	42 675	1 688	13 181	57 544	14 355	29 113
14	764,68	140,6	$\frac{0,89}{0,95 \quad 0,90}$	13,0	0,4	749,8	141,0	91,6	15,0	42 675	1 804	13 181	57 659	14 239	28 945

Uwaga. Zapotrzebowania na energię i koszty obliczone dla standardowego sezonu grzewczego i normatywnych parametrów instalacji grzewczych i wentylacji. Mogą się one różnić od warunków rzeczywistych.

7.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

nr wariantu	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [(Q0-Q1)/Q0]*100% %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu zł, %	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu zł	16% kosztów całkowitych zł	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii zł
	Wariant 1 Przyjęty do realizacji	1 234 522	52 760	85,9%	246 904 20% 987 618 80%	197 524	197 524	105 520
1	jak wariant 2 + wentylacja	1 234 522	52 760	85,9%	246 904 20% 987 618 80%	197 524	197 524	105 520
2	jak wariant 3 + stropodach SD4	863 335	44 977	70,7%	172 667 20% 690 668 80%	138 134	138 134	89 953
3	jak wariant 4 + stropodach SD1	828 694	44 624	70,1%	165 739 20% 662 955 80%	132 591	132 591	89 248
4	jak wariant 5 + ściany zewnętrzne SZ1	671 629	40 659	62,3%	134 326 20% 537 303 80%	107 461	107 461	81 318
5	jak wariant 6 + okna drewniane	507 291	34 442	50,5%	101 458 20% 405 833 80%	81 167	81 167	68 885
6	jak wariant 7 + stropodachy SD2 i SD3	433 224	33 036	47,9%	86 645 20% 346 579 80%	69 316	69 316	66 072
7	jak wariant 8 + Drzwi metalowe	308 648	30 040	43,9%	61 730 20% 246 918 80%	49 384	49 384	60 081
8	jak wariant 9 + bramy drewniane	305 294	29 928	43,6%	61 059 20% 244 236 80%	48 847	48 847	59 856
9	jak wariant 10 + ściany zewnętrzne SZ2	291 882	29 571	42,8%	58 376 20% 233 506 80%	46 701	46 701	59 141
10	jak wariant 11 + okna metalowe	226 331	27 405	37,5%	45 266 20% 181 065 80%	36 213	36 213	54 810
11	jak wariant 12 + oświetlenie	174 341	25 087	33,3%	34 868 20% 139 473 80%	27 895	27 895	50 173
12	jak wariant 13 + bramy metalowe	100 667	25 087	33,3%	20 133 20% 80 533 80%	16 107	16 107	50 173
13	jak wariant 14 + CWU	29 113	14 355	25,5%	5 823 20% 23 290 80%	4 658	4 658	28 709
14	modernizacja CO	28 945	14 239	25,4%	5 789 20% 23 156 80%	4 631	4 631	28 477

Dane ekonomiczne wybranego wariantu		
Koszt inwestycji		1 234 522 zł
Wkład własny i inne źródła	20,0%	246 904 zł
Kredyt	80,0%	987 618 zł
Premia termomodernizacyjna		105 520 zł
Roczne oszczędności kosztów energii		52 760 zł
SPBT dla optymalnego wariantu [lata]		23,4
Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]		85,9%

7.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się:

Wariant 1 obejmujący wszystkie zaproponowane usprawnienia.

Przeprowadzona analiza wykazała, iż w analizowanym budynku można wykonać szereg usprawnień, które pozwolą zmniejszyć koszty ogrzewania, przygotowania CWU oraz oświetlenia o około 73%. Aby jednak osiągnąć właściwy poziom oszczędności należy postępować zgodnie z zaleceniami audytora, w szczególności na poziomie projektowania.

8. Opis techniczny wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

Lp	Opis usprawnień	Planowane koszty [zł]	opis usprawnień
1	Modernizacja systemu centralnego ogrzewania oraz CWU usprawnienia CO.1 i D.13 <p>Pomimo, że modernizacja CO jest zawsze traktowana jako najważniejsze usprawienie, należy je przeprowadzić łącznie lub po wykonaniu wszystkich usprawnień obniżających zapotrzebowanie na moc grzewczą budynku. W innym razie moc nowej instalacji nie wystarczy na ogrzanie budynku w stanie obecnym.</p> <p>Modernizacja systemu CO i CWU powinna zawierać następujące elementy:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ocieplenie przewodów CO należy wykonać utulinami o grubościach ścianki co najmniej zgodnych z przepisami zawartymi w Warunkach Technicznych biorąc pod uwagę wsp. λ materiału utuliny. Użycie mniejszych grubości jest niezgodne z przepisami i zwiększy straty na przesył ciepła. Wyciąg z WT stanowi załącznik nr 10 do audytu. Przy wymianie grzejników na nowe należy wybrać grzejniki ze zwiększonym udziałem promieniowania do konwekcji (udział promieniowania do konwekcji na poziomie co najmniej 30%). Wszystkie grzejniki wyposażać w głowice termostaticzne z blokadą antykradzieżową. Gniazdko elektryczne do którego podłączony jest podgrzewacz CWU należy wyposażać w programator tygodniowy. Oprócz możliwości ustawienia programu pracy niezależnie na każdy dzień tygodnia, powinien on posiadać funkcję czasowego włączenia niezależnie od przyjętego harmonogramu. Ułatwi to użytkowanie wody poza przyjętym harmonogramem gdy zajdzie taka potrzeba (np. obsługa imprez, akcja zima itp.) Po ociepleniu budynku należy na sterowniku kotła obniżyć temperaturę czynnika grzewczego do poziomu 50/30°C. 	26 047	strona 33, strona 34 oraz strona 29
2	Wymiana starych bram, oraz drzwi metalowych usprawnienia B.9, B.10, B.11 <p>Istniejące bramy do części warsztatowej i garaży należy wymienić na izolowane bramy rolowane z napędem. Oprócz termiki nowych bram niezwykle istotne jest by były one zamontowane w sposób zapewniający wysoką szczelność powietrzną. Ponieważ bramy rolowane montuje się od wewnątrz, należy bezwzględnie zaizolować termicznie węgarki materiałem o oporze cieplnym R nie mniejszym niż 1,9 [(m²K)/W] (np. Kooltherm K5 o grubości 4cm)</p> <p>Stare drzwi metalowe do magazynu nr 11 należy wymienić na izolowane drzwi metalowe. Drzwi należy tak by znalazły się w izolacji. Montaż należy wykonać wykorzystując systemu tzw. ciepłego montażu, zapewniającego wysoką szczelność.</p>	79 019	od strony 25 do strony 27
3	Wymiana instalacji oświetleniowej usprawnienie E.14 <p>Cały parter budynku należy zmodernizować wymieniając całą instalację oświetleniową łącznie z okablowaniem</p> <p>Wszystkie prace instalacyjne w zakresie oświetlenia należy wykonać tak, by po zamontowaniu nowego oświetlenia pomiary wykazały, że nowe oświetlenie spełnia odpowiednie normy i przepisy. Kluczowy jest dobór odpowiednich opraw i ich umiejscowienie. Dodatkowo nowe oprawy nie mogą pobierać więcej energii elektrycznej niż to jest założone w audycie, inaczej usprawienie nie przyniesie spodziewanego rezultatu. Przed wykonaniem usprawienia należy bezwzględnie wykonać projekt instalacyjny wymiany oświetlenia. Analiza świetlna dla kilku przykładowych pomieszczeń znajduje się w załączniku nr 9 do niniejszego audytu.</p> <p>Aby umożliwić monitorowanie zużycia energii na potrzeby oświetlenia, należy zamontować podlicznik energii elektrycznej zużywanej tylko przez oprawy oświetleniowe w budynku.</p>	65 916	strona 30
4	Wymiana starych okien usprawnienia B.7, B.8 <p>Nowe okna należy montować tak, by było możliwe ocieplenie węgarków wokół okien. Węgarki należy ocieplić z wykorzystaniem styropianu grafitowego EPS 031 o grubości co najmniej 3cm. Podobnie jak drzwi, okna należy montować z wykorzystaniem systemowych taśm rozprężnych oraz folii uszczelniających (tzw. ciepły montaż).</p>	112 783	od strony 23 do strony 24
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych usprawnienia A.2, A.3 <p>Ocieplenie budynku należy wykonać dopiero po wymianie okien. Docieplenie ścian zewnętrznych należy wykonać w systemie BSO z wyprawą tynkarską na tynku silikatowym. Aby uniknąć tzw. efektu biedronki (czyli punktowych mostków cieplnych w miejscach kołkowania styropianu), należy przed kołkowaniem styropianu wyfrezować w nim otwory, zakończyć styropian i nałożyć na kolek styropianową zaślepkę. Aby zminimalizować mostek termiczny na styku okno/ ściana węgarki przyokienne należy ocieplić styropianem grafitowym EPS 031 zachodząc na okno przynajmniej 3 cm.</p> <p>Ocieplając ściany należy zlikwidować istniejące gzymsy. Jeśli ich odtworzenie będzie konieczne to należy to zrobić w sposób niepowodujący mostka termicznego. Ocieplenie ścian zewnętrznych należy połączyć z ociepleniem stropodachu, tak by ocieplenie dachu stykało się z izolacją ściany.</p>	205 681	od strony 18 do strony 19
6	Ocieplenie stropodachów płaskich (SD2, SD3, SD4) usprawnienia A.5, A.6 <p>Ocieplenie stropodachów płaskich należy wykonać od góry mocując płyty styropianowe EPS 038 do dachu. Następnie styropian trzeba przykryć membraną EPDM z warstwą bitumiczną zbrojoną welonem, np. resitrix MB.</p> <p>Ocieplenie stropodachów należy wykonać tak by na styku stropodachów ze ścianą zewnętrzną nie było mostków termicznych. Należy zatem w obrębie okapów, gzymsów i attyk połączyć izolację stropodachu z izolacją ściany zewnętrzną a rynhaki i obróbki blacharskie mocować do dachu kotwami ze stali nierdzewnej poprzez izolację z twardego styroduru.</p>	142 451	od strony 21 do strony 22
7	Ocieplenie stropodachu wentylowanego (SD1) usprawnienie A.4 <p>Realizację tego usprawienia należy bezwzględnie zacząć od naprawienia poszycia (hydroizolacji) górnej warstwy dachu. Jest to konieczne, gdyż izolacja ułożona na stropie nie może zamoknąć. W tym celu należy wykonać nowe pokrycie membraną EPDM. Kolejnym elementem będzie wykonanie otworu (i wstawienie w niego włazu) w ścianie szczytowej, który umożliwi dostanie się do przestrzeni wentylowanej. Docieplając stropodach należy docieplić również ścianki kolankowe wełną mineralną w płytach, zabezpieczoną płytą kartonowo gipsową. Zminimalizuje to mostki termiczne na styku stropu i ściany zewnętrznej. Na końcu należy wykonać nowe zabezpieczenie krętek wentylacyjnych przeciw ptakom i owadom. tak by nowo położona izolacja nie została zniszczona.</p>	140 525	strona 20
8	Wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej usprawnienie C.12 <p>Wykonanie instalacji wentylacji musi być poprzedzone projektem sanitarnym wykonanym zgodnie z założeniami opisanymi na stronie 27 niniejszego audytu. Dodatkowo sterowniki central wentylacyjnych oprócz możliwości sterowania wydatkami w pełnym zakresie (co najmniej od 20% do 100%), muszą posiadać możliwość tygodniowego ustawienia czasu pracy central. Czas pracy central powinien być spójny z profilem użytkowania budynku, ale centrale mogą się włączać np. na godzinę przed rozpoczęciem pracy, by przewietrzyć pomieszczenie przed wejściem pierwszych użytkowników. Dzięki automatycznemu ustawieniu czasu, pracownicy nie będą musieli za każdym razem dbać o wyłączenie central po zakończonej pracy.</p>	332 100	strona 28
Razem planowany koszt robót		1 104 522	
Planowane koszty audytu, dokumentacji, nadzoru		130 000	
Ogółem planowany koszt termomodernizacji		1 234 522	

9. Wskaźniki zaotrzebowania na energię finalną, pierwotną oraz zmniejszenie emisji ekwiwalentu CO₂ i pyłów PM₁₀

Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej

	stan istniejący	po termomoder.	zmniejszenie zużycia [%]
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CO [GJ/rok]	991,2	130,8	86,8%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby CWU [GJ/rok]	13,0	12,0	7,8%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia [GJ/rok]	91,6	44,0	52,0%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby obsługi wentylatorów (energia pomocnicza) [GJ/rok]	0,0	16,2	brak
suma	1 095,8	203,1	81,5%

Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej

stan istniejący

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	własna kotłownia	gaz ziemny	1,1	100%	1090,33
CWU	własna kotłownia	gaz ziemny	1,1	100%	14,35
Oświetlenie	prąd	energia elektr.	3	100%	274,80
Energia pomocnicza	prąd	energia elektr.	3	100%	0,00
suma					1379,47

po termomodernizacji

	opis źródła	nośnik energii końcowej	współczynnik wi	Udział w produkcji e. końcowej	Wielkość Energii Pierwotnej [GJ/rok]
Centralne Ogrzewanie	własna kotłownia	gaz ziemny	1,1	100%	143,93
CWU	własna kotłownia	gaz ziemny	1,1	100%	13,23
Oświetlenie	prąd	energia elektr.	3	100%	132,03
Energia pomocnicza	prąd	energia elektr.	3	100%	48,54
suma					337,73

zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej [%]	75,6%
--	-------

Redukcja emisji CO₂

Nośnik energii	wskaźnik emisji CO ₂ nośnika energii (wg. KOBIZE) [kg/GJ]	zapotrzebowanie na energię końcową w [GJ/rok]		Obliczenie wielkości emisji [mg CO ₂ /rok]		
		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	KOŃCOWY EFEKT redukcji emisji
1	2	3	4	5	6	7
Gaz ziemny	56,1	1004,25	142,87	56,34	8,02	48,32
Energia elektryczna ¹⁾	216,94	91,60	60,19	19,87	13,06	6,81
suma				76,21	21,07	55,14
PROCENT REDUKCJI EMISJI						72%

1) wskaźnik emisyjności dla prądu elektrycznego 781 kg CO₂/MWh przeliczony na kg CO₂/GJ

Redukcji emisji PM-10

$$\Delta E_{PM-10} = P_o \times (\Delta E_{HS} + \Delta E_{TM}) = 0$$

Wartości składowe	Opis
0	ΔE_{PM-10} – zmiana emisji pyłu zawieszonego PM-10 w t/rok,
1246,7	Po – powierzchnia ogrzewana budynku, którego dotyczy modernizacja energetyczna, zmiana źródła zasilania w energię cieplną (m ²),
0	ΔE_{HS} – wskaźnik redukcji emisji dla pyłu zawieszonego PM10 przy wymianie źródła ogrzewania (według tabeli, w: kg/rok/m ²),
0	ΔE_{TM} – wskaźnik redukcji emisji dla pyłu zawieszonego PM10 przy termomodernizacji obiektów (według tabeli, w: kg/rok/m ²).

Wartość uzyskanych efektów

całkowity koszt termomodernizacji [zł]	1 234 522
zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby CO i CWU [GJ/rok]	892,8
koszt uzyskania oszczędności 1 GJ energii końcowej [zł/GJ]	1 383
koszt uzyskania redukcji CO ₂ [zł/kgCO ₂ /rok]	22

roczne oszczędności kosztów [zł]	52 760
SPBT [lata]	23,4

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania przegród w stanie istniejącym
Załącznik 2	Zestawienie grup pomieszczeń w budynku
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 6	Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla stanu istniejącego
Załącznik 7	Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla stanu wariantu optymalnego
Załącznik 8	Dokumentacja zdjęciowa
Załącznik 9	Skan z dokumentacji doboru oświetlenia
Załącznik 10	Tabela z Warunków Technicznych dotycząca grubości izolacji na przewodach CO

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U) dane z programu Audytor OZC 6.7 Pro

Załącznik 1

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	R	R _{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	
PG1	podłoga na gruncie dobudowana część					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ1						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 2,00						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m						
BET-POSADZ	0,0500	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,036	0,036	
BETON-2200	0,1500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	0,115	0,115	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,151
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,465
PG2	podłoga na gruncie stara część					
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ2						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 2,00						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m						
BET-POSADZ	0,0500	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,036	0,036	
BETON-2200	0,1500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300	0,115	0,115	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:						2,000
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,151
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,465
SD1	stropodach wentylowany piętra					
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	0,056	0,056	
ŻELBET	0,1500	Żelbet.	1,700	0,088	0,088	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:						0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:						0,000
WEŁNAF-STR	0,0500	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie.	0,052	0,962	0,962	
KERAMZ 500	0,0500	Żużel wielkopiecowy granulāt lub keramzyt	0,160	0,313	0,313	
STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		0,180	0,180	
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,090
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,644
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,608
SD2	stropodach warsztatów					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	0,056	0,056	
BET-POSADZ	0,0400	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,029	0,029	
KERAMZ 500	0,1000	Żużel wielkopiecowy granulāt lub keramzyt	0,160	0,625	0,625	
STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		0,180	0,180	
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,029
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,972
SD3	Stropodach parteru, Cz. Socjalnej					
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	0,056	0,056	
BET-POSADZ	0,0400	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,029	0,029	
KERAMZ 500	0,1000	Żużel wielkopiecowy granulāt lub keramzyt	0,160	0,625	0,625	
STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		0,180	0,180	
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,029
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:						0,972

Symbol	D m	Opis materiału	λ W/(m·K)	R m ² ·K/W	R _{cor} m ² ·K/W	Uwagi
SD4 stropodach nad garażami G7 i G8						
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	0,056	0,056	
ŻELBET	0,1000	Żelbet.	1,700	0,059	0,059	
WEŁNAF-STR	0,1000	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie.	0,052	1,923	1,923	
PŁYT-PIL-T	0,0200	Płyty pilśniowe twarde.	0,180	0,111	0,111	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						2,289
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:						0,437
STROP strop międzykondygnacyjny						
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TERAKOTA	0,0200	Terakota.	1,050	0,019	0,019	
BET-POSADZ	0,0500	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,036	0,036	
ŻELBET	0,2000	Żelbet.	1,700	0,118	0,118	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,100
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,100
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,372
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:						2,685
SZ1 ściana zewnętrzna z gazobetonu						
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	0,018	
BETON-BBK7	0,3800	Ściana z bloczków z betonu komórkowego	0,350	1,086	1,086	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	0,018	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						1,292
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:						0,774
SZ2 ściana zewnętrzna części starej						
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024	0,024	
EL-PIAPOCE	0,3800	Elementy z tworzywa piasko-popioło-cement	0,550	0,691	0,691	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,024	0,024	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,910
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:						1,099
ŚW Ściana wewnętrzna 24,0 cm						
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
CEGLA-PEŁN	0,2400	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie	0,770	0,312	0,312	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,130
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:						0,130
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:						0,572
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:						1,749

Zestawienie grup pomieszczeń w budynku

Załącznik nr 2

stan istniejący

Symbol grupy	θ_{int}	Ah	Vh	ϕ_{HL}	Stopień szczelności	n50	wentylacja	η_H, gnE, r_{ecup}	Vinfv	Vm, infv	Vsu	Vex	n
	°C	m2	m3	W		1/h		%	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	1/h
BIUROWA	20,0	528,14	1338,4	58914	Niski	5,0	Naturalna	0,0	357,6				0,9
TECHNICZNA	16,0	718,55	2968,8	74252	Niski	5,0	Naturalna	0,0	1484,4				0,5

Symbol grupy	Vv	ΦT	ΦV	ϕ_{HL}, A	ϕ_{HL}, V	QH, nd	QH, nd	EAH	EAH	EVH	EVH
	m3/h	W	W	W/m2	W/m3	GJ/a	kWh/a	MJ/ (m2 · a)	kWh/ (m2 · a)	MJ/ (m3 · a)	kWh/ (m3 · a)
BIUROWA	1188,6	43557	15356	111,5	44,0	437,48	121522	828,3	230,1	326,9	90,8
TECHNICZNA	1484,4	57092	17160	103,3	25,0	327,20	90889	455,4	126,5	110,2	30,6

Dane dla wariantu 1

Symbol grupy	θ_{int}	Ah	Vh	ϕ_{HL}	Stopień szczelności	n50	wentylacja	η_H, gnE, r_{ecup}	Vinfv	Vm, infv	Vsu	Vex	n
	°C	m2	m3	W		1/h		%	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	1/h
BIUROWA	20,0	528,14	1338,4	32431	Niski	5,0	Nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła	75,0	267,7	0,0	1638,2	1638,2	1,4
TECHNICZNA	16,0	718,55	2968,8	28647	Niski	5,0	Nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła	75,0	531,9	150,0	1746,8	1896,8	0,8

Symbol grupy	Vv	ΦT	ΦV	ϕ_{HL}, A	ϕ_{HL}, V	QH, nd	QH, nd	EAH	EAH	EVH	EVH
	m3/h	W	W	W/m2	W/m3	GJ/a	kWh/a	MJ/ (m2 · a)	kWh/ (m2 · a)	MJ/ (m3 · a)	kWh/ (m3 · a)
BIUROWA	1905,8	23681	8750	61,4	24,2	132,06	36685	250,1	69,5	98,7	27,4
TECHNICZNA	2428,7	17498	11150	39,9	9,6	3,75	1041	5,2	1,4	1,3	0,4

Załącznik 3

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym, oraz po wprowadzeniu zaproponowanych zmian.

1. Sprawność wytwarzania

stan	Opis
istniejący $\eta_g = 0,97$	Kocioł gazowy kondensacyjny IMMERGAS VICTRIX PRO 120 z 2018 roku. Czynnik grzewczy 80/60°C
po modernizacji $\eta_g = 1,06$	Po ociepleniu budynku zmiana parametrów czynnika grzewczego do poziomu 50/30°C

2. Sprawność przesyłania

stan	Opis
istniejący $\eta_d = 0,85$	Instalacja CO nie posiada izolacji termicznej na przewodach.
po modernizacji $\eta_d = 0,91$	Zaizolowanie wszystkich przewodów CO w kotłowni oraz ogrzewanym budynku.

3. Sprawność regulacji i wykorzystania

stan	Opis
istniejący $\eta_e = 0,80$	Ogrzewanie grzejnikowe, budynek wyposażony w większości w nowe grzejniki płytowe z zaworami termostatycznych ale bez głowic termostatycznych. Regulacja centralna w kotłowni.
po modernizacji $\eta_e = 0,92$	Wymiana dwóch starych grzejników żeliwnych. Montaż głowic termostatycznych na wszystkich grzejnikach.

4. Sprawność akumulacji

stan	Opis
istniejący $\eta_s = 1,00$	brak buforów CO
po modernizacji $\eta_s = 1,00$	bez zmian

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

stan	Opis
istniejący $w_t = 0,90$	Obniżenie temperatury w weekendy
po modernizacji $w_t = 0,90$	brak zmian

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

stan	Opis
istniejący $w_d = 0,95$	obniżenie nocne (od 15tej do 5 rano)
po modernizacji $w_d = 0,95$	brak zmian

7. Sprawność całkowita systemu grzewczego

stan	
istniejący $\eta_{H,tot} = 0,66$	
po modernizacji $\eta_{H,tot} = 0,89$	

Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym, oraz po wprowadzeniu usprawnień			
Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
średnie jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/m2/doba	0,10	0,10
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu	-	0,70	0,70
jed.odniesienia - powierzchnia ogrzewana	m ²	1246,7	1246,7
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	365	365
Roczne zapotrzebowanie ciepłej wody $V_{w,nd}=V_{cw}*L*t_{u,z}/1000$	m ³ /rok	32	32
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw}*L*c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_t*t_{u,z}/(1000*3600)$	kWh/rok	2 383	2 383
sprawność wytwarzanie ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,99	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,80	0,80
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,83	0,90
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
Sprawność całkowita η_{tot}	-	0,66	0,71
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/rok	3 626	3 344
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/rok	13,0	12,0

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r}=(L*V_{cw})/(18*1000)$	m ³ /h	0,005	0,005
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h=9,32*L^{-0,244}$		4,487	4,487
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj}=c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_t/\eta_{w,tot}/10^6$		0,287	0,287
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}*Q_{cwj}*N_h*10^6/3600$	kW	1,7	1,7
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}*Q_{cwj}*N_h*10^6/3600$	MW	0,00173	0,00173
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	kW	0,4	0,4
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	MW	0,00039	0,00039

Koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku- stan istniejący	stan po modernizacji
Koszt podgrzania c.w.u. $Q_{cwu}=Q_{K,w}*O_z+q_{wu}*O_m*12=$	zł/rok	1 804	1 688
Koszt podgrzania 1m ³ ciepłej wody	zł/m ³	56,6	53,0

Załącznik nr 5**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.7 Pro**

Wariant	Zapotrzebowanie mocy cieplnej, kW		Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe QHnd, GJ/a
	końcowej ¹⁾	użytkowej	
1	54,0	47,9	135,8
2	73,6	65,3	293,8
3	75,0	66,5	300,0
4	84,7	75,2	381,0
5	101,7	90,2	504,7
6	106,0	94,1	531,7
7	123,4	109,5	573,2
8	123,4	109,5	576,1
9	123,4	109,5	585,1
10	123,4	109,5	639,8
11	130,6	115,9	684,2
12	130,6	115,9	684,2
13	140,6	124,8	764,68
14- jak istniejący	140,6	124,8	764,68
stan istniejący	189,2	124,8	764,68

1) zapotrzebowanie mocy końcowej wylicza się z mocy użytkowej uwzględniając sprawność źródła ciepła

Załącznik nr 6

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla stanu istniejącego

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku administracyjnego	
	Zakładu Usług Komunalnych w Tczewie	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Czatkowskiego 2e	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1246,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	4307,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	92293	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	32516	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	124809	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	124809	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	100,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	29,0	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	921,0	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,6	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2673,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	3594,0	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	764,68	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	212411	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1247	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	4307,3	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	613,4	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	170,4	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	177,5	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	49,3	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Biurowy lub adm.	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Niski	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	5,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	

Załącznik nr 7

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla wariantu optymalnego

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt budynku administracyjnego	
	Zakładu Usług Komunalnych w Tczewie	
Miejscowość:	Tczew	
Adres:	ul. Czatkowskiego 2e	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1246,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	4307,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	32823	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	15096	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	47919	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	47919	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	38,4	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	11,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	399,8	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:	150,0	m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:	1916,9	m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :	3385,0	m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	1389,7	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	3535,0	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	1,0	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	4334,6	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	4,3	°C

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:		Elbląg
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	4321,6	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	135,81	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	37725	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1247	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	4307,3	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	108,9	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	30,3	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	31,5	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	8,8	kWh/(m3·rok)
Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. Δθmin:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do θj,u		
Minimalna temperatura dyżurna θj,u:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich		
budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Biurowy lub adm.	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Niski	
Krotność wymiany powietrza wewn. n50:	5,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Brak osłonięcia	

Dokumentacja fotograficzna obiektu

Załącznik nr 8

Elewacja południowa



Elewacja północna



Stropodachy płaskie



stropodach wentylowany



Brama drewniana i okna metalowe i drewniane



Brama metalowa



Stare oświetlenie warsztatów



Kotłownia gazowa



stare grzejniki i niezaizolowane przewody



Skan z dokumentacji doboru oświetlenia

Załącznik nr 9

Projekt 1



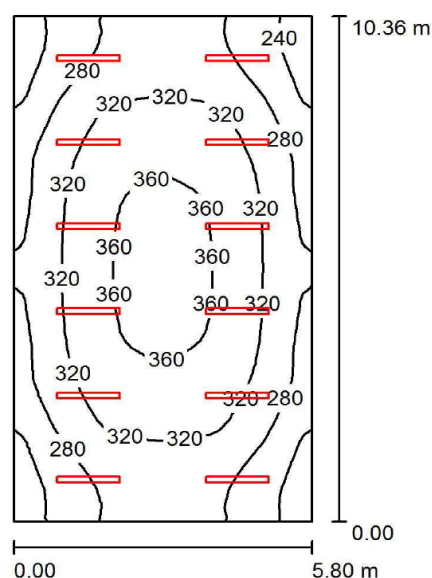
DIALux

21.10.2016

ViTom Light & Energy Tomasz Przytarski

D.T. Chylonia BOX 62
ul. Gniewska 21, 81-047 GdyniaEdytor Tomasz Przytarski
Telefon 531-382-106
faks
e-Mail tomasz.przytarski@vitomle.pl

27 Warsztat / Wyniki jednoarkuszowe

Wysokość pomieszczenia: 4.570 m, Wysokość montażu: 4.570 m,
Współczynnik konserwacji: 0.77

Wartości Lux, Skala 1:134

Powierzchnia	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Płaszczyzna pracy	/	307	213	366	0.693
Podłoga	20	268	205	315	0.765
Sufit	70	171	96	464	0.561
Ściany (4)	50	243	130	670	/

Płaszczyzna pracy:

Wysokość: 0.850 m
Siatka: 32 x 32 Punkty
Margines: 0.000 m

UGR

Wzdłuż-
Lewa ściana 19
Dolna ściana 21
(CIE, SHR = 0.25.)W poprzek do osi oświetlenia
17
17

Wykaz opraw

Nr.	Ilość	Etykieta (Czynnik korekcyjny)	Φ (Oprawa) [lm]	Φ (Lampy) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
W sumie:			44100	63000	744.0

Specyfikacja mocy przyłączeniowej: $12.38 \text{ W/m}^2 = 4.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Powierzchnia podstawowa: 60.08 m^2)

Projekt 1



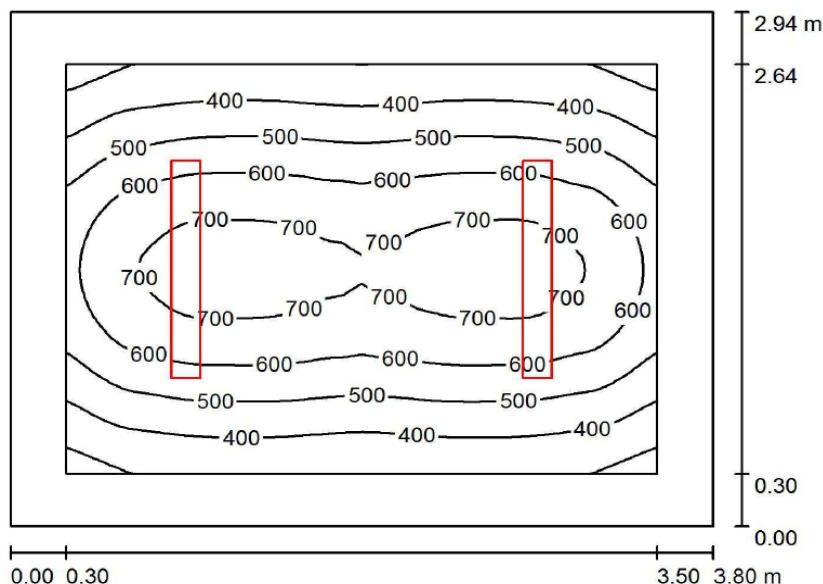
DIALux

21.10.2016

ViTom Light & Energy Tomasz Przytarski

D.T. Chylonia BOX 62
ul. Gniewska 21, 81-047 GdyniaEdytor Tomasz Przytarski
Telefon 531-382-106
faks
e-Mail tomasz.przytarski@vitomle.pl

22 Biuro magazyniera / Wyniki jednoarkuszowe

Wysokość pomieszczenia: 2.330 m, Wysokość montażu: 2.330 m,
Współczynnik konserwacji: 0.77

Wartości Lux, Skala 1:38

Powierzchnia	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Płaszczyzna pracy	/	540	259	743	0.480
Podłoga	20	352	207	494	0.589
Sufit	70	59	43	70	0.719
Ściany (4)	50	130	41	321	/

Płaszczyzna pracy:

Wysokość: 0.850 m
Siatka: 64 x 64 Punkty
Margines: 0.300 m

UGR

Lewa ściana
Dolna ściana
(CIE, SHR = 0.25.)

Wzdłuż-

18
18

W poprzek

18
18

do osi oświetlenia

Wykaz oprav

Nr.	Ilość	Etykieta (Czynnik korekcyjny)	Φ (Oprawa) [lm]	Φ (Lampy) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TCS260 2xTL5-28W HFP C6 (1.000)	3518	5250	62.0
W sumie:			7035	10500	124.0

Specyfikacja mocy przyłączeniowej: $11.09 \text{ W/m}^2 = 2.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Powierzchnia podstawowa: 11.18 m^2)

Załącznik nr 10**Tabela z Warunków Technicznych dotycząca grubości izolacji na przewodach CO**

- 1.5. Izolacja cieplna przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego powinna spełniać następujące wymagania minimalne określone w poniższej tabeli:

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035[W/(m \cdot K)]^{1)}$)
1	2	3
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg lp. 1–4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	50% wymagań z lp. 1–4
6	Przewody ogrzewań centralnych, przewody wody ciepłej i cyrkulacji instalacji ciepłej wody użytkowej wg lp. 1–4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	50% wymagań z lp. 1–4
7	Przewody wg lp. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części ogrzewanej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części nieogrzewanej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ²⁾	50% wymagań z lp. 1–4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ²⁾	100% wymagań z lp. 1–4

Uwaga:
¹⁾ Przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przewodzenia ciepła niż podany w tabeli – należy skorygować grubość warstwy izolacyjnej.
²⁾ Izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.