

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

DLA BUDYNKU PODLEGAJĄCEGO GŁĘBOKIEJ MODERNIZACJI ENERGETYCZNEJ W RAMACH
REGIONALNEGO PROGRAMU OPERACYJNEGO WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO NA LATA 2014-2020.

Budynek Centrum Kształcenia Zawodowego

ul. Legionów Polskich 1

32-300 Olkusz

województwo: małopolskie



Wykonawca:

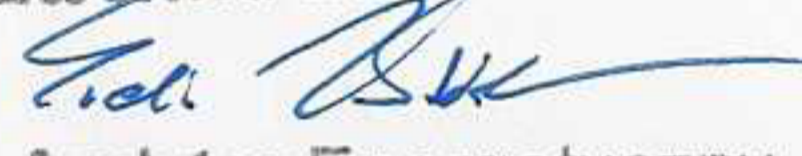
Ewelina Zub-Sokalska

ul. Główna 5, Zalesie Golczowskie

32-310 Klucze

MIEJSCOWOŚĆ I DATA: Zalesie Golczowskie, 27.02.2023 r.

[Korekta audytu z dnia 13.06.2023r.](#)

1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	lata 70-te
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL* / NIP	Powiat Olkusz	1.4 Adres budynku	
	ul. Adama Mickiewicza 2 32-300 Olkusz woj.: małopolskie (32) 6430414 NIP: 6371829411	ul. Legionów Polskich 1 32-300 Olkusz powiat: Olkuski woj.: małopolskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt			
Ewelina Zub-Sokalska ul. Główna 5, Zalesie Golczowskie 32-310 Klucze woj. małopolskie tel.: 692404337 REGON 362 720 030			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
1.	mgr inż. Ewelina ZUB-SOKALSKA ul. Główna 5, Zalesie Golczowskie 32-310 Klucze woj. małopolskie PESEL 83033019906	mgr inż. Inżynierii Środowiska. Spec. Odnawialne Źródła Energii <i>Ewelina Zub-Sokalska</i>  Audytor Energetyczny Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1395	
4. Miejscowość i data wykonania opracowania		Zalesie Golczowskie, 27.02.2023 r.	

5.	Spis treści
1.	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU 2
2.	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU 4
3.	DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTYWANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA 5
4.	INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU 7
5.	CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU 8
6.	WYKAZ USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO 10
7.	OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU MODERNIZACYJNEGO 11
8.	WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH POPRAWIAJĄCYCH SPRAWNOŚĆ SYSTEMU GRZEWCZEGO. 21
9.	OBLICZENIE ZAOSZCZĘDZONEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ - MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA. 23
11.	ZESTAWIENIE OPTIMALNYCH USPRAWNIEŃ MODERNIZACYJNYCH 27
12.	ZESTAWIENIE WSZYSTKICH WARIANTÓW I WYBÓR OPTIMALNEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA MODERNIZACYJNEGO DLA BUDYNKU 28
13.	OPIS OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO 30
14.	ZAPOTRZEBOWANIE ENERGII KOŃCOWEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTIMALNEGO 31
15.	OBLICZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO WYBRANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO 32
16.	ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTIMALNEGO 33
	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU: 34

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1.	Dane ogólne	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	7253,2	7253,2
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	1633,1	1633,1
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych, [m ²]	0,0	0,0
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,0%	0,0%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	257	257
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	podgrzewacze elektryczne	podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny, kotłownia gazowa	centralny, kotłownia gazowa
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,48	0,48
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U ¹ [W/(m ² K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,14	0,20
2.	Dach / stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,51	0,15
3.	Strop na piwnicą	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,42	0,42
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,80	0,90
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy wejściowe	4,00 3,00 1,60	1,30 1,30 1,60
7.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu η_{Htot}			
1.	Sprawność wytwarzania [η_{Hg}]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania [η_{Hd}]	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [η_{He}]	0,82	0,88
4.	Sprawność akumulacji [η_{Hs}]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [w_t]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [w_d]	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej η_{Wtot}			
1.	Sprawność wytwarzania [η_{Wg}]	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłania [η_{Wd}]	1,00	1,00
3.	Sprawność akumulacji [η_{Ws}]	0,85	0,85
4.	Sprawność wykorzystania i regulacji [η_{We}]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	grawitacyjna	grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.	stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	6350,3	4581,1
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,88	0,63

Audyt Energetyczny - Budynek Centrum Kształcenia Zawodowego

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 958,35	
2.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	
3.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	305,73	134,21
4.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	3,36	3,36
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) Q_{Hnd} [GJ/rok]	2 403,33	963,56
6.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 768,06	969,49
7.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	60,60	60,60
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	408,79	163,89
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	470,83	164,90
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) - ceny jednostkowe - tabela nr. 7.1.1.			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku (opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem ciepła) [zł/GJ]	36,49	36,49
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc (stała opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii) [zł/(MW m-c)]	5 495,09	5 495,09
3.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	148,83	148,83
4.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	6,27	2,35
5.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem energii [zł/m ³]	63,06	63,06
6.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem [zł/(MW m-c)]	4 157,40	4 157,40
7.	Inne opłaty - Miesięczna opłata abonamentowa cwu [zł/m-c]	4,56	4,56
8. Wskaźniki efektywności - po przeprowadzonej modernizacji - podsumowanie wyników dla wariantu optymalnego			
1.	Całkowite koszty realizacji optymalnego wariantu [zł]	4 124 202,26 zł	-----
2.	Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu energii końcowej [%]	0,0%	5,0%
3.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok]	1 798,57	
4.	(c.o. + wentylacja + cwu) [kWh/rok]	499 603,33	
5.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [GJ/rok]	67,34	
6.	* z uwzględnieniem oświetlenia (bez uwzględniania produkcji z PV) [MWh/rok]	18,71	
7.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku [GJ/rok]	2 333,68	
8.	[kWh/rok]	648 244,62	
9.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektu (bez uwzględniania produkcji energii z PV) [GJ/rok]	1 916,99	
10.	[kWh/rok]	532 496,99	
11.	Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych [ton równoważnika CO ₂ /rok]	146,62	
12.	Redukcja emisji pyłów PM10 [kg/rok]	0,90	
13.	Redukcja emisji pyłów PM2,5 [kg/rok]	0,90	

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

3.1. Rozporządzenia i Normy techniczne

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422 j.t.)
2. 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 (Dz.U. 2021 r. poz. 497 t.j.)
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 Nr 43 poz. 346 z późn. zm.).
4. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.
5. PN-EN ISO 6946:2008 Elementy budowlane i części budynku.
Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
6. PN-EN 13831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach.
Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
7. PN EN ISO 13370:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków.
Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania.
8. PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków.
Współczynniki wymiany ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
9. PN-EN ISO 10077:2007 Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi, żaluzji.
Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. (Cz.1, Cz.2).
10. PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła.
Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
11. PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Cz.1.
12. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
13. PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków.
Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.

3.2. Dokumentacja projektowa i inne dokumenty przekazane przez inwestora

- dokumentacja techniczna
- ankieta wypełniona podczas wizji lokalnej
- faktury za zużyte ciepło lub paliwo
- kosztorysy inwestorskie

3.3. Osoby udzielające informacji

Pan Tomasz Barzycki

3.4. Data wizytacji terenowej

02.02.2023

3.5. Wytyczne, sugestie i uwagi zlecniodawcy (inwestora)

- wzrost komfortu cieplnego
- obniżenie kosztów ogrzewania
- zmniejszenie emisji substancji zanieczyszczających do atmosfery
- wzrost efektywności energetycznej
- wykorzystanie środków z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU

4.1. Dane ogólne budynku

1.	Przeznaczenie budynku	użyteczności publicznej	10.	Liczba użytkowników	257
2.	Technologia budynku	tradycyjna	11.	Rok budowy	lata 70-te
3.	Liczba kondygnacji	1	12.	Liczba klatek schodow.	0
4.	Budynek - szeregowy - wolnostojący	wolnostojący	13.	Powierzchnia pom. ogrzewanych na poddaszu użytkowym	0,00
5.	Budynek podpiwniczony	Nie	14.	Powierzchnia pom. chłodzonych	0
6.	Wysokość kondygnacji netto (średnia)	4,4	15.	Liczba mieszkań /lokali	0
7.	Kubatura budynku	7253,2	16.		
8.	Powierzchnia pom. ogrzewanych	1633,1	17.		
9.	Kubatura pom. ogrzewanych	7253,2	18.		

4.2. Opis techniczny podstawowych elementów konstrukcyjnych budynku

Ściany zewnętrzne wymurowane w konstrukcji tradycyjnej: cegła ceramiczna pełna 25 cm, pustka niewentylowana, cegła ceramiczna pełna 12 cm. Ściany obustronnie tynkowane. Ściany fundamentowe wylewane, betonowe. Zalecana kompleksowa termomodernizacja przegród pionowych wraz z konieczną hydroizolacją w części przy gruncie.

Całość przekryta stropodachem niewentylowanym opartym na stropie żelbetowym. Pokrycie wykonane z papy. Brak izolacji termicznej spełniającej obowiązujące WT. Zalecana kompleksowa termomodernizacja stropodachu styropapą od góry.

Okna zewnętrzne ok. 25-letnie, PCV, rozszczelnione, podwójnie szklone - nie spełniające obowiązujących obecnie norm. Zalecana kompleksowa wymiana w ramach planowanej termomodernizacji wraz z zastosowaniem nawiewników powietrza

Drzwi wejściowe do obiektu aluminiowe, rozszczelnione, w złym stanie technicznym. Bramy wjazdowe do pomieszczeń warsztatów w większości wymienione na nowe w dostatecznym stanie technicznym. Pozostałe stare i niskiej izolacyjności cieplnej.

4.3. Zestawienie danych dotyczących istniejących przegród budowlanych - szczegółowe zestawienie przegród zawiera załącznik nr 2 - punkt 16.2 - Wydruk z programu OZC

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m ² K	POWIERZCHNIA, m ²
Przegroda 1	SZ	Ściana zewnętrzna	1,14	1 091,16
Przegroda 2	STRDP	Stropodach niewentylowany	1,51	2 387,00
Przegroda 3	PG	Podłoga na gruncie	0,42	2 169,31
Przegroda 4	SW	Ściana wewnętrzna	1,64	92,76
Okno 1	OZ	Okno zewnętrzne PCV	1,80	455,36
Okno 2	OW	Okno wewnętrzne stalowe	3,50	20,40
Drzwi 1	BR-S	Brama zewnętrzna stara	4,00	27,37
Drzwi 2	DZ-ALU	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	3,00	76,58

5. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Dane
1.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby c.o.	kW	0,210
2.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby c.w.u. (q_{cwu})	kW	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną c.o.	kW	305,73
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną c.w.u.	kW	3,36
5.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby wentylacji	kW	54,22
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego	GJ/rok	2403,33
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego	GJ/rok	2768,06
8.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego	GJ/rok	736,82
9.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/rok	Brak indywidualnego opomiarowania podgrzewaczy.

5.1 Charakterystyka techniczna instalacji ogrzewania - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Typ instalacji	ogrzewanie scentralizowane, wodne, grzejnikowe
2.	Parametry pracy instalacji	80/60 °C
3.	Przewody w instalacji	stalowa, prowadzone po wierzchu ścian, częściowo izolowana
4.	Stan izolacji przewodów	wybrakowana
5.	Rodzaj grzejników	żeliwne żeberkowe o dużej bezwładności cieplnej oraz aluminiowe żeberkowe
6.	Oslonięcie grzejników	brak
7.	Zawory termostatyczne	brak
8.	Zawory podpionowe	tak
9.	Odpowietrzenie instalacji	centralne
10.	Naczynie wzbiorcze	tak
11.	Zabezpieczenie instalacji	-
12.	Ogrzewanie liczba dni w tygodniu / liczba godzin na dobę	5 dni / 12 godz
13.	Modernizacja instalacji (po roku 1984)	NIE

Wartości współczynników sprawności systemu ogrzewania

1.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,91
2.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła	η_{Hd}	0,90
3.	Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,82
4.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła	η_{Hs}	1,00
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu	η_{Htot}	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,91
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,91

5.2 Charakterystyka techniczna instalacji ciepłej wody użytkowej - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	podgrzewacze elektryczne
2.	Parametry pracy instalacji	55/10 °C
3.	Udział OZE	0%
4.	Opis systemu	Ciepła woda użytkowa przygotowywana w przepływowych, elektrycznych, podgrzewaczach, w tym marki: Elektromet o pojemności 5 [l] i mocy grzewczej 1500 [W] oraz Biawar o pojemności 10 [l] i mocy grzewczej 2000 [W] zlokalizowanych w pobliżu punktów czerpalnych.
5.	Cyrkulacja, ograniczenia cyrkulacji	nie dotyczy
6.	Zasobnik ciepłej wody (rok, pojemność)	brak
7.	Opomiarowanie instalacji ciepłej wody (wodomierze)	Tak

5.3 Charakterystyka techniczna węzła cieplnego / kotłowni w budynku - stan istniejący

Budynek zasilany w ciepło za pomocą kotłowni gazowej. Źródło ciepła stanowią 2 stojące wodne kotły gazowe JUBAM GAZ o mocy po 105 [kW] każdy z roku 1992. Regulacja centralna systemu c.o. sprawna. Instalacja rozprowadzająca stara, stalowa o wysokiej bezwładności cieplnej, częściowo zaizolowana. Grzejniki żeliwne częściowo wymienione na nowe aluminiowe, żeberkowe brak regulacji miejscowej (zaworów termostatycznych).

Ciepła woda użytkowa przygotowywana w przepływowych, elektrycznych, podgrzewaczach, w tym marki: Elektromet o pojemności 5 [l] i mocy grzewczej 1500 [W] oraz Biawar o pojemności 10 [l] i mocy grzewczej 2000 [W] zlokalizowanych w pobliżu punktów czerpalnych.

5.4 Charakterystyka techniczna systemu wentylacji - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	6350,3

5.5 Charakterystyka techniczna instalacji oświetlenia - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Cena energii elektrycznej	zł/kWh 0,97
2.	Rodzaj oświetlenia	- Oprawy rastrowe, świetłówki - 36 [W], pojedyncze oprawy punktowe o mocy 60 [W] oraz 150 [W].
3.	Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia	m ² 1633,1

6. WYKAZ USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO		
I.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
przegrody zewnętrzne		
1.	P1 Ściana zewnętrzna U= 1,14 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych płytami styropianu o polepszonych właściwościach termicznych - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,20 W/(m2K)
	P2 Stropodach niewentylowany U= 1,51 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu niewentylowanego warstwą styropapy od góry. U=0,15 W/(m2K)
okna i drzwi		
2.	Okna zewnętrzne ok. 25-letnie, PCV, rozszczelnione, podwójnie szklone - nie spełniające obowiązujących obecnie norm. Zalecana kompleksowa wymiana w ramach planowanej termomodernizacji wraz z zastosowaniem nawiewników powietrza	Wymiana starych, nieszczelnych okien PCV na nowe spełniające warunki techniczne WT2021 wraz z wymianą nawietrzaków.
	Drzwi wejściowe do obiektu aluminiowe, rozszczelnione, w złym stanie technicznym. Bramy wjazdowe do pomieszczeń warsztatów w większości wymienione na nowe w dostatecznym stanie technicznym. Pozostałe stare i niskiej izolacyjności cieplnej.	Wymiana starych drzwi zewnętrznych oraz bram garażowych na nowe spełniające warunki techniczne WT2021.
wentylacja		
3.	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien wraz z wymianą nawietrzaków, drzwi oraz bramy wjazdowej na nowe, spełniające warunki techniczne WT2021.
instalacja ciepłej wody użytkowej		
4.	Ciepła woda użytkowa przygotowywana w przepływowych, elektrycznych, podgrzewaczach, w tym marki: Elektromet o pojemności 5 [l] i mocy grzewczej 1500 [W] oraz Biawar o pojemności 10 [l] i mocy grzewczej 2000 [W] zlokalizowanych w pobliżu punktów czerpalnych.	Bez zmian
instalacja grzewcza		
4.	Budynek zasilany w ciepło za pomocą kotłowni gazowej. Źródło ciepła stanowią 2 stojące wodne kotły gazowe JUBAM GAZ o mocy po 105 [kW] każdy z roku 1992. Regulacja centralna systemu c.o. sprawna. Instalacja rozprowadzająca stara, stalowa o wysokiej bezwładności cieplnej, częściowo zaizolowana. Grzejniki żeliwne częściowo wymienione na nowe aluminiowe, żeberkowe brak regulacji miejscowej (zaworów termostatycznych).	W zakresie modernizacji instalacji c.o. należy: wymienić częściowo instalację rozprowadzającą, zaizolować instalację rozprowadzającą (w miejscach gdzie jej brak) otuliną, wymienić grzejniki na nowe stalowe o zmniejszonej bezwładności cieplnej wyposażone w zawory termostatyczne wraz z głowicami wzmocnionymi. W pomieszczeniach warsztatów należy zastosować nagrzewnice wodne. Dodatkowo należy zastosować ciepłomierze elektroniczne do pomiaru zużycia energii cieplnej w wodnych instalacjach grzewczych.
5.	Oświetlenie	Modernizacja instalacji oświetlenia - wymiana na nowe oparte na technologii LED.
6.	Instalacja OZE - panele fotowoltaiczne	Montaż na dachu obiektu - 30 sztuk paneli fotowoltaicznych o mocy jednostkowej - 455 [W].

7. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU MODERNIZACYJNEGO

W rozdziale dokonano:

- określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w rozdziale 6 dotyczącego zmniejszenia strat ciepła
- zestawienia optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wg wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzujące każde usprawnienie oraz nakłady finansowe

7.1. Do obliczeń przyjęto następujące dane:

	symbol	przed termomodernizacją	po termomodernizacji
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	t_{zo}	-20,00	-20,00
Temperatura wewnętrzna, [°C] - sale warsztatowe	t_{wo}	18,00	18,00
Temperatura wewnętrzna, [°C] - sala lekcyjne	t_{wo}	20,00	20,00
Liczba stopniodni ogrzewania przegrody zewnętrzne [dzień*K/rok]	SD	3304,40	3304,40
Liczba stopniodni ogrzewania - Warsztat [dzień*K/rok]	SD ₁	2860,40	2860,40
Liczba stopniodni ogrzewania - sale lekcyjne [dzień*K/rok]	SD ₁	3304,40	3304,40
udział n-tego źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	x_0, x_1	1	1
udział n-tego źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	y_0, y_1	1	1

7.1.1. Jednostkowe opłaty za moc zamówioną i zużyte ciepło *)

Opłaty przed modernizacją - Centralne ogrzewanie (PGNiG - Taryfa W-5.1)			Cena brutto
Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył) zł/GJ	O_{0z}	zł/GJ	36,49
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył)	O_{0m}	zł/MW m-c	5495,09
Opłata abonamentowa	A_{b0}	zł/m-c	148,83
Opłaty po modernizacji - Centralne ogrzewanie (PGNiG - Taryfa W-5.1)			Cena brutto
Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył) zł/GJ	O_{1z}	zł/GJ	36,49
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył)	O_{1m}	zł/MW m-c	5495,09
Opłata abonamentowa	A_{b1}	zł/m-c	148,83

Jednostkowe opłaty (dla systemu c.o.) przyjęto na podstawie przekazanej przez zarządcę obiektu ostatniej faktury.

Opłaty przed modernizacją - Centralne ogrzewanie (Tauron - Taryfa C11)			Cena netto
Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył) zł/GJ	O _{0z}	zł/GJ	218,06
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył)	O _{0m}	zł/MW m-c	3380,00
Opłata abonamentowa	A _{b0}	zł/m-c	3,71
Opłaty po modernizacji - Centralne ogrzewanie (Tauron - Taryfa C11)			Cena brutto
Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył) zł/GJ	O _{1z}	zł/GJ	268,21
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył)	O _{1m}	zł/MW m-c	4157,40
Opłata abonamentowa	A _{b1}	zł/m-c	4,56

Jednostkowe opłaty (dla systemu c.w.u.) przyjęto na podstawie aktualnych cenników na stronie **Tauron** obowiązujących od stycznia 2023 - **Taryfa C-11**.

7.1.2 Inne opłaty i taryfy (kalkulacja kosztów zmiennych i stałych)

Opłaty jednostkowe (PGNiG - gaz ziemny) - W-5.1	Jednostka	Cena netto	Cena brutto
Opłata za wytworzenie ciepła	zł/GJ	24,77	30,47
Opłata za dystrybucję i przesył ciepła	zł/GJ	4,89	6,01
Razem opłata zmienna	zł/GJ	29,66	36,49
Opłata miesięczna za zamówioną moc cieplną	zł/(MW m-c)	0,00	0,00
Opłata miesięczna za zamówioną moc cieplną - przesył	zł/(MW m-c)	4467,56	5495,09
Razem opłata miesięczna za zamówioną moc cieplną	zł/(MW m-c)	4467,56	5495,09
Abonament	zł/m-c	121,00	148,83
Opłaty jednostkowe (TAURON - energia elektryczna) - C11	Jednostka	Cena netto	Cena brutto
Opłata za wytworzenie energii	zł/kWh	0,785	0,97
Opłata za dystrybucję i przesył	zł/kWh	0,00	0,00
Razem opłata zmienna	zł/kWh	0,785	0,97
Opłata miesięczna za zamówioną moc	zł/(MW m-c)	3300,00	4059,00
Opłata miesięczna za zamówioną moc - przesył	zł/(MW m-c)	80,00	98,40
Razem opłata miesięczna za zamówioną moc	zł/(MW m-c)	3380,00	4157,40
Abonament	zł/m-c	4,56	5,61

7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku	Przeграда (symbol):	SZ
	Ściana zewnętrzna	

Dane do obliczeń:

1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła	A strat	796,32	m^2
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia	A koszt	1091,16	m^2
3. liczba stopni odn. ogrzewania	SD	3304,40	dzień K/rok
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny	styropian		
	technologia lekka mokra/BSO		
	λ	0,033	[W/(mK)]

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021.

W2 i następane - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie 1.

Lp.	Jednostki	WARIANTY				
		Stan istniejący	W1	W2	W3	W4
1. Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej, d	m	-	0,13	0,14	0,15	0,16
2. Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji, U_c	[W/(m ² K)]	1,14	0,208	0,195	0,184	0,175
3. Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła, Q_{0U1}, Q_{1U}	[GJ/rok]	258,50	47,18	44,39	41,91	39,69
4. Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie, q_{0U1}, q_{1U}	[MW]	0,03441	0,00628	0,00591	0,00558	0,00528
5. Roczna oszczędność kosztów energii, ΔO_{ru}	zł/rok	-	9564,87	9691,21	9803,43	9903,78
6. Cena jednostkowa usprawnienia, $C_{jedn.}$	zł	-	712,85	726,35	739,85	753,35
7. Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	777 832,42	792 563,07	807 293,72	822 024,36
8. Prosty czas zwrotu, SPBT	lat	-	81,32	81,78	82,35	83,00

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wartość N_u przyjęto na podstawie kosztorysów inwestorskich

Koszt termomodernizacji ścian zewnętrznych obejmuje docieplenie ścian płytami styropianu o polepszonych właściwościach termicznych o współczynniku $\lambda=0,033$ W/(mK) i grubości minimum 14 cm. Dodatkowo z uwagi na brak izolacji przeciwilgociowej oraz widoczne zawilgocenie istniejących fundamentów w kosztach całkowitych prac budowlanych uwzględniono także koszt termomodernizacji ścian zewnętrznych poniżej gruntu płytami styropianu o podwyższonej odporności na wilgoć i grubości minimum 10 cm.

W ramach planowanych prac w zakresie ścian zewnętrznych należy przeprowadzić roboty rozbiórkowe wraz z usunięciem drobnych elementów na elewacji (oraz późniejszy ich montaż), oczyszczenie i zmycie podłoża, odbicie luźnych tynków, usunięcie i utylizacja gruzu, gruntowanie podłoża, docieplenie ww. styropianem oraz wykonanie warstwy wykańczającej.

W ramach planowanych prac w zakresie ścian fundamentowych należy usunąć istniejący tynk powyżej gruntu, usunąć i zutylizować gruz, przeprowadzić prace ziemne w zakresie wykopów oraz ich zabezpieczenia, wykonać izolację przeciwilgociową istniejących fundamentów (pionową z emulsji asfaltowej oraz foli kubelkowej). Po przeprowadzonych pracach termomodernizacyjnych należy odtworzyć, rozebraną na czas prac budowlanych powierzchnię wokół budynku.

Wybrany wariant/ grubość docieplenia	W2	Koszt wariantu:	792 563,07	zł	SPBT:	81,78	lat
--------------------------------------	-----------	-----------------	-------------------	----	-------	--------------	-----

7.2.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku	Przeграда (symbol):	STRDP
	Stropodach niewentylowany	

Dane do obliczeń:

1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła	A strat	2169,31	m^2
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia	A koszt	2387,00	m^2
3. liczba stopniodni ogrzewania	SD	3304,40	dzień K/rok
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny	styropapa		
	technologia lekka mokra/BSO		
	λ	0,038	[W/(mK)]

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021.

W2 i następane - o grubości warstwy izolacji większej niż w wariantcie 1.

Lp.	Jednostki	WARIANTY				
		Stan istniejący	W1	W2	W3	W4
1. Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej, d	m	-	0,22	0,23	0,24	0,25
2. Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji, U_c	[W/(m ² K)]	1,51	0,155	0,149	0,143	0,138
3. Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła, Q_{OU1}, Q_{IU}	[GJ/rok]	934,58	95,99	92,23	88,75	85,52
4. Roczne zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie, q_{OU1}, q_{IU}	[MW]	0,12439	0,01278	0,01228	0,01181	0,01138
5. Roczna oszczędność kosztów energii, ΔO_{ru}	zł/rok	-	37957,18	38127,45	38284,87	38430,84
6. Cena jednostkowa usprawnienia, C_{jedn.}	zł	-	417,26	429,26	441,26	453,26
7. Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	996 006,98	#####	1 053 294,98	1 081 938,98
8. Prosty czas zwrotu, SPBT	lat	-	26,24	26,87	27,51	28,15

Podstawa przyjętych wartości Nu

Wartość Nu przyjęto na podstawie kosztorysów inwestorskich

Koszt termomodernizacji obejmuje docieplenie stropodachu od góry płytami styropapy o grubości minimum 23 cm i współczynniku $\lambda=0,038$ W/mK. W zakresie przeprowadzonych prac należy także wykonać demontaż rynien, rur, obróbek blacharskich, obróbki gzymsu oraz betonowych czapek kominowych. W dalszej kolejności należy nadmurować istniejące kominy wraz z ich ociepleniem oraz przeprowadzić wymianę kominków wentylacyjnych.

Wybrany wariant/ grubość docieplenia	W2	Koszt wariantu:	1 024 650,98	zł	SPBT:	26,87	lat
--------------------------------------	-----------	-----------------	---------------------	----	-------	--------------	-----

7.3. Obliczenie strumieni powietrza wentylacyjnego dla budynku.

Dane do obliczeń:

Rodzaj wentylacji

Wentylacja grawitacyjna sprawna.

W stanie istniejącym obserwuje się nadmierne przemierzanie przez nieszczelne okna i drzwi

Obliczenie normowego strumienia wentylacji

	pomieszczenie	ilość	m ³ /h	m ³ /h
1	Warsztaty - całość	5344,4	0,50	2672,2
2	Korytarz - całość	983,3	1,00	983,3
	Sale szkolne - całość	925,6	1,00	925,6
	Razem		Y=	4581,1
	Infiltracja - przez przegrody OZ i DZ:		Y=	1769,18
	Wyznaczona krotność wymiany powietrza:			0,88

7.3.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji	Przegroda (symbol):	OZ
	Wymiana starych okien zewnętrznych	

Dane do obliczeń:

1. powierzchnia okien	A_{ok}	455,36	m^2
2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego	V_{nom}	3481,74	m^3/h
3. liczba stopni odn. ogrzewania	SD	3304,40	dzień K/rok
3. współczynnik przenikania ciepła okien - stan istniejący	U_{ok}	1,80	$W/(m^2K)$
	C_w	1,2	-

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na okna szczelne o lepszych współczynnikach U, z wbudowanymi nawiewnikami.

W1 - okna o współczynniku przenikania ciepła U_{ok} zgodnie z WT 2021

W2, W3 - okna o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U_{ok} .

Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U, z wbudowanymi nawiewnikami.

Lp.	Jednostki	Stan istniejący	WARIANTY				
			W1	W2	W3		
1.	Współczynnik przenikania ciepła okien U	$W/(m^2K)$	1,60	0,90	0,80	0,70	
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	cr	-	1,20	0,70	0,70	1,00
		cm	-	1,40	1,00	1,00	1,00
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła, Q_o	GJ/rok	208,01	117,00	104,00	91,00	
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat Q_1	GJ/rok	487,08	284,13	284,13	405,90	
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q_{ou}	GJ/rok	695,09	401,13	388,13	496,90	
6.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_0	MW	0,02769	0,01557	0,01384	0,01211	
7.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_1	MW	0,06298	0,06056	0,05883	0,05710	
8.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_{ou}	MW	0,09066	0,07613	0,07267	0,06921	
9.	Roczna oszczędność kosztów energii, ΔO_{ru}	zł/rok	-	13887,36	14475,80	10621,33	
10.	Koszt jednostkowy okien C_{jed}	zł/m ²	-	1604,56	1854,80	2104,80	
11.	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł	-	730654,61	844603,90	958443,90	
12.	Koszt modernizacji wentylacji N_{went}	zł	-	0,00	0,00	0,00	
13.	Koszt całkowity N_U	zł	-	730 654,61	844 603,90	958 443,90	
14.	Prosty czas zwrotu $SPBT$	lat	-	52,61	58,35	90,24	

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wartość N_u przyjęto na podstawie kosztorysów inwestorskich

Wybrany wariant/ grubość docieplenia	W1	Koszt wariantu:	730 654,61	zł	SPBT:	52,61	lat
--------------------------------------	-----------	-----------------	-------------------	----	-------	--------------	-----

7.4.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany drzwi oraz poprawy systemu wentylacji	Przegroda (symbol):	BR-S
	Wymiana starych bram wjazdowych	

Dane do obliczeń:

1. powierzchnia okien	A_{dz}	27,37	m^2
2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego	V_{nom}	209,27	m^3/h
3. liczba stopni odnogi ogrzewania	SD	3304,40	dzień K/rok
3. współczynnik przenikania ciepła okien - stan istniejący	U_{dz}	4,00	$W/(m^2K)$
	C_w	1,2	-

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi na drzwi szczelne o lepszym współczynniku U

W1 - drzwi o współczynniku przenikania ciepła U_{dz} zgodnie z WT 2021

W2, W3 - drzwi o lepszych współczynnikach przenikania ciepła U_{dz} , niż w wariantcie 1 - wymiana istniejących drzwi na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U_d ,

Lp.	Jednostki	Stan istniejący	WARIANTY			
			W1	W2	W3	
1.	Współczynnik przenikania ciepła drzwi, U	$W/(m^2K)$	4,00	1,30	1,20	1,10
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	cr	-	1,20	1,10	1,00
		cm	-	1,40	1,00	1,00
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła, Q_0	GJ/rok	31,26	10,16	9,38	8,60
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat Q_1	GJ/rok	29,28	26,84	24,40	24,40
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q_{0u}	GJ/rok	60,53	37,00	33,77	32,99
6.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_0	MW	0,00416	0,00135	0,00125	0,00114
7.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_1	MW	0,00379	0,00270	0,00270	0,00270
8.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_{0u}	MW	0,00795	0,00406	0,00395	0,00385
9.	Roczna oszczędność kosztów energii, ΔO_{ru}	zł/rok	-	1204,31	1239,68	1588,67
10.	Koszt jednostkowy drzwi C_{jed}	zł/m ²	-	1902,77	2007,98	3920,23
11.	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł	-	52078,84	54958,44	107296,70
12.	Koszt modernizacji wentylacji N_{went}	zł	-	0,00	0,00	0,00
13.	Koszt całkowity N_u	zł	-	52 078,84	54 958,44	107 296,70
14.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-	43,24	44,33	67,54

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wartość N_u przyjęto na podstawie kosztorysów inwestorskich.

Wybrany wariant/ grubość docieplenia	W1	Koszt wariantu:	52 078,84	zł	SPBT:	43,24	lat
--------------------------------------	-----------	-----------------	------------------	----	-------	--------------	-----

7.4.2. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany drzwi oraz poprawy systemu wentylacji	Przegroda (symbol):	DZ-ALU
	Wymiana starych drzwi	

Dane do obliczeń:

1. powierzchnia okien	A_{dz}	76,58	m^2
2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego	V_{nom}	585,54	m^3/h
3. liczba stopniodni ogrzewania	SD	3304,40	dzień K/rok
3. współczynnik przenikania ciepła okien - stan istniejący	U_{dz}	3,00	$W/(m^2K)$
	C_w	1,2	-

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi na drzwi szczelne o lepszych współczynnikach U.

W1 - drzwi o współczynniku przenikania ciepła U_{dz} zgodnie z WT 2021

W2, W3 - drzwi o innych współczynnikach przenikania ciepła U_{dz} .

Lp.	Jednostki	Stan istniejący	WARIANTY			
			W1	W2	W3	
1.	Współczynnik przenikania ciepła drzwi, U	W/(m2K)	3,00	1,30	1,20	1,10
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	cr	-	1,30	1,00	1,00
		cm	-	1,50	1,00	1,00
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła, Q_0	GJ/rok	65,59	28,42	26,24	24,05
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat Q_1	GJ/rok	88,74	68,26	68,26	68,26
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q_{0u}	GJ/rok	154,33	96,68	94,50	92,31
6.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_0	MW	0,00873	0,00378	0,00349	0,00320
7.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_1	MW	0,01135	0,00757	0,00757	0,00757
8.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_{0u}	MW	0,02008	0,01135	0,01106	0,01077
9.	Roczna oszczędność kosztów energii, ΔO_{ru}	zł/rok	-	4464,91	4563,87	4662,84
10.	Koszt jednostkowy drzwi C_{jed}	zł/m2	-	2220,10	2762,31	3012,63
11.	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł	-	170014,95	211537,39	230706,90
12.	Koszt modernizacji wentylacji N_{went}	zł	-	0,00	0,00	0,00
13.	Koszt całkowity N_U	zł	-	170014,95	211537,39	230706,90
14.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-	38,08	46,35	49,48

Podstawa przyjętych wartości Nu

Wartość Nu przyjęto na podstawie kosztorysów inwestorskich.

Wybrany wariant/ grubość docieplenia	W1	Koszt wariantu:	170 014,95	zł	SPBT:	38,08	lat
--------------------------------------	-----------	-----------------	-------------------	----	-------	--------------	-----

7.5. Przedsięwzięcie modernizacyjne prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku

Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

System zaopatrzenia w c.w.u.		jednostka	stan przed modernizacją		stan po modernizacji	
1.	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{wi}	$dm^3/m^2 \cdot doba$	0,80		0,80	
2.	Powierzchnia o regulowanej temperaturze, Af	m^2	1 633,1		1 633,1	
3.	Temperatura wody w zaworze, θ_{c_w}	$^{\circ}C$	55		55	
4.	Temperatura wody przed podgrzaniem, θ_0	$^{\circ}C$	10		10	
5.	Współczynnik korekcyjny, t_R	dobę	0,55		0,55	
6.	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot Af \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot kR \cdot t_R / 3600$	kWh/rok	13 736,70		13 736,70	
7.	Źródła energii do przygotowania c.w.u.	-	Nieodnawialne	OZE	Nieodnawialne	OZE
8.	Udział odnawialnych źródeł energii **	%	100,0	-	100,0	-
9.	Sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,96	-	0,96	-
10.	Sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	-	1,00	-	1,00	-
11.	Sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	-	0,85	-	0,85	-
12.	Sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	-	1,00	-	1,00	-
13.	Sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	-	0,82	-	0,82	-
14.	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego,	kWh/rok	16 834,19	0,00	16 834,19	0,00
15.	$Q_{k,w}$	GJ/rok	60,60	0,00	60,60	0,00
16.	Sumaryczne roczne zapotrzebowanie ciepła	kWh/rok	16 834,19		16 834,19	
17.	końcowego, $Q_{k,w}$	GJ/rok	60,60		60,60	
Zapotrzebowanie na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej						
18.	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{CW}	$dm^3/os \cdot dobę$	15		15	
19.	Ilość użytkowników, L	osób	257		257	
20.	Czas użytkowania c.w.u., T	godz.	8		8	
21.	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\acute{s}r}$	m^3/h	3,08		3,08	
22.	Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h = 9,32 \cdot L_i^{-0,244}$	-	2,41		2,41	
23.	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m^3 wody, Q_{CWjed}	GJ/m^3	0,45		0,45	
24.	Współczynnik akumulacyjności, ψ	-	0,20		0,20	
25.	Współczynnik redukcji	-	0,78		0,78	
26.	Maksymalna moc c.w.u., $q_{cwumax} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{CWjed} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	3,36		3,36	
27.	Średnia moc c.w.u. $q_{cwsr} = q_{cwumax} / N_h$	kW	1,39		1,39	

7.5.1. Ocena przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u. w budynku

Dane do obliczeń:

- | | | | |
|--|---------------|----------------|--------|
| 1. Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego | Q_{KW} | 60,60 | GJ/rok |
| 2. Średnia moc na potrzeby c.w.u. | $q_{cw_{sr}}$ | 0,00139 | MW |

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

- 1.
- 2.
- 3.

Lp.		Jednostki	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Średnia moc na potrzeby ciepłej wody użytkowej $q_{cw_{sr}}$	MW	0,01394	0,00139
2.	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego Q_{KW}	GJ/rok	60,60	60,60
3.	Roczna opłata zmienna za podgrzanie wody Q_{Oz}	zł/rok	16254,25	16254,25
4.	Roczna opłata stała za moc O_{0m}	zł/rok	695,53	695,53
5.	Roczny abonament A_b	zł/rok	54,72	54,72
6.	Roczny koszt przygotowania c.w.u. Q_{cw}	zł/rok	17004,50	17004,50
7.	Roczne oszczędności kosztów przygotowania c.w.u. ΔQ_{cw}	zł/rok	-	-
8.	Koszt modernizacji instalacji c.w.u. N_{cw}	zł	0,00	0,00
9.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-	-
10.	Udział odnawialnych źródeł energii *	%	0,00%	0,00%

8. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU USPRAWNIENIŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH POPRAWIAJĄCYCH SPRAWNOŚĆ SYSTEMU GRZEWCZEGO.

Dane do obliczeń - stan istniejący

- | | |
|---|------------|
| 1. Zapotrzebowanie mocy do ogrzewania budynku | 305,73 kW |
| 2. Sezonowe zapotrzebowanie ciepła | 2403,33 GJ |

Instalacja c.o. - stan istniejący

- 1. instalacja c.o.:** ogrzewanie wodne pompowe z dolnym rozdziałem ciepła. Instalacja c.o. z rur stalowych, czarnych, prowadzonych zarówno po wierzchu ścian jak i podtynkowo.
- 2. parametry pracy instalacji:** - 80/60 st C
- 3. węzeł cieplny / kotłownia:** Źródłem ciepła dla potrzeb analizowanego obiektu są 2 kotły gazowe JUBAM-GAZ o mocy 105 [kW] każdy.
- 4. grzejniki:** stare, żeliwne, żeberkowe o dużej bezwładności cieplnej częściowo wymienione na nowe aluminiowe.
- 5. zawory termostacyjne:** brak
- 6. zawory podpionowe:** niesprawne
- 7. automatyka z regulacją węzła:** brak - kotłownia o standardzie z lat 90-tych.
- 8. modernizacja instalacji:** planowana jest wymiana grzejników, montaż zaworów termostacyjnych, uzupełnienie izolacji termicznej przewodów rozprowadzających.

Szczegółowe zestawienie prac wraz z wyceną poszczególnych elementów instalacji zawiera tabela nr. 16.5. Załącznik nr 5 - *Określenie kosztów dla wariantu optymalnego.*

Zestawienie współczynników sprawności systemu ogrzewania związanych z modernizacją					
L.p.	Rodzaj usprawnień	Zmiana wartości współczynników sprawności			
1	Wytwarzanie ciepła	$h_g =$	0,91	→	0,91
	Bez zmian				
2	Przesyłanie ciepła	$h_d =$	0,90	→	0,96
	Kompleksowa izolacja przewodów instalacji rozprowadzającej wraz z wymianą odbiorników ciepła.				
3	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$h_e =$	0,82	→	0,88
	Zastosowanie zaworów termostatycznych przy grzejnikach oraz regulacyjnych zaworów podpionowych				
4	Akumulacja ciepła	$h_s =$	1,00	→	1,00
	Bez zmian				
5	Przerwy w czasie tygodnia	$w_t =$	0,85	→	0,85
	Bez zmian				
6	Przerwy w czasie doby	$w_d =$	0,91	→	0,91
	Bez zmian				
Sprawność całkowita systemu : $h_g h_d h_e h_s =$		$h_{\text{całk}}$	0,67	→	0,77

8.1 Ocena finansowa przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania. * -

Lp.		Jednostki	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna instalacji c.o. q_{CO}	MW	0,306	0,306
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ/rok	2 403,33	2 403,33
3	Średnia sezonowa sprawność całkowita η_{Htot}	----	0,67	0,77
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu Q_{CO}	GJ/rok	3 578,62	3 126,21
5	Roczna opłata zmienna za zużyte ciepło O_{COz}	zł/rok	100 996,18	88 228,19
6	Roczna opłata stała za moc O_{COm}	zł/rok	20 160,38	20 160,38
7	Roczny abonament A_b	zł/rok	1 785,96	1 785,96
8	Roczny koszt ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym O_{CO}	zł/rok	122 942,52	110 174,54
9	Roczne oszczędności kosztów ogrzewania	zł/rok	12 767,98	
9	Roczna oszczędność z racji modernizacji instalacji c.o. ΔO_{CO}	zł	12 767,98	
10	Całkowity koszt usprawnień systemu ogrzewania N_{CO}	zł	231 167,98	
11	Prosty czas zwrotu inwestycji SPBT	lat	18,11	

* - stan po modernizacji instalacji c.o. odnosi się do zapotrzebowania na ciepło przed planowanymi zabiegami termomodernizacyjnymi.

9. OBLICZENIE ZAOSZCZĘDZONEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ - MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA.

Rozpatrywane są dwa warianty modernizacji systemu oświetlenia: system świetlówkowy i system za pomocą LED. Oszczędności zużycia energii elektrycznej dla źródeł światła po modernizacji obliczane są przy założeniu, że natężenie oświetlenia powierzchni mierzone w luksach spełnia wymagania PN-EN 12464-1:2012.

Dane do oceny - stan istniejący

- powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia, A_L **1633,10** m^2

System oświetlenia wbudowanego: najczęściej występują świetlówki energooszczędne o mocy **36 [W]**. Pojedynczo punktu o mocy **150 i 60 [W]**.

	Jednostki	System oświetlenia przed modernizacją	System oświetlenia po modernizacji
		Energooszczędne świetlówki	LED
1. Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku P_N	W/m^2	6,39	1,81
2. Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia t_D	h	2 250,00	2 250,00
3. Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy t_N	h	250,00	250,00
4. Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego F_C	-	1	1
5. Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_O	-	1	1
6. Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D	-	1	1
7. Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia $LENI$	$kWh/m2/ rok$	15,98	4,53
8. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej $Q_{kL} = A_f \cdot LENI$	kWh/rok	26 100,00	7 395,00
9. Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia ΔQ_{kL}	kWh/rok	-	18 705,00
10. Jednostkowe opłaty za energię elektryczną C_{jed}	$zł/kWh$	0,97	0,97
11. Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego K	$zł/rok$	25 200,86	7 140,24
12. Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔQ_K	$zł/rok$	-	18 060,61
13. Koszt modernizacji systemu oświetlenia N_U	$zł$	-	447 647,91
14. Prosty czas zwrotu $SPBT$	lat	-	24,79

Moc jednostkową systemu oświetlenia $[W/m^2]$ w stanie po modernizacji określono na podstawie zestawienia zaprojektowanych lamp w oparciu o technologię LED.

9.1. Obliczenie zaoszczędzonej energii elektrycznej - montaż systemu fotowoltaicznego

Planuje się zastosowanie systemu fotowoltaicznego (grid-on).

System przeznaczony jest do pozyskiwania energii elektrycznej z promieniowania słonecznego. Zostanie połączony z istniejącą w budynku instalacją elektroenergetyczną. System będzie pracował na potrzeby instalacji zasilającej urządzenia techniczne i oświetlenie.

Celem zastosowania instalacji fotowoltaicznej w budynku jest obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej, zmniejszenie ilości energii wytworzonej z elektrociepłowni, a tym samym zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska.

Na efektywność instalacji fotowoltaicznej mają wpływ m.in. nasłonecznienie, sprawność ogniw fotowoltaicznych i przetwornic prądu. Na wydajność systemu wpływają więc także: technologia wykonania ogniw fotowoltaicznych, kąt padania promieni słonecznych, temperatura otoczenia i czystość powierzchni paneli fotowoltaicznych. Wartości nasłonecznienia zostały wygenerowane za pomocą symulacji komputerowej na podstawie zadanej szerokości geograficznej. Obliczenie ilości energii uzyskanej z ogniw fotowoltaicznych przedstawiono w tabeli poniżej.

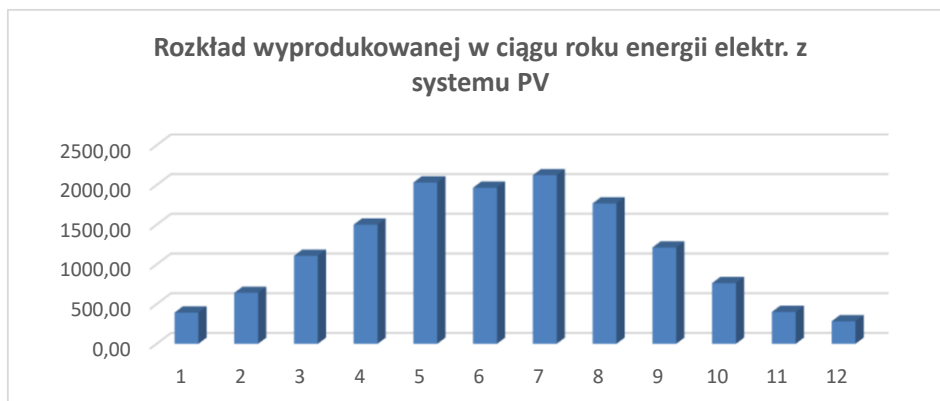
Sprawność konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną przyjęto na poziomie **20,50%**.

Sprawność przetwornicy przyjęto na poziomie 98,65%.

Tabela przedstawiająca zyski energetyczne dla proponowanych ogniw fotowoltaicznych.

Miesiąc	Nasłonecznienie	Sprawność ogniw	Sprawność przetwornicy	Ilość energii uzyskana z ogniwa, kWh/m ²
Styczeń	29,14	20,5%	98,65%	5,9
Luty	47,60	20,5%	98,65%	9,6
Marzec	82,15	20,5%	98,65%	16,6
Kwiecień	111,30	20,5%	98,65%	22,5
Maj	150,66	20,5%	98,65%	30,5
Czerwiec	145,80	20,5%	98,65%	29,5
Lipiec	157,48	20,5%	98,65%	31,8
Sierpień	131,10	20,5%	98,65%	26,5
Wrzesień	89,90	20,5%	98,65%	18,2
Październik	56,70	20,5%	98,65%	11,5
Listopad	29,76	20,5%	98,65%	6,0
Grudzień	21,00	20,5%	98,65%	4,2
Średnioroczne nasłonecznienie dla szerokości geograficznej 50°				212,9

Ilość i powierzchnia zastosowanych ogniw fotowoltaicznych	30	szt.	66,65	m²
--	-----------	-------------	--------------	----------------------



Obliczenie ilości uzyskanej energii oraz kalkulacja kosztów.

Proponowany zestaw składa się z:

1. Paneli fotowoltaicznych 30 szt
2. Regulatora prądu ładowania.
3. Przetwornicy prądu stałego na zmienny.
4. Okablowania - przewód solarny.

W wyniku zastosowania instalacji fotowoltaicznej w budynku zostanie osiągnięty efekt energetyczny. Szacunkowe wyliczenie ilości energii możliwej do uzyskania z instalacji fotowoltaicznej w ciągu roku oraz rocznej oszczędności kosztów energii przedstawiono poniżej. Do obliczeń przyjęto obowiązującą stawkę za energię elektryczną według taryfy użytkownika.

Szacowana ilość energii możliwa do uzyskania z instalacji fotowoltaicznej wynosi: **14 188,65 kWh/rok**

Cena energii wg taryfy - C11. 0,97 zł/kWh

Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii 13 699,85 zł/rok

Koszt wykonania instalacji **90 659,40 zł**

Czas zwrotu inwestycji 6,62 lat

Podsumowanie.

Układ składa się z 30 paneli o mocy jednostkowej 455 [W] połączonych w trzy stringi 10 elementowe. Montaż wykonać na dedykowanych konstrukcjach klejonych do pokrycia dachu .

Zaproponowana instalacja fotowoltaiczna będzie składać się z 30 paneli fotowoltaicznych, o łącznej powierzchni: 66,65 m²

Koszt inwestycji oszacowano na: 90 659,40 zł

Instalacja będzie produkować rocznie 14 188,65 kWh/rok energii elektrycznej.

Pozwoli to obniżyć roczne koszty energii elektrycznej ponoszone przez odbiorcę o: 13 699,85 zł/rok

Wyprodukowana energia elektryczna będzie dostarczana do wewnętrznej sieci energetycznej budynku.

Dane:			
Szacowane zapotrzebowanie na energię energii elektrycznej (na podstawie przekazanych FV).	26 975,00		kWh/rok
	Średnie zużycie	97,11	GJ/rok
Projektowana instalacja PV będzie pracować na potrzeby własne obiektu, a jej planowana produkcja wynosi:	14 188,65		kWh/rok
	51,08		GJ/rok
Udział produkcji energii elektrycznej z instalacji PV w stosunku do całkowitego zapotrzebowania na energię w częściach wspólnych budynku średnio w ciągu roku.	52,60%		%
Koszt zakupu energii elektrycznej w stanie istniejącym	26 045,71		zł/rok
Koszt zakupu energii elektrycznej po planowanym montażu instalacji PV.	12 345,86		zł/rok
Oszczędność kosztów poniesionych na zakup energii elektrycznej w obiekcie	13 699,85		zł/rok
Czas zwrotu inwestycji - SPBT	6,62		lat

10. ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ POMOCNICZĄ DOSTARCZANĄ DO BUDYNKU DLA SYSTEMÓW TECHNICZNYCH

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą przedstawia tab. Nr.

10.1 System ogrzewania

Stan istniejący

Instalacja c.o. pracuje w systemie pompowym - pompy pracują w czasie sezonu grzewczego, Napęd pomocniczy kotła.

Stan po modernizacji

Instalacja c.o. pracuje w systemie pompowym - pompy pracują w czasie sezonu grzewczego, Napęd pomocniczy kotła.

10.2 System przygotowania ciepłej wody użytkowej

Stan istniejący

Brak - miejscowe przygotowanie c.w.u.

Stan po modernizacji

Brak - miejscowe przygotowanie c.w.u.

Zapotrzebowanie na energię końcową do pracy urządzeń grzewczych - Energia pomocnicza.

Rodzaj urządzenia: STAN ISTNIEJĄCY

1. Pompy obiegowe instalacji ogrzewania Af>250 m2
2. Napęd pomocniczy i regulacja kotła
3. -
4. -

q _{el} [W/m2]	t _{el} [h/rok]	Ek [kWh/rok]
0,30	4700	2 302,67
0,2	3900	1 273,82
0,00	0	0,00
0,00	0	0,00
		3576,49

Rodzaj urządzenia: STAN PO MODERNIZACJI

1. Pompy obiegowe instalacji ogrzewania Af>250 m2
2. Napęd pomocniczy i regulacja kotła
3. -
4. -

q _{el} [W/m2]	t _{el} [h/rok]	Ek [kWh/rok]
0,30	4700	2 302,67
0,2	3900	1 273,82
0,00	0	0,00
0,00	0	0,00
		3576,49

10.3. System chłodzenia

Brak instalacji chłodniczej

11. ZESTAWIENIE OPTYMALNYCH USPRAWNIEŃ MODERNIZACYJNYCH

(zestawienie wybranych wariantów, czyli zmierzających do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji, modernizacji systemu przygotowania c.w.u., modernizacji systemu ogrzewania, modernizacji systemu oświetlenia uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT)

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
Instalacja PV	90 659,40	6,62
Oświetlenie wewnętrzne	447 647,91	24,79
Stropodach niewentylowany	1 024 650,98	26,87
Drzwi zewnętrzne aluminiowe	170 014,95	38,08
Brama zewnętrzna stara	52 078,84	43,24
Okno zewnętrzne PCV	730 654,61	52,61
Ściana zewnętrzna	792 563,07	81,78
Instalacja centralnego ogrzewania	231 167,98	-

WYBÓR OPTIMALNEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA MODERNIZACYJNEGO DLA BUDYNKU

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite, [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej), [%]
1	WARIANT 1	4 124 202,26	108 693,92	63,56%
2	WARIANT 2	3 331 639,19	97 467,92	54,95%
3	WARIANT 3	2 600 984,58	91 467,44	50,33%
4	WARIANT 4	2 548 905,74	90 475,00	49,57%
5	WARIANT 5	2 378 890,79	87 882,31	47,57%
6	WARIANT 6	1 354 239,80	44 528,44	14,21%
7	WARIANT 7	906 591,89	26 467,83	11,92%
8	WARIANT 8	815 932,49	12 767,98	11,92%

13. OPIS OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

Na podstawie dokonanej analizy, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku wybrano wariant nr 1

Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Należy wykonać następujące prace:

1. Docieplić **ściany zewnętrzne** styropianem o polepszonych właściwościach termicznych i grubości min. 14 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,033$ W/(mK). Współczynnik U dla ściany dobrano dla Warunków Technicznych WT2021. Dodatkowo z uwagi na brak izolacji przeciwilgociowej oraz widoczne zawilgocenie istniejących fundamentów w kosztach całkowitych prac budowlanych uwzględniono także koszt termomodernizacji ścian zewnętrznych poniżej gruntu płytami styropianu o podwyższonej odporności na wilgoć i grubości minimum 10 cm.

W ramach planowanych prac w zakresie ścian zewnętrznych należy przeprowadzić roboty rozbiórkowe wraz z usunięciem drobnych elementów na elewacji (oraz późniejszy ich montaż), w tym demontaż krat. Należy także skuć gzymsy podokienne i podrynowe, oczyścić i zmyć podłoże, odbić luźne tynki, usunąć i zutylizować gruz, zagruntować podłoże, docieplić ww. styropianem oraz wykonać warstwę wykańczającą.

W ramach planowanych prac w zakresie ścian fundamentowych należy usunąć istniejący tynk powyżej gruntu, usunąć i zutylizować gruz, przeprowadzić prace ziemne w zakresie wykopów oraz ich zabezpieczenia, wykonać izolację przeciwwilgociową istniejących fundamentów (pionową z emulsji asfaltowej oraz foli kubełkowej). Po przeprowadzonych pracach termomodernizacyjnych należy odtworzyć, rozebraną na czas prac budowlanych nawierzchnię wokół budynku.

2. Docieplić **stropodach niewentylowany** nad poszczególnymi segmentami styropapą o grubości 23 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropapy $\lambda=0,038$ W/(mK). Współczynnik U dla przegrody dobrano dla Warunków Technicznych WT2021.

W zakresie przeprowadzonych prac należy także wykonać demontaż rynien, rur, obróbek blacharskich, obróbki gzymsu oraz betonowych czapek kominowych. W dalszej kolejności należy wykonać wydłużenie okapów, nadmurować istniejące kominy wraz z ich ociepleniem oraz przeprowadzić wymianę kominków wentylacyjnych.

3. Wymienić stare okna zewnętrzne na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U \leq 0,9$ W/(m²K). Współczynnik U dobrano dla Warunków Technicznych WT2021 (pomieszczenia o temp. wewn. > 16 st C). *W ramach planowanego zadania należy wymienić istniejące nawietrzaki, parapety oraz wykonać nowe ościeża.*

4. Wymienić drzwi wejściowe do obiektu na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U < 1,30$ W/(m²K), zgodne z WT2021 wraz z wykonaniem nowych ościeży.

5. Wymienić stare bramy wjazdowe do pomieszczeń warsztatu na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U < 1,30$ W/(m²K), zgodne z WT2021 wraz z wykonaniem nowych ościeży.

6. Zmodernizować system c.o.:

- przeprowadzić prace demontażowe (grzejników żeliwnych żeberkowych - 30 szt. oraz z rur żeberkowych - 4 szt, rurociągu stalowego cynkowanego - 320 m oraz izolacji rurociągów - 350 m)
- zamontować grzejniki stalowe o znikomej bezwładności cieplnej wyposażone w zawory termostatyczne z głowicami wzmocnionymi w miejscu grzejników żeliwnych - 52 szt.;
- zamontować rury przyłączone do nowych punktów grzewczych (52 szt kpl) oraz instalacje centralnego ogrzewania wynikającą z zastosowanie nowych punktów grzewczych, m.in. podłączenie nagrzewnic (350 mb);
- zaizolować instalację rozprowadzającą c.o. otulinami jednowarstwowymi (1500 mb.);
- zamontować niezbędną armaturę, w tym zawory przelotowe i zwrotne (30 szt.) oraz zawory przelotowe i dwuzłączki (8 szt.);
- zamontować nowe nagrzewnice powietrza w ilości 15 sztuk w pomieszczeniach warsztatów;
- zastosować ciepłomierze elektroniczne do pomiaru zużycia energii cieplnej w wodnych instalacjach grzewczych.

UWAGA: z uwagi na brak instalacji chłodniczej w obiekcie nie będą montowane liczniki chłodu.

Beneficjent oświadcza, że jeśli w przyszłości zostanie taka instalacja zamontowana zostanie ona odpowiednio opomiarowana.

7. **Zmodernizować system oświetlenia** - Wykonać demontaż istniejącej instalacji oświetlenia, przebudować i zabudować tablice rozdzielcze, zamontować nowe oświetlenie na oprawach typu LED, wykonać szereg robót towarzyszących.

8. **Zamontować OZE** - Na dachu modernizowanego obiektu należy zamontować układ składający się z **30 paneli** o mocy jednostkowej **455 [W]** połączonych w trzy stringi 10 elementowe. Montaż wykonać na dedykowanych konstrukcjach klejonych do pokrycia dachu. Planowany system będzie pracował na potrzeby własne analizowanego obiektu. Instalacja zostanie wyposażona w wyłącznik główny oraz instalację odgromową.

9. Malowanie pomieszczeń w zakresie prac związanych z wymianą instalacji centralnego ogrzewania, instalacji oświetlenia oraz wymianą drzwi i okien.

10. Roboty konieczne w zakresie poprawy dostępności dla osób z niepełnosprawnościami - należy wymienić stolarkę drzwiową z dostosowaniem wielkości otworów do obowiązujących przepisów.

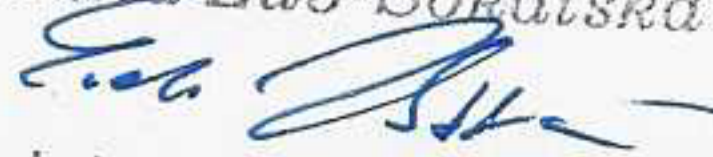
14. ZAPOTRZEBOWANIE ENERGII KOŃCOWEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO

		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	2 768,06	969,49
	kWh/rok	768 906,39	269 303,06
	Koszty zł	122 942,52	46 009,06
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	60,60	60,60
	kWh/rok	16 834,19	16 834,19
	Koszty zł	16 539,06	16 539,06
Energia elektryczna - chłodzenie	GJ/rok	0,00	0,00
	kWh/rok	0,00	0,00
	Koszty zł	0,00	0,00
Energia elektryczna - fotowoltaika	GJ/rok	0,00	51,08
	kWh/rok	0,00	14 188,65
	Koszty zł	0,00	13 699,85
Energia elektryczna - oświetlenie	GJ/rok	93,96	26,62
	kWh/rok	26 100,00	7 395,00
	Koszty zł	25 200,86	7 140,24
Energia elektryczna - pomocnicza	GJ/rok	12,88	12,88
	kWh/rok	3 576,49	3 576,49
	Koszty zł	3 453,28	3 453,28
Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku*	GJ/rok	2 935,50	1 018,51
	kWh/rok	815 417,07	282 920,08
	Koszty zł	168 135,72	59 441,79
Oszczędność energii końcowej	%	----	65,30%
<p>W wyniku zrealizowanych zadań związanych z termomodernizacją oraz poprawą systemów: grzewczego i oświetleniowego nastąpi</p> <p>Redukcja końcowej energii o: 65,30% z uwzględnieniem energii pomocniczej.</p>			

14.1. ZAPOTRZEBOWANIE ENERGII PIERWOTNEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO

	Zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/rok]				
	Wskaźnik wi przed modernizacją	Wskaźnik wi po modernizacji	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Różnica
Ogrzewanie + wentylacja	1,1	1,1	845 797,03	296 233,36	549 563,67
Ciepła woda użytkowa (energia pobierana z sieci).	3,0	3,0	40 851,08	40 851,08	0,00
Ciepła woda użytkowa (wyprodukowana w systemie PV).	3,0	0,0	9 651,49	0,00	9 651,49
Energia elektryczna - chłodzenie	3,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Oświetlenie (wyprodukowana w systemie PV).	3,0	0,0	78 300,00	0,00	78 300,00
Energia elektryczna - pomocnicza (wyprodukowana w systemie PV).	3,0	0,0	10 729,47	0,00	10 729,47
RAZEM:			985 329,06	337 084,44	648 244,62
Oszczędność energii pierwotnej				65,79%	

W stanie po modernizacji w wyniku planowanego montażu PV część energii elektrycznej zostanie wyprodukowana na miejscu (dla której $w_i = 0,0$). Tego rodzaju energia w ilości 14 188,65 kWh/rok - pokryje zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia (po jego wymianie na nowe LED), energię pomocniczą oraz częściowo na potrzeby systemu cwu (CWU - zostało przedstawione łącznie w dwóch wariantach tj. z uwzględnieniem częściowej produkcji z PV).

Ewelina Zub-Sokalska

 Audytor Energetyczny

15. OBLICZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO WYBRANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

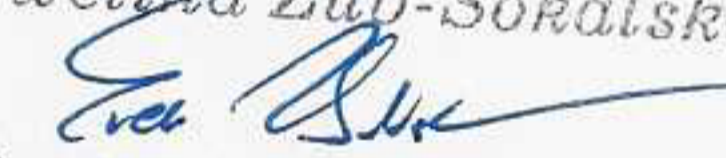
Wskaźniki emisji dwutlenku węgla przyjęte w oparciu o dokument "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO2 (WE) w roku 2020 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2023", opublikowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania emisjami (KOBiZE).

Wskaźniki emisji dwutlenku węgla dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE) przyjęte zgodnie z komunikatem Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania emisjami (KOBiZE).

Wskaźniki redukcji pyłów PM10 i PM2,5 przyjęte w oparciu o dokument Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) oparty na programie EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) pod nazwą „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013” – Part B, 1.A.4 Small combustion.

Stan przed modernizacją								
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji kgCO ₂ /GJ lub MgCO ₂ /MWh	Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok					
gaz ziemny	55,39	2768,06	153,32					
prąd elektryczny	0,6980	60,60	42,30					
prąd elektryczny	0,6980	93,96	65,58					
prąd elektryczny	0,6980	12,88	8,99					
Stan po modernizacji								
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji kgCO ₂ /GJ lub MgCO ₂ /MWh	Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok					
gaz ziemny	55,39	969,49	53,70					
prąd elektryczny	0,6980	60,60	42,30					
prąd elektryczny	0,6980	26,62	18,58					
prąd elektryczny	0,6980	12,88	8,99					
Redukcja emisji gazów cieplarnianych								
Zanieczyszczenie	Redukcja emisji Mg/rok				Redukcja emisji %			
	c.o.	c.w.u.	pozostałe	razem	c.o.	c.w.u.	pozostałe	razem
CO ₂	99,62	0,00	47,00	146,62	64,98	0,00	63,03	54,27

Stan przed modernizacją								
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji		Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji				
	Pył PM10 g/GJ	Pył PM2,5 g/GJ		kg PM10/rok	kg PM2,5/rok			
gaz ziemny	0,5	0,5	2768,06	1,38	1,38			
prąd elektryczny	0,0	0,0	60,60	0,00	0,00			
prąd elektryczny	0,0	0,0	93,96	0,00	0,00			
prąd elektryczny	0,0	0,0	12,88	0,00	0,00			
Stan po modernizacji								
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji		Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji				
	Pył PM10 g/GJ	Pył PM2,5 g/GJ		kg PM10/rok	kg PM2,5/rok			
gaz ziemny	0,5	0,5	969,49	0,48	0,48			
prąd elektryczny	0,0	0,0	60,60	0,00	0,00			
prąd elektryczny	0,0	0,0	26,62	0,00	0,00			
prąd elektryczny	0,0	0,0	12,88	0,00	0,00			
Redukcja emisji pyłów								
Zanieczyszczenie	Redukcja emisji kg/rok				Redukcja emisji %			
	c.o.	c.w.u.	pozostałe	razem	c.o.	c.w.u.	pozostałe	razem
Pył PM10	0,90	0,000	0,00	0,90	64,98	0,00	0,00	64,98
Pył PM2,5	0,90	0,000	0,00	0,90	64,98	0,00	0,00	64,98

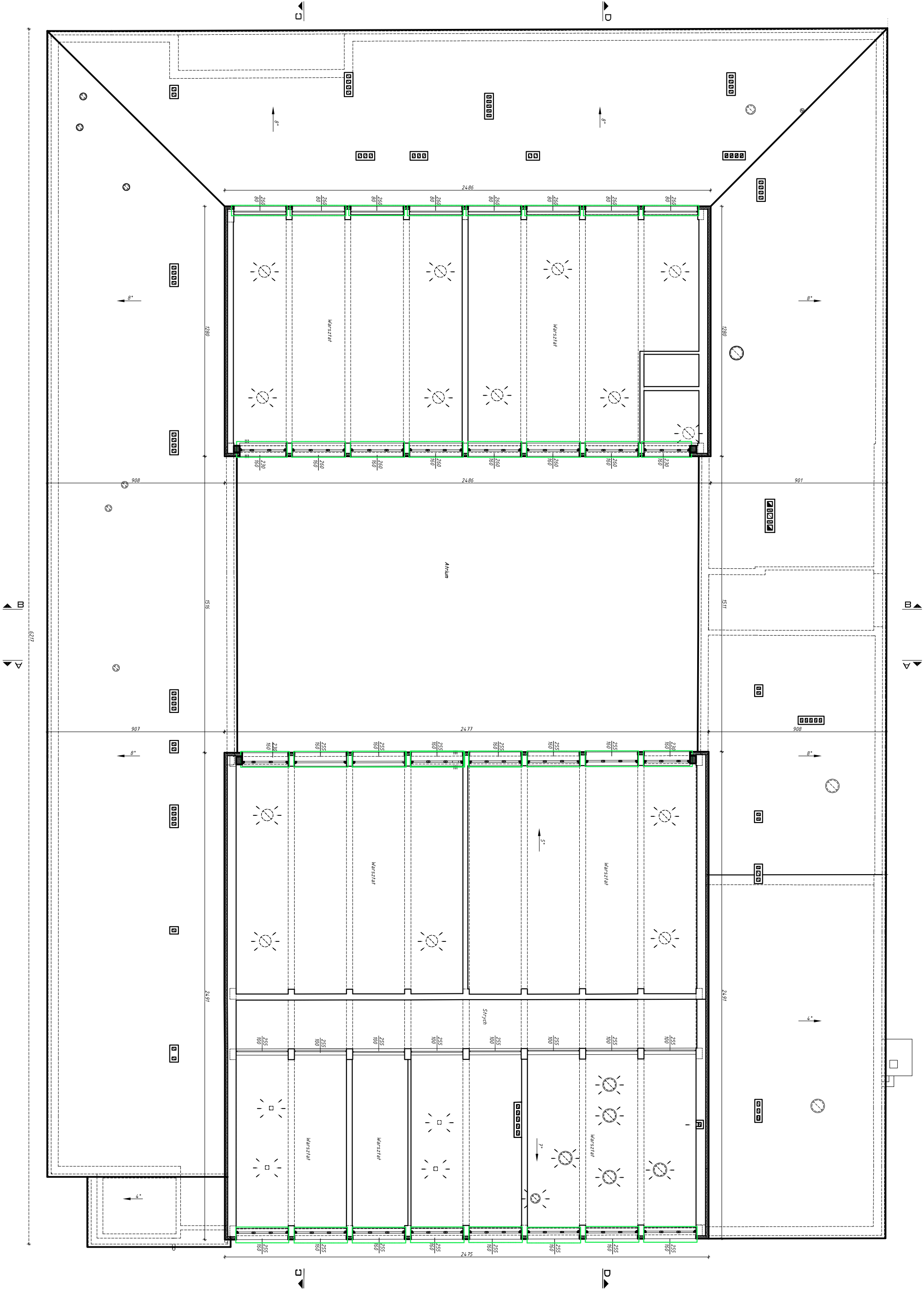
Ewelina Zub-Sokalska

 Audytor Energetyczny

16. ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO

	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii/ redukcja zanieczyszczeń
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o.+went.)	GJ/rok	2 768,06	969,49	1 798,57
	kWh/rok	785 740,58	286 137,25	499 603,33
Zapotrzebowanie na energię elektryczną (cwu + ośw + en. pomocn.)	GJ/rok	167,44	100,10	67,34
	kWh/rok	46 510,68	27 805,68	18 705,00
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	3 547,18	1 213,50	2 333,68
	kWh/rok	985 329,06	337 084,44	648 244,62
Roczna emisja gazów cieplarnianych	tonCO ₂ /rok	270,20	123,57	146,62
	%	-	-	54,27
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	1,38	0,48	0,90
	%	-	-	64,98
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	1,38	0,48	0,90
	%	-	-	64,98

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU:

16.1. Załącznik nr 1 - Uproszczona dokumentacja techniczna i fotograficzna.



DOKUMENTACJA - ZDJĘCIA STANU ISTNIEJĄCEGO OBIEKTU

Elewacja zewnętrzna

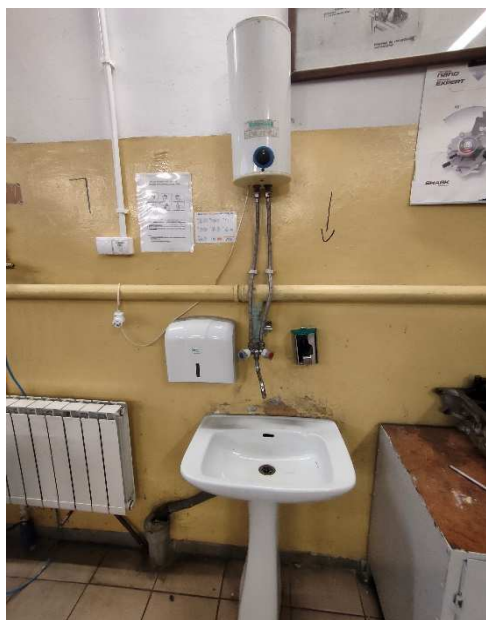


Elewacja zachodnia - stan techniczny ścian zewnętrzny widoczny na zdjęciach.





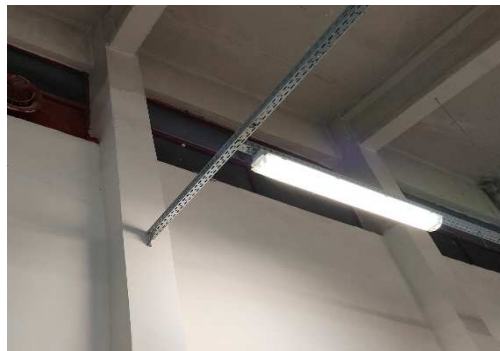
Ciepła woda użytkowa - elektryczne podgrzewacze



Istniejąca kotłownia
gazowa na potrzeby
c.o.












Instalacja - oświetlenia - świetlówki 36 i 18 W.












16.2. Załącznik nr 2 - Współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych - wydruk z programu.

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZ-ALU	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	3,500	76,58
 BR-S	Brama zewnętrzna stara	4,000	27,37
 BR-N	Brama zewnętrzna nowa	1,600	39,83
 OW	Okno wewnętrzne stalowe	3,500	20,40
 OZ	Okno zewnętrzne PCV	1,800	455,36
 PG	Podłoga na gruncie	0,416	2169,31
 STRDP	Stropodach niewentylowany	1,509	2169,31
 SW	Ściana wewnętrzna	1,642	92,76
 SZ	Ściana zewnętrzna	1,137	796,32

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZ-ALU	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	1,300	76,58
 BR-S	Brama zewnętrzna stara	1,300	27,37
 BR-N	Brama zewnętrzna nowa	1,600	39,83
 OW	Okno wewnętrzne stalowe	3,500	20,40
 OZ	Okno zewnętrzne PCV	0,900	455,36
 PG	Podłoga na gruncie	0,416	2169,31
 STRDP	Stropodach niewentylowany	0,149	2169,31
 SW	Ściana wewnętrzna	1,642	92,76
 SZ	Ściana zewnętrzna	0,195	796,32

16.3. Załącznik nr 3 - Zestawienie wyników obliczeń komputerowych zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów modernizacyjnych.

		Zapotrzebowanie		
		Zapotrzebowanie mocy	Zapotrzebowanie na ciepło	
		MW	GJ/rok	kWh/rok
STAN ISTNIEJĄCY		0,3057	2403,33	667592,00
Wariant			GJ/rok	kWh/rok
w7	Instalacja PV	0,3057	2403,33	667592,00
w6	Oświetlenie wewnętrzne	0,3057	2403,33	667592,00
w5	Stropodach niewentylowany	0,1900	1430,23	397285,00
w4	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	0,1833	1371,71	381031,00
w3	Brama zewnętrzna stara	0,1805	1349,72	374922,00
w2	Okno zewnętrzne PCV	0,1645	1214,98	337493,00
w1	Ściana zewnętrzna	0,1342	963,56	267656,00

16.4. Załącznik nr 4 - Obliczenie zapotrzebowania na energię na potrzeby systemu chłodzenia.

W budynku nie występuje system chłodzenia.

16.5. Załącznik nr 5 - Określenie kosztów dla wariantu optymalnego.

Kalkulacja kosztów - kosztorys inwestorski

Zakres: Modernizacja systemu grzewczego

OPIS	ILOŚĆ, pkt./ mb	CENA JEDNOSTKOWA, zł/pkt.	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Montaż nowych grzejników wyposażonych w zawory termostatyczne w miejscu grzejników żeliwnych	52	1 508,03	78 417,47
Rury przyłączone (52 szt kpl); instalacja centralnego ogrzewania (350 mb)			24 132,38
Izolacja przewodów rozpraszających [mb]	1500	18,22	27 324,45
Armatura - Zawory przelotowe i zwrotne (30 szt); oraz zawory przelotowe i dwuzłączki (8 szt)	38	103,68	3 939,84
Prace demontażowe (grzejników żeliwnych żeberkowych - 30 szt. oraz z rur żeberkowych - 4 szt, rurociągu stalowego cynkowanego - 320 m oraz izolacji rurociągów - 350 m)			9 831,05
Montaż nagrzewnic wodnych o mocy (16 kW - 14 szt i 21 kW - 1 szt)	15	5 834,85	87 522,80
RAZEM			231 167,98

Kalkulacja kosztów - kosztorys inwestorski

Zakres: Wymiana oświetlenia na energooszczędne z zastosowaniem technologii LED

OPIS	ILOŚĆ, szt.	CENA JEDNOSTKOWA,	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Wykonać demontaż istniejącej instalacji oświetlenia, przebudować i zabudować tablice rozdzielcze, zamontować nowe oświetlenie na oprawkach typu LED, wykonać szereg robót towarzyszących.			390 242,01
Instalacja uziemienia i instalacja odgromowa			57 405,90
Kompleksowa wymiana oświetlenia (demontaż starej i montaż nowej instalacji)			447 647,91

Zakres: Montaż instalacji fotowoltaicznej

OPIS	Ilość paneli PV	CENA JEDNOSTKOWA, zł/szt	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Instalacja fotowoltaiczna - układ składa się z 30 paneli o mocy jednostkowej 455 [W] połączonych w trzy stringi 10 elementowe. Montaż wykonać na dedykowanych konstrukcjach klejonych do pokrycia dachu. Instalacja zostanie wyposażona w wyłącznik główny oraz instalację odgromową.	30,00	3 021,98	90 659,40

Zakres: Roboty dodatkowe ujęte w dokumentacji kosztorysowej.

OPIS	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Malowanie pozostałych pomieszczeń w zakresie prac związanych z wymianą instalacji centralnego ogrzewania, instalacji oświetlenia oraz drzwi i okien.	338 512,67
W zakresie poprawy dostępności dla osób z niepełnosprawnościami należy wymienić stolarkę drzwiową z dostosowaniem wielkości otworów do obowiązujących przepisów.	246 251,84
RAZEM	584 764,51

16.5. Załącznik nr 5 - Określenie kosztów dla wariantu optymalnego.

Kalkulacja kosztów - kosztorys inwestorski

Zakres: Docieplenie przegród zewnętrznych budynku (ścian, stropów, stropodachów)

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
<p>Przegroda 1 SZ</p> <p>Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt styropianu metodą lekką mokrą wraz z wykonaniem prac towarzyszących zgodnie z dokumentacją projektową.</p> <p>Grubość izolacji: 14 cm</p>	1 091,16	726,35	792 563,07
<p>Przegroda 2 STRDP</p> <p>Ocieplenie stropodachu niewentylowanego poprzez ułożenie płyt ze styropapy od góry wraz z wykonaniem prac towarzyszących zgodnie z dokumentacją projektową.</p> <p>Grubość izolacji: 23 cm</p>	2 387,00	429,26	1 024 650,98
RAZEM			1 817 214,05

Kalkulacja kosztów - kosztorys inwestorski

Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych

OPIS	POWIERZCHNIA, m ²	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m ²	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Okno 1 Okno zewnętrzne PCV Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe wraz z wymianą istniejących nawietrzaków powietrza. Współczynnik U= 0,90 W/(m ² K)	455,36	1 604,56	730 654,61
Drzwi 1 Brama zewnętrzna stara Wymiana starych bram wjazdowych zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 1,30 W/(m ² K)	27,37	1 902,77	52 078,84
Drzwi 1 Drzwi zewnętrzne aluminiowe Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 1,30 W/(m ² K)	76,58	2 220,10	170 014,95
RAZEM			952 748,40