



Project Energy

smart energy solutions

PROJECT ENERGY Sp. z o.o.
90-437 Łódź, al. Kościuszki 80/82
NIP 525-257-02-54
KRS 0000480961

www.projectenergy.pl

Audyt Energetyczny Budynku

Tytuł opracowania:

Audyt energetyczny budynku nr 11 Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Olsztynie

Adres obiektu:

10-082 Olsztyn, ul. Warszawska 30,
budynek nr 11

Inwestor:

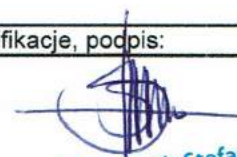
Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Olsztynie
ul. Warszawska 30, 10-082 Olsztyn

Opracował:

mgr inż. Sławomir Stefaniak

Data wykonania:

02.09.2019

1.DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej: biurowy	1.2 Rok budowy	1918
1.3 Inwestor	Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Olsztynie ul. Warszawska 30, 10-082 Olsztyn	1.4 Adres budynku	
		10-082 Olsztyn, ul. Warszawska 30, budynek nr 11	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt			
Project Energy Sp. z o.o. Al. Kościuszki 80/82 90-437 Łódź			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Sławomir Stefaniak, 02-796 Warszawa, ul Wąwozowa 20/8 nr upr. 658/CE - WSEiZ, ukończone studia podyplomowe w zakresie "Audyt Energetyczny", członek Zrzeszenia Auditorów Energetycznych		 mgr inż. Sławomir Stefaniak Nr upr. SchE: 658/CE - WSEiZ	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
-	-	-	
-	-	-	
-	-	-	
5. Miejscowość: Warszawa		data wykonania opracowania: 02.09.2019	
6. Spis treści			
			strona
1. Karta audytu energetycznego			3 - 4
2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			5
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6 - 10
4. Ocena stanu technicznego budynku			11
5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			11
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			12 - 21
7. Opis wybranego wariantu optymalnego			21
Załączniki:			
1 Obliczenia systemu c.w.u.			22
2 Określenie sprawności składowych systemów grzewczych			22
3 Bilans cieplny budynku - stan przed modernizacją			23 - 27
4 Bilans cieplny budynku - stan po modernizacji - Wariant 1			28 - 32

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2	Liczba kondygnacji	1	1
3	Kubatura części ogrzewanej [m3]	182,5	182,5
4	Powierzchnia netto budynku [m2]	46,8	46,8
5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m2]	0	0
6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m2]	46,8	46,8
7	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	2	2
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	elektryczne podgrzewacze pojemnościowe	wymiennik ciepła w grupowym węźle cieplnym
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	wodny, pompowy, grzejnikowy, zasilany z grupowego węzła cieplnego.	wodny, pompowy, grzejnikowy, zasilany z grupowego węzła cieplnego.
11	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,03	1,03
12	Inne dane charakteryzujące budynek	średnie osłonięcie budynku	średnie osłonięcie budynku
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m2K)]			
1	Ściany zewnętrzne	1,835	0,188
2	Dach/Stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami	0,607	0,150
3	Podłoga na gruncie	0,493	0,493
4	Okna/drzwi balkonowe	2,6	0,9
5	Drzwi zewnętrzne	2,5	1,3
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2	Sprawność przesyłu	0,90	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	0,85
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,98
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania	0,96	0,91
2	Sprawność przesyłu	1,00	0,80
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4	Sprawność akumulacji	0,65	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	przez nieszczelności okien do kanałów wentylacyjnych	przez mikrowentylacje okien do kanałów wentylacyjnych
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m3/h]	129,6	129,6
4	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,71	0,71
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	18,74	5,95
2	Obliczeniowa moc cieplna do przygotowania c.w.u. [kW]	0,60	0,52
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	161,05	40,21
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	244,63	41,74
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	1,26	1,08
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	250,00	-
7	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	5,00	-
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2 rok)]	955,90	238,66
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2 rok)]	1 451,96	247,72
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0%	0%

11	Wskaźnik EPh+w rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania cwu w budynku [kWh/(m2 rok)]	1 518,04	261,77
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	53,14	53,14
2	Koszt 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	9 740,95	9 740,95
3	Koszt przygotowania 1m3 ciepłej wody użytkowej [zł/m3]	56,36	26,81
4	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na m-c [zł/(MW m-c)]	20 713,20	9 740,95
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m2 powierzchni użytkowej [zł/(m2 m-c)]	27,05	5,19
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7	Inne (zł)	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	nie dotyczy	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	82,59%
Planowane koszty całkowite [zł]	152 250	Premia termomodernizacyjna [zł]	nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	12 703		
1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. 2) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej. 3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii. 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.			

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

3.1 Dokumentacja projektowa

1. Inwentaryzacja budynku nr 11- Szpital w Olsztynie - 1990

2. Książka obiektu budowlanego - bud nr 11 USK Olsztyn

3. Inwentaryzacja obiektu na potrzeby audytu - wyjaśnienie szczegółów dotyczących elementów konstrukcyjnych budynku, sposobu ogrzewania, przygotowania cwu, pomiary, dokumentacja fotograficzna

3.2 Inne dokumenty

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U.Nr.223,poz.1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego z późniejszymi zmianami

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 w "sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie" z późniejszymi zmianami

- PN-EN ISO 9838 - "Właściwości użytkowe w budownictwie - Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.

- PN-EN ISO 6946 - "Elementy budowlane i części budynku - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła, metoda obliczeń."

- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania."

- PN-EN ISO 13370 - "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - metody obliczania."

- PN-EN ISO 12831 - "Instalacje ogrzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego."

- PN-EN ISO 14683 - "Mostki cieplne w budynkach - liniowy współczynnik przenikania ciepła"

- PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej

- Wytyczne "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji" - KOBIZE

3.3 Osoby udzielające informacji

Dz. Administracyjno-Techniczny USK w Olsztynie

3.4 Data wizji lokalnej

VIII.2019

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

1. Celem inwestycji powinno być uzyskanie jak największych oszczędności w zapotrzebowaniu na energię przez budynek

2. W planowanych przedsięwzięciach należy brać pod uwagę docieplenie ścian zewnętrznych, stropodachu, wymianę okien i drzwi zewnętrznych w budynku, modernizację instalacji co i cwu.

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana

4a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku		263/09/2019			
Własność budynku		prywatna	spółdzielcza		skarbu państwa X
przeznaczenie budynku		mieszkalny	mieszkalno-usługowy		inny X
Osiedle		-			
Adres		10-082 Olsztyn, ul. Warszawska 30, budynek nr 11			
Budynek		wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej		
		bliźniak	blok mieszkalny wielorodzinny		
Rok budowy		1918	Rok zasiedlenia		1918
Technologia wykonania budynku		tradycyjna			
1	Powierzchnia zabudowy (m2)	60,00	11	Liczba klatek schodowych	0
2	Kubatura netto budynku (m3)	182,50	12	Liczba kondygnacji	1
3	Kubatura brutto ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztywów wind, otwartych wnęk, loggi i galerii (m3)	252,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle	3,90
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań (m2)	0,00	14	Liczba użytkowników	2
5	Powierzchnia korytarzy (m2)	0,00	15	Liczba mieszkań	0
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m2)	0,00			
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy (m2)	0,00			
8	Powierzchnia usługowych pomieszczeń ogrzewanych (m2)	46,80			
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku (4+5+6+7+8) (m2)	46,80			
10	Budynek podpiwniczony	nie			



elewacja południowo-zachodnia



elewacja północno-wschodnia



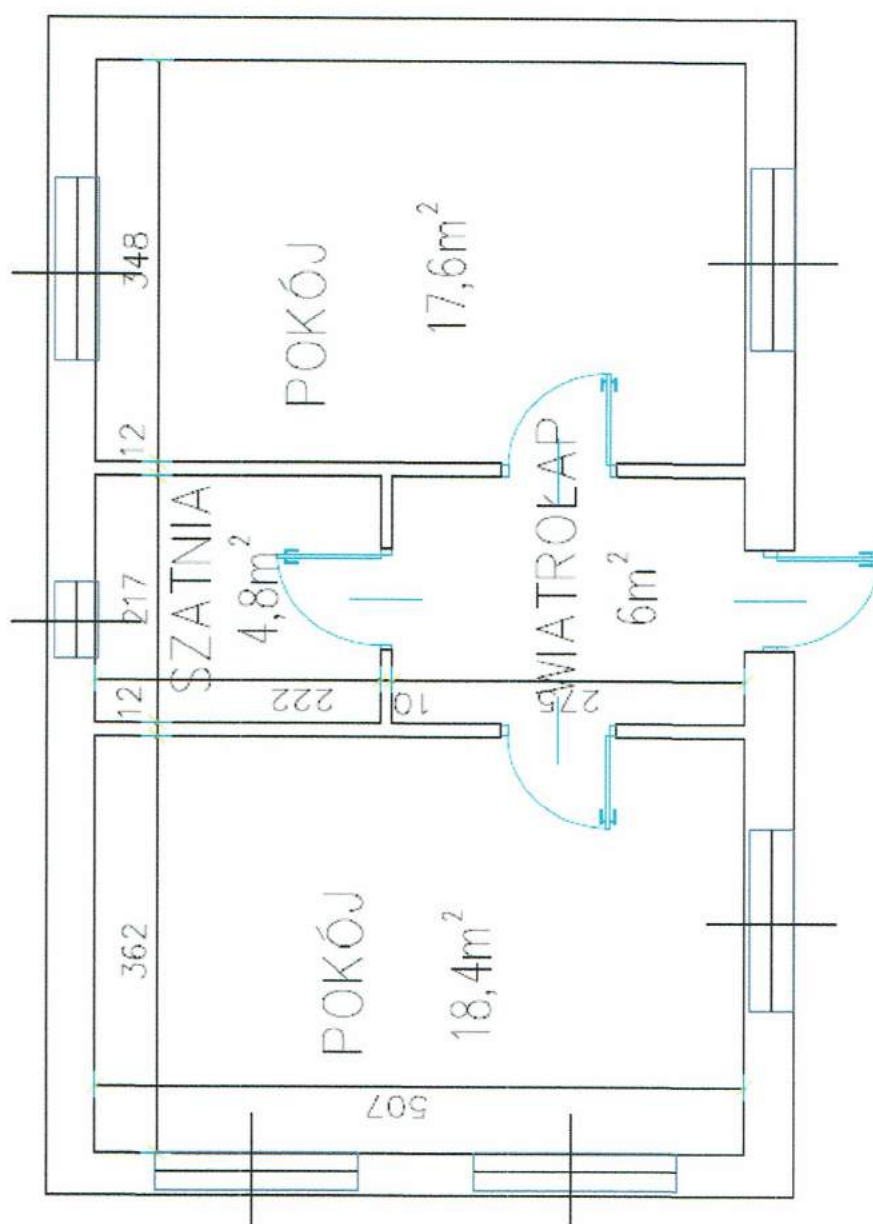
elewacja północno-zachodnia



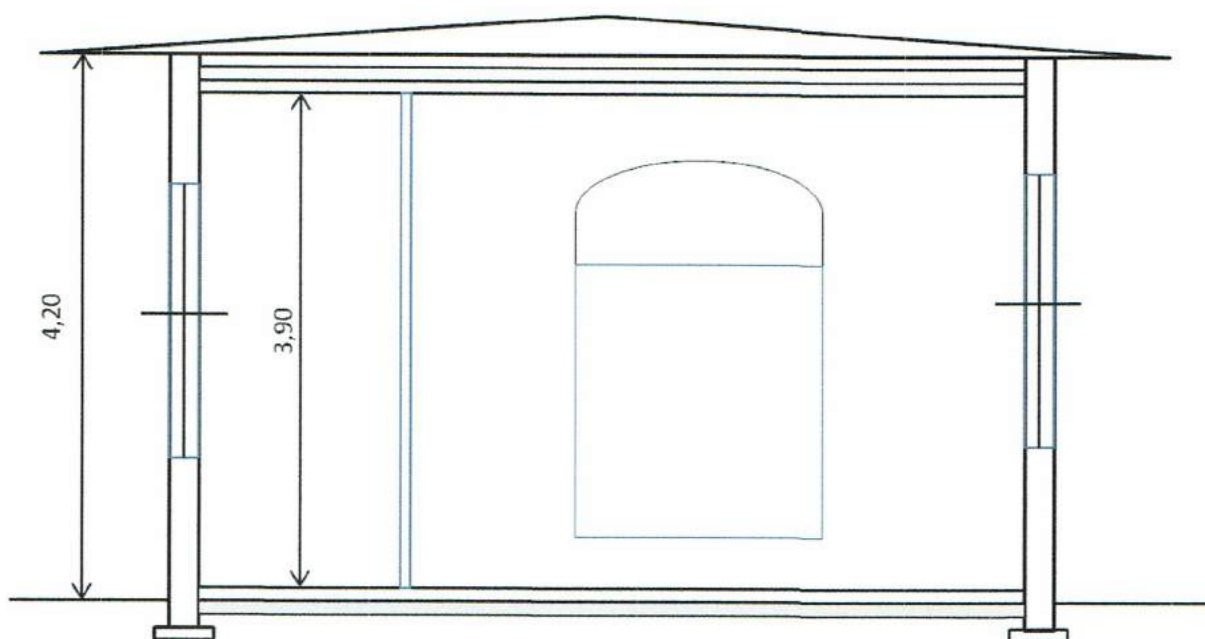
elewacja południowo-wschodnia

4b. Szkic budynku

PARTER



PRZEKRÓJ PIONOWY



4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

1. Dane ogólne

Budynek użyteczności publicznej, biurowy, 1-kondygnacyjny, niepodpiwniczony. Układ ścian nośnych podłużny, stropodach konstrukcji drewnianej, niewentylowany, ocieplony polepą trzcinową, kryty papą termozgrzewalną. Konstrukcja budynku murowana, ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej. Ściany wewnętrzne konstrukcyjne murowane 24 cm, działowe murowane 12 cm. Wewnątrz wydzielone pomieszczenia biurowe i gospodarcze.

2. Fundamenty

Ławy betonowe

3. Ściany zewnętrzne

Murowane z cegły pełnej, grubość 27 cm.

4. Ściany wewnętrzne

Murowane z cegły pełnej 24 cm i 12 cm

5. Stropodach

Stropodach budynku drewniany, niewentylowany, strop ocieplony warstwą polepy trzcinowej, całość przekryta deskowaniem izolowanym papą termozgrzewalną

6. Podłoga na gruncie

Betonowa, izolowana papą, na warstwie gruzobetonu i podsypki piaskowej.

7. Stolarka okienna i drzwiowa

Okna drewniane skrzynkowe, szklone podwójną szybą, o charakterystycznych kształtach, szacowany współczynnik $U = 2,6$ (W/m²K). Drzwi zewnętrzne drewniane pełne, szacowany współczynnik $U = 2,6$ (W/m²K). Drzwi wewnętrzne drewniane płytowe, pełne.

8. Wentylacja

Naturalna, grawitacyjna. Nawiew przez nieszczelności okien i drzwi, wywiew przez kanały wentylacyjne.

9. Zasilanie ciepłem

Zasilanie ciepłem sieciowym poprzez grupowy węzeł cieplny i doprowadzenie do budynku.

10. Ogrzewanie

Wodne, pompowe, dwururowe, z rozdziałem dolnym, parametry 80/60 °C, regulacja centralna, brak miejscowej, grzejniki stalowe, przewody poziome izolowane, pionowe bez izolacji

11. Ciepła woda użytkowa

Elektryczne podgrzewacze pojemnościowe bezpośrednio przy punktach poboru.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Położenie	Pow. całk. m ²	Pow. do obliczeń strat ciepła (m ²)	U _k W/(m ² K)	Pow. okien (m ²)	U okna W/(m ² K)	Pow. drzwi (m ²)	U drzwi W/(m ² K)
1	szczytowa	SE	25,2	25,20	1,835				
2	podłużna	SW	42,0	33,19	1,835	5,91	2,60	2,90	2,50
3	szczytowa	NW	25,2	20,04	1,835	5,16	2,60		
4	podłużna	NE	42,0	38,46	1,835	3,54	2,60		
5	stropodach pełny		65,0	65,00	0,607				
6	podłoga na gruncie		60,0	60,00	0,493				
7									

4d Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla co)	q _{moc} (kW) 18,74
2	Zamówiona moc cieplna (obliczeniowa łącznie dla co i cwu)	q (kW) 19,34
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q _H (GJ) 161,05
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	E=Q _H /A (kWh/ m ² a) 955,90
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q _s (GJ) 244,63
6	Taryfa opłat	
	opłata stała (moc zamówiona+przesył) miesięcznie	zł/MW 9 740,95
	opłata zmienna (ciepło+przesył) wg licznika	zł/GJ 53,14
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł 0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	2-rurowa, pompowa, wodna, grzejnikowa, z rozdziałem dolnym.
2	Parametry instalacji	80 / 60 ° C
3	Przewody w instalacji	stalowe, izolowane
4	Rodzaje grzejników	stalowe płaskie
5	Oslonięcie grzejników	brak
6	Zawory termostacyjne	nie
7	Sprawności składowe syst. grzewczego	η _g =0,95 η _d =0,90 η _e =0,77 η _s =1,00
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/godzin na dobę	7/24
9	Modernizacja instalacji w latach 1985 -2001	wymiana grzejników

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	elektryczna, podgrzewacze pojemnościowe
2	Piony i ich izolacja	stalowe, nieizolowane
3	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak
4	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c wg. obliczeń	0,5

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj wentylacji	naturalna - grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	129,6

4h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Grupowy węzeł cieplny dla całego Szpitala, 3-funkcyjny, zasilany z miejskiej sieci ciepłowniczej, administrowany przez MPEC Olsztyn. Ciepło dostarczane do budynku bezpośrednio z sieci wewnętrznej.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku.

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest średni. Ściany zewnętrzne i stropodach w średnim stanie, wykazują uszkodzenia lub zawilgocenia. Przegrody zewnętrzne nie spełniają obecnych norm, ściany zewnętrzne z uwagi na swoją konstrukcję posiadają wysoki współczynnik przenikalności cieplnej. Stropodach posiada znikomą izolację cieplną. Konstrukcja budynku sprawia, iż jest on bardzo energochłonny. Okna w większości w złym stanie technicznym, o wysokich współczynnikach przenikania ciepła, drzwi zewnętrzne o małej izolacyjności cieplnej.

5.2 System grzewczy

Instalacja co w średnim stanie technicznym, przewody rozprowadzające poziome izolowane, prowadzone po wierzchu. Grzejniki żeliwne segmentowe, brak regulacji miejscowej. Instalacja o dużej pojemności cieplnej, trudna do wyregulowania. Podwężel cieplny w złym stanie technicznym.

5.3 System zaopatrzenia w cwu

Instalacja cwu w średnim stanie technicznym, brak izolacji, przewody prowadzone po wierzchu nieizolowane, wysokie koszty eksploatacji.

5.4 Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	Przegrody zewnętrzne: wartości współczynnika przenikania ciepła U dla ścian są wysokie i generują duże straty ciepła z budynku	Należy docieplić ściany zewnętrzne do wartości przenikalności cieplnej określonej przez warunki techniczne. Z uwagi na ochronę budynku jako zabytkowego, docieplenie ścian będzie możliwe jedynie od wewnątrz.
2	Stropodach: wartości współczynnika przenikania ciepła są nieodpowiednie, nie spełniają norm.	Należy docieplić stropodach budynku do wartości przenikalności cieplnej określonej przez warunki techniczne dla budynków po 2021 roku
3	Okna i drzwi zewnętrzne w budynku w większości w złym stanie technicznym, o wysokich współczynnikach przenikalności cieplnej, nadają się do wymiany.	Przewiduje się wymianę okien i drzwi w budynku na spełniające wymagania określone przez warunki techniczne dla budynków po 2021 roku, z jednoczesnym zachowaniem ich zabytkowego kształtu i formy.
4	System grzewczy - instalacja w złym stanie technicznym, o niskiej sprawności	Przewiduje się modernizację instalacji grzewczej poprzez wymianę przewodów, grzejników, montaż zaworów podpiłonowych i regulacyjnych grzejnikowych
5	System przygotowania c.w.u. - instalacja w złym stanie technicznym	Przewiduje się modernizację instalacji ciepłej wody poprzez podłączenie do sieci cielnej, rozprowadzenie instalacji do odbiorów.
6	Instalacja wentylacji w średnim stanie technicznym, drożna, brak możliwości wyregulowania z uwagi na nieszczelną stolarkę.	Przewiduje się modernizację wentylacji w budynku poprzez montaż nawiewników w nowych oknach.

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

1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz płytami klimatycznymi (umożliwiającymi migrację wilgoci) z uwagi na ochronę konserwatorską budynku.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Docieplenie stropodachu płytami termoizolacyjnymi poliuretanowymi lub rezolowymi.
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną i drzwiową	Wymiana wszystkich okien zewnętrznych i drzwi wejściowych w budynku na spełniające wymagania WT2021, z zachowaniem ich zabytkowego kształtu i formy.
4	Poprawa sprawności instalacji grzewczej	Modernizacja instalacji grzewczej poprzez wymianę przewodów, grzejników, montaż zaworów podpiłonowych i regulacyjnych grzejnikowych, wymiana podwężla na nowy z regulacją, sterowaniem i opomiarowaniem.
5	Poprawa sprawności instalacji cwu	Modernizacja instalacji ciepłej wody poprzez podłączenie do sieci cielnej, rozprowadzenie instalacji do odbiorów
6	Modernizacja wentylacji w budynku	Montaż nowych okien z nawiewnikami higrosterowalnymi
Uwagi		

7 Ocena opłacalności i wybór usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wybór optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi
- Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego i cwu
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Lp.	Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termomodernizacji	jednostki
1	t_{wo} ściany zewnętrzne	+ 20	+ 20	°C
2	t_{zo} ściany zewnętrzne	- 22	- 22	°C
3	t_{wo} stropodach	+ 20	+ 20	°C
4	t_{zo} stropodach	- 22	- 22	°C
5	t_{wo} podłoga na gruncie	+ 20	+ 20	°C
6	t_{zo} podłoga na gruncie	temp. gruntu	temp. gruntu	°C
7	Sd	4116,5	4116,5	dzieńK/rok
Opłaty za ciepło na cele grzewcze				
8	Stała	9 740,95	9 740,95	zł/MW/m-c
9	Zmienna	53,14	53,14	zł/GJ
10	Abonament	0,00	0,00	zł/m-c
Opłaty za ciepło na podgrzanie cwu				
11	Stała	20 713,20	9 740,95	zł/MW/m-c
12	Zmienna	90,28	53,14	zł/GJ
13	Abonament	23,37	0,00	zł/m-c

stan obecny: ogrzewanie - ciepło z sieci miejskiej, kotłownia węglowo-biomasowa, taryfa MPEC Olsztyn S-111, ciepła woda - podgrzew elektryczny.

planowany: ogrzewanie i cwu z sieci miejskiej - MPEC Olsztyn

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	ściany zewnętrzne i ściany nadziemna

Dane:

powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	116,9	m ²
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	116,9	m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu	A1k	130,0	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-22	°C

liczba stopniogrzewania dla przegrody Sd = 4116,5 dzień*K/rok

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	Omo	Ozo	Abo
	Om1	Oz1	Ab1
	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	0 zł/m-c
	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	0 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się docieplenie ścian od wewnątrz specjalnymi płytami klimatycznymi, poliuretanowymi lub rezolowymi, o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,021 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący (bez ST)	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,08	0,09	0,10	0,11
2	U _{co} , U _{c1}	W/(m ² K)	1,835	0,230	0,207	0,188	0,173
3	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 * 10 ⁻⁵ Sd * A * U _c	GJ/a	76,29	9,55	8,61	7,83	7,19
4	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ * A * (t _{wo} - t _{zo}) * U _c	MW	0,0090	0,0011	0,0010	0,0009	0,0008
5	Roczne oszczędności kosztów: ΔQ = Q _{0u} * O _{z0} + 12(q _{0u} * O _{mo} + A _{bo}) - Q _{1u} * O _{z1} - 12(q _{1u} * O _{m1} + A _{b1})	zł/a		4 468,23	4 531,23	4 582,94	4 626,12
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		345,0	350,0	360,0	368,0
7	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		44 850	45 500	46 800	47 840
8	SPBT = Nu/ΔQ			10,038	10,041	10,212	10,341

kalkulacja:	1	2	3	4
	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²
materiał ocieplający	55,0	60,0	70,0	78,0
robocizna	150,0	150,0	150,0	150,0
sprzęt	60,0	60,0	60,0	60,0
pozostałe materiały	80,0	80,0	80,0	80,0
razem	345,0	350,0	360,0	368,0

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych z II kwartału 2019. Cena jednostkowa obejmuje montaż nowego ocieplenia od wewnątrz, docieplenie ścian nadziemna, docieplenie i izolację przeciwwilgociową ścian fundamentowych do głębokości 1,2 m, oraz prace towarzyszące. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni docieplanej.

Wybrano wariant 3 z uwagi na osiągnięcie zalecanej wartości współczynnika przenikalności cieplnej ścian < 0,20 W/m²K (WT2021)

Wybrany wariant:	3	Koszt:	46 800	SPBT:	10,21
------------------	----------	--------	---------------	-------	--------------

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	stropodach niewentylowany

Dane:

powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	65,0	m ²
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	65,0	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-22	°C

liczba stopniodni dla przegrody Sd = 4116,5 dzień*K/rok

Oplaty:		stała		zmienne			abonament		
co	O _{mo}	9740,95	zł/MW/m-c	O _{zo}	53,14	zł/GJ	Abo	0	zł/m-c
	O _{m1}	9740,95	zł/MW/m-c	O _{z1}	53,14	zł/GJ	Ab1	0	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się ocieplenie stropu z użyciem płyt poliuretanowych lub rezolowych o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,022 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,09	0,10	0,11	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² K)/W		4,091	4,545	5,000	5,455
3	U _o , U ₁	W/(m ² K)	0,607	0,174	0,161	0,150	0,141
4	$Q_{ou}, Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} Sd * A * U_c$	GJ/a	14,03	4,03	3,73	3,48	3,26
5	$q_{ou}, q_{1u} = 10^{-6} Sd * A * (t_{wo} - t_{zo}) * U_c$	MW	0,0017	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004
6	$\Delta Q = Q_{ou} * O_{zo} + 12(q_{ou} * O_{mo} + A_{bo}) - Q_{1u} * O_{z1} - 12(q_{1u} * O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		669,71	689,50	706,59	721,49
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		270,0	275,0	280,0	286,0
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		17 550	17 875	18 200	18 590
9	SPBT = Nu/ΔQ			26,205	25,924	25,758	25,766

kalkulacja:	1	2	3	4
	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²	zł/m ²
materiał ocieplający	50,00	55,00	60,00	66,00
robocizna	120,0	120,00	120,00	120,00
sprzęt	50,0	50,00	50,00	50,00
pozostałe materiały	50,0	50,00	50,00	50,00
razem	270,00	275,00	280,00	286,00

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych z II kwartału 2019. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni stropu oraz koszt innych prac towarzyszących.

Wybrano wariant 3 z uwagi na osiągnięcie zalecanej wartości współczynnika przenikalności cieplnej stropodachu < 0,15 W/m²K (WT2021)

Wybrany wariant:	3	Koszt:	18 200	SPBT:	25,76
------------------	----------	--------	---------------	-------	--------------

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Okna zewnętrzne drewniane

Dane:

powierzchnia okien w stanie istniejącym	Aok	14,6	m ²
powierzchnia okien po termomodernizacji	A1k	14,6	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-22	°C
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	V _{nom-o}	129,6	m ³ /h
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	V _{nom-1}	129,6	m ³ /h
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	4116,5	dzień*K/rok
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	Omo	Ozo	Abo
	Om1	Oz1	Ab1
	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	0 zł/m-c
	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	0 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien drewnianych w budynku, na okna drewniane, skrzynkowe, zachowujące zabytkowy kształt i formę okien pierwotnych, szklone zestawami dwuszybowymi, wyposażone w nawiewniki higrosterowalne. Rozpatruje się dwa warianty:

Wariant1: Wymiana na okna o U = 1,1 W/m2K

Wariant 2: Wymiana na okna o U = 0,9 W/m2K

Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynniki przenikania drzwi U _o ,U ₁	W/(m2 K)	2,6	1,1	0,9
2	Ct	-	1,3	1,1	0,7
	Współczynniki korekcyjne Cm	-	1,5	1,2	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} Sd \cdot Aok \cdot U$	GJ/a	13,50	5,71	4,67
4	$2,94 \cdot 10^{-5} Ct \cdot Cw \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	20,39	17,25	10,98
5	Q _{0u} ,Q _{1u} = poz3 + poz4	GJ/a	33,89	22,97	15,65
6	$10^{-6} Aok \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0016	0,0007	0,0006
7	$3,4 \cdot 10^{-7} C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0028	0,0022	0,0019
8	q _{0u} ,q _{1u} = poz6+poz7	MW	0,0044	0,0029	0,0024
9	Roczne oszczędności ΔQ _{ok} + ΔQ _w	zł		753,03	1 199,21
10	Koszt wymiany okien Nok	zł		21 900	29 200
11	Koszt zmniejszenia pow. okien Nz	zł		0,00	0,00
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł		0,00	0,00
13	Koszt łączny	zł		21 900	29 200
14	SPBT=(Nok+Nw)/ (ΔQ _{ok} + ΔQ _w)	lata		29,08	24,35

Wariant 1: Wymiana na okna o U = 1,1 W/m2K
 Koszt wymiany okien: 14,6 x 1 500,00 zł 21900 zł

Wariant 2: Wymiana na okna o U = 0,9 W/m2K
 Koszt wymiany okien: 14,6 x 2 000,00 zł 29200 zł

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m2 okien na podstawie średnich cen rynkowych i przykładowych ofert dostawców z II kwartału 2019. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych okien oraz koszt innych prac towarzyszących.

Wybrany wariant:	2	Koszt:	29 200	SPBT:	24,35
------------------	----------	--------	---------------	-------	--------------

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Drzwi zewnętrzne do wymiany

Dane:

powierzchnia drzwi w stanie istniejącym	Aok	2,9	m ²
powierzchnia drzwi po termomodernizacji	A1k	2,9	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-22	°C
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	V _{nom-o}	129,6	m ³ /h
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	V _{nom-1}	129,6	m ³ /h
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	4116,5	dzień*K/rok
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	Omo	Ozo	Abo
	Om1	Oz1	Ab1
	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	0 zł/m-c
	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	0 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę drzwi wejściowych do budynku na drzwi drewniane z zachowaniem formy i kształtu drzwi pierwotnych. Rozpatruje się dwa warianty:

Wariant1: Wymiana na drzwi o $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wariant 2: Wymiana na drzwi o $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynniki przenikania drzwi U_o, U_1	W/(m ² K)	2,5	1,5	1,3
	Ct	-	1,3	1,1	1,0
2	Współczynniki korekcyjne C_m	-	1,5	1,2	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} Sd \cdot Aok \cdot U$	GJ/a	2,58	1,55	1,34
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot Ct \cdot Cw \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	20,39	17,25	15,68
5	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz3} + \text{poz4}$	GJ/a	22,97	18,80	17,03
6	$10^{-6} Aok \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0003	0,0002	0,0002
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0028	0,0022	0,0019
8	$q_{0u}, q_{1u} = \text{poz6} + \text{poz7}$	MW	0,0031	0,0024	0,0020
9	Roczne oszczędności $\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$	zł		300,65	441,07
10	Koszt wymiany drzwi Nok	zł		10 150,00	13 050,00
11	Koszt zmniejszenia pow. drzwi Nz	zł		0,00	0,00
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł		0,00	0,00
13	Koszt łączny	zł		10 150	13 050
14	SPBT=(Nok+Nw)/ ($\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$)	lata		33,76	29,59

Wariant 1: Wymiana na drzwi o $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Koszt wymiany drzwi: 2,9 x 3 500,00 zł 10150 zł

Wariant 2: Wymiana na drzwi o $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Koszt wymiany drzwi: 2,9 x 4 500,00 zł 13050 zł

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m² drzwi na podstawie średnich cen rynkowych i przykładowych ofert dostawców z II kwartału 2019. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych drzwi oraz koszt innych prac towarzyszących.

Wybrany wariant:	2	Koszt:	13 050	SPBT:	29,59
------------------	----------	--------	---------------	-------	--------------

Ocena opłacalności i wybór wariantu poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.

Dane dla stanu istniejącego:

sprawność całkowita systemu	η_o	0,658 -
Zapotrzebowanie na moc cieplną	q_{co}	18,74 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło	Q_{co}	161,05 GJ/a
Przerwy dobowe	w_{d_o}	1,0 -
Przerwy tygodniowe	w_{t_o}	1,0 -

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	Omo	Ozo	Abo
	Om1	Oz1	Ab1
	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	0 zł/m-c
	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	0 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Rozpatruje się 2 warianty usprawnienia termomodernizacyjnego:

W1	wymiana przewodów i grzejników na nowe
W2	opomiarowanie, wymiana przewodów, grzejników, montaż zaworów regulacyjnych grzejnikowych, regulacja hydrauliczna instalacji.

			Sprawności instalacji		
			Stan przed termomodernizacją	Wariant	
				1	2
wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g} =$	0,95	0,95	0,95	0,95
przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d} =$	0,90	0,96	0,96	0,96
regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_{H,e} =$	0,77	0,77	0,77	0,88
akumulacja ciepła	$\eta_{H,s} =$	1,00	1,00	1,00	1,00
sprawność całkowita systemu	$\eta_{H,tot} =$	0,658	0,702	0,702	0,803
przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	1,00	1,00	0,85
przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	1,00	1,00	0,98
Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		161,05	161,05
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji q_{1co}	kW		18,74	18,74
3	$A_o = W_{to} * W_{do} * Q_{oco} * O_{zo} / \eta_o$	zł/a	12 999,46		
4	$A_1 = W_{t1} * W_{d1} * Q_{1co} * O_{z1} / \eta_1$	zł/a		12 187,00	8 882,80
5	$B_o = 12 * (q_{oco} * O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	2 190,54		
6	$B_1 = 12 * (q_{1co} * O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		2 190,54	2 190,54
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{oco} = A_o + B_o$	zł/a	15 190,01		
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{1co} = A_1 + B_1$	zł/a		14 377,54	11 073,34
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{co}	zł		812,47	4 116,67
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u			15 000	35 000
11	$SPBT = N_u / \Delta Q$	lata		18,462	8,502

 Podstawa przyjętych wartości N_u

Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen rynkowych i przykładowych ofert dostawców w II kwartale 2019.

W1	=	15000	zł
W2		35000	zł

Wybrany wariant:	2	Koszt:	35 000	SPBT:	8,50
------------------	----------	--------	---------------	-------	-------------

Ocena opłacalności przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Dane dla stanu istniejącego:

sprawność całkowita systemu cwu.	η_w	0,624 -
Zapotrzebowanie na moc cieplną przed modernizacją	Q_{ocw}	0,60 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do cwu	Q_{ocw}	1,26 GJ/a
Średnie miesięczne zapotrzebowanie na c.w.u.	V_{sr}	0,5 m ³ /m-c

Opłaty:		stała		zmienna		abonament
cwu	O _{mo}	20713,20	zł/MW/m-c O _{zo}	90,28	zł/GJ	Abo 23,37 zł/m-c
	O _{m1}	9740,95	zł/MW/m-c O _{z1}	53,14	zł/GJ	Ab1 0 zł/m-c

W1	Wymiana przewodów rozpraszających, podłączenie do sieci cieplnej, regulacja instalacji.
----	---

		Sprawności instalacji	
		Przed modernizacją	Po modernizacji
wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g}$	0,96	0,91
przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d}$	1,00	0,80
regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_{H,e}$	1,00	1,00
akumulacja ciepła	$\eta_{H,s}$	0,65	1,00
sprawność całkowita systemu	$\eta_{H,tot}$	0,624	0,728

	Opis	jedn.miały	Przed modernizacją	Po modernizacji
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło Q_{ocw}	GJ/a	1,26	1,26
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną q_{ocw}	kW	0,60	0,60
3	koszt zmienny $A = Q_{ocw} \cdot O_{zo} / \eta_w$	zł/a	182,96	92,31
4	koszty stałe $B = 12 \cdot (q_{ocw} \cdot O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	429,85	70,26
5	Roczne koszty energii $O_{ocw} = A + B$	zł/a	612,81	162,57
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{co}	zł		450,24
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u			10 000
11	$SPBT = N_u / \Delta Q$	lata		22,21

 Podstawa przyjętych wartości N_u

Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen rynkowych i przykładowych ofert dostawców w II kwartale 2019.

$$W1 = 10\,000 \text{ zł}$$

Wybrany wariant:	1	Koszt:	10 000	SPBT:	22,21
------------------	---	--------	--------	-------	-------

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia	Planowany koszt robót (zł)	SPBT (lata)
1	Modernizacji instalacji co - opomiarowanie, wymiana przewodów, grzejników, montaż zaworów regulacyjnych grzejnikowych, regulacja hydrauliczna instalacji.	35 000	8,50
2	Docieplenie ścian od wewnątrz specjalnymi płytami klimatycznymi, poliuretanowymi lub rezolowymi, ($\lambda=0,021$) o grubości min. 9 cm, docieplenie ścian przyziemia, docieplenie i izolacja ścian fundamentowych do gł. 1,2 m	46 800	10,21
3	Modernizacja instalacji cwu - wymiana przewodów rozprowadzających, podłączenie do sieci ciepłej, regulacja instalacji	10 000	22,21
4	Wymiana okien drewnianych w budynku, na okna drewniane, skrzynkowe, zachowujące zabytkowy kształt i formę okien pierwotnych, szklone zestawami dwuszybowymi, wyposażone w nawiewniki higrosterowalne, o współczynniku $U=0,9$ W/m ² K	29 200	24,35
5	Docieplenie stropodachu niewentylowanego z użyciem płyt poliuretanowych lub rezolowych ($\lambda=0,022$) o grubości min. 12 cm	18 200	25,76
6	Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku na drzwi drewniane z zachowaniem formy i kształtu drzwi pierwotnych, o współczynniku $U=1,3$ W/m ² K	13 050	29,59
Razem	variant maksymalny	152 250	

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres	Numer wariantu					
		1	2	3	4	5	6
1	Modernizacja instalacji co	X	X	X	X	X	X
2	Docieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X	X	
3	Modernizacja instalacji cwu	X	X	X	X		
4	Wymiana okien drewnianych	X	X	X			
5	Docieplenie stropodachu niewentylowa	X	X				
6	Wymiana drzwi zewnętrznych	X					

Lp.	Zakres	Numer wariantu					
		1	2	3	4	5	6
1	Modernizacja instalacji co	35 000 zł	35 000 zł	35 000 zł	35 000 zł	35 000 zł	35 000 zł
2	Docieplenie ścian zewnętrznych	46 800 zł	46 800 zł	46 800 zł	46 800 zł	46 800 zł	
3	Modernizacja instalacji cwu	10 000 zł	10 000 zł	10 000 zł	10 000 zł		
4	Wymiana okien drewnianych	29 200 zł	29 200 zł	29 200 zł			
5	Docieplenie stropodachu niewentylowa	18 200 zł	18 200 zł				
6	Wymiana drzwi zewnętrznych	13 050 zł					
Koszt sumaryczny wariantu =		152 250 zł	139 200 zł	121 000 zł	91 800 zł	81 800 zł	35 000 zł

Obliczenie oszczędności kosztów dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Opłaty:		stała		zmienna			abonament		
CO	Omo	9740,95	zł/MW/m-c	Ozo	53,14	zł/GJ	Abo	0	zł/m-c
	Om1	9740,95	zł/MW/m-c	Oz1	53,14	zł/GJ	Ab1	0	zł/m-c
CWU	Omo	20713,20	zł/MW/m-c	Ozo	90,28	zł/GJ	Abo	23,37	zł/m-c
	Om1	9740,95	zł/MW/m-c	Oz1	53,14	zł/GJ	Ab1	0	zł/m-c

Nr wariantu	Q _{oco} GJ	q _{oco} kW	η _o W _{to} W _{do}		Q _{ocw} GJ	q _{ocw} kW	O _{or} zł
			0,658				
stan obecny	161,05	18,74	1,00	1,00	1,26	0,60	15 734

Nr wariantu	Q _{1co} GJ	q _{1co} kW	η ₁ W _{t1} W _{d1}		Q _{1cw} GJ	q _{1cw} kW	O _{1r} zł	ΔOr zł	N zł
			0,803						
1	40,21	5,95	0,85	0,98	1,08	0,52	3 031	12 703	152 250
			0,803						
2	47,84	6,79	0,85	0,98	1,08	0,52	3 550	12 184	139 200
			0,803						
3	59,27	8,04	0,85	0,98	1,08	0,52	4 327	11 407	121 000
			0,803						
4	83,68	10,65	0,85	0,98	1,08	0,52	5 978	9 756	91 800
			0,803						
5	83,68	10,65	0,85	0,98	1,26	0,60	5 998	9 736	81 800
			0,803						
6	161,05	18,74	0,85	0,98	1,26	0,60	11 617	4 117	35 000

Obliczenie zmniejszenia emisji CO₂ w wyniku przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Nr wariantu	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla ogrzewania i wentylacji Q _{KH} [GJ/rok]	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla podgrzewu cwu Q _{KW} [GJ/rok]	Q _{KH} + Q _{KW} [GJ/rok]	emisja CO ₂ [ton CO ₂ /rok]	zmniejszenie emisji CO ₂ [ton/rok]	zmniejszenie emisji CO ₂ [%]
0	244,63	1,26	245,89	23,85		
1	41,74	1,08	42,82	4,00	19,84	83,22%

- Wytyczne "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) do raportowania w ramach wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji" - KOBIZE

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Zmniejszenie emisji CO ₂
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[ton/rok]
1	2	3	4	5
1	152 250	12 703	82,59%	19,84
2	139 200	12 184	79,37%	19,07
3	121 000	11 407	74,54%	17,91
4	91 800	9 756	64,24%	15,44
5	81 800	9 736	64,16%	15,42
6	35 000	4 117	31,51%	7,57

Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny jako optymalny wybrano **wariant 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, na który składają się następujące usprawnienia:

- 1 Modernizacja instalacji co
- 2 Docieplenie ścian zewnętrznych
- 3 Modernizacja instalacji cwu
- 4 Wymiana okien drewnianych
- 5 Docieplenie stropodachu niewentylowanego
- 6 Wymiana drzwi zewnętrznych

w wyniku modernizacji:

1. Oszczędność zapotrzebowania na energię wyniesie: 82,6% (> 25%)
2. Efekt ekologiczny w postaci zmniejszenia emisji CO₂ wyniesie: 83,2%

Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, wybranego do realizacji

Opis robót	koszt	Powierzchnia m ²	U [W/m ² K]
Modernizacji instalacji co - opomiarowanie, wymiana przewodów, grzejników, montaż zaworów regulacyjnych grzejnikowych, regulacja hydrauliczna instalacji.	35 000 zł	--	--
Docieplenie ścian od wewnątrz specjalnymi płytami klimatycznymi, poliuretanowymi lub rezolowymi, (λ=0,021) o grubości min. 9 cm, docieplenie ścian przyziemia, docieplenie i izolacja ścian fundamentowych do gł. 1,2 m	46 800 zł	130,0	0,188
Modernizacja instalacji cwu - wymiana przewodów rozprowadzających, podłączenie do sieci ciepłej, regulacja instalacji	10 000 zł	--	--
Wymiana okien drewnianych w budynku, na okna drewniane, skrzynkowe, zachowujące zabytkowy kształt i formę okien pierwotnych, szklone zestawami dwuszybowymi, wyposażone w nawiewniki higrosterowalne, o współczynniku U=0,9 W/m ² K	29 200 zł	14,6	0,90
Docieplenie stropodachu niewentylowanego z użyciem płyt poliuretanowych lub rezolowych (λ=0,022) o grubości min. 12 cm	18 200 zł	65,0	0,150
Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku na drzwi drewniane z zachowaniem formy i kształtu drzwi pierwotnych, o współczynniku U=1,3 W/m ² K	13 050 zł	2,9	1,30
Razem koszty		152 250 zł	
1. Kalkulowany koszt robót	152 250 zł		
2. Obliczona roczna oszczędność kosztów energii	12 703 zł		
3. Czas zwrotu nakładów SPBT	11,99 lat		

Załączniki - Obliczenia cieplne

podstawowe normy i dokumenty:

- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania."
- PN-EN ISO 12831 - "Instalacje ogrzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego."
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27 lutego 2015 "w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej." (Dz.U. 2015 poz.376)

1. Obliczenia systemu c.w.u.

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu c.w.u.	jednostka	budynek	
		stan istniejący	po modernizacji
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi} =	[dm ³ /(m ²)*doba]	0,35	0,35
Jednostka odniesienia - A_f =	m ²	46,8	46,8
Temp. ciepłej wody w podgrzewaczu Θ_{CW} =	[°C]	55	55
Temp. wody zimnej Θ_{ZW} =	[°C]	10	10
Czas użytkowania $t_{uz} \cdot k_R$ =	doba / rok	255,5	255,5
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot 4,19 \cdot (\Theta_{CW} - \Theta_{ZW}) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (3600)$	kWh / rok	219,19	219,19
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}$ =	GJ/rok	0,79	0,79
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,91
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00	0,80
sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	-	0,65	1,00
sprawność sezonowego wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,624	0,728
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh / rok	351,27	301,09
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	1,26	1,08

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Średnie godzinowe zapotrzebowanie na cwu $V_{hgr} = (A_f \cdot V_{wi}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,001	0,001
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	7,87	7,87
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = 4,19 \cdot 1000 \cdot (\Theta_{CW} - \Theta_{ZW}) / \eta_{w,tot} \cdot 10^6$	GJ/m ³	0,302	0,259
Maksymalna moc na potrzeby cwu q_{cwu}^{max} =	kW	0,60	0,52
Średnia moc na potrzeby cwu q_{cwu}^{sr} =	kW	0,08	0,07

2. Określenie sprawności składowych systemów grzewczych - stan obecny

CO

ciepło z sieci miejskiej (ciepłownia węglowa)			
sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$	0,95	Węzeł cieplny kompaktowy o mocy > 300 kW
sprawność dystrybucji	$\eta_{H,d}$	0,90	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z izolacją cieplną na przewodach, armaturze i urządzeniach, które są zainstalowane w pomieszczeniach nieogrzewanych
sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$	0,77	Centralne ogrzewanie z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez miejscowej
sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$	1,00	Brak zasobnika buforowego
sprawność całkowita	$\eta_{H,tot}$	0,658	
















CWU

energia elektryczna			
sprawność wytwarzania	$\eta_{W,g}$	0,96	Elektryczny podgrzewacz pojemnościowy
sprawność dystrybucji	$\eta_{W,d}$	1,00	przygotowanie cwu bezpośrednio przy punktach poboru
sprawność akumulacji	$\eta_{W,s}$	0,65	Zasobnik wyprodukowany przed 2000 r.
sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{W,e}$	1,00	
sprawność całkowita	$\eta_{W,tot}$	0,624	

Podstawowe informacje:	
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynków USK Olsztyn
	Olsztyn Al.Warszawska 30, bud.11 - stan obecny
Miejscowość:	10-082 Olsztyn
Adres:	Al.Warszawska 30
Projektant:	Sławomir Stefaniak
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:	STREFA IV
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22 °C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9 °C
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn
Grunt:	
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir
Pojemność cieplna:	2,000 MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikanie ciepła δ :	3,167 m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0 W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:	
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	46,8 m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	182,5 m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	16892 W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	1851 W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	18742 W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0 W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	18742 W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	400,5 W/m ²
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:	
Powietrze infiltrujące V_{intv} :	19,2 m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,intv}$:	0,0 m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:	91,3 m ³ /h

Powietrze nawiewane mech. V_{su} :	91,3	m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	91,3	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	91,3	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,7	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	129,6	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	136,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	161,05	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	44735	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	47	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	182,5	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	3441,2	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	955,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	882,4	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	245,1	kWh/(m ³ ·rok)
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	

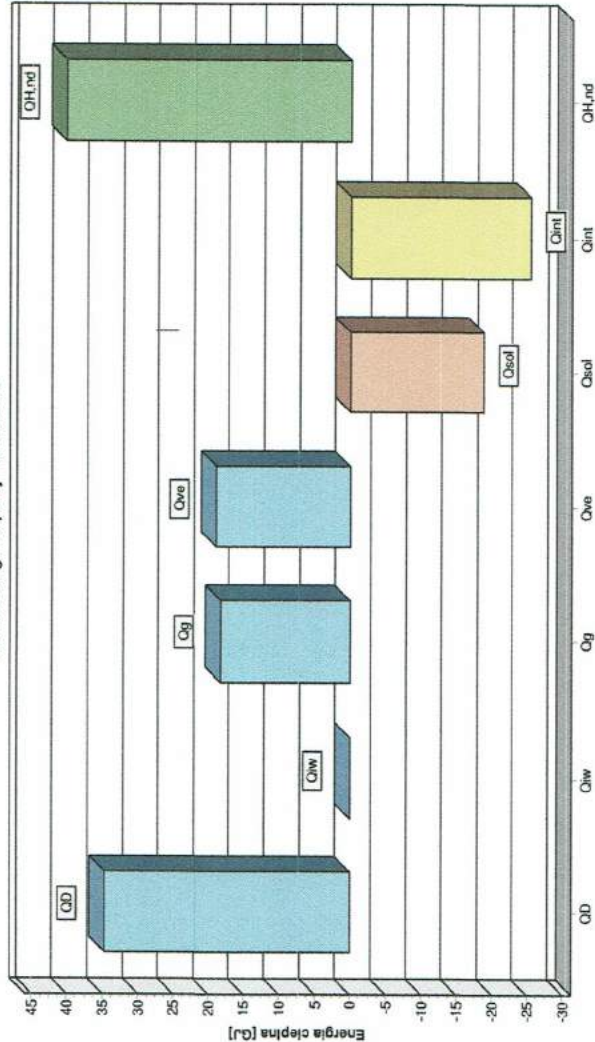
Symbol	Opis	d m	U W/m ² K	Φ _T W	A m ²	A _{gl} m ²	Q _T GJ/rok	Q _{sol} GJ/rok	Q _{proc} %
DZ1	Drzwi drewniane		2,500	305	2,90	0,00	2,99		2,1
OKZ1	Okna drewn. skrzynkowe 2-szybowe		2,600	1595	14,61	10,23	15,65	18,87	11,0
PNG0	Podłoga parteru na gruncie	0,530	0,493	578	60,00		18,49		13,0
STD1	Stropodach drewniany pełny	0,225	0,607	1656	65,00		16,25		11,5
SZ1	Ściana zewnętrzna CP27	0,290	1,835	9007	116,89		88,37		62,3

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
 PNG0		Podłoga parteru na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ1						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 10,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m						
 PŁYT-CERAM	0,0200	Płyty okładzinowe ceramiczne.	1,050	2000	0,840	0,019
 BETON-1900	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
 PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
 GRUZOBETON	0,2000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,200
 PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]: 1,153						
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: 2,027						
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: 0,493						
 STD1		Stropodach drewniany pełny				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 PAPA-ASF	0,0200	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,111
 SOSNA	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0$ m, [m ² ·K/W]: 0,150						
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]: 0,449						
 GLINA	0,0800	Gлина.	0,850	1800	0,840	0,094
 TRZCINA	0,0600	Płyty z trzciny.	0,070	250	1,460	0,857
 GIPS-KART	0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109
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]: 1,649						
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: 0,607						
 SZ1		Ściana zewnętrzna CP27				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
 TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
 CEGŁA-PEŁN	0,2700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,351
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]: 0,130						
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]: 0,040						
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]: 0,545						
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]: 1,835						

Podstawowe informacje:	
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynków USK Olsztyn
	Olsztyn Al.Warszawska 30, bud.11 - po modern.W1
Miejscowość:	10-082 Olsztyn
Adres:	Al.Warszawska 30
Projektant:	Sławomir Stefaniak
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:	STREFA IV
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22 °C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9 °C
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn
Grunt:	
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir
Pojemność cieplna:	2,000 MJ/(m ³ .K)
Głębokość okresowego wnikanía ciepła δ :	3,167 m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0 W/(m.K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:	
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	46,8 m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	182,5 m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	4098 W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	1851 W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	5949 W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0 W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	5949 W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	127,1 W/m ²
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:	
Powietrze infiltrujące V_{inv} :	19,2 m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,inv}$:	0,0 m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:	91,3 m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :	91,3 m ³ /h










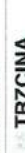




Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:	91,3	m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :	91,3	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,7	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	129,6	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	136,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	40,21	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	11169	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	47	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	182,5	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	859,1	MJ/(m ² .rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	238,6	kWh/(m ² .rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	220,3	MJ/(m ³ .rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	61,2	kWh/(m ³ .rok)
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	

Bilans energii cieplnej - W sezonie




Bil	Miesiąc	L _{d,m}	T _{em,m}	Q _D	Q _{iw}	Q _g	Q _{ve}	η _{H,g}	Q _{sol}	Q _{int}	Q _{H,nd}	H _{tr,adj}	H _{ve,adj}	τ _H	a _H	γ _{H,m}	γ _{H,lim}	f _{H,m}	L _{H,m}
■	Styczeń	31	-3,6	5,31	0,00	2,36	2,84	0,987	0,48	2,16	7,91	121,44	44,96	29	2,93	0,251	1,342	1,000	744
■	Luty	28	-2,9	4,66	0,00	2,25	2,76	0,981	0,78	1,95	6,98	124,62	44,96	28	2,89	0,283	1,346	1,000	672
■	Marzec	31	2,5	3,94	0,00	2,36	2,11	0,950	1,26	2,16	5,16	134,47	44,96	27	2,79	0,406	1,359	1,000	744
■	Kwiecień	30	5,5	3,16	0,00	1,96	1,75	0,895	1,86	2,09	3,33	136,10	44,96	27	2,77	0,575	1,361	1,000	720
■	Maj	31	10,9	2,05	0,00	1,55	1,10	0,709	2,78	2,16	1,20	147,82	44,96	25	2,66	1,052	1,375	0,918	683
■	Czerwiec	30	15,4	1,00	0,00	1,05	0,55	0,484	2,68	2,09	0,30	172,31	44,96	22	2,48	1,827	1,404	0,000	0
■	Lipiec	31	17,7	0,52	0,00	0,75	0,28	0,295	2,82	2,16	0,07	205,09	44,96	19	2,28	3,228	1,438	0,000	0
■	Sierpień	31	16,5	0,79	0,00	0,62	0,42	0,373	2,48	2,16	0,10	150,25	44,96	25	2,64	2,536	1,378	0,000	0
■	Wrzesień	30	12,8	1,57	0,00	0,72	0,87	0,683	1,61	2,09	0,63	122,72	44,96	29	2,91	1,171	1,343	0,626	451
■	Październik	31	6,3	3,08	0,00	1,09	1,65	0,920	1,03	2,16	2,89	113,69	44,96	30	3,02	0,547	1,331	1,000	744
■	Listopad	30	1,9	3,94	0,00	1,50	2,18	0,973	0,53	2,09	5,08	116,11	44,96	30	2,99	0,343	1,334	1,000	720
■	Grudzień	31	-0,5	4,62	0,00	2,02	2,47	0,981	0,46	2,16	6,54	120,86	44,96	29	2,93	0,287	1,341	1,000	744
	W sezonie	365	6,9	34,64	0,00	18,24	18,97	0,716	18,78	25,39	40,21	128,31	44,96	28	2,85		1,351		6222

Symbol	Opis	d m	U W/m ² ·K	Φ _T W	A m ²	A _{gl} m ²	Q _T GJ/rok	Q _{sol} GJ/rok	Q _{proc} %
 DZ1	Drzwi drewniane ocieplone		1,300	158	2,90	0,00	1,55		4,1
 OKZ1	Okna drewn. skrzynkowe 2-szybowe, energo		0,900	552	14,61	11,69	5,42	18,78	14,1
 PNG0	Podłoga parteru na gruncie	0,530	0,481	568	60,00		18,24		47,6
 STD1	Stropodach drewniany pełny docieplony	0,335	0,150	411	65,00		4,03		10,5
 SZ1	Ściana zewnętrzna CP27 docieplona	0,390	0,188	925	116,89		9,08		23,7

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c _p	R
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W
PNG0 Podloga parteru na gruncie						
Rodzaj przegrody: Podloga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ1						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 10,00 m						
Poziołma izol. krawędziowa: o grubości d _{nh} = m i długości D _h = m						
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d _{nv} = m i długości D _v = m						
	0,0200	Płyty okładzinowe ceramiczne.	1,050	2000	0,840	0,019
	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100
	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056
	0,2000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,200
	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]: 1,206						
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 2,081						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,481						
STD1 Stropodach drewniany pełny docieplony						
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
	0,0200	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,111
	0,0300	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,188
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m ² ·K/W]: 0,150						
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]: 0,449						
	0,1100	Płyta poliuretanowa/rezolit	0,022	35	1,460	5,000
	0,0800	Gлина.	0,850	1800	0,840	0,094
	0,0600	Płyty z trzciny.	0,070	250	1,460	0,857
	0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109
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]: 6,649						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,150						
SZ1 Ściana zewnętrzna CP27 docieplona						
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
	0,1000	Płyta poliuretanowa specjalna	0,021	35	1,460	4,762
	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
	0,2700	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,351
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]: 0,130						
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]: 0,040						
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 5,307						
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 0,188						

AUDYT OŚWIETLENIA WEWNĘTRZNEGO BUDYNKU

Adres budynku	<i>10-082 Olsztyn, ul. Warszawska 30, budynek nr 11</i>
Zamawiający	<i>Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Olsztynie</i>
Wykonawca audytu	Sławomir Stefaniak

1.DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej: biurowy	1.2 Rok budowy	1918
1.3 Inwestor	Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Olsztynie	1.4 Adres budynku	
		10-082 Olsztyn, ul. Warszawska 30, budynek nr 11	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt			
Project Energy Sp. z o.o. Al. Kościuszki 80/82 90-437 Łódź			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Sławomir Stefaniak, 02-796 Warszawa, ul Wąwozowa 20/8 nr upr. 658/CE - WSEiZ, ukończone studia podyplomowe w zakresie "Audyt Energetyczny", członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych		 mgr inż. Sławomir Stefaniak Nr upr. SChE: 658/CE - WSEiZ	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac,			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
-	-	-	
-	-	-	
-	-	-	
5. Miejscowość: Warszawa data wykonania opracowania: 02.09.2019			
6. Spis treści			
			strona
1. Karta audytu energetycznego oświetlenia			3
2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			4
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana oświetlenia			5
4. Ocena opłacalności przedsięwzięcia			6
5. Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			7
6. Podsumowanie			8

2. Karta audytu oświetlenia			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	182,5	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	46,8	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	46,8	
7.	Liczba osób użytkujących budynek	2	
8.	Charakterystyka oświetlenia	Instalacja standardowa oparta o jarzeniowe źródła światła.	
2. Charakterystyka energetyczna oświetlenie w budynku			
1.	Obliczeniowa moc systemu oświetlenia [kW]	0,72	0,44
2.	Roczne zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia [kWh/rok]	1 799,46	900,74
3.	Ilość opraw	10	10
3. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 kWh energii elektrycznej	0,4578	0,4578
4. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Roczne zmniejszenie zużycia energii elektrycznej [%]	49,94%	
2.	Roczne zmniejszenie zużycia energii elektrycznej [kWh/rok]	898,72	
3.	Roczne zmniejszenie zużycia energii pierwotnej [kWh/rok]	2 696,17	
4.	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	411	
5.	Planowane koszty całkowite przedsięwzięcia [zł]	6 480	

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

3.1. Dane ogólne

Przeprowadzono inwentaryzację oświetlenia budynku określającą rodzaj, liczbę zainstalowanych punktów świetlnych i istniejących źródeł światła.

3.2. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

3.3. Inne dokumenty

Umowa z dostawcą energii elektrycznej

Normy i rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. 2016 poz. 831)
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 13 października 2017 poz. 1912)
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz.1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. 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. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27 lutego 2015 "w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej."(Dz.U. 2015 poz.376)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- Wytyczne "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO2 (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji"

3.4. Data wizji lokalnej

- VIII.2019

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- W ramach audytu należy dokonać oceny efektywności wymiany istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowe.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana oświetlenia

Oświetlenie wbudowane w budynek wykonane jest w oparciu o wyeksploatowane i energochłonne oprawy świetłkowe jarzeniowe, które nie zapewniają normowego oświetlenia we wszystkich pomieszczeniach. Podstawowym celem modernizacji jest zmniejszenie energochłonności oświetlenia oraz dodatkowo zapewnienie prawidłowego, zgodnego z normami, natężenia oświetlenia w pomieszczeniach.

4.1 Zestawienie istniejących opraw oświetleniowych

Lp.	Rodzaj oświetlenia	Ilość sztuk opraw oświetl.	Moc jednostkowa źródła światła	Ilość źródeł światła w oprawie	Jedn. moc całkowita zainstalowane go źródła	Moc całkowita wszystkich opraw	Czas pracy
	-	szt	W	szt	W	W	h/rok
1	Świetlówki 2x36 W	10	36	2	72	720	2500
	Razem	10				720	2500

4.2 Zestawienie wymienianych opraw i źródeł światła

Lp.	Rodzaj oświetlenia	Ilość sztuk opraw oświetl.	Moc jednostkowa źródła światła	Ilość źródeł światła w oprawie	Moc jednostkowa opraw oświetl.	Moc całkowita wszystkich opraw	Czas pracy	Koszt jednostkowy wymiany opraw	Koszt całkowity
	-	szt	W	szt	W	W	h/rok	zł/szt	zł
1	Oprawa świetłkowa LED 2x22W	10	22	2	44	440	2500	360,00	3 600
4	Prace dodatkowe (wymiana części okablowania, sterowanie automatyczne miejscowe, montaż elementów systemu zarządzania energią)							2880	2 880
	Razem	10				440	2 500		6 480

5. Ocena opłacalności				
5.1 Modernizacja pomieszczeń				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego P_N	W/m ²	15,38	9,40
2	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F_c	-	1,0	1,0
3	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, t_D	h/rok	2 250	2 250
4	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, t_N	h/rok	250	250
5	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, F_o	-	1,0	0,9
6	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, F_D	-	1,0	0,9
7	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na oświetlenie $E_{K,L}$	kWh/rok	1 799,46	900,74
8	Roczne oszczędność energii na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	kWh/rok		898,72
9	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,4578	0,4578
10	Koszt oświetlenia	zł	823,79	412,36
11	Roczna oszczędność kosztów oświetlenia $\Delta E_{K,L}$	zł/rok		411,44
12	Koszy całkowite usprawnienia	zł		6 480
13	SPBT	lata		15,75
Koszty usprawnienia obejmują koszty opraw, źródeł światła, elementów systemu zarządzania energią, sterowania oświetleniem, robocizny i materiałów pomocniczych wg średnich cen rynkowych w regionie.				
Wybrany wariant : 1		Koszt :	6 480 zł	SPBT= 15,75

6. Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej

Lp.	Usprawnienia w przedsięwzięciu termomodernizacyjnym	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność energii elektrycznej	Roczna oszczędność energii elektrycznej	Roczna oszczędność kosztów energii	SPBT
		zł	%	kWh/rok	zł/rok	
1.	Oświetlenie	6 480	49,94%	899	411	15,75
2.	Suma	6 480	49,94%	899	411	15,75

6.1 Energia końcowa i pierwotna, emisja CO₂

Lp	Opis	Energia końcowa		wi	Energia pierwotna		Emisja CO2	
		GJ/rok	kWh/rok	-	GJ/rok	kWh/rok	ton/MWh	ton/rok
Przed modernizacją								
1	Oświetlenie		1 799	3		5 398	0,7780	1,40
Po modernizacji								
1	Oświetlenie		901	3		2 702	0,7780	0,70
	Oszczędność		899			2 696		0,70

Nośnik energii : energia elektryczna wyprodukowana przez elektrownie zawodowe
 wi : 3
 Emisja CO₂, ton/MWh: 0,778

7. Podsumowanie

7.1 Zastosowane usprawnienia i metoda określenia ich efektów

Usprawnienia w ramach przedsięwzięcia	Metoda określenia efektów usprawnienia (źródła danych, metody obliczeniowe, programy komputerowe)
Modernizacja oświetlenia	Obliczenie zapotrzebowania na energię wg inwentaryzacji i metodologii dotyczącej wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku. Obliczenie efektów ekonomicznych na podstawie cen zakupu materiałów i robocizny oraz cen energii

7.2 Zestawienie efektów przedsięwzięcia

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Wartość	Uwagi
1	Roczna oszczędność energii końcowej	MWh/a	0,9	49,94%
		GJ/rok	3,2	
2	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	-	3	energia elektryczna wyprodukowana przez elektrownie zawodowe
3	Roczna oszczędność energii pierwotnej	MWh/a	2,7	49,94%
		GJ/rok	9,7	
4	Wskaźnik emisji CO ₂	ton CO ₂ / MWh	0,778	energia elektryczna wyprodukowana przez elektrownie zawodowe
5	Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂	ton CO ₂ /rok	0,70	49,94%
6	Roczna oszczędność kosztów energii	zł/rok	411	
7	Koszt przedsięwzięcia	zł	6 480	
8	Czas zwrotu nakładów SPBT	lata	15,75	