



# 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](http://www.projectenergy.pl)

## Audyt Energetyczny Budynku

### Tytuł opracowania:

Audyt energetyczny budynku nr 5 Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Olsztynie

### Adres obiektu:

10-082 Olsztyn, ul. Warszawska 30,  
budynek nr 5

### Inwestor:


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

### Opracował:

mgr inż. Sławomir Stefaniak

### Data wykonania:

02.09.2019

<b>1.DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej: opieki zdrowotnej	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 5	
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 - 23
7. Opis wybranego wariantu optymalnego			23
Załączniki:			
1 Obliczenia systemu c.w.u.			24
2 Określenie sprawności składowych systemów grzewczych			24
3 Bilans cieplny budynku - stan przed modernizacją			25 - 30
4 Bilans cieplny budynku - stan po modernizacji - Wariant 1			31 - 36



**KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU <sup>1)</sup>**

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2	Liczba kondygnacji	1+1	1+1
3	Kubatura części ogrzewanej [m3]	2103,6	2103,6
4	Powierzchnia netto budynku [m2]	614,6	614,6
5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m2]	0	0
6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m2]	614,6	614,6
7	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	40	40
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	wymiennik ciepła w grupowym węźle cieplnym	wymiennik ciepła w grupowym węźle cieplnym
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	wodny, pompowy, grzejnikowy, zasilany z grupowego węzła cieplnego przez podwężel w budynku	wodny, pompowy, grzejnikowy, zasilany z grupowego węzła cieplnego przez podwężel w budynku
11	Współczynniki kształtu A/V [1/m]	0,74	0,74
12	Inne dane charakteryzujące budynek	średnie osłonięcie budynku	średnie osłonięcie budynku
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m2K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	1,454	0,183
2	Dach/Stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami	0,607	0,150
3	Podłoga na gruncie	0,364	0,364
4	Okna/drzwi balkonowe	1,8/2,6	0,9
5	Drzwi zewnętrzne	1,8	1,3
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
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	1,00
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2	Sprawność przesyłu	0,60	0,70
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)	naturalna/mechaniczna	naturalna/mechaniczna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	przez mikrowentylację/nieszczelności okien do kanałów wentylacyjnych,	przez mikrowentylację okien do kanałów wentylacyjnych, kanały nawiewne-wywiewne
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m3/h]	1412,4	1493,6
4	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,67	0,71
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	123,60	34,31
2	Obliczeniowa moc cieplna do przygotowania c.w.u. [kW]	45,30	38,82
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	931,43	196,71
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 414,79	245,10
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	219,14	187,83
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 200,00	-
7	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	210,00	-
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2 rok)]	420,97	88,91
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2 rok)]	639,44	110,78
10 <sup>2)</sup>	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)]	760,63	201,54
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)</b>			
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup> [zł/GJ]	53,14	53,14
2	Koszt 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	9 740,95	9 740,95
3	Koszt przygotowania 1m3 ciepłej wody użytkowej [zł/m3]	32,97	17,98
4	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na m-c [zł/(MW m-c)]	9 740,95	9 740,95
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m2 powierzchni użytkowej [zł/(m2 m-c)]	12,15	2,31
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7	Inne (zł)	-	-
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	nie dotyczy	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	73,50%
Planowane koszty całkowite [zł]	1 276 002	Premia termomodernizacyjna [zł]	nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	75 015		
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 architektoniczna budynku nr 5 USK w Olsztynie - 2015

2. 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 - "Ciepne 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 CO<sub>2</sub> (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, wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła.

#### 4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana

##### 4a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku		261/09/2019			
Własność budynku		prywatna	spółdzielcza	skarbu państwa X	
przeznaczenie budynku		mieszkalny	mieszkalno-usługowy	inny X	
Osiedle		-			
Adres		10-082 Olsztyn, ul. Warszawska 30, budynek nr 5			
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)	648,90	11	Liczba klatek schodowych	1
2	Kubatura netto budynku (m3)	2 103,60	12	Liczba kondygnacji	1+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, sztybów wind, otwartych wnęk, loggi i galerii (m3)	2 924,20	13	Wysokość kondygnacji w świetle	3, 3/4, 1
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań (m2)	0,00	14	Liczba użytkowników	40
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)	614,60			
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku (4+5+6+7+8) (m2)	614,60			
10	Budynek podpiwniczony	nie			



elewacja południowo-wschodnia



elewacja północno-zachodnia



elewacja północno-wschodnia



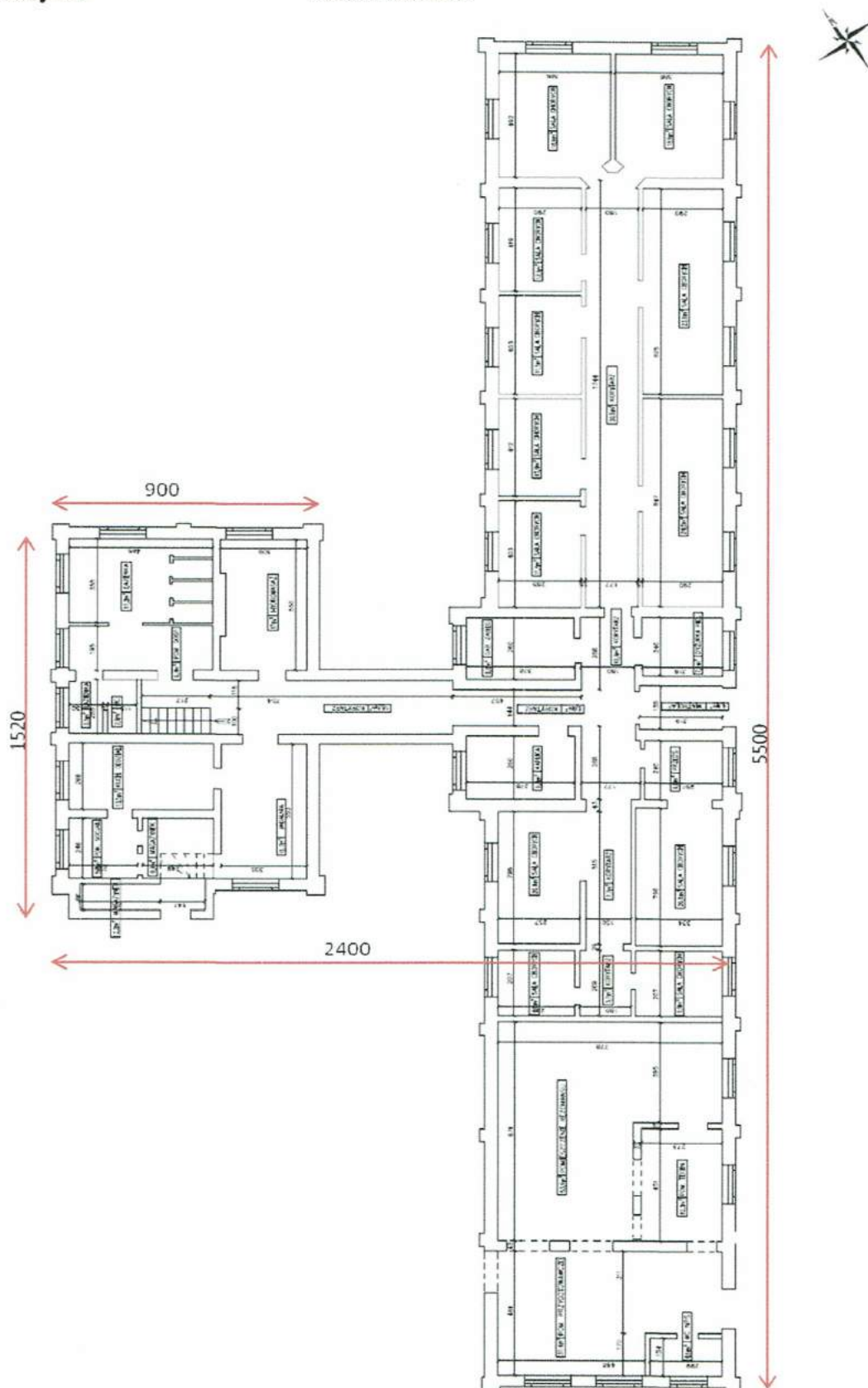
elewacja południowo-zachodnia





4b. Szkic budynku

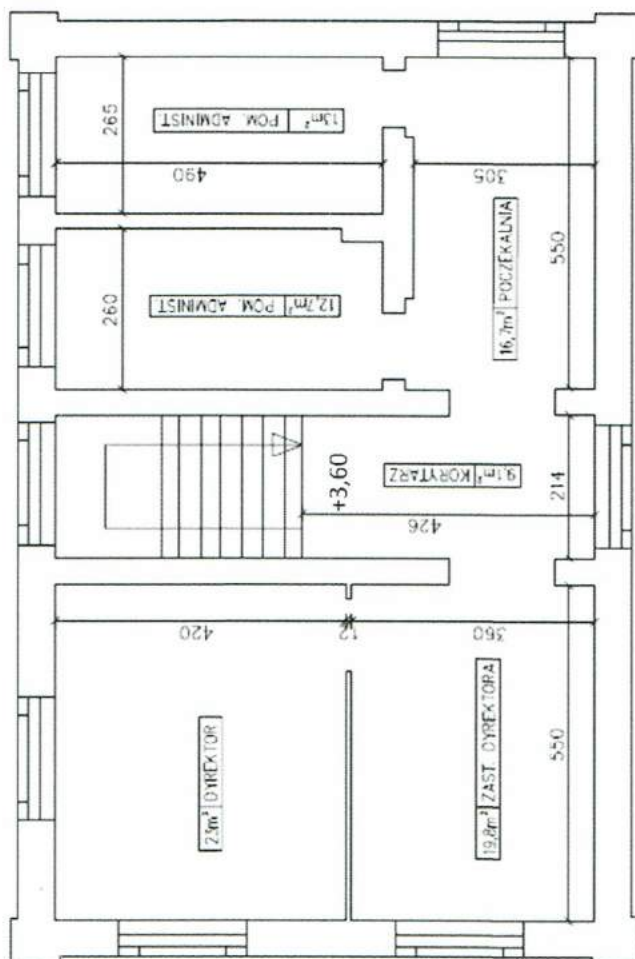
RZUT PARTERU



## RZUT PIĘTRA



## BUDYNEK NR 5 RZUT PIĘTRA





#### 4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

##### 1. Dane ogólne

Budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej, zbudowany na planie litery T, parterowy w części frontowej, 2-kondygnacyjny w części tylnej, 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. strop międzypiętrowy drewniany na belkach. Wewnątrz wydzielone pomieszczenia opieki zdrowotnej, techniczne, magazynowe i gospodarcze.

##### 2. Fundamenty

Ławy żelbetowe

##### 3. Ściany zewnętrzne

Murowane z cegły pełnej, grubość 38 cm,

##### 4. Ściany wewnętrzne

Murowane z cegły pełnej 24 cm i 12 cm

##### 5. Stropodach

Stropodach budynku drewniany, w części parterowej i piętrowej, niewentylowany, ocieplony warstwą polepy trzcinowej, całość przekryta deskowaniem izolowanym papą termozgrzewalną

##### 6. Podłoga na gruncie

Płyty ceramiczne, betonowa, izolowana papą, na warstwie gruzobetonu i podsypki piaskowej.

##### 7. Stolarka okienna i drzwiowa

Okna drewniane skrzynkowe (w ok. 50%), szklone podwójną szybą, szacowany współczynnik  $U = 2,6$  (W/m<sup>2</sup>K). Pozostałe okna PCV, dwuszybowe, wymienione kilkanaście lat wcześniej, szacowany współczynnik  $U = 1,8$  W/m<sup>2</sup>K. Drzwi zewnętrzne w ramach Al, oszklone, szacowany współczynnik  $U = 1,8$  (W/m<sup>2</sup>K). Drzwi wewnętrzne drewniane płytowe, pełne.

##### 8. Wentylacja

Naturalna, grawitacyjna w większości budynku. Nawiew przez nieszczelności i mikrowentylacje okien i drzwi, wywiew przez kanały wentylacyjne. W części parteru (pracownia rezonansu magnetycznego) zamontowana instalacja wentylacyjna mechaniczna nawiewno-wywiewna.

##### 9. Zasilanie ciepłem

Zasilanie ciepłem sieciowym poprzez grupowy węzeł cieplny i podwężel w piwnicy budynku.

##### 10. Ogrzewanie

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

##### 11. Ciepła woda użytkowa

Zasilana z grupowego węzła cieplnego poprzez wymienniki ciepła, doprowadzana do podwężła w piwnicy budynku



**Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych**

Lp.	Opis	Położenie	Pow.całk. m <sup>2</sup>	Pow. do obliczeń strat ciepła (m <sup>2</sup> )	Uk W/(m <sup>2</sup> K)	Pow. okien (m <sup>2</sup> )	U okna W/(m <sup>2</sup> K)	Pow. drzwi (m <sup>2</sup> )	U drzwi W/(m <sup>2</sup> K)
1	szczytowa	NE	124,0	105,24	1,454	18,78	2,6/1,8		
2	podłużna	SE	306,9	259,96	1,454	38,69	2,6/1,8	8,25	1,80
3	szczytowa	SW	124,0	98,71	1,454	23,29	2,6/1,8	2,00	1,80
4	podłużna	NW	307,3	255,19	1,454	52,09	2,6/1,8		
5	stropodach		648,9	648,90	0,607				
6	podłoga na gruncie		648,9	648,90	0,364				

**4d Charakterystyka energetyczna budynku**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla co)	qmoc (kW)
2	Zamówiona moc cieplna (obliczeniowa łącznie dla co i cwu)	q (kW)
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	QH (GJ)
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	E=Q <sub>H</sub> /A (kWh/ m <sup>2</sup> a)
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Qs (GJ)
6	Taryfa opłat	
	opłata stała (moc zamówiona+przesył) miesięcznie	zł/MW
	opłata zmienna (ciepło+przesył) wg licznika	zł/GJ
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł

**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	żeliwne segmentowe, stalowe
5	Ostonięcie grzejników	brak
6	Zawory termostaticzne	tak
7	Sprawności składowe syst. grzewczego	$\eta_g=0,95$ $\eta_d=0,90$ $\eta_e=0,77$ $\eta_s=1,00$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/godzin na dobę	7/24
9	Modernizacja instalacji w latach 1985 -2001	częściowa wymiana grzejników

**4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	wymiennikowa, zasilana z sieci ciepłej
2	Piony i ich izolacja	stalowe, nieizolowane
3	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak
4	Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /m-c wg. obliczeń	67,3

**4g. Charakterystyka systemu wentylacji**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj wentylacji	naturalna - grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	1412,4

**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 do podwężła, wyposażonego w armaturę i elementy zabezpieczające.





## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku.

### 5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Ściany zewnętrzne i stropodach w dobrym stanie, nie wykazują uszkodzeń, odpadania tynku 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 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, część stalowych, 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.

### 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 podpionowych i regulacyjnych grzejnikowych
5	System przygotowania c.w.u. - instalacja w złym stanie technicznym	Przewiduje się modernizację instalacji ciepłej wody poprzez wymianę przewodów rozprowadzających montaż cyrkulacji i zaworów podpionowych.
6	Instalacja wentylacji ogólnie w średnim stanie technicznym, zarówno w części grawitacyjnej jak i mechanicznej.	Przewiduje się modernizację wentylacji w budynku poprzez montaż nowej instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, centralnie regulowanej i sterowanej.

## 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 podpionowych i regulacyjnych grzejnikowych, wymiana podwężla na nowy z regulacją, sterowaniem i opomiarowaniem.
5	Poprawa sprawności instalacji cwu	Modernizacja instalacji ciepłej wody poprzez wymianę przewodów rozprowadzających, montaż cyrkulacji i zaworów podpionowych.
6	Poprawa sprawności wentylacji w budynku	Modernizacja wentylacji w budynku poprzez montaż nowej instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, centralnie regulowanej i sterowanej.
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:

- a) Oceny opłacalności i wybór optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- b) Oceny opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi
- c) Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego i cwu
- d) 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
<b>Oplaty za ciepło na cele grzewcze</b>				
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
<b>Oplaty za ciepło na podgrzanie cwu</b>				
11	Stała	9 740,95	9 740,95	zł/MW/m-c
12	Zmienna	53,14	53,14	zł/GJ
13	Abonament	0,00	0,00	zł/m-c

stan obecny: ciepło z sieci miejskiej, kotłownia węglowo-biomasowa, taryfa MPEC Olsztyn S-111  
 planowany: bez zmian



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

Dane:

powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	719,2	m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	719,2	m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu	A1k	<b>750,0</b>	m <sup>2</sup>
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t <sub>wo</sub>	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t <sub>zo</sub>	-22	°C

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

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	O <sub>mo</sub>	O <sub>zo</sub>	A <sub>bo</sub>
	O <sub>m1</sub>	O <sub>z1</sub>	A <sub>b1</sub>
	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	<b>0,10</b>	0,11
2	U <sub>co</sub> , U <sub>c1</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	1,454	0,222	0,201	<b>0,183</b>	0,169
3	Q <sub>ou</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64 * 10 <sup>-5</sup> Sd * A * U <sub>c</sub>	GJ/a	371,93	56,88	51,43	<b>46,94</b>	43,17
4	q <sub>ou</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> * A * (t <sub>wo</sub> - t <sub>zo</sub> ) * U <sub>c</sub>	MW	0,0439	0,0067	0,0061	<b>0,0055</b>	0,0051
5	Roczne oszczędności kosztów: ΔQ = Q <sub>ou</sub> * O <sub>zo</sub> + 12(q <sub>ou</sub> * O <sub>mo</sub> + A <sub>bo</sub> ) - Q <sub>1u</sub> * O <sub>z1</sub> - 12(q <sub>1u</sub> * O <sub>m1</sub> + A <sub>b1</sub> )	zł/a		21 090,41	21 454,98	<b>21 755,83</b>	22 008,33
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		344,0	350,0	<b>360,0</b>	368,0
7	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		258 000	262 500	<b>270 000</b>	276 000
8	SPBT = Nu/ΔQ			12,233	12,235	<b>12,410</b>	12,541

kalkulacja:	1	2	3	4
	zł/m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup>
materiał ocieplający	54,0	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
<b>razem</b>	<b>344,0</b>	<b>350,0</b>	<b>360,0</b>	<b>368,0</b>

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>K (WT2021)

Wybrany wariant:	<b>3</b>	Koszt:	<b>270 000</b>	SPBT:	<b>12,41</b>
------------------	----------	--------	----------------	-------	--------------



Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	<b>stropodach niewentylowany</b>

Dane:

powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	648,9	m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	<b>648,9</b>	m <sup>2</sup>
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t <sub>wo</sub>	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t <sub>zo</sub>	-22	°C

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

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	O <sub>mo</sub>	O <sub>zo</sub>	Abo
	O <sub>m1</sub>	O <sub>z1</sub>	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 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	jedn.miar	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,09	0,10	<b>0,11</b>	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m <sup>2</sup> K)/W		4,091	4,545	<b>5,000</b>	5,455
3	U <sub>o</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,607	0,174	0,161	<b>0,150</b>	0,141
4	Q <sub>ou</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64 * 10 <sup>-5</sup> Sd * A * U <sub>c</sub>	GJ/a	140,09	40,22	37,27	<b>34,72</b>	32,50
5	q <sub>ou</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> Sd * A * (t <sub>wo</sub> - t <sub>zo</sub> ) * U <sub>c</sub>	MW	0,0165	0,0047	0,0044	<b>0,0041</b>	0,0038
6	$\Delta Q = Q_{ou} \cdot O_{zo} + 12(q_{ou} \cdot O_{mo} + A_{bo}) - Q_{1u} \cdot O_{z1} - 12(q_{1u} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		6 685,74	6 883,35	<b>7 053,94</b>	7 202,70
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		270,0	275,0	<b>280,0</b>	286,0
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		175 203	178 448	<b>181 692</b>	185 585
9	SPBT = Nu/ΔQ			26,205	25,924	<b>25,758</b>	25,766

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

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>K (WT2021)

Wybrany wariant:	<b>3</b>	Koszt:	<b>181 692</b>	SPBT:	<b>25,76</b>
------------------	----------	--------	----------------	-------	--------------



Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	<b>Okna zewnętrzne drewniane skrzynkowe</b>

Dane:

powierzchnia okien w stanie istniejącym	Aok	58,0	m <sup>2</sup>
powierzchnia okien po termomodernizacji	A1k	<b>58,0</b>	m <sup>2</sup>
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t <sub>wo</sub>	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t <sub>zo</sub>	-22	°C
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	V <sub>nom-o</sub>	1412,4	m <sup>3</sup> /h
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	V <sub>nom-1</sub>	1412,4	m <sup>3</sup> /h
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	4116,5	dzień*K/rok
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-

Opłaty:		stała		zmienna		abonament			
co	O <sub>mo</sub>	9740,95	zł/MW/m-c	O <sub>zo</sub>	53,14	zł/GJ	Abo	0	zł/m-c
	O <sub>m1</sub>	9740,95	zł/MW/m-c	O <sub>z1</sub>	53,14	zł/GJ	Ab1	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. Rozpatruje się dwa warianty:

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

Wariant 2: Wymiana na okna o  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	jedn.miały	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynniki przenikania drzwi $U_o, U_1$	W/(m <sup>2</sup> K)	2,6	1,1	0,9
2	$C_t$	-	1,2	1,1	1,0
	Współczynniki korekcyjne $C_m$	-	1,3	1,2	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	53,63	22,69	<b>18,57</b>
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_t \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	205,12	188,03	<b>170,94</b>
5	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz3} + \text{poz4}$	GJ/a	258,76	210,72	<b>189,50</b>
6	$10^{-6} A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0063	0,0027	<b>0,0022</b>
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0262	0,0242	<b>0,0202</b>
8	$q_{0u}, q_{1u} = \text{poz6} + \text{poz7}$	MW	0,0326	0,0269	<b>0,0224</b>
9	Roczne oszczędności $\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$	zł		3 215,54	<b>4 871,60</b>
10	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		87 000	<b>116 000</b>
11	Koszt zmniejszenia pow. okien $N_z$	zł		0,00	<b>0,00</b>
12	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		0,00	<b>0,00</b>
13	Koszt łączny	zł		87 000	<b>116 000</b>
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / (\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w)$	lata		27,06	<b>23,81</b>

Wariant 1: Wymiana na okna o  $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Koszt wymiany okien: 58 x 1 500,00 zł 87000 zł

Wariant 2: Wymiana na okna o  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Koszt wymiany okien: 58 x 2 000,00 zł 116000 zł

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m<sup>2</sup> okien na podstawie średnich cen rynkowych z II kwartału 2019. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych okien oraz koszt innych prac towarzyszących.

Wybrany wariant:	<b>2</b>	Koszt:	<b>116 000</b>	SPBT:	<b>23,81</b>
------------------	----------	--------	----------------	-------	--------------



Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	<b>Okna zewnętrzne PCV</b>

Dane:

powierzchnia okien w stanie istniejącym	Aok	74,8	m <sup>2</sup>
powierzchnia okien po termomodernizacji	A1k	<b>74,8</b>	m <sup>2</sup>
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t <sub>wo</sub>	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t <sub>zo</sub>	-22	°C
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	V <sub>nom-o</sub>	1412,4	m <sup>3</sup> /h
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	V <sub>nom-1</sub>	1412,4	m <sup>3</sup> /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
	O <sub>m1</sub>	O <sub>z1</sub>	Ab1
	9740,95	53,14	0
	9740,95	53,14	0
	zł/MW/m-c	zł/GJ	zł/m-c
	zł/MW/m-c	zł/GJ	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

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

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

Wariant 2: Wymiana na okna o  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi $U_{o,U1}$	W/(m <sup>2</sup> K)	1,8	1,1	0,9
2	$C_t$	-	1,2	1,1	1,0
	Współczynniki korekcyjne $C_m$	-	1,3	1,2	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	47,89	29,26	<b>23,94</b>
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_t \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	205,12	188,03	<b>170,94</b>
5	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz3} + \text{poz4}$	GJ/a	253,01	217,29	<b>194,88</b>
6	$10^{-6} A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0057	0,0035	<b>0,0028</b>
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0262	0,0242	<b>0,0202</b>
8	$q_{0u}, q_{1u} = \text{poz6} + \text{poz7}$	MW	0,0319	0,0277	<b>0,0230</b>
9	Roczne oszczędności $\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$	zł		2 390,78	<b>4 126,84</b>
10	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		112 200	<b>149 600</b>
11	Koszt zmniejszenia pow. okien $N_z$	zł		0,00	<b>0,00</b>
12	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		0,00	<b>0,00</b>
13	Koszt łączny	zł		112 200	<b>149 600</b>
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / (\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w)$	lata		46,93	<b>36,25</b>

Wariant 1: Wymiana na okna o  $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Koszt wymiany okien: 74,8 x 1 500,00 zł 112200 zł

Wariant 2: Wymiana na okna o  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Koszt wymiany okien: 74,8 x 2 000,00 zł 149600 zł

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m<sup>2</sup> okien na podstawie średnich cen rynkowych z II kwartału 2019. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych okien oraz koszt innych prac towarzyszących.

Wybrany wariant:	<b>2</b>	Koszt:	<b>149 600</b>	SPBT:	<b>36,25</b>
------------------	----------	--------	----------------	-------	--------------



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	10,3	m <sup>2</sup>
powierzchnia drzwi po termomodernizacji	A1k	<b>10,3</b>	m <sup>2</sup>
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t <sub>wo</sub>	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t <sub>zo</sub>	-22	°C
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	V <sub>nom-o</sub>	1412,4	m <sup>3</sup> /h
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	V <sub>nom-1</sub>	1412,4	m <sup>3</sup> /h
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	4116,5	dzień*K/rok
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-

Opłaty:		stała		zmienne			abonament		
co	O <sub>mo</sub>	9740,95	zł/MW/m-c	O <sub>zo</sub>	53,14	zł/GJ	Abo	0	zł/m-c
	O <sub>m1</sub>	9740,95	zł/MW/m-c	O <sub>z1</sub>	53,14	zł/GJ	Ab1	0	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę drzwi wejściowych do budynku na drzwi drewniane z zachowaniem formy i kształtu drzwi pierwotnych, szklone zestawami 2-szybowymi. Rozpatruje się dwa warianty:

Wariant1: Wymiana na drzwi o U = 1,5 W/m2K

Wariant 2: Wymiana na drzwi o U = 1,3 W/m2K

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynniki przenikania drzwi U <sub>o</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m2 K)	1,8	1,5	1,3
	C <sub>t</sub>	-	1,3	1,1	1,0
2	Współczynniki korekcyjne C <sub>m</sub>	-	1,5	1,2	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot Aok \cdot U$	GJ/a	6,56	5,47	<b>4,74</b>
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot Ct \cdot Cw \cdot Vnom \cdot Sd$	GJ/a	222,22	188,03	<b>170,94</b>
5	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = poz3 + poz4	GJ/a	228,78	193,50	<b>175,68</b>
6	$10^{-6} \cdot Aok \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0008	0,0006	<b>0,0006</b>
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0303	0,0242	<b>0,0202</b>
8	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = poz6+poz7	MW	0,0310	0,0248	<b>0,0207</b>
9	Roczne oszczędności ΔQ <sub>ok</sub> + ΔQ <sub>w</sub>	zł		2 597,20	<b>4 025,88</b>
10	Koszt wymiany drzwi N <sub>ok</sub>	zł		25 625,00	<b>30 750,00</b>
11	Koszt zmniejszenia pow. drzwi N <sub>z</sub>	zł		0,00	<b>0,00</b>
12	Koszt modernizacji wentylacji N <sub>w</sub>	zł		0,00	<b>0,00</b>
13	Koszt łączny	zł		25 625	<b>30 750</b>
14	SPBT=(N <sub>ok</sub> +N <sub>w</sub> )/ (ΔQ <sub>ok</sub> + ΔQ <sub>w</sub> )	lata		9,87	<b>7,64</b>

Wariant 1: Wymiana na drzwi o U = 1,5 W/m2K  
 Koszt wymiany drzwi: 10,25 x 2 500,00 zł 25625 zł

Wariant 2: Wymiana na drzwi o U = 1,3 W/m2K  
 Koszt wymiany drzwi: 10,25 x 3 000,00 zł 30750 zł

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

Wybrany wariant:	<b>2</b>	Koszt:	<b>30 750</b>	SPBT:	<b>7,64</b>
------------------	----------	--------	---------------	-------	-------------



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

Dane dla stanu istniejącego:

sprawność całkowita systemu	$\eta_o$	0,66 -
Zapotrzebowanie na moc cieplną	$Q_{co}$	123,60 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło	$Q_{co}$	931,43 GJ/a
Przerwy dobowe	$wd_o$	1,0 -
Przerwy tygodniowe	$wt_o$	1,0 -

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	Omo	Ozo	Abo
	Oz1	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	wymiana podwężła ciepłego w budynku, opomiarowanie i montaż automatyki sterującej zintegrowanej z systemem do zarządzania energią i mediami, wymiana przewodów, grzejników, montaż zaworów podpionowych i regulacyjnych grzejnikowych, regulacja hydrauliczna instalacji.

		Sprawności instalacji		
		Stan przed termomodernizacją	Wariant	
			1	2
wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g}$	0,95	0,95	0,95
przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d}$	0,90	0,96	0,96
regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_{H,e}$	0,77	0,77	0,88
akumulacja ciepła	$\eta_{H,s}$	1,00	1,00	1,00
sprawność całkowita systemu	$\eta_{H,tot}$	0,658	0,702	0,803
przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t$	1,00	1,00	0,85
przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	1,00	1,00	0,95
Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący	Warianty
			1	2
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji $Q_{1co}$	GJ/a	931,43	931,43
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji $q_{1co}$	kW	123,60	123,60
3	$A_o = Wt_o * Wd_o * Q_{oco} * O_{zo} / \eta_o$	zł/a	75 182,18	
4	$A_1 = Wt_1 * Wd_1 * Q_{1co} * O_{z1} / \eta_1$	zł/a	70 483,30	49 800,85
5	$B_o = 12 * (q_{oco} * O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	14 447,78	
6	$B_1 = 12 * (q_{1co} * O_{m1} + A_{b1})$	zł/a	14 447,78	14 447,78
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{oco} = A_o + B_o$	zł/a	89 629,96	
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{1co} = A_1 + B_1$	zł/a	84 931,07	64 248,63
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{co}$	zł	4 698,89	25 381,33
10	Koszt realizacji usprawnienia Nu		85 000	310 000
11	SPBT = Nu/ $\Delta Q$	lata	18,089	12,214

 Podstawa przyjętych wartości  $N_u$ 

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

W1	=	85000	zł
W2		310000	zł

Wybrany wariant:	2	Koszt:	310 000	SPBT:	12,21
------------------	---	--------	---------	-------	-------



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

Dane dla stanu istniejącego:

sprawność całkowita systemu cwu.	$\eta_w$	0,546 -
Zapotrzebowanie na moc cieplną przed modernizacją	$q_{ocw}$	45,30 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do cwu	$Q_{ocw}$	219,14 GJ/a
Średnie miesięczne zapotrzebowanie na c.w.u.	$V_{\text{śr}}$	67,3 m <sup>3</sup> /m-c

Opłaty:		stała	zmienna	abonament
cwu	O <sub>mo</sub>	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	Abo 0 zł/m-c
	O <sub>m1</sub>	9740,95 zł/MW/m-c	53,14 zł/GJ	Ab1 0 zł/m-c

W1	Wymiana przewodów rozpraszających, montaż cyrkulacji, montaż zaworów podpionowych, regulacja instalacji.
----	--

		Sprawności instalacji	
		Przed modernizacją	Po modernizacji
wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g}$	0,91	0,91
przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d}$	0,60	0,70
regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_{H,e}$	1,00	1,00
akumulacja ciepła	$\eta_{H,s}$	1,00	1,00
sprawność całkowita systemu	$\eta_{H,tot}$	0,546	0,637

	Opis	jedn.miały	Przed modernizacją	Po modernizacji
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło $Q_{ocw}$	GJ/a	219,14	219,14
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną $q_{ocw}$	kW	45,30	45,30
3	koszt zmienny $A = Q_{ocw} * O_{zo} / \eta_w$	zł/a	21 327,64	18 280,83
4	koszty stałe $B = 12 * (q_{ocw} * O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	5 294,69	5 294,69
5	Roczne koszty energii $O_{cw} = A + B$	zł/a	26 622,32	23 575,52
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{co}$	zł		3 046,81
10	Koszt realizacji usprawnienia $N_u$			105 000
11	SPBT = $N_u / \Delta Q$	lata		34,46

 Podstawa przyjętych wartości  $N_u$ 

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

$$W1 = 105\,000 \text{ zł}$$

Wybrany wariant:	1	Koszt:	105 000	SPBT:	34,46
------------------	---	--------	---------	-------	-------

**Ocena opłacalności i wybór wariantu dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na energię przez system wentylacji mechanicznej**

Dane dla stanu istniejącego:

Zapotrzebowanie na moc cieplną na podgrzanie powietrza	q <sub>ve</sub>	19,20 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło	Q <sub>ve</sub>	153,02 GJ/a
sprawność rekuperacji ciepła z powietrza	η <sub>o</sub>	0,0 -
sprawność rekuperacji ciepła z powietrza	η <sub>1</sub>	0,85 -
ilość powietrza nawiewanego	V <sub>naw</sub>	1412 m <sup>3</sup> /h

Oplaty:	stała	zmienne	abonament
co	O <sub>mo</sub>	O <sub>zo</sub>	A <sub>bo</sub>
	O <sub>m1</sub>	O <sub>z1</sub>	A <sub>b1</sub>
	7915,68 zł/MW	47,06 zł/GJ	0 zł/m-c
	7915,68 zł/MW	47,06 zł/GJ	0 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Rozpatruje się instalację wentylacji mechanicznej w całym budynku - kanały wentylacyjne z blachy stalowej ocynkowanej, izolowane wełną mineralną z folia aluminiową. Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna realizowana za pomocą centrali. Czerpnie powietrza zewnętrznego oraz wyrzut powietrza użytego za pomocą czerpni-wyrzutni. Rozdział powietrza za pomocą anemostatów. Przewidziano system odzysku ciepła zgodnie z poniższymi wariantami:

W1	- montaż nowej instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej o średniej sezonowej sprawności odzysku ciepła 30%				
W2	- montaż nowej instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej o średniej sezonowej sprawności odzysku ciepła 60% (sprawność rekuperatorów min. 85%)				
Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla wentylacji po termomodernizacji Q <sub>1ve</sub>	GJ/a		107,11	61,21
2	Zapotrzebowanie na moc dla wentylacji po termomodernizacji q <sub>1ve</sub>	kW		13,44	7,68
3	A <sub>o</sub> = Q <sub>ove</sub> * O <sub>zo</sub>	zł/a	7 200,94		
4	A <sub>1</sub> = Q <sub>1ve</sub> * O <sub>z1</sub>	zł/a		5 040,66	2 880,38
5	B <sub>o</sub> = 12*(q <sub>ove</sub> * O <sub>mo</sub> + A <sub>bo</sub> )	zł/a	1 824,08		
6	B <sub>1</sub> = 12*(q <sub>1ve</sub> * O <sub>m1</sub> + A <sub>b1</sub> )	zł/a		1 276,85	729,63
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym O <sub>ove</sub> = A <sub>o</sub> + B <sub>o</sub>	zł/a	9 025,02		
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji O <sub>1ve</sub> = A <sub>1</sub> + B <sub>1</sub>	zł/a		6 317,51	3 610,01
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>co</sub>	zł		2 707,51	5 415,01
10	Koszt realizacji usprawnienia Nu			70 600	112 960
11	SPBT = Nu/ΔQ	lata		26,076	20,861

 Podstawa przyjętych wartości N<sub>u</sub>

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

W1 - obejmuje: wymianę instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej, montaż nowych central wentylacyjnych z rekuperacją śr. 30%, przewodów rozprowadzających, anemostatów, regulacji automatycznej i sterowania

 koszt  
łączny **70 600 zł**

W2 - obejmuje: wymianę instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej, montaż nowych central wentylacyjnych z rekuperacją śr. 60%, przewodów rozprowadzających, anemostatów, regulacji automatycznej i sterowania

 koszt  
łączny **112 960 zł**

Wybrany wariant:	<b>2</b>	Koszt:	<b>112 960</b>	SPBT:	<b>20,86</b>
------------------	----------	--------	----------------	-------	--------------



**Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia	Planowany koszt robót (zł)	SPBT (lata)
1	Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku na drzwi drewniane z zachowaniem formy i kształtu drzwi pierwotnych, szklone zestawami 2-szybowymi o współczynniku $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	30 750	7,64
2	Modernizacja instalacji co - wymiana podwęża ciepłego w budynku, opomiarowanie i montaż automatyki sterującej zintegrowanej z systemem do zarządzania energią i mediami, wymiana przewodów, grzejników, montaż zaworów podpiłonowych i regulacyjnych grzejnikowych, regulacja hydrauliczna instalacji.	310 000	12,21
3	Docieplenie ścian od wewnątrz specjalnymi płytami klimatycznymi, poliuretanowymi lub rezolowymi, ( $\lambda=0,021$ ) o grubości min. 10 cm, docieplenie ścian przyziemia, docieplenie i izolacja ścian fundamentowych do gł. 1,2 m	270 000	12,41
4	Modernizacja wentylacji mechanicznej - montaż nowej instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w całym budynku.	112 960	20,86
5	Wymiana okien drewnianych w budynku, na okna drewniane, skrzynkowe, zachowujące zabytkowy kształt i formę okien pierwotnych, szklone zestawami dwuszybowymi, o współczynniku $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	116 000	23,81
6	Docieplenie stropodachu niewentylowanego z użyciem płyt poliuretanowych lub rezolowych ( $\lambda=0,022$ ) o grubości min. 11 cm	181 692	25,76
7	Modernizacja instalacji cwu - wymiana przewodów rozprowadzających, montaż cyrkulacji, montaż termostatycznych zaworów regulacyjnych i automatycznego sterowania czasowego pompą cyrkulacyjną.	105 000	34,46
8	Wymiana okien PCV w budynku, na okna drewniane, skrzynkowe, zachowujące zabytkowy kształt i formę okien pierwotnych, szklone zestawami dwuszybowymi, o współczynniku $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	149 600	36,25
Razem	variant maksymalny	1 276 002	

**Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Lp.	Zakres	Numer wariantu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Modernizacja instalacji co	X	X	X	X	X	X	X	
3	Docieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X	X	X		
4	Modernizacja wentylacji mechanicznej	X	X	X	X	X			
5	Wymiana okien drewnianych	X	X	X	X				
6	Docieplenie stropodachu	X	X	X					
7	Modernizacja instalacji cwu	X	X						
8	Wymiana okien PCV	X							

Lp.	Zakres	Numer wariantu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Wymiana drzwi zewnętrznych	30 750 zł	30 750 zł	30 750 zł	30 750 zł	30 750 zł	30 750 zł	30 750 zł	30 750 zł
2	Modernizacja instalacji co	310 000 zł	310 000 zł	310 000 zł	310 000 zł	310 000 zł	310 000 zł	310 000 zł	
3	Docieplenie ścian zewnętrznych	270 000 zł	270 000 zł	270 000 zł	270 000 zł	270 000 zł	270 000 zł		
4	Modernizacja wentylacji mechanicznej	112 960 zł	112 960 zł	112 960 zł	112 960 zł	112 960 zł			
5	Wymiana okien drewnianych	116 000 zł	116 000 zł	116 000 zł	116 000 zł				
6	Docieplenie stropodachu	181 692 zł	181 692 zł	181 692 zł					
7	Modernizacja instalacji cwu	105 000 zł	105 000 zł						
8	Wymiana okien PCV	149 600 zł							
<b>Koszt sumaryczny wariantu =</b>		<b>1 276 002 zł</b>	<b>1 126 402 zł</b>	<b>1 021 402 zł</b>	<b>839 710 zł</b>	<b>723 710 zł</b>	<b>610 750 zł</b>	<b>340 750 zł</b>	<b>30 750 zł</b>



**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
	O <sub>m1</sub>	9740,95	zł/MW/m-c	Oz1	53,14	zł/GJ	Ab1	0	zł/m-c
CWU	Omo	9740,95	zł/MW/m-c	Ozo	53,14	zł/GJ	Abo	0	zł/m-c
	O <sub>m1</sub>	9740,95	zł/MW/m-c	Oz1	53,14	zł/GJ	Ab1	0	zł/m-c

Nr wariantu	Q <sub>oco</sub> GJ	q <sub>oco</sub> kW	η <sub>o</sub> Wt <sub>o</sub> Wd <sub>o</sub>		Q <sub>ocw</sub> GJ	q <sub>ocw</sub> kW	O <sub>or</sub> zł
stan obecny	931,43	123,60	0,658		219,14	45,30	106 570
			1,00	1,00			

Nr wariantu	Q <sub>1co</sub> GJ	q <sub>1co</sub> kW	η <sub>1</sub> Wt <sub>1</sub> Wd <sub>1</sub>		Q <sub>1cw</sub> GJ	q <sub>1cw</sub> kW	O <sub>1r</sub> zł	ΔOr zł	N zł
			0,803						
1	196,71	34,31	1,00	1,00	187,83	38,82	31 555	75 015	1 276 002
			0,803						
2	292,63	45,52	1,00	1,00	187,83	38,82	39 216	67 353	1 126 402
			0,803						
3	292,63	45,52	1,00	1,00	219,14	45,30	41 636	64 933	1 021 402
			0,803						
4	403,23	57,95	1,00	1,00	219,14	45,30	50 413	56 157	839 710
			0,803						
5	488,30	67,32	1,00	1,00	219,14	45,30	57 141	49 429	723 710
			0,803						
6	518,09	79,50	1,00	1,00	219,14	45,30	60 537	46 033	610 750
			0,803						
7	922,47	122,52	1,00	1,00	219,14	45,30	92 341	14 229	340 750
			0,658						
8	922,47	122,52	1,00	1,00	219,14	45,30	105 720	849	30 750

**Obliczenie zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> w wyniku przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Nr wariantu	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla ogrzewania i wentylacji Q <sub>KH</sub> [GJ/rok]	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla podgrzewu cwu Q <sub>KW</sub> [GJ/rok]	Q <sub>KH</sub> + Q <sub>KW</sub> [GJ/rok]	emisja CO <sub>2</sub> [ton CO <sub>2</sub> /rok]	zmniejszenie emisji CO <sub>2</sub> [ton/rok]	zmniejszenie emisji CO <sub>2</sub> [%]
0	1414,79	219,14	1633,93	152,71		
1	245,10	187,83	432,93	40,46	112,25	73,50%

- Wytyczne "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (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 <sub>2</sub>
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[ton/rok]
1	2	3	4	5
1	1 276 002	75 015	73,50%	112,25
2	1 126 402	67 353	66,19%	101,08
3	1 021 402	64 933	64,27%	98,15
4	839 710	56 157	55,84%	85,27
5	723 710	49 429	49,35%	75,36
6	610 750	46 033	47,08%	71,89
7	340 750	14 229	16,24%	24,80
8	30 750	849	0,83%	1,27

**Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

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

- 1 Wymiana drzwi zewnętrznych
- 2 Modernizacja instalacji co
- 3 Docieplenie ścian zewnętrznych
- 4 Modernizacja wentylacji mechanicznej
- 5 Wymiana okien drewnianych
- 6 Docieplenie stropodachu
- 7 Modernizacja instalacji cwu
- 8 Wymiana okien PCV

w wyniku modernizacji:

1. Oszczędność zapotrzebowania na energię wyniesie: 73,5% (> 25%)
2. Efekt ekologiczny w postaci zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> wyniesie: 73,5%

**Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, wybranego do realizacji**

Opis robót	koszt	Powierzchnia m <sup>2</sup>	U [W/m <sup>2</sup> K]
Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku na drzwi drewniane z zachowaniem formy i kształtu drzwi pierwotnych, szklone zestawami 2-szybowymi o współczynniku U=1,3 W/m <sup>2</sup> K	30 750 zł	10,3	1,300
Modernizacji instalacji co - wymiana podwężła ciepłego w budynku, opomiarowanie i montaż automatyki sterującej zintegrowanej z systemem do zarządzania energią i mediami, wymiana przewodów, grzejników, montaż zaworów podpionowych i regulacyjnych grzejnikowych, regulacja hydrauliczna instalacji.	310 000 zł	--	--
Docieplenie ścian od wewnątrz specjalnymi płytami klimatycznymi, poliuretanowymi lub rezolowymi, (λ=0,021) o grubości min. 10 cm, docieplenie ścian przyziemia, docieplenie i izolacja ścian fundamentowych do gł. 1,2 m	270 000 zł	750,0	0,183
Modernizacja wentylacji mechanicznej - montaż nowej instalacji wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w całym budynku.	112 960 zł	--	--
Wymiana okien drewnianych w budynku, na okna drewniane, skrzynkowe, zachowujące zabytkowy kształt i formę okien pierwotnych, szklone zestawami dwuszybowymi, o współczynniku U=0,9 W/m <sup>2</sup> K	116 000 zł	58,0	0,900
Docieplenie stropodachu niewentylowanego z użyciem płyt poliuretanowych lub rezolowych (λ=0,022) o grubości min. 11 cm	181 692 zł	648,9	0,150
Modernizacja instalacji cwu - wymiana przewodów rozprowadzających, montaż cyrkulacji, montaż termostatycznych zaworów regulacyjnych i automatycznego sterowania czasowego pompą cyrkulacyjną.	105 000 zł	--	--
Wymiana okien PCV w budynku, na okna drewniane, skrzynkowe, zachowujące zabytkowy kształt i formę okien pierwotnych, szklone zestawami dwuszybowymi, o współczynniku U=0,9 W/m <sup>2</sup> K	149 600 zł	74,8	0,900

**Razem koszty 1 276 002 zł**

1. Kalkulowany koszt robót	1 276 002	zł
2. Obliczona roczna oszczędność kosztów energii	75 015	zł
3. Czas zwrotu nakładów SPBT	17,01	lat



**Załączniki - Obliczenia ciepłe**

podstawowe normy i dokumenty:

- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłe 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 <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> )*doba]	3,65	3,65
Jednostka odniesienia - $A_f$ =	m <sup>2</sup>	614,6	614,6
Temp. ciepłej wody w podgrzewaczu $\Theta_{CW}$ =	[°C]	55	55
Temp. wody zimnej $\Theta_{ZW}$ =	[°C]	10	10
Czas użytkowania $t_{uz} \cdot k_R$ =	doba / rok	282,875	282,875
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	<b>33 235,64</b>	<b>33 235,64</b>
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}$ =	GJ/rok	<b>119,65</b>	<b>119,65</b>
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,91	0,91
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,60	0,70
sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowego wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,546	0,637
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh / rok	<b>60 871,13</b>	<b>52 175,26</b>
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	<b>219,14</b>	<b>187,83</b>

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 <sup>3</sup> /h	0,125	0,125
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbiór $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	3,79	3,79
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = 4,19 \cdot 1000 \cdot (\Theta_{CW} - \Theta_{ZW}) / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,345	0,296
Maksymalna moc na potrzeby cwu $q_{cwu}^{max}$ =	kW	<b>45,30</b>	<b>38,82</b>
Średnia moc na potrzeby cwu $q_{cwu}^{sr}$ =	kW	<b>11,95</b>	<b>10,25</b>

**2. Określenie sprawności składowych systemów grzewczych - stan obecny**

<b>CO</b>	<b>ciepło z sieci miejskiej (ciepłownia węglowa)</b>			
	sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$ =	<b>0,95</b>	Węzeł cieplny kompaktowy o mocy > 300 kW
	sprawność dystrybucji	$\eta_{H,d}$ =	<b>0,90</b>	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	$\eta_{H,e}$ =	<b>0,77</b>	Centralne ogrzewanie z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez miejscowej
	sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$ =	<b>1,00</b>	Brak zasobnika buforowego
	sprawność całkowita	$\eta_{H,tot}$ =	<b>0,658</b>	
<b>CWU</b>	<b>ciepło z sieci miejskiej (ciepłownia węglowa)</b>			
	sprawność wytwarzania	$\eta_{w,g}$ =	<b>0,91</b>	Węzeł cieplny 2-funkcyjny o mocy > 100 kW
	sprawność dystrybucji	$\eta_{w,d}$ =	<b>0,60</b>	Instalacja powyżej 100 punktów poboru, bez ograniczenia czasu pracy
	sprawność akumulacji	$\eta_{w,s}$ =	<b>1,00</b>	Brak zasobnika
	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{w,e}$ =	<b>1,00</b>	
	sprawność całkowita	$\eta_{w,tot}$ =	<b>0,546</b>	

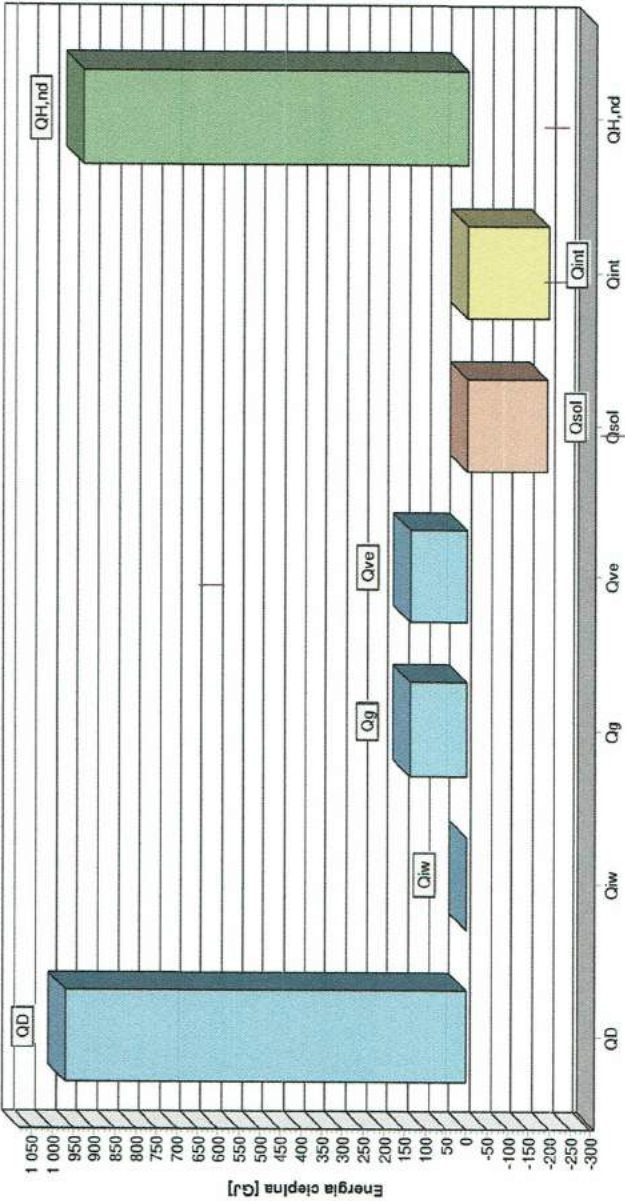


Podstawowe informacje:	
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny budynków USK Olsztyn
	Olsztyn Al. Warszawska 30, bud.5 - stan obecny
Miejscowość:	10-082 Olsztyn
Adres:	Al. Warszawska 30
Projektant:	Sławomir Stefaniak
Normy:	
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790
Dane klimatyczne:	
Strefa klimatyczna:	STREFA IV
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_{e}$ :	-22 °C
Średnia roczna temperatura wewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	6,9 °C
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn
Grunt:	
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir
Pojemność cieplna:	2,000 MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167 m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0 W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:	
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	614,6 m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	2103,6 m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	103433 W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	20169 W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	123602 W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0 W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	123602 W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$ :	201,1 W/m <sup>2</sup>

Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:			
Powietrze infiltrujące $V_{intv}$ :	220,9	$m^3/h$	
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,intv}$ :	0,0	$m^3/h$	
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$ :	858,5	$m^3/h$	
Powietrze nawiewane mech. $V_{su}$ :	858,5	$m^3/h$	
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$ :	858,5	$m^3/h$	
Powietrze usuwane mech. $V_{ex}$ :	858,5	$m^3/h$	
Średnia liczba wymian powietrza $n$ :	0,7		
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	1412,4	$m^3/h$	
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-22,0	$^{\circ}C$	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	1540,1	$m^3/h$	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	931,43	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	258731	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	615	$m^2$	
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	2103,6	$m^3$	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	1515,5	MJ/( $m^2 \cdot rok$ )	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	421,0	kWh/( $m^2 \cdot rok$ )	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	442,8	MJ/( $m^3 \cdot rok$ )	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	123,0	kWh/( $m^3 \cdot rok$ )	
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 <sub>d,m</sub>	T <sub>em,m</sub>	Q <sub>D</sub>	Q <sub>iw</sub>	Q <sub>g</sub>	Q <sub>ve</sub>	η <sub>H,g</sub>	Q <sub>sol</sub>	Q <sub>int</sub>	Q <sub>H,nd</sub>	H <sub>tr,adj</sub>	H <sub>ve,adj</sub>	τ <sub>H</sub>	a <sub>H</sub>	γ <sub>H,m</sub>	γ <sub>H,lim</sub>	f <sub>H,m</sub>	L <sub>H,m</sub>
■	Styczeń	31	-3,6	148,72	0,00	16,35	20,79	0,995	4,72	16,46	164,77	2611,5	328,86	21	2,43	0,114	1,411	1,000	744
■	Luty	28	-2,9	130,34	0,00	15,41	20,17	0,993	8,32	14,87	142,91	2631,0	328,86	21	2,42	0,140	1,413	1,000	672
■	Marzec	31	2,5	110,28	0,00	16,35	15,41	0,981	13,42	16,46	112,74	2701,6	328,86	21	2,39	0,210	1,418	1,000	744
■	Kwiecień	30	5,5	88,43	0,00	13,95	12,77	0,958	19,10	15,93	81,59	2723,9	328,86	21	2,38	0,304	1,420	1,000	720
■	Maj	31	10,9	57,35	0,00	11,76	8,02	0,860	28,08	16,46	38,83	2835,3	328,86	20	2,33	0,578	1,429	1,000	744
■	Czerwiec	30	15,4	28,05	0,00	8,82	4,05	0,673	27,06	15,93	11,98	3092,1	328,86	18	2,23	1,051	1,448	0,968	697
■	Lipiec	31	17,7	14,49	0,00	7,17	2,03	0,451	28,56	16,46	3,40	3516,4	328,86	16	2,10	1,901	1,477	0,002	1
■	Sierpień	31	16,5	22,06	0,00	6,46	3,08	0,590	25,47	16,46	6,86	3041,7	328,86	19	2,25	1,327	1,445	0,705	524
■	Wrzesień	30	12,8	43,91	0,00	6,94	6,34	0,869	16,33	15,93	29,16	2724,5	328,86	21	2,38	0,564	1,420	1,000	720
■	Październik	31	6,3	86,33	0,00	9,11	12,07	0,975	10,11	16,46	81,61	2601,0	328,86	22	2,44	0,247	1,410	1,000	744
■	Listopad	30	1,9	110,38	0,00	11,38	15,94	0,991	5,30	15,93	116,66	2595,4	328,86	22	2,44	0,154	1,410	1,000	720
■	Grudzień	31	-0,5	129,18	0,00	14,41	18,06	0,994	4,40	16,46	140,92	2615,2	328,86	21	2,43	0,129	1,411	1,000	744
	W sezonie	365	6,9	969,53	0,00	138,10	138,73	0,819	190,87	193,82	931,43	2687,9	328,86	21	2,40		1,417		7774

# Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	d m	U W/m <sup>2</sup> ·K	Φ <sub>T</sub> W	A m <sup>2</sup>	A <sub>Gl</sub> m <sup>2</sup>	Q <sub>T</sub> GJ/rok	Q <sub>sol</sub> GJ/rok	Q <sub>proc</sub> %
 DZ1	Drzwi Al oszklone		1,800	775	10,25	6,15	7,60	11,96	0,9
 OKZ1	Okna drewn. skrzynkowe 2-szybowe		2,600	6335	58,01	40,61	62,15	73,09	7,3
 OKZ2	Okna PCV 2-szybowe		1,800	5657	74,83	59,87	55,51	105,82	6,5
 PNG0	Podłoga parteru na gruncie	0,530	0,364	4616	648,90		138,10		16,1
 STD1	Stropodach drewniany pełny	0,225	0,607	16532	648,90		162,20		18,9
 SZ1	Ściana zewnętrzna CP38	0,400	1,454	43908	719,15		430,80		50,3



Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
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						
Pozioama 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 - gęs	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 $R_g$ , [m²·K/W]:						1,871
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:						2,745
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·K)]:						0,364
	Stropodach drewniany pełny					
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, [m²·K/W]:						0,150
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]:						0,449
	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 $R_i$ , [m²·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m²·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:						1,649
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·K)]:						0,607
	Ściana zewnętrzna CP38					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		$W/(m \cdot K)$	$kg/m^3$	$kJ/(kg \cdot K)$	$m^2 \cdot K/W$
		Opór przejmowania na wewnątrz $R_i$ , $[m^2 \cdot K/W]$ :				
		Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , $[m^2 \cdot K/W]$ :				
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , $[m^2 \cdot K/W]$ :				
		Współczynnik przenikania ciepła $U$ , $[W/(m^2 \cdot K)]$ :				
						0,130
						0,040
						0,688
						1,454

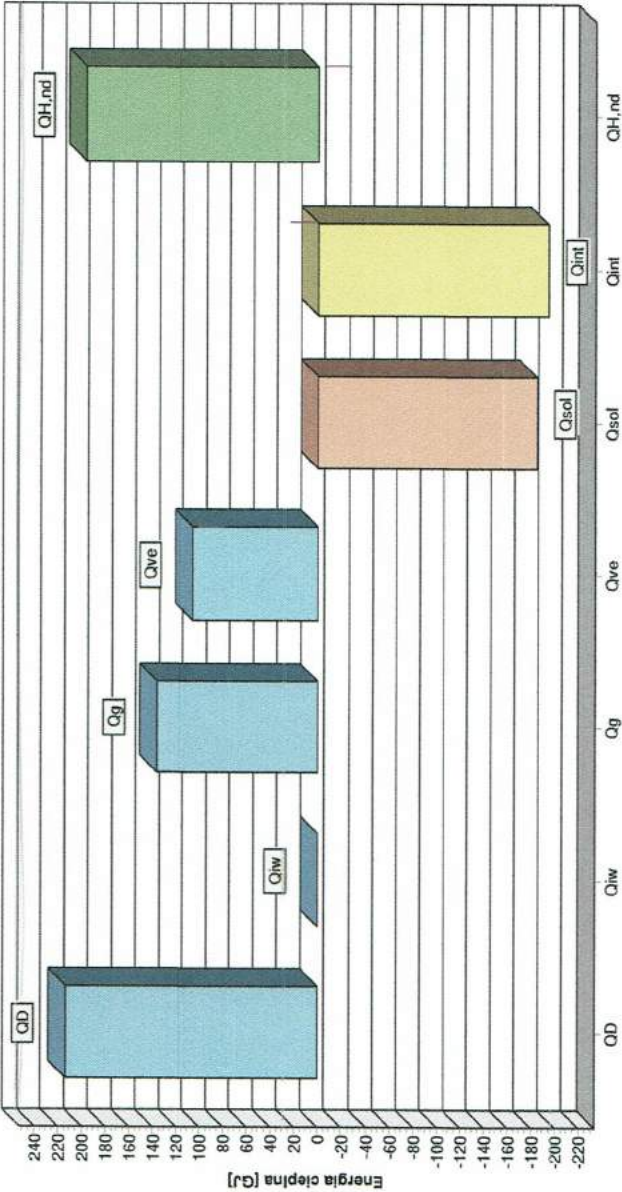


Podstawowe informacje:	
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny budynków USK Olsztyn
	Olsztyn Al. Warszawska 30, bud.5 -po modern.W1
Miejscowość:	10-082 Olsztyn
Adres:	Al. Warszawska 30
Projektant:	Sławomir Stefaniak
Normy:	
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790
Dane klimatyczne:	
Strefa klimatyczna:	STREFA IV
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-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/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167 m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0 W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:	
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	614,6 m²
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	2103,6 m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	26326 W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	7982 W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	34307 W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0 W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	34307 W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:	
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$ :	55,8 W/m²

Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:			
Powietrze infiltrujące $V_{\text{infv}}$ :	220,9	$\text{m}^3/\text{h}$	
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{\text{m,infv}}$ :	0,0	$\text{m}^3/\text{h}$	
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{\text{su,min}}$ :	1051,8	$\text{m}^3/\text{h}$	
Powietrze nawiewane mech. $V_{\text{su}}$ :	1051,8	$\text{m}^3/\text{h}$	
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{\text{ex,min}}$ :	1051,8	$\text{m}^3/\text{h}$	
Powietrze usuwane mech. $V_{\text{ex}}$ :	1051,8	$\text{m}^3/\text{h}$	
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,7		
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	1493,6	$\text{m}^3/\text{h}$	
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	3,1	$^{\circ}\text{C}$	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	1567,2	$\text{m}^3/\text{h}$	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	196,71	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	54642	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	615	$\text{m}^2$	
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	2103,6	$\text{m}^3$	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	320,1	MJ/( $\text{m}^2 \cdot \text{rok}$ )	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	88,9	kWh/( $\text{m}^2 \cdot \text{rok}$ )	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	93,5	MJ/( $\text{m}^3 \cdot \text{rok}$ )	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	26,0	kWh/( $\text{m}^3 \cdot \text{rok}$ )	
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 <sub>d,m</sub>	T <sub>em,m</sub>	Q <sub>D</sub>	Q <sub>hw</sub>	Q <sub>g</sub>	Q <sub>ve</sub>	η <sub>H,gn</sub>	Q <sub>sol</sub>	Q <sub>int</sub>	Q <sub>H,nd</sub>	H <sub>tr,adj</sub>	H <sub>ve,adj</sub>	τ <sub>H</sub>	a <sub>H</sub>	γ <sub>H,m</sub>	γ <sub>H,lim</sub>	f <sub>H,m</sub>	L <sub>H,m</sub>
■	Styczeń	31	-3,6	32,78	0,00	16,29	16,03	0,998	4,72	16,46	43,96	776,22	253,62	61	5,09	0,325	1,196	1,000	744
■	Luty	28	-2,9	28,73	0,00	15,35	15,56	0,995	8,12	14,87	36,77	795,68	253,62	60	5,01	0,385	1,199	1,000	672
■	Marzec	31	2,5	24,30	0,00	16,29	11,89	0,971	13,01	16,46	23,88	866,04	253,62	56	4,76	0,562	1,210	1,000	744
■	Kwiecień	30	5,5	19,49	0,00	13,89	9,85	0,903	18,42	15,93	12,20	887,97	253,62	55	4,69	0,795	1,213	1,000	720
■	Maj	31	10,9	12,64	0,00	11,70	6,18	0,647	27,03	16,46	2,37	998,43	253,62	50	4,36	1,425	1,229	0,189	141
■	Czerwiec	30	15,4	6,18	0,00	8,75	3,12	0,418	26,02	15,93	0,51	1252,7	253,62	42	3,80	2,323	1,263	0,000	0
■	Lipiec	31	17,7	3,19	0,00	7,11	1,56	0,266	27,47	16,46	0,19	1671,9	253,62	33	3,19	3,704	1,314	0,000	0
■	Sierpień	31	16,5	4,86	0,00	6,39	2,38	0,329	24,53	16,46	0,15	1200,7	253,62	43	3,90	3,007	1,257	0,000	0
■	Wrzesień	30	12,8	9,68	0,00	6,88	4,89	0,637	15,78	15,93	1,25	886,96	253,62	55	4,69	1,479	1,213	0,157	113
■	Październik	31	6,3	19,03	0,00	9,05	9,31	0,944	9,85	16,46	12,53	765,05	253,62	62	5,13	0,704	1,195	1,000	744
■	Listopad	30	1,9	24,33	0,00	11,32	12,30	0,992	5,25	15,93	26,94	759,80	253,62	62	5,16	0,442	1,194	1,000	720
■	Grudzień	31	-0,5	28,47	0,00	14,35	13,93	0,996	4,40	16,46	35,96	779,84	253,62	61	5,07	0,368	1,197	1,000	744
	W sezonie	365	6,9	213,67	0,00	137,36	106,99	0,691	184,60	193,82	196,71	851,85	253,62	57	4,81		1,208		5342

# Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	d m	U W/m <sup>2</sup> ·K	Φ <sub>T</sub> W	A m <sup>2</sup>	A <sub>Gl</sub> m <sup>2</sup>	Q <sub>T</sub> GJ/rok	Q <sub>sol</sub> GJ/rok	Q <sub>proc</sub> %
 DZ1	Drzwi drewniana oszklone		1,300	560	10,25	5,13	5,49	9,58	1,9
 OKZ1	Okna drewn. skrzynkowe 2-szybowe		0,900	2193	58,01	46,41	21,51	72,76	7,5
 OKZ2	Okna drewn. skrzynkowe 2-szybowe		0,900	2829	74,83	59,87	27,75	102,27	9,7
 PNG0	Podłoga parteru na gruncie	0,530	0,356	4548	648,90		137,36		47,9
 STD1	Stropodach drewniany docieplony	0,335	0,150	4099	648,90		40,22		14,0
 SZ1	Ściana zewnętrzna CP38 docieplona	0,500	0,183	5542	719,15		54,38		19,0



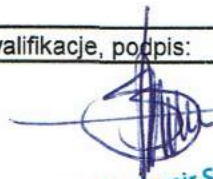
Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
PNG0 Podłoga parteru na gruncie						
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
Ściana przy podłodze: SZ1						
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej $Z_{gw}$ : 10,00 m						
Pozioma izol. krawędziowa: PAPA-ASF o grubości $d_{nh} = 0,02$ m i długości $D_h = 0,10$ m						
Pionowa izol. krawędziowa: PAPA-ASF o grubości $d_{nv} = 0,02$ m i długości $D_v = 0,10$ 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 $R_g$ , [m²·K/W]:						1,931
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:						2,805
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·K)]:						0,356
	Stropodach drewniany 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, [m²·K/W]:						0,150
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m²·K/W]:						0,449
	0,1100	Płyta poliuretanowa/rezolit	0,022	35	1,460	5,000
	0,0800	Glina.	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 $R_i$ , [m²·K/W]:						0,100
Opór przejmowania na zewnątrz $R_e$ , [m²·K/W]:						0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia $R$ , [m²·K/W]:						6,649
Współczynnik przenikania ciepła $U$ , [W/(m²·K)]:						0,150
	Ściana zewnętrzna CP38 docieplona					
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne						
	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024
	0,1000	Płyta poliuretanowa specjalna	0,021	35	1,460	4,762

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R
	m		W/(m·K)	kg/m³	kJ/(kg·K)	m²·K/W
 CEGŁA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494
			Opór przejmowania wewnątrz $R_{i,}$ [m²·K/W]:			0,130
			Opór przejmowania na zewnątrz $R_{e,}$ [m²·K/W]:			0,040
		Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m²·K/W]:				5,450
		Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:				0,183



## AUDYT OŚWIETLENIA WEWNĘTRZNEGO BUDYNKU

<b>Adres budynku</b>	<i>10-082 Olsztyn, ul. Warszawska 30, budynek nr 5</i>
<b>Zamawiający</b>	<i>Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Olsztynie</i>
<b>Wykonawca audytu</b>	Sławomir Stefaniak

1.DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej: opieki zdrowotnej	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 5	
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 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+1	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	2 103,6	
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	614,6	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	614,6	
7.	Liczba osób użytkujących budynek	40	
8.	Charakterystyka oświetlenia	Instalacja standardowa oparta o jarzeniowe i żarowe źródła światła.	
2. Charakterystyka energetyczna oświetlenie w budynku			
1.	Obliczeniowa moc systemu oświetlenia [kW]	7,68	3,31
2.	Roczne zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia [ kWh/rok]	30 730,00	11 308,39
3.	Ilość opraw	115	115
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 [%]	63,20%	
2.	Roczne zmniejszenie zużycia energii elektrycznej [kWh/rok]	19 421,61	
3.	Roczne zmniejszenie zużycia energii pierwotnej [kWh/rok]	58 264,82	
4.	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	8 891	
5.	Planowane koszty całkowite przedsięwzięcia [zł]	44 659	

### 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 (zleceniodawcy)

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



#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana oświetlenia

Oświetlenie wbudowane w budynku wykonane jest w oparciu o wyeksploatowane i energochłonne oprawy żarowe i świetłówkowe 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 zainstalowanego źródła	Moc całkowita wszystkich opraw	Czas pracy
	-	szt	W	szt	W	W	h/rok
1	Oprawa punktowa - żarówka 60 W	50	60	1	60	3000	4000
2	Świetłówki 2x36 W	52	36	2	72	3744	4000
3	Świetłówki 4x18 W	13	18	4	72	936	4000
	<b>Razem</b>	<b>115</b>				<b>7 680</b>	<b>4000</b>

##### 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	Oprawy punktowe LED 10W	50	10	1	10	500	4000	60,00	3 000
2	Oprawa świetłówkowa LED 2x22W	52	22	2	44	2288	4000	360,00	18 720
3	Oprawa świetłówkowa LED 4x10W	13	10	4	40	520	4000	350,00	4 550
4	Prace dodatkowe (wymiana części okablowania, sterowanie automatyczne miejscowe, montaż elementów systemu zarządzania energią)							18389	18 389
	<b>Razem</b>	<b>115</b>				<b>3 308</b>	<b>4 000</b>		<b>44 659</b>

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 <sup>2</sup>	12,50	5,38
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	2 000	2 000
4	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, $t_N$	h/rok	2 000	2 000
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 <b>na energię końcową na oświetlenie</b> $E_{K,L}$	kWh/rok	30 730,00	11 308,39
8	Roczna oszczędność energii <b>na oświetlenie</b> $\Delta E_{K,L}$	kWh/rok		19 421,61
9	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,4578	0,4578
10	Koszt oświetlenia	zł	14 068,19	5 176,98
11	Roczna oszczędność <b>kosztów oświetlenia</b> $\Delta E_{K,L}$	zł/rok		8 891,21
12	Koszy całkowite usprawnienia	zł		44 659
13	SPBT	lata		5,02
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 :	44 659 zł	SPBT= 5,02



**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	44 659	63,20%	19 422	8 891	5,02
2.	Suma	44 659	63,20%	19 422	8 891	5,02

**6.1 Energia końcowa i pierwotna, emisja CO<sub>2</sub>**

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		30 730	3		92 190	0,7780	23,91
Po modernizacji								
1	Oświetlenie		11 308	3		33 925	0,7780	8,80
	Oszczędność		19 422			58 265		15,11

Nośnik energii : energia elektryczna wyprodukowana przez elektrownie zawodowe  
 wi : 3  
 Emisja CO<sub>2</sub>, 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	19,4	63,20%
		GJ/rok	69,9	
2	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	-	3	energia elektryczna wyprodukowana przez elektrownie zawodowe
3	Roczna oszczędność energii pierwotnej	MWh/a	58,3	63,20%
		GJ/rok	209,8	
4	Wskaźnik emisji CO <sub>2</sub>	ton CO <sub>2</sub> / MWh	0,778	energia elektryczna wyprodukowana przez elektrownie zawodowe
5	Szacowana wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub>	ton CO <sub>2</sub> /rok	15,11	63,20%
6	Roczna oszczędność kosztów energii	zł/rok	8 891	
7	Koszt przedsięwzięcia	zł	44 659	
8	Czas zwrotu nakładów SPBT	lata	5,02	