

AUDYT ENERGETYCZNY

Kompleksowa modernizacja energetyczna w kampusie akademickim w Cieszynie Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach - budynek przy ul. Paderewskiego 3

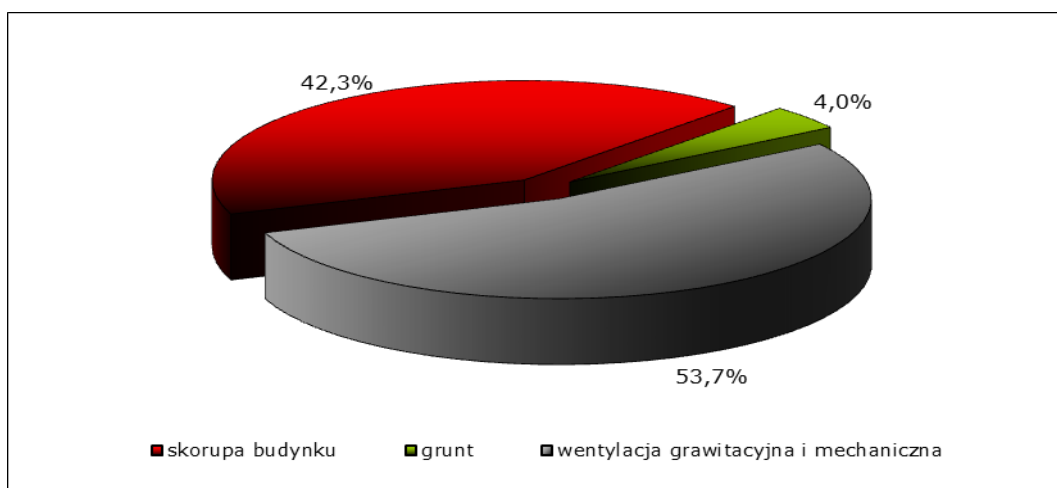


Inwestor:	Uniwersytet Śląski ul. Bankowa 12 40-007 Katowice
Wykonawca:	ADP SERVICE Marek Mizeracki ul. Sowińskiego 1 40-018 Katowice

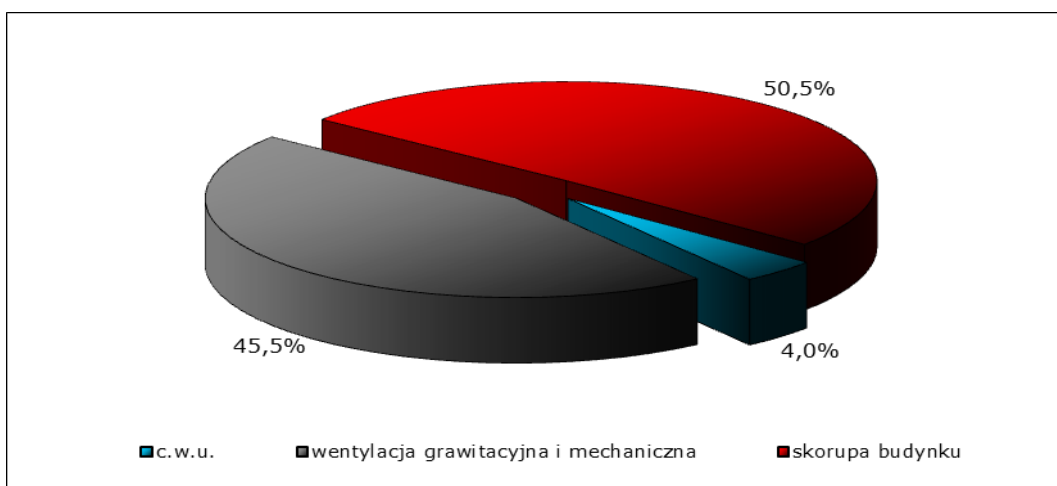
Katowice, listopad 2017 r.

1. STRESZCZENIE

- Audytem energetycznym budynku Auli Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie objęto termomodernizację obiektu polegającą na:
 - ociepleniu stropodachów,
 - wymianie okien i drzwi,
 - ociepleniu ścian zewnętrznych,
 - zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła,
 - modernizacji systemu grzewczego.
- Dodatkowo w ramach opracowania przeanalizowano przedsięwzięcie polegające na montażu paneli fotowoltaicznych produkujących energię elektryczną na potrzeby własne.
- W stanie obecnym obliczeniową efektywność energetyczną na ogrzewanie budynku można ocenić jako złą z uwagi na obliczeniowe jednostkowe zużycie ciepła na ogrzewanie budynku które wynosi 279,3 [kWh/m² rok] (brutto). Wskaźnik ten nie spełnia obecnych wymogów energochłonności budynków.
- Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania pomieszczeń w sezonie standardowym w stanie obecnym wynosi 2 688,8 [GJ/rok] (z uwzględnieniem sprawności wytwarzania) i pokrywa poszczególne zapotrzebowania w następujący sposób:



- Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania pomieszczeń i przygotowanie c.w.u., w sezonie standardowym w stanie obecnym wynosi 2 800,3 [GJ/rok] (z uwzględnieniem sprawności wytwarzania) i pokrywa poszczególne zapotrzebowania w następujący sposób:



6. Na podstawie obliczeń z audytu energetycznego proponuje się realizację wariantu termomodernizacyjnego nr 1, który obejmuje:

L.p.	Wyszczególnienie	Nakłady inwestycyjne	Oszczędności	SPBT
		zł	zł/a	lata
1	Ocieplenie stropodachów	254 192,66	21 763,00	11,68
2	Wentylacja mechaniczna	1 418 827,66	51 082,00	27,78
3	Wymiana okien i drzwi	1 008 314,08	29 108,00	34,64
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 956 525,80	52 698,00	37,13
5	Modernizacja systemu grzewczego	334 833,81	21 092,00	15,87
6	razem	4 972 694,01	137 461,00	36,18

Uwaga: suma oszczędności i SPBT dla wszystkich usprawnień obliczony został w pkt 10 audytu

7. Dodatkowo, w ramach zwiększenia efektywności energetycznej obiektu zrealizowane zostanie przedsięwzięcie polegające na montażu paneli fotowoltaicznych.

L.p.	Wyszczególnienie	Nakłady inwestycyjne	Oszczędności	SPBT
		zł	zł/a	lata
1	Montaż instalacji fotowoltaicznej	78 289,50	3 953,00	19,81

8. Po wykonaniu kompleksowej termomodernizacji, zaleca się wprowadzanie zarządzania energią w obiekcie, obejmujące:

- przeszkolenie osób obsługujących i konserwujących urządzenia energetyczne oraz automatykę w zakresie energooszczędnych, bez- i niskonakładowych działań w eksploatacji obiektu (planowanie obniżeń zasilania, strefowa regulacja temperatury, wyłączanie central wentylacyjnych, zbędnych odbiorników itp.),
- wprowadzenie monitoringu zużycia i kosztów nośników energii i wody w całym obiekcie w aspekcie wykrywania nieprawidłowości i awarii,
- wprowadzenia monitoringu działania central wentylacyjnych,
- okresowe analizy i raportowanie zużycia nośników energii, wody i ponoszonych kosztów,
- planowanie działań na lata następne.

9. Wykonany Audyt Energetyczny zawiera dane techniczne niezbędne do ubiegania się o dofinansowanie termomodernizacji z instytucji finansujących zadania w zakresie wzrostu efektywności energetycznej oraz ograniczenia emisji zanieczyszczeń powietrza.

2. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Szkolny (szkolnictwo wyższe)	1.2 Rok budowy	1975
1.3 Inwestor	Uniwersytet Śląski	1.4 Adres budynku	ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn powiat cieszyński, województwo śląskie
2. Nazwa, adres i numer regon podmiotu wykonującego audyt			
ADP SERVICE Marek Mizeracki ul. Sowińskiego 1 40 018 Katowice		REGON 271007213	
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
Daniel WOLNY, 41 – 600 Świętochłowice, ul. Szpitalna 16/30 mgr inż. W zakresie specjalności – Inżynieria energetyczna i chłodnicza; kurs audytorski: 69/04; Uprawnienia do wydawania Świadectw Charakterystyki Energetycznej nr 16187 email: aniel-wolny@wp.pl , tel. +48 502 489 569			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje
1.	Rafał ZIĘBA	Obliczenia OZC, skład opracowania	Uprawnienia nr 16188
2.			
3.			
5. Miejscowość		Katowice	6. Data wykonania audytu
			24.11.2017 r.
7. Spis treści			
1.	STRESZCZENIE		2
2.	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU		4
3.	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU.....		5
4.	MATERIAŁY I DANE DO AUDYTU		9
5.	WYKORZYSTANIE OBIEKTU.....		11
6.	ZUŻYCIE I OPŁATY ZA ENERGIĘ		11
	6.1.	Zużycie i opłaty za energię elektryczną.....	11
	6.2.	Zużycie i opłaty za ciepło.....	15
	6.3.	Zużycie i opłaty za wodę	18
	6.4.	Zużycie i opłaty za gaz	20
7.	OPIS I OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU.....		21
8.	WYKAZ RODZAJU USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH ROZPATRYWANYCH W AUDYCIE		23
9.	OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO		24
	9.1.	Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło przez przenikanie i nadmierną infiltrację	24
	9.2.	Wskazanie optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.	34
	9.3.	Wskazanie optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.....	36
	9.4.	Wskazanie optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu wentylacji.	37
	9.5.	Wskazanie innych usprawnień w obiekcie	39
	9.6.	Możliwość wykorzystania odnawialnych źródeł energii	39
10.	WSKAZANIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO.....		40
11.	MONTAŻ FINANSOWY.....		43
12.	OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI		47
13.	WNIOSKI		48

3. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja / technologia budynku	Konstrukcja obiektu żelbetowa z wypełnieniem z cegły ceramicznej pełnej, fundamenty betonowe. Dach nad częścią „wysoką” kryty papą termozgrzewalną o konstrukcji stalowej wypełnionej płytami dachowymi i wymiarach w osiach modularnych 30,0 m x 24,0 m. Konstrukcję dachu tworzą trzy dwuspadowe kratowe dźwigary stalowe typu W30-01, o rozpiętości 30,0 m oraz płatwie, wykonane z profili dwuteowych walcowanych INP 220. Rozstaw dźwigarów 6,0 m, spadki połąci dachowych wynoszą 10 %. Dach nad częścią „niską” płyty korytkowe na ściankach ażurowych, kryty papą termozgrzewalną, spadki połąci dachowych wynoszą 5 %. Stropy między kondygnacjami prefabrykowane z płyt stropowych kanałowych lub stropy typu Akerman. Stolarka okienna aluminiowa oraz PCV, drzwi zewnętrzne aluminiowe oraz stalowe.	Konstrukcja i technologia budynku bez zmian. Ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną, ocieplenie dachów pianką poliuretanową, wymiana okien i drzwi.
2	Liczba kondygnacji	2	2
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	12 715,0	12 715,0
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	2 674,3	2 674,3
5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0,0	0,0
6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 674,3	2 674,3
7	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	250	250
9	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Źródłem ciepła na cele ciepłej wody użytkowej dla obiektu jest węzeł ciepłowniczy, o mocy około 20 kW znajdujący się na poziomie niskiego parteru. Stan techniczny źródeł ciepła ocenia się jako dobry.	Bez zmian
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Źródłem ciepła na cele centralnego ogrzewania dla obiektu jest węzeł ciepłowniczy, o mocy około 110 kW znajdujący się na poziomie niskiego parteru, w pomieszczeniu wymiennikowni. Stan techniczny ocenia się jako dobry. Instalacja c.o. wodna, stalowa, pompowa z rozdziałem dolnym, z odpowietrzeniem centralnym, przewody rozprowadzające biegną po ścianach obiektu. W obiekcie zamontowano grzejniki różnego typu: żeliwne członowe, stalowe płytowe i grzejniki typu Favier. Brak zaworów termostatycznych na wszystkich grzejnikach. Stan techniczny instalacji ocenia się jako dostateczny.	Źródło ciepła bez zmian. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania, montaż grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne oraz zawory odcinające. Wykonanie nowego rozdzielacza na potrzeby ogrzewania oraz central wentylacyjnych, podział obiektu na obiegi grzewcze.

INWESTOR: Uniwersytet Śląski, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

OBIEKT: Aula Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
11	Współczynnik A/V [1/m]	0,515	0,515
12	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-

2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]*		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	DACH_1 – dach	0,548	0,118
2	DACH_2 – dach	0,602	0,120
3	DRZ_1 – drzwi zewnętrzne	5,100	1,300
4	OK_1 – okna zewnętrzne	2,600	0,900
5	PD_1 – podłoga na gruncie	0,296	0,296
6	STR_NP – strop nad przejściem	1,944	0,172
7	SZ_1 – ściana zewnętrzna	1,286	0,165
8	SZ_2 – ściana zewnętrzna	1,705	0,170

*

współczynniki przenikania ciepła przez przegrody określono na podstawie obliczeń programu OZC spełniając warunki WT 2021

3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Sprawność wytwarzania	0,990	0,990
2	Sprawność przesyłu	0,930	0,960
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,880
4	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
5	Sprawność systemu grzewczego	0,70894	0,83635
6	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000	0,950
7	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	0,850

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Sprawność wytwarzania	0,970	0,970
2	Sprawność przesyłu	0,700	0,700
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
4	Sprawność akumulacji	1,000	1,000

5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	Grawitacyjna (naturalna), mechaniczna	Mechaniczna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna i drzwi, kratki wentylacyjne. Centrale nawiewno-wywiewne z odzyskiem ciepła	Centrale nawiewno-wywiewne z odzyskiem ciepła
3	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	14 643	23 003
4	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,15	1,81

6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego; [kW]*	342,1	146,5
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej; [kW]	24,0	24,0
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu); [GJ/rok]*	1 906,2	385,2
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu); [GJ/rok]*	2 688,8	436,5
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok] (z uwzględnieniem sprawności systemu)	111,5	111,5
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego, (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] *	1 827,3	-
7	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] **	licznik razem z c.o.	-
8	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym – tylko ogrzewanie i wentylacja (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² ×rok]	198,0	40,0
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym – tylko ogrzewanie i wentylacja (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² ×rok]	279,3	45,3
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0

* wielkość podana razem z wentylacją mechaniczną

** budynek od kilku lat jest nieużytkowany

7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Koszt za 1 [GJ] do ogrzewania budynku [zł/GJ]	47,26	47,26
2	Koszt 1 [MW] mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW×m-c]	13 214,26	13 214,26
3	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	22,55	22,55
4	Koszt 1 [MW] mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/MW×m-c]	-	-
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 [m ²] powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	5,65	1,37
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/miesiąc]	-	-
7	Inne [zł]	0,00	0,00

INWESTOR: Uniwersytet Śląski, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

OBIEKT: Aula Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn

8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	0,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	80,4%
Planowane koszty całkowite [zł]	4 972 694,01	Premia termomodernizacyjna [zł/a]	274 922,00
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	137 461,00		

9. Oddziaływanie na środowisko			Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Pył	[Mg/a]	0,0089	0,0017
2	SO ₂	[Mg/a]	2,2862	0,4474
3	NO _x	[Mg/a]	0,6724	0,1316
4	CO	[Mg/a]	0,8405	0,1645
5	B-a-P	[kg/a]	0,0672	0,0132
6	CO ₂	[Mg/a]	337,8640	59,5660

Sporządził:

Daniel WOLNY

4. MATERIAŁY I DANE DO AUDYTU

1. Źródła informacji:

a) dokumentacja projektowa:

- Architektura Design Project Service Biuro Usług Architektoniczno-Budowlanych mgr inż. Arch. Marek Mizeracki „Projekt budowlany Przebudowa auli Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie przy ul. Paderewskiego 3”, Katowice, maj 2017 r.
- Architektura Design Project Service Biuro Usług Architektoniczno-Budowlanych mgr inż. Arch. Marek Mizeracki „Projekt koncepcyjny Przebudowa Auli Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie przy ul. Paderewskiego 3”, Katowice, październik 2016 r.
- Wytyczne zawarte w opisie zamówienia publicznego: DZP.381.27.2016.UG.

b) Kosztorysy inwestorskie:

- Architektura Design Project Service Biuro Usług Architektoniczno-Budowlanych mgr inż. Arch. Marek Mizeracki „Kosztorys inwestorski rozbudowa i przebudowa Auli Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie – konstrukcja i architektura”, Katowice, 17 kwietnia 2017 r.
- Obmiar i kalkulacja własna wykonana przez Architektura Design Project Service Biuro Usług Architektoniczno-Budowlanych mgr inż. Arch. Marek Mizeracki.

c) Wizja lokalna:

- wizje lokalne miała miejsce w dniu 28 września oraz 21 października 2016 r.

d) Inwentaryzacja budowlana i instalacyjna dokonana w zakresie koniecznym do wykonania niniejszego audytu.

e) Informacje udzielone przez administrację budynku:

- Zestawienie zużyć energii elektrycznej, ciepła i wody za lata 2005-2007,
- Zestawienie zużyć energii elektrycznej, ciepła i wody za rok 2016,
- Kserokopie umów na energię elektryczną,
- Kserokopie faktur za energię elektryczną, ciepło, wodę i odprowadzenie ścieków za rok 2016,
- Informacje szczegółowe przekazane przez pracowników administracji budynku.

f) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 r. nr 43, poz. 346).

g) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2015 r., poz. 1606).

h) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r., poz. 376).

i) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r., poz. 1422).

j) Normy branżowe.

k) Metodologia obliczania efektu ekologicznego – WFOŚiGW Katowice 2017 r.

l) Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2014 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2017.

m) Recknagel, Sprenger, Schramek – „Kompendium wiedzy ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda, chłodziwo” – OMNI SCALA, Wrocław 2008 r.

n) Jarosław CHUDZICKI „Instalacje ciepłej wody w budynkach” – Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Warszawa-Poznań 2006 r.

o) Strony internetowe:

- <https://www.us.edu.pl/>
- <http://www.tauron-dystrybucja.pl/>
- <http://www.pkpenergetyka.pl/>
- <http://www.ec.cieszyn.pl/>
- <http://www.kobize.pl>
- <http://wfosigw.katowice.pl/>

2. Spis załączników:

- Załącznik nr 1 – Fotografie obiektu
- Załącznik nr 2 – Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną oraz obliczenia współczynników przenikania ciepła dla przegród budowlanych za pomocą programu Purmo OZC 6.7 Pro
- Załącznik nr 3 – Wyznaczenie efektu ekologicznego
- Załącznik nr 4 – Karta audytu energetycznego zgodna ze wzorem WFOŚiGW w Katowicach
- Załącznik nr 5 – Ankieta techniczna – Fotowoltaika
- Załącznik nr 6 – Plan sytuacyjny, rzut kondygnacji, przekrój
- Załącznik nr 7 – Wskaźniki produktu i rezultatu

Uwagi ogólne do audytu:

Dane z dokumentacji technicznej, zebrane dane i informacje oraz wizja lokalna wystarczają do wykonania oceny stanu technicznego i energetycznego budynku.

Obliczenia dokonano w programie Purmo OZC 6.7 PRO oraz w arkuszu kalkulacyjnym Microsoft Excel.

Wszystkie ceny oraz koszty użyte do optymalizacji przedsięwzięć podane są z podatkiem VAT (brutto).

5. WYKORZYSTANIE OBIEKTU

Obiekt zlokalizowany jest w centralnej części Cieszyna przy ul. Paderewskiego 3.

Budynek składa się z dwóch kondygnacji nadziemnych i jest połączony od strony wschodniej łącznikiem z pozostałymi budynkami uniwersyteckimi, wejście główne znajduje się od ul. Paderewskiego. Obecnie budynek auli użytkowany jest przez Uniwersytet Śląski jako budynek dydaktyczno-naukowy w ograniczonym zakresie. W pomieszczeniu auli nie jest możliwe organizowanie dużych imprez z uwagi na nie spełnienie wymogów ppoż.

Po remoncie w budynku prowadzone będą działania badawcze, dydaktyczne, konferencyjne, artystyczne i terapeutyczne. W sali wielofunkcyjnej „Aula” odbywać się będą koncerty, widowiska audio-wizualne (spektakle teatralne, pokazy taneczne, happeningi) oraz projekcje filmowe. Sala ta ma jednocześnie spełniać funkcję Sali konferencyjnej i dydaktycznej (siedziska audytoryjne ze składanymi pulpitami, miejsce do tłumaczenia symultanicznego). W pomieszczeniach sąsiadujących z salą wielofunkcyjną „Aula” wyodrębniona zostanie przestrzeń do działań terapeutycznych, warsztatowych, szkoleniowych, zmierzających do zwiększania kompetencji społecznych i zawodowych osób z obszarów wykluczenia społecznego. Wyodrębnione zostaną także pomieszczenia biurowe z aneksem kuchennym. Przy wejściu głównym planowany jest punkt recepcyjny, szatnia, kąpiel wypoczynkowy i gastronomiczny.

W okresie tygodnia obiekt wykorzystywany będzie od poniedziałku do niedzieli w godzinach: 7.00 – 17.00 (9 miesięcy w roku). Przeciętne wykorzystanie budynku w ciągu roku określono na poziomie 265 dni.

6. ZUŻYCIE I OPŁATY ZA ENERGIĘ

Do wyznaczenia zużycia i opłat za nośniki energii posłużono się danymi Administratora obiektu z roku 2016 oraz obowiązującymi taryfami przedsiębiorstw dostarczających poszczególne nośniki energii oraz wodę. Przekazane dane pochodzące z lat 2005-2007, kiedy obiekt był w całości użytkowany, nie nadają się do analiz, ponieważ zużycie nośników energii nie było rozliczane na podstawie odczytów z liczników (obciążenie „kluczem”).

6.1. Zużycie i opłaty za energię elektryczną

Podstawą do rozliczeń za usługi dystrybucyjne jest umowa zawarta pomiędzy Uniwersytetem Śląskim w Katowicach, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice a Tauron Dystrybucja S.A., ul. Jasnogórska 11, 31-358 Kraków. Jest to umowa na główne przyłącze dla wszystkich obiektów Uniwersytetu Śląskiego zlokalizowane w kampusie akademickim. Wszystkie obciążenia związane ze zużyciem energii elektrycznej dla poszczególnych budynków, realizowane są przez Administratora obiektu.

Szczegóły dotyczące umowy oraz przyłączy elektroenergetycznych zawierają poniższe tabele:

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>wartość</i>	<i>jednostka</i>
1	Umowa	102600210/2013	-
2	Z dnia	2013-04-19	A
3	Taryfa	C21	-
4	Kod płatnika	102600210	-
5	Punkt	ENID_1021010773	kW
6	Nr licznika	97607162	-

Opłaty jednostkowe zgodne z obowiązującą taryfą za energię elektryczną przedstawiają się następująco:

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>netto</i>	<i>brutto</i>	<i>jednostka</i>
1	Opłata dystrybucyjna stała	7,78	9,5694	zł/kW
2	Opłata przejściowa	0,85	1,0455	zł/kW
3	Opłata dystrybucyjna zmienna	0,1390	0,1710	zł/kWh
4	Opłata jakościowa	0,0129	0,0159	zł/kWh

Dodatkowo, Uniwersytet Śląski w Katowicach ma podpisaną umowę na dostawę energii elektrycznej z PKP Energetyka S.A., ul. Hoża 63/67, 00-681 Warszawa.

Opłaty jednostkowe zgodne z obowiązującym cennikiem za energię elektryczną przedstawiają się następująco:

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>netto</i>	<i>brutto</i>	<i>jednostka</i>
1	Energia elektryczna czynna całodobowa	0,2466	0,3033	zł/kWh

Poniżej przedstawiono zbiorcze zużycia oraz opłaty poniesione za energię elektryczną w okresie 2005-2007 r. i 2016 (na podstawie rozliczenia)

<i>l.p.</i>	<i>rok</i>	<i>zużycie</i>	<i>opłata</i>	<i>średnia</i>
		<i>kWh</i>	<i>zł</i>	<i>zł/kWh</i>
1	2005	56 537	-	-
2	2006	61 005	-	-
3	2007	64 682	-	-
4	2016	69 266	-	-

Analiza danych opartych na rozliczeniach wewnętrznych nie może być podstawą do określania wniosków i propozycji.

Z uwagi na powyższe, mając dostęp do kserokopii faktur za energię elektryczną, przeanalizowane zostały podstawowe parametry głównego przyłącza energii elektrycznej.

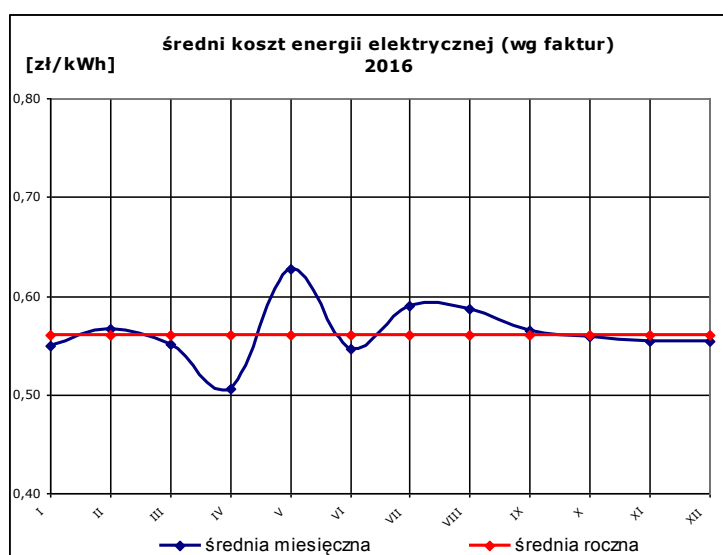
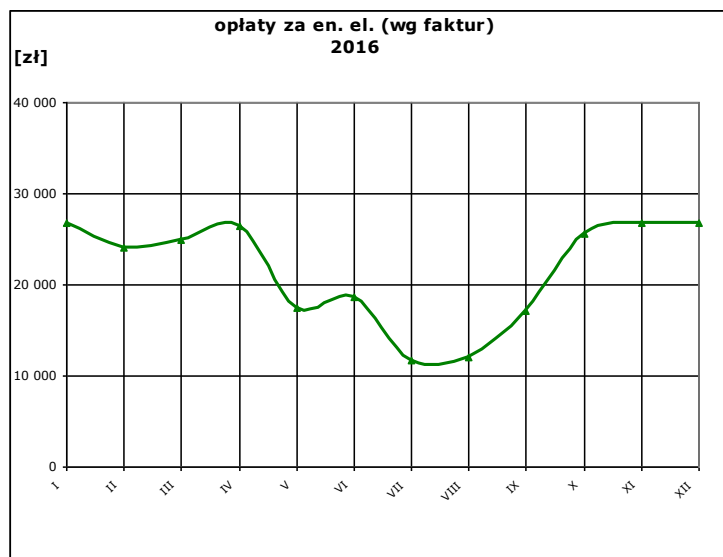
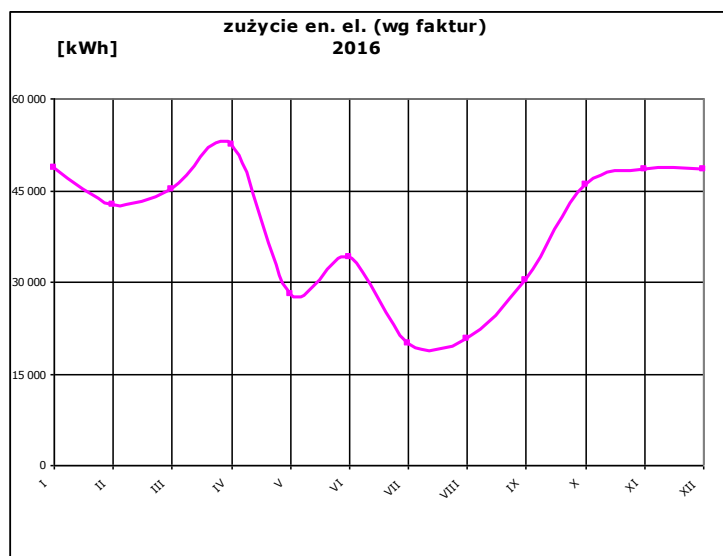
Zużycie i opłaty (brutto) za energię za energię elektryczną za okres 2016 r. przedstawiają się następująco:

<i>l.p.</i>	<i>miesiąc</i>	<i>zużycie</i>	<i>koszt</i>	<i>średnia</i>
		<i>kWh/m-c</i>	<i>zł/m-c</i>	<i>zł/kWh</i>
1	I	48 631,0	26 754,94	0,55
2	II	42 657,0	24 139,70	0,57
3	III	45 181,0	24 884,19	0,55
4	IV	52 379,0	26 456,34	0,51
5	V	27 940,0	17 505,22	0,63
6	VI	33 995,0	18 585,82	0,55
7	VII	19 810,0	11 694,11	0,59
8	VIII	20 559,0	12 063,54	0,59
9	IX	30 336,0	17 149,71	0,57
10	X	45 914,0	25 625,75	0,56
11	XI	48 425,0	26 833,82	0,55
12	XII	48 425,0	26 833,82	0,55
13	razem	464 252	258 526,96	0,56

Uwaga:

brak faktury za grudzień. We wszystkich analizach przyjęto dane z faktury listopadowej

Poniżej graficznie przedstawiono zużycie i koszty energii elektrycznej w roku 2016 r.



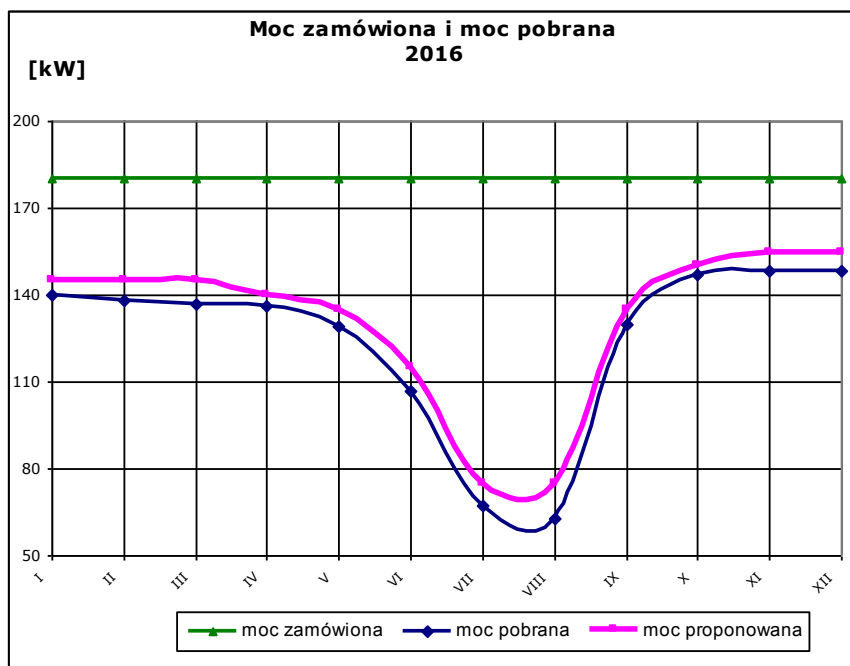
Dodatkowa analiza rozliczeń za energię elektryczną

W aneksie do umowy na świadczenie usług dystrybucyjnych z dnia 31.12.2013 r., nie wypełniony został załącznik dotyczący poziomu mocy zamówionej.

Podczas analizy faktur rozliczeniowych na usługi dystrybucyjne energii elektrycznej zwrócono uwagę na 2 aspekty:

MOC ZAMÓWIONA

Poniższy wykres przedstawia poziom mocy zamówionej, maksymalnej mocy pobranej przez przyłączy w roku 2016 oraz propozycję nowej mocy umownej na rok 2018.



miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
moc zam.	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
moc pobr.	140	138	137	136	129	107	67	63	130	147	148	148
moc prop.	145	145	145	140	135	115	75	75	135	150	155	155

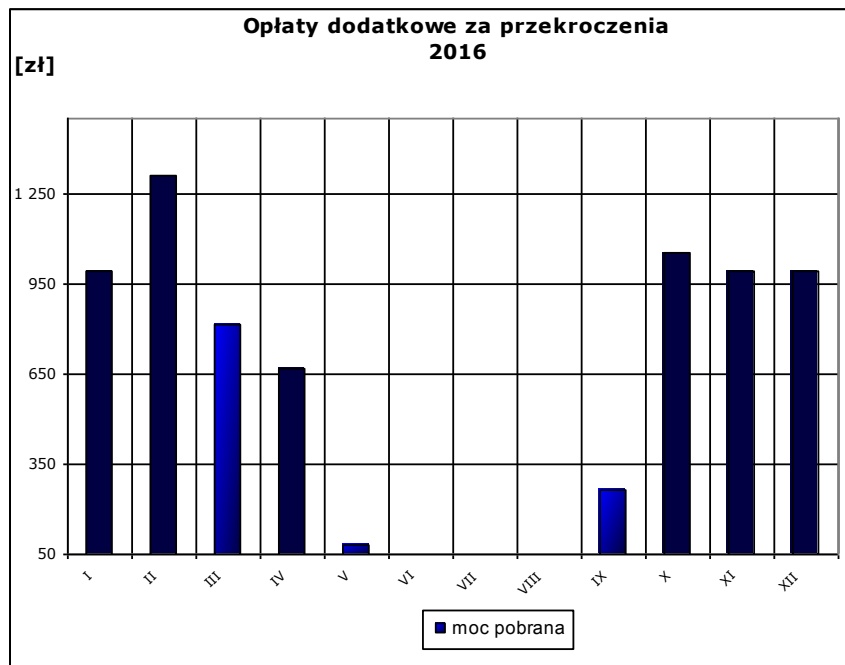
Złożenie wniosku o obniżenie mocy zamówionej, dokonuje się raz w roku do 30 września, z mocą obowiązywania od 1 stycznia następnego roku rozliczeniowego.

Oszczędności w opłatach stałych w przypadku złożenia wniosku, odniesione do wartości z tabeli, wynoszą 6 262,68 zł.

UWAGA: w przypadku przekroczenia mocy, naliczana jest opłata za przekroczenie mocy.

ENERGIA BIERNA

Na fakturach za rok 2016, w szczególności w miesiącach zimowych, występuje przekroczenie tzw. Współczynnika tg fi. Wysokość opłat (brutto) w poszczególnych miesiącach, znajdują się na poniższym wykresie.



Suma opłat dodatkowych w roku 2016 wyniosła 7 170,00 zł.

Przy głównym przyłączy energii elektrycznej, należy pilnie rozważyć montaż baterii kondensatorów, który powinien zostać poprzedzony analizą danych z licznika energii elektrycznej i dokonaniem pomiarów.

6.2. Zużycie i opłaty za ciepło

Podstawą do rozliczeń za zużycie ciepła jest umowa zawarta pomiędzy Uniwersytetem Śląskim w Katowicach, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice a Energetyka Cieszyńska Sp. z o.o., ul Mostowa 2, 43-400 Cieszyn. Szczegóły dotyczące umowy i przyłącza zawierają poniższe tabele:

<i>I.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>wartość</i>	<i>jednostka</i>
1	Umowa	-	-
2	z dnia	-	-
3	Taryfa	A11	-
4	Kod płatnika	200042-000	-
5	Punkt	-	-
6	Nr licznika	1665	-

Taryfa dla ciepła Energetyka Cieszyńska Sp. z o.o., ul Mostowa 2, 43-400 Cieszyn przedstawia się następująco:

<i>I.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>netto</i>	<i>brutto</i>	<i>jednostka</i>
1	Opłata stała za zamówioną moc cieplną	7 646,00	9 404,58	zł/MW/m-c
2	Opłata stała za usługi przesyłowe	3 097,30	3 809,68	zł/MW/m-c
3	Opłata za ciepło	26,33	32,39	zł/GJ
4	Opłata zmienna za usługi przesyłowe	12,09	14,87	zł/GJ

Zgodnie z zawartą umową moc zamówiona przez obiekt przedstawiają się następująco:

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>wartość</i>	<i>jednostka</i>
1	Moc zamówiona na potrzeby CO, CWU, WENT	0,300	MW
2	<i>Razem</i>	<i>0,300</i>	<i>MW</i>

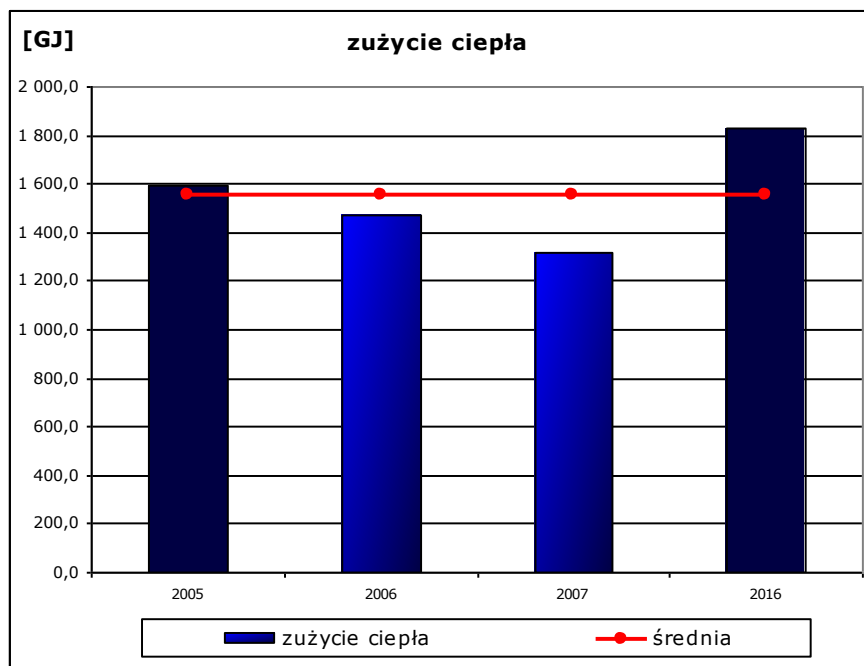
Zgodnie z grupą taryfową, stacja wymienników ciepła działająca na potrzeby centralnego ogrzewania jest własnością Uniwersytetu.

Poniżej przedstawiono zbiorcze zużycia oraz opłaty poniesione za ciepło w okresie od 2005 – 2007 (rozliczanie „z klucza”) i 2016 r. na podstawie odczytów z licznika.

<i>l.p.</i>	<i>rok</i>	<i>zużycie</i>	<i>opłata</i>	<i>średnia</i>
		<i>GJ</i>	<i>zł</i>	<i>zł/GJ</i>
1	2005	1 595,0	0,0	0,0
2	2006	1 471,0	0,0	0,0
3	2007	1 320,0	0,0	0,0
4	2016	1 827,3	133 930,42	73,29

Na zestawieniu można zaobserwować, że pomimo pełnego wykorzystania obiektu w latach 2005-2007, zużycie ciepła jest mniejsze od zużycia w roku 2016. W przypadku energii cieplnej, wielkością stosowaną do porównań, jest zużycie ciepła z roku 2016.

Poniżej graficznie przedstawiono zużycia i średnie zużycie ciepła w latach 2005-2007 i 2016

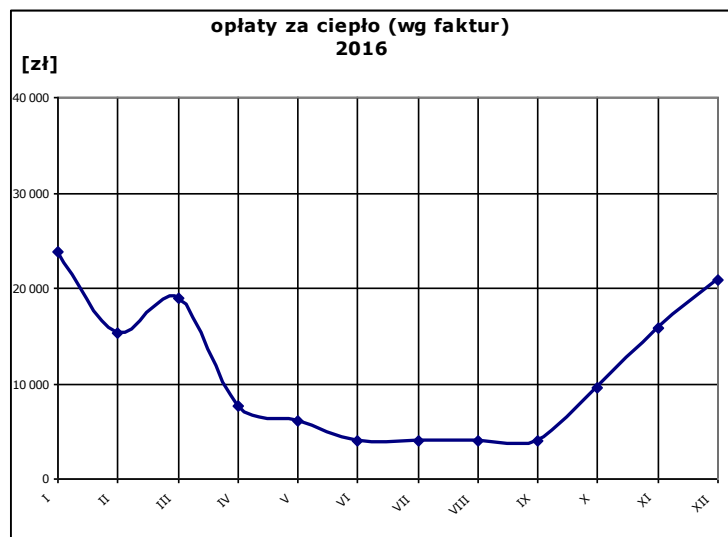
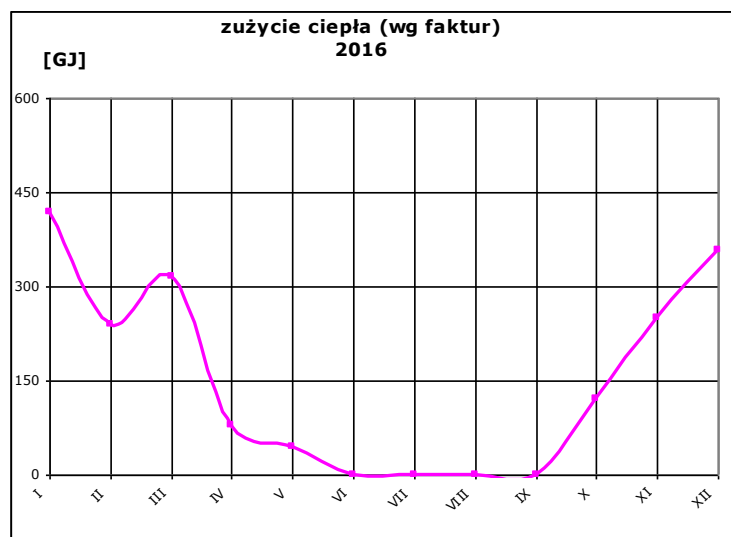


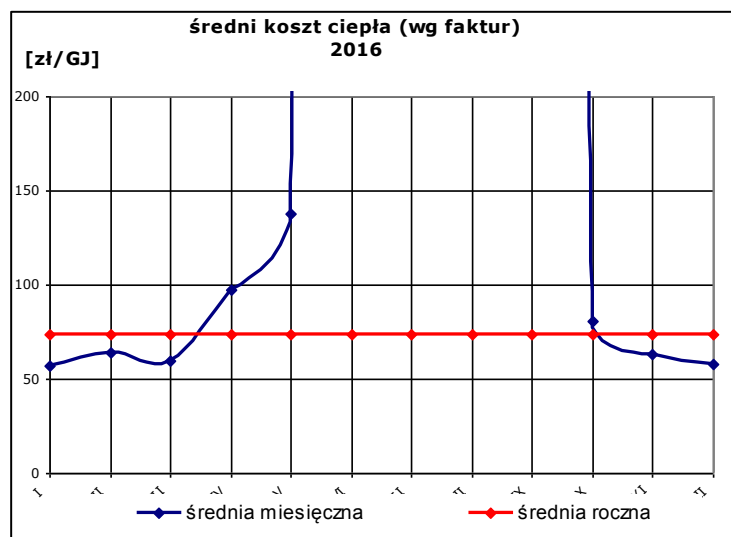
Obliczeniowe zużycie ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania wynosi 2 737,6 [GJ/a] i jest większe w stosunku do rzeczywistego o 33,3 %. Różnice zużycia ciepła rzeczywistego i obliczeniowego spowodowane są częściowym wyłączeniem obiektu, nie dotrzymaniem założonych strumieni powietrza wentylacyjnego oraz nie dotrzymaniem komfortu cieplnego w pomieszczeniach.

Zużycie i opłaty (brutto) za ciepło za okres 2016 r. przedstawiają się następująco:

l.p.	miesiąc	zużycie	koszt	średnia
		GJ/m-c	zł/m-c	zł/GJ
1	Styczeń	419,00	23 764,78	56,72
2	Luty	240,00	15 303,86	63,77
3	Marzec	316,00	18 897,35	59,80
4	Kwiecień	79,50	7 721,17	97,12
5	Maj	44,00	6 043,56	137,35
6	Czerwiec	0,00	3 964,27	-
7	Lipiec	0,00	3 964,27	-
8	Sierpień	0,00	3 964,27	-
9	Wrzesień	0,00	3 964,27	-
10	Październik	120,00	9 644,27	80,37
11	Listopad	249,80	15 768,96	63,13
12	Grudzień	359,00	20 929,39	58,30
13	razem	1 827,30	133 930,42	73,29

Poniżej graficznie przedstawiono zużycie i opłaty za ciepło poniesione w roku 2016 oraz średni koszt ciepła w roku 2016.





6.3. Zużycie i opłaty za wodę

Podstawą do rozliczeń za zużycie ciepła jest umowa zawarta pomiędzy Śląskim w Katowicach, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice a Wodociągami Ziemi Cieszyńskiej Sp. z o.o. ul. Myśliwska 10 oraz Zakładem Gospodarki Komunalnej w Cieszynie Sp. z o.o., ul. Słowicza 59, 43-300 Cieszyn. Szczegóły dotyczące przyłącza zawiera poniższa tabela.

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>wartość</i>
1	Nr licznika	14520292
2	Nr klienta - woda	900115
3	Nr klienta - ścieki	000115

Zatwierdzona taryfa dla wody i odprowadzenia ścieków przedstawiona została w tabeli poniżej:

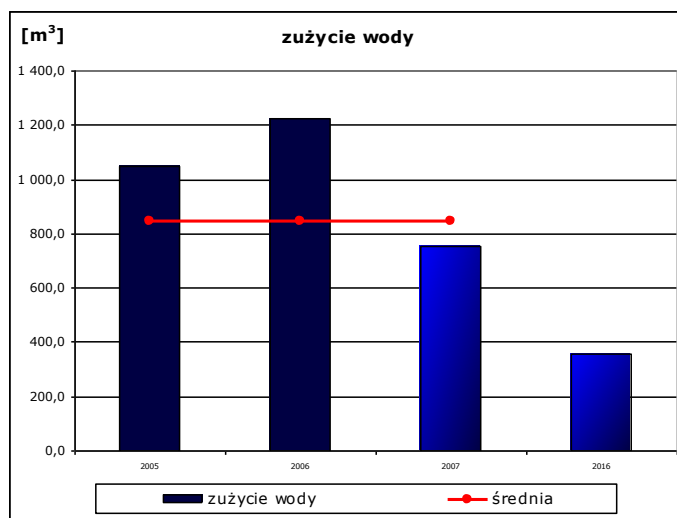
<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>netto</i>	<i>brutto</i>	<i>jednostka</i>
1	dostarczenie wody	4,85	5,24	zł/m ³
2	odprowadzenie ścieków	7,22	7,80	zł/m-c
3	abonament	13,38	14,45	zł/m-c

Poniżej przedstawiono zbiorcze zużycia oraz opłaty poniesione za wodę i odprowadzenie ścieków w okresie 2005-2007 i 2016 r. (na podstawie rozliczeń i faktur rozliczeniowych).

<i>l.p.</i>	<i>rok</i>	<i>zużycie</i>	<i>opłata</i>	<i>średnia</i>
		<i>m³</i>	<i>zł</i>	<i>zł/m³</i>
1	2005	1 050,0	-	-
2	2006	1 227,0	-	-
3	2007	754,0	-	-
4	2016	356,0	4 687,45	13,17

Z zestawienia widać wyraźnie spadek zużycia zimnej wody. Na potrzeby porównań, przyjęto średnie zużycie wody rocznie na poziomie 1 200 [m³].

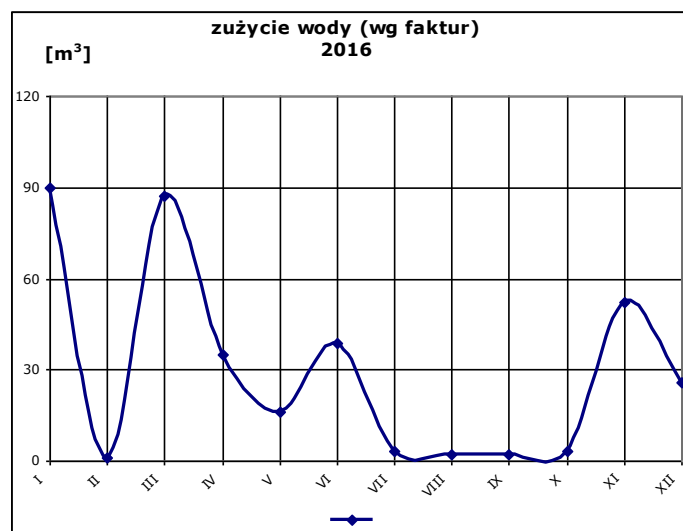
Poniżej graficznie przedstawiono zużycia i średnie zużycie wody w latach 2005-2007 i 2016.

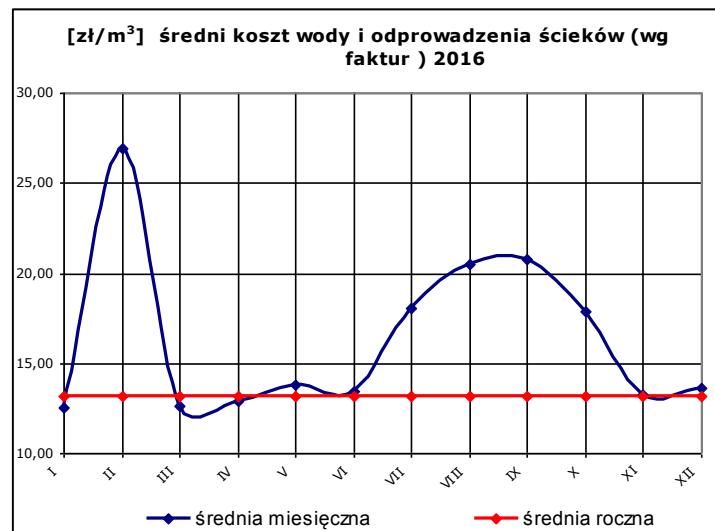
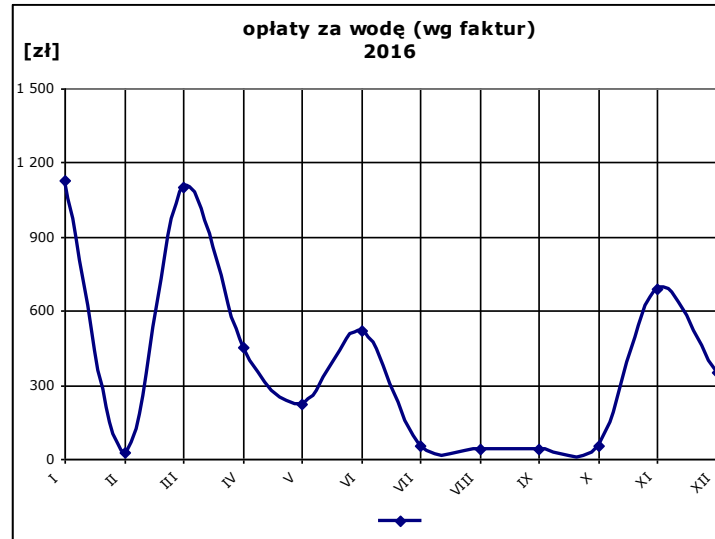


Zużycie i opłaty za wodę wraz z odprowadzeniem ścieków za okres 2016 r. przedstawiają się następująco:

l.p.	miesiąc	zużycie	koszt	Średnia
		m³/m-c	zł/m-c	zł/m³
1	Styczeń	90,0	1 131,00	12,57
2	Luty	1,0	26,91	26,91
3	Marzec	87,0	1 098,00	12,62
4	Kwiecień	35,0	451,15	12,89
5	Maj	16,0	221,31	13,83
6	Czerwiec	39,0	522,84	13,41
7	Lipiec	3,0	54,05	18,02
8	Sierpień	2,0	41,01	20,51
9	Wrzesień	2,0	41,48	20,74
10	Październik	3,0	53,56	17,85
11	Listopad	52,0	691,81	13,30
12	Grudzień	26,0	354,33	13,63
13	razem	356,0	4 687,45	13,17

Poniżej graficznie przedstawiono zużycie i opłaty za wodę wraz z odprowadzeniem ścieków poniesione w roku 2016.





6.4. Zużycie i opłaty za gaz

Poza zakresem opracowania.

7. OPIS I OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

Obiekt zlokalizowany jest w centralnej części Cieszyna przy ul. Paderewskiego 3. Budynek składa się z dwóch kondygnacji nadziemnych i jest połączony od strony wschodniej łącznikiem z pozostałymi budynkami uniwersyteckimi, wejście główne znajduje się od ul. Paderewskiego.

Konstrukcja obiektu żelbetowa z wypełnieniem z cegły ceramicznej pełnej, fundamenty betonowe. Dach nad częścią „wysoką” kryty papą termozgrzewalną o konstrukcji stalowej wypełnionej płytami dachowymi i wymiarach w osiach modularnych 30,0 m x 24,0 m. Konstrukcję dachu tworzą trzy dwuspadowe kratowe dźwigary stalowe typu W30-01, o rozpiętości 30,0 m oraz płatwie, wykonane z profili dwuteowych walcowanych INP 220. Rozstaw dźwigarów 6,0 m, spadki połączeń dachowych wynoszą 10 %. Dach nad częścią „niską” płyty korytkowe na ściankach ażurowych, kryty papą termozgrzewalną, spadki połączeń dachowych wynoszą 5 %. Stropy między kondygnacjami prefabrykowane z płyt stropowych kanałowych lub stropy typu Akerman. Stolarka okienna aluminiowa oraz PCV, drzwi zewnętrzne aluminiowe oraz stalowe.

W poniższej tabeli zestawiono opis istniejącego stanu technicznego oraz ustalone możliwości i sposoby jego poprawy.

L.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposoby poprawy
1	2	3
1	<p>Przegrody zewnętrzne</p> <p>Ściany zewnętrzne</p> <p>SZ_1 - ściany zewnętrzne o konstrukcji żelbetowej z wypełnieniem z cegły ceramicznej pełnej o grubości całkowitej 42 [cm]. Współczynnik przenikania ciepła $U=1,286 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.</p> <p>SZ_2 - ściany zewnętrzne o konstrukcji żelbetowej z wypełnieniem z cegły ceramicznej pełnej o grubości całkowitej 29 [cm]. Współczynnik przenikania ciepła $U=1,705 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.</p>	<p>Ocieplenie wełną mineralną</p> <p>Ocieplenie wełną mineralną</p>
2	<p>Przegrody wewnętrzne</p> <p>Przegrody wewnętrzne murowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości całkowitej od 29 do 42 [cm]. Współczynnik przenikania ciepła $U=1,153-1,478 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.</p>	<p>Bez zmian</p>
3	<p>Stropy</p> <p>Stropy między kondygnacjami</p> <p>STR_MK_1 - strop między kondygnacjami z płyt stropowych żelbetowych kanałowych o grubości całkowitej 30 [cm]. Współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 1,531 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.</p> <p>STR_MK_2 - strop między kondygnacjami z płyt stropowych żelbetowych kanałowych o grubości całkowitej 28 [cm]. Współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 2,083 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.</p> <p>STR_MK_3 - strop między kondygnacjami żelbetowy gęstożebrowy Akerman o grubości całkowitej 28 [cm]. Współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 1,786 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.</p> <p>STR_NP - strop nad przejściem z płyt stropowych żelbetowych kanałowych o grubości całkowitej 30 [cm]. Współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 2,108 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.</p> <p>Dachy</p> <p>DACH_1 - konstrukcji stalowej, wypełnionej płytami dachowymi, ocieplony przy pomocy warstwy płyt pilśniowych, kryty papą termozgrzewalną. Współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 0,548 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.</p>	<p>Bez zmian</p> <p>Bez zmian</p> <p>Bez zmian</p> <p>Ocieplenie wełną mineralną</p> <p>Ocieplenie pianką poliuretanową</p>

L.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposoby poprawy
1	2	3
	DACH_2 – strop z płyt stropowych żelbetonowych kanałowych, płyty korytkowe na ściankach ażurowych, kryty papą termozgrzewalną. Współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 0,602 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.	Ocieplenie pianką poliuretanową
4	Podłoga na gruncie PD_1 - podłogi betonowe na podkładce z chudego betonu ocieplone warstwą wełny mineralnej o grubości 6 [cm]. Współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 0,296 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dobry.	Bez zmian
5	Okna i drzwi Okna zewnętrzne OK_1 – okna PCV oraz aluminiowe, szklone podwójnie. Współczynnik przenikania ciepła określono na poziomie $U = 2,600 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dostateczny. Drzwi zewnętrzne DRZ_1 – drzwi stalowe oraz aluminiowe. Współczynnik przenikania ciepła określono na poziomie $U = 5,100 [W/m^2 \cdot K]$. Stan techniczny dostateczny.	Wymiana na okna o lepszym współczynniku przenikania ciepła Wymiana na drzwi o lepszym współczynniku przenikania ciepła
6	Wentylacja Wentylacja mechaniczna Wentylacja pomieszczeń realizowana jest w systemie wentylacji grawitacyjnej oraz mechanicznej za pomocą centrali nawiewno-wywiewnej VTS CLIMA, rok produkcji 2000 zasilanej z węzła ciepłowniczego znajdującego się na poziomie niskiego parteru. Stan techniczny systemu wentylacji ocenia się jako dostateczny. Centrala obsługuje wyłączoną z eksploatacji część budynku	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła, centrale wentylacyjne nawiewno-wywiewne. Wykonanie nowego rozdzielacza na potrzeby central wentylacyjnych.
7	System grzewczy Źródło ciepła - c.o. Źródłem ciepła na cele centralnego ogrzewania dla obiektu jest węzeł ciepłowniczny, o mocy około 110 kW znajdujący się na poziomie niskiego parteru, w pomieszczeniu wymiennikowni. Stan techniczny ocenia się jako dobry. Instalacja c.o. Instalacja c.o. wodna, stalowa, pompowa z rozdziałem dolnym, z odpowietrzeniem centralnym, przewody rozprowadzające biegną po ścianach obiektu. W obiekcie zamontowano grzejniki różnego typu: żeliwne członowe, stalowe płytowe i grzejniki typu Favier. Brak zaworów termostatycznych na wszystkich grzejnikach. Stan techniczny instalacji ocenia się jako dostateczny.	Źródło ciepła bez zmian. Wymiana instalacji centralnego ogrzewania, montaż grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory termostatyczne oraz zawory odcinające. Wykonanie nowego rozdzielacza na potrzeby ogrzewania, podział obiektu na obiegi grzewcze.
8	Instalacja ciepłej wody użytkowej Źródłem ciepła na cele ciepłej wody użytkowej dla obiektu jest węzeł ciepłowniczny, o mocy około 25 kW znajdujący się na poziomie niskiego parteru. Stan techniczny źródeł ciepła ocenia się jako dobry.	Bez zmian

Uwaga: opis budowy i obliczone współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych znajdują się w załączniku nr 2.

8. WYKAZ RODZAJU USPRAWNIENÍ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH ROZPATRYWANYCH W AUDYCIE

W poniższej tabeli przedstawiono wykaz usprawnień termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie energetycznym.

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne – dachy	Ocieplenie dachów przy użyciu pianki poliuretanowej
2	Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne – podłogi na gruncie	Nie dotyczy
3	Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przegrody wewnętrzne – stropy nad piwnicami nieogrzewanymi	Nie dotyczy
4	Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne – ściany zewnętrzne,	Ocieplenie ścian zewnętrznych przy użyciu wełny mineralnej.
5	Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przenikanie i przez nadmierną infiltrację	Wymiana okien i drzwi
6	Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przegrody wewnętrzne – ściany wewnętrzne	Nie dotyczy
7	Poprawa sprawności systemu wentylacji	Zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła
8	Poprawa sprawności systemu grzewczego	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami. Wykonanie nowego rozdzielacza na potrzeby ogrzewania oraz central wentylacyjnych, podział obiektu na obiegi grzewcze
9	Poprawa sprawności systemu c.w.u.	Nie dotyczy
10	Inne usprawnienia	Nie dotyczy

9. OKREŚLENIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

9.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło przez przenikanie i nadmierną infiltrację

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Wybór optymalnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących ocieplenia przegród zewnętrznych – stropodachy;
- Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego wymiany okien i drzwi;
- Wybór optymalnych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących ocieplenia przegród zewnętrznych – ściany zewnętrzne.

Dane do obliczeń

Przy obliczeniach optymalizacyjnych przyjęto następujące dane:

Dla wszystkich pomieszczeń w budynku:

Wielkość	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	Jednostka
S_d	3 616,7	3 616,7	dzień·K·a
t_{wo}	20,0	20,0	°C
t_{zo}	-20,0	-20,0	°C
Q_m	13 214,26	13 214,26	zł/(MW·mc)
Q_z	47,26	47,26	zł/GJ
A_b	0,00	0,00	zł/m·c*

Uwagi:

Dane do obliczeń na podstawie informacji udzielonych przez administrację obiektu, obliczeń własnych zawartych w rozdziale 6.

Koszty (brutto) stałe i zmienne dotyczą wszystkich usprawnień optymalizowanych w audycie.

Współczynniki przewodności cieplnej materiałów izolacyjnych przyjęto na podstawie bazy danych programu Purmo OZC 6.7 PRO.

Rzeczywisty średni koszt energii cieplnej:

<i>I.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>wartość</i>	<i>jednostka</i>
1	Średnie zużycie ciepła	1 827,3	GJ/a
2	Moc zamówiona na potrzeby c.o.	0,300	MW
3	Opłaty stałe	47 571,00	zł/a
4	Opłaty za ciepło	86 358,00	zł/a
5	Pozostałe opłaty	0,00	zł/a
6	Koszty energii cieplnej	133 929,00	zł/a
7	Średni koszt jedn. energii cieplnej	73,29	zł/a

Obliczeniowy średni koszt energii cieplnej w stanie istniejącym:

<i>I.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>wartość</i>	<i>jednostka</i>
1	Średnie zużycie ciepła	2 800,3	GJ/a
2	Moc zamówiona na potrzeby c.o.	0,3661	MW
3	Opłaty stałe	58 053,00	zł/a
4	Opłaty za ciepło	132 342,00	zł/a
5	Pozostałe opłaty	0,00	zł/a
6	Koszty energii cieplnej	190 395,00	zł/a
7	Średni koszt jedn. energii cieplnej	67,99	zł/a

Obliczeniowy średni koszt energii cieplnej w stanie docelowym:

<i>I.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>wartość</i>	<i>jednostka</i>
1	Średnie zużycie ciepła	548,0	GJ/a
2	Moc zamówiona na potrzeby c.o.	0,1705	MW
3	Opłaty stałe	27 036,00	zł/a
4	Opłaty za ciepło	25 898,00	zł/a
5	Pozostałe opłaty	0,00	zł/a
6	Koszty energii cieplnej	52 934,00	zł/a
7	Średni koszt jedn. energii cieplnej	96,59	zł/GJ

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne				Przedsięwzięcie 1		
				Przegroda zewnętrzna DACH_1 - ocieplenie		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu DACH_1 przy użyciu pianki poliuretanowej o grubości warstwy podanej w tabeli i współczynniku przewodności cieplnej $\lambda = 0,030$ [W/m K]. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 18 [cm]						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 20 [cm]						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji 22 [cm]						
Dane do obliczeń:						
Powierzchnia do obliczania strat		A =	743,50	[m ²]		
Powierzchnia do ocieplenia		A _{kosz} =	775,00	[m ²]		
Współczynnik przewodności cieplnej		$\lambda =$	0,030	[W/m K]		
Opór cieplny		R =	1,824	[m ² K/W]		
Współczynnik przenikania ciepła		U =	0,548	[W/m ² K]		
Opór cieplny - docelowy		R \geq	6,666	[m² K/W]		
I.p.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	m ² K/W		6,000	6,667	7,333
3	Opór cieplny, R	m ² K/W	1,824	7,824	8,491	9,157
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$ - netto	GJ/a	127,4	29,7	27,4	25,4
5	Q_{0U-b}, Q_{1U-b} - brutto	GJ/a	179,7	41,9	38,6	35,8
6	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-3} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	kW	16,3	3,8	3,5	3,2
7	Roczna oszczędność energii cieplnej $\Delta Q_{U-b} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b})$	GJ/a		137,8	141,1	143,9
8	Zmniejszenie mocy cieplnej $\Delta q_U = (q_{0U} - q_{1U})$	kW		12,5	12,8	13,1
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		8 495	8 698	8 878
10	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		120,43	124,43	132,43
11	Koszt przedsięwzięcia N_U	zł		93 333,25	96 433,25	102 633,25
12	SPBT = $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		10,99	11,09	11,56
13	U_0, U_1	W/m ² K	0,548	0,128	0,118	0,109
Podstawa przyjętych wartości N_U : cena ocieplenia na podstawie kalkulacji własnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ocieplenia (A_{koszt})						
Przy grubości ocieplenia 20 [cm] warstwą pianki poliuretanowej opór cieplny stropodachu spełnia założenia projektowe oraz założenia Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 96 433,25 zł			SPBT = 11,09	

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne				Przedsięwzięcie 1		
				Przegroda zewnętrzna DACH_2 - ocieplenie		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu DACH_2 przy użyciu pianki poliuretanowej o grubości warstwy podanej w tabeli i współczynniku przewodności cieplnej $\lambda = 0,030$ [W/m K]. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 18 [cm]						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 20 [cm]						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji 22 [cm]						
Dane do obliczeń:						
Powierzchnia do obliczania strat		A =	841,90	[m ²]		
Powierzchnia do ocieplenia		A _{kosz} =	877,00	[m ²]		
Współczynnik przewodności cieplnej		$\lambda =$	0,030	[W/m K]		
Opór cieplny		R =	1,660	[m ² K/W]		
Współczynnik przenikania ciepła		U =	0,602	[W/m ² K]		
Opór cieplny - docelowy		R \geq	6,666	[m² K/W]		
I.p.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	m ² K/W		6,000	6,667	7,333
3	Opór cieplny, R	m ² K/W	1,660	7,660	8,327	8,993
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$ - netto	GJ/a	158,5	34,3	31,6	29,3
5	Q_{0U-b}, Q_{1U-b} - brutto	GJ/a	223,6	48,4	44,6	41,3
6	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-3} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	kW	20,3	4,4	4,0	3,7
7	Roczna oszczędność energii cieplnej $\Delta Q_{U-b} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b})$	GJ/a		175,2	179,0	182,3
8	Zmniejszenie mocy cieplnej $\Delta q_U = (q_{0U} - q_{1U})$	kW		15,9	16,3	16,6
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		10 801	11 044	11 248
10	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		105,76	109,76	117,76
11	Koszt przedsięwzięcia N_U	zł		92 751,52	96 259,52	103 275,52
12	SPBT = $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		8,59	8,72	9,18
13	U_0, U_1	W/m ² K	0,602	0,131	0,120	0,111
Podstawa przyjętych wartości N_U : cena ocieplenia na podstawie kalkulacji własnych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ocieplenia (A_{koszt})						
Przy grubości ocieplenia 20 [cm] warstwą pianki poliuretanowej opór cieplny stropodachu spełnia założenia projektowe oraz założenia Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 96 259,52 zł			SPBT = 8,72	

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne				Przedsięwzięcie 1		
				Przegroda zewnętrzna STR_NP - ocieplenie		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu nad przejściem STR_NP przy użyciu płyt wełny mineralnej o grubościach podanych w tabeli i współczynniku przewodności cieplnej $\lambda = 0,034$ [W/m K]. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 16 [cm]						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 18 [cm]						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji 20 [cm]						
Dane do obliczeń:						
Powierzchnia do obliczania strat		A =	41,80	[m ²]		
Powierzchnia do ocieplenia		A _{kosz} =	43,00	[m ²]		
Współczynnik przewodności cieplnej izolacji termicznej		$\lambda =$	0,034	[W/m K]		
Opór cieplny		R =	0,514	[m ² K/W]		
Współczynnik przenikania ciepła		U =	1,944	[W/m ² K]		
Opór cieplny - docelowy		R ≥	5,000	[m²K/W]		
I.p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	m ² K/W		4,706	5,294	5,882
3	Opór cieplny, R	m ² K/W	0,514	5,220	5,808	6,396
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$ - netto	GJ/a	25,4	2,5	2,2	2,0
5	Q_{0U-b}, Q_{1U-b} - brutto	GJ/a	35,8	3,5	3,1	2,8
6	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-3} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	kW	3,3	0,3	0,3	0,3
7	Roczna oszczędność energii cieplnej $\Delta Q_{U-b} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b})$	GJ/a		32,3	32,7	33,0
8	Zmniejszenie mocy cieplnej $\Delta q_u = (q_{0U} - q_{1U})$	kW		3,0	3,0	3,0
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		2 002	2 021	2 035
10	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		1 426,23	1 430,23	1 436,23
11	Koszt przedsięwzięcia N_U	zł		61 327,89	61 499,89	61 757,89
12	SPBT = $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		30,63	30,43	30,35
13	U_0, U_1	W/m ² K	1,944	0,192	0,172	0,156
Podstawa przyjętych wartości N_U : cena ocieplenia na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ocieplenia (A_{koszt})						
Przy grubości ocieplenia 18 [cm] warstwą wełny mineralnej opór cieplny stropu nad wejściem spełnia założenia projektowe oraz natomiast nie spełnia założeń Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (przyjęcie jednolitego technicznie rozwiązania – analogia ściany).						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 61 499,89 zł			SPBT = 30,43	

Ocena opłacalności przedsięwzięcia zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie i nadmierną infiltrację					Przedsięwzięcie 2																																																			
					Wymiana stolarki otworowej DRZ_1, OK_1																																																			
Opis wariantu usprawnienia (pomieszczenia z wentylacją grawitacyjną)																																																								
Usprawnienie obejmuje wymianę okien oraz wymianę drzwi istniejących na szczelne okna z mikrouchyłem lub listwą nawiewną i drzwi o lepszym współczynniku przenikania ciepła.																																																								
Przy optymalizacji przyjęto następujące dane:																																																								
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>$A_{DRZ_1} =$</td> <td>49,00</td> <td>49,00</td> <td>49,00</td> <td>m^2</td> </tr> <tr> <td>$A_{OK_1} =$</td> <td>383,00</td> <td>383,00</td> <td>383,00</td> <td>m^2</td> </tr> <tr> <td>$V_{nom} =$</td> <td>5 568</td> <td>5 568</td> <td>5 568</td> <td>m^3/h</td> </tr> <tr> <td>$C_r =$</td> <td>1,100</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>$C_m =$</td> <td>1,200</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>$C_w =$</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>$U_{DRZ_1} =$</td> <td>5,100</td> <td>1,500</td> <td>1,300</td> <td>W/m^2K</td> </tr> <tr> <td>$U_{OK_1} =$</td> <td>2,600</td> <td>1,100</td> <td>0,900</td> <td>W/m^2K</td> </tr> <tr> <td>T_w</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>$^{\circ}C$</td> </tr> <tr> <td>T_z</td> <td>-20</td> <td>-20</td> <td>-20</td> <td>$^{\circ}C$</td> </tr> </tbody> </table>							$A_{DRZ_1} =$	49,00	49,00	49,00	m^2	$A_{OK_1} =$	383,00	383,00	383,00	m^2	$V_{nom} =$	5 568	5 568	5 568	m^3/h	$C_r =$	1,100	1,000	1,000	-	$C_m =$	1,200	1,000	1,000	-	$C_w =$	1,000	1,000	1,000	-	$U_{DRZ_1} =$	5,100	1,500	1,300	W/m^2K	$U_{OK_1} =$	2,600	1,100	0,900	W/m^2K	T_w	20	20	20	$^{\circ}C$	T_z	-20	-20	-20	$^{\circ}C$
$A_{DRZ_1} =$	49,00	49,00	49,00	m^2																																																				
$A_{OK_1} =$	383,00	383,00	383,00	m^2																																																				
$V_{nom} =$	5 568	5 568	5 568	m^3/h																																																				
$C_r =$	1,100	1,000	1,000	-																																																				
$C_m =$	1,200	1,000	1,000	-																																																				
$C_w =$	1,000	1,000	1,000	-																																																				
$U_{DRZ_1} =$	5,100	1,500	1,300	W/m^2K																																																				
$U_{OK_1} =$	2,600	1,100	0,900	W/m^2K																																																				
T_w	20	20	20	$^{\circ}C$																																																				
T_z	-20	-20	-20	$^{\circ}C$																																																				
L.p.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty																																																				
				1	2																																																			
1	Średni współczynnik przenikania ciepła U	W/m^2K	2,883	1,145	0,945																																																			
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,10	1,00	1,00																																																		
		C_m	-	1,20	1,00	1,00																																																		
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	389,2	154,6	127,6																																																			
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	651,3	592,1	592,1																																																			
5	$Q_{0OK}, Q_{1OK} = (3) + (4) - netto$	GJ/a	1 040,5	746,7	719,7																																																			
6	$Q_{0OK}, Q_{1OK} = (3) + (4)$	GJ/a	1 467,7	1 053,3	1 015,2																																																			
7	$10^{-3} \cdot A_{ok} \cdot (t_w - t_z) \cdot U$	kW	49,8	19,8	16,3																																																			
8	$3,4 \cdot 10^{-4} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_w - t_z)$	kW	90,9	75,7	75,7																																																			
9	$q_{0OK}, q_{1OK} = (6) + (7)$	kW	140,7	95,5	92,0																																																			
10	Roczna oszczędność energii cieplnej $\Delta Q_{OK-b} = (Q_{0OK-b} - Q_{1OK-b})$	GJ/a		414,4	452,5																																																			
11	Zmniejszenie mocy cieplnej $\Delta q_{OK} = (q_{0OK} - q_{1OK})$	kW		45,2	48,7																																																			
12	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rOK} = (Q_{0OK-b} - Q_{1OK-b}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0OK} - q_{1OK}) \cdot O_m$	zł/a		26 752	29 108																																																			
13	Koszt przedsięwzięcia N_{OK}	zł		945 500,00	1 008 314,08																																																			
14	$SPBT = N_{OK} / \Delta O_{rOK}$	lata		35,34	34,64																																																			

INWESTOR: Uniwersytet Śląski, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

OBIEKT: Aula Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn

Podstawa przyjętych wartości N_U : ceny na podstawie kalkulacji własnych. Nakłady inwestycyjne przedsięwzięcia przedstawia się następująco:

Wariant 1

l.p.	wyszczególnienie	ilość	koszt jednostkowy	nakłady inwestycyjne
		m ²	zł/m ²	zł
1	wymiana okien	383,00	2 200,00	842 600,00
2	wymiana drzwi	49,00	2 100,00	102 900,00
3			razem	945 500,00

Wariant 2

l.p.	wyszczególnienie	ilość	koszt jednostkowy	nakłady inwestycyjne
		m ²	zł/m ²	zł
1	wymiana okien	383,00	2 343,08	897 399,64
2	wymiana drzwi	49,00	2 263,56	110 914,44
3			razem	1 008 314,08

Wybrany wariant: 2

Koszt: 1 008 314,08 zł

SPBT= 34,64

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne				Przedsięwzięcie 3		
				Przegroda zewnętrzna SZ_1 - ocieplenie		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych SZ_1 przy użyciu płyt wełny mineralnej o grubościach podanych w tabeli i współczynniku przewodności cieplnej $\lambda = 0,034$ [W/m K]. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 16 [cm]						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 18 [cm]						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji 20 [cm]						
Dane do obliczeń:						
Powierzchnia do obliczania strat				A =	1 002,01	[m ²]
Powierzchnia do ocieplenia				A _{kosz} =	1 084,00	[m ²]
Współczynnik przewodności cieplnej izolacji termicznej				$\lambda =$	0,034	[W/m K]
Opór cieplny				R =	0,778	[m ² K/W]
Współczynnik przenikania ciepła				U =	1,286	[W/m ² K]
Opór cieplny - docelowy				R \geq	5,000	[m²K/W]
I.p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	m ² K/W		4,706	5,294	5,882
3	Opór cieplny, R	m ² K/W	0,778	5,484	6,072	6,660
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$ - netto	GJ/a	402,5	57,1	51,6	47,0
5	Q_{0U-b}, Q_{1U-b} - brutto	GJ/a	567,7	80,5	72,8	66,3
6	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-3} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	kW	51,5	7,3	6,6	6,0
7	Roczna oszczędność energii cieplnej $\Delta Q_{U-b} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b})$	GJ/a		487,2	494,9	501,4
8	Zmniejszenie mocy cieplnej $\Delta q_U = (q_{0U} - q_{1U})$	kW		44,2	44,9	45,5
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		30 034	30 509	30 911
10	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		1 172,63	1 178,63	1 194,63
11	Koszt przedsięwzięcia N_U	zł		1 271 130,92	1 277 634,92	1 294 978,92
12	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		42,32	41,88	41,89
13	U_0, U_1	W/m ² K	1,286	0,182	0,165	0,150
Podstawa przyjętych wartości N_U : cena ocieplenia na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ocieplenia (A_{koszt})						
Przy grubości ocieplenia 18 [cm] warstwą wełny mineralnej opór cieplny ścian zewnętrznych spełnia założenia projektowe oraz założenia Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 1 277 634,92 zł			SPBT = 41,88	

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne				Przedsięwzięcie 3		
				Przegroda zewnętrzna SZ_2 - ocieplenie		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych SZ_2 przy użyciu płyt wełny mineralnej o grubościach podanych w tabeli i współczynniku przewodności cieplnej $\lambda = 0,034$ [W/m K]. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 16 [cm]						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji 18 [cm]						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji 20 [cm]						
Dane do obliczeń:						
Powierzchnia do obliczania strat				A =	531,27	[m ²]
Powierzchnia do ocieplenia				A _{kosz} =	576,00	[m ²]
Współczynnik przewodności cieplnej izolacji termicznej				$\lambda =$	0,034	[W/m K]
Opór cieplny				R =	0,586	[m ² K/W]
Współczynnik przenikania ciepła				U =	1,705	[W/m ² K]
Opór cieplny - docelowy				R ≥	5,000	[m²K/W]
I.p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	m ² K/W		4,706	5,294	5,882
3	Opór cieplny, R	m ² K/W	0,586	5,292	5,880	6,468
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$ - netto	GJ/a	283,3	31,4	28,2	25,7
5	Q_{0U-b}, Q_{1U-b} - brutto	GJ/a	399,6	44,3	39,8	36,3
6	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-3} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	kW	36,3	4,0	3,6	3,3
7	Roczna oszczędność energii cieplnej $\Delta Q_{U-b} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b})$	GJ/a		355,3	359,8	363,3
8	Zmniejszenie mocy cieplnej $\Delta q_U = (q_{0U} - q_{1U})$	kW		32,3	32,7	33,0
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U-b} - Q_{1U-b}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		21 913	22 189	22 402
10	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		1 172,63	1 178,63	1 194,63
11	Koszt przedsięwzięcia N_U	zł		675 434,88	678 890,88	688 106,88
12	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		30,82	30,60	30,72
13	U_0, U_1	W/m ² K	1,705	0,189	0,170	0,155
Podstawa przyjętych wartości N_U : cena ocieplenia na podstawie kosztorysu inwestorskiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ocieplenia (A_{koszt})						
Przy grubości ocieplenia 18 [cm] warstwą wełny mineralnej opór cieplny ścian zewnętrznych spełnia założenia projektowe oraz założenia Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.						
Wybrany wariant: 2		Koszt: 678 890,88 zł			SPBT = 30,60	

W tabeli poniżej zestawiono wszystkie stropy podlegające ociepleniu wg przedsięwzięcia nr 1 wraz z nakładami inwestycyjnymi oraz obliczeniowymi oszczędnościami w wyniku realizacji ocieplenia.

L.p.	Wyszczególnienie ocieplanych stropów		Nakłady inwestycyjne	Oszczędności	SPBT
	Symbol	Opis	zł	zł/a	lata
1	DACH_1	Strop ciepło do góry	96 433,25	8 698,00	11,09
2	DACH_2	Strop ciepło do góry	96 259,52	11 044,00	8,72
3	STR_NP	Strop ciepło w dół	61 499,89	2 021,00	30,43
4	razem		254 192,66	21 763,00	11,68

W tabeli poniżej zestawiono wszystkie drzwi i okna do wymiany oraz zamurowania wg przedsięwzięcia nr 2 wraz z nakładami inwestycyjnymi oraz obliczeniowymi oszczędnościami w wyniku realizacji przedsięwzięcia.

L.p.	Wyszczególnienie wymienionej stolarki		Nakłady inwestycyjne	Oszczędności	SPBT
	Symbol	Opis	zł	zł/a	lata
1	-	Okna i drzwi	1 008 314,08	29 108,00	34,64
2	razem		1 008 314,08	29 108,00	34,64

W tabeli poniżej zestawiono wszystkie ściany zewnętrzne podlegające ociepleniu wg przedsięwzięcia nr 3 wraz z nakładami inwestycyjnymi oraz obliczeniowymi oszczędnościami w wyniku realizacji ocieplenia.

L.p.	Wyszczególnienie ocieplanych ścian zewnętrznych		Nakłady inwestycyjne	Oszczędności	SPBT
	Symbol	Opis	zł	zł/a	lata
1	SZ_1	Ściana zewnętrzna	1 277 634,92	30 509,00	41,88
2	SZ_2	Ściana zewnętrzna	678 890,88	22 189,00	30,60
3	razem		1 956 525,80	52 698,00	37,13

Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT:

L.p.	Rodzaje i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót	SPBT
		zł	lata
1	Ocieplenie stropodachów	254 192,66	11,68
2	Wentylacja mechaniczna	1 418 827,66	27,78
3	Wymiana okien i drzwi	1 008 314,08	34,64
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 956 525,80	37,13

9.2. Wskazanie optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

W niniejszym rozdziale rozpatruje się przedsięwzięcia modernizacyjne poprawiające sprawność oraz ograniczające zużycie ciepła systemu grzewczego.

Zasilanie obiektu w energię ciepłą

Źródło ciepła - c.o.

Źródłem ciepła na cele centralnego ogrzewania dla obiektu jest węzeł ciepłowniczy, o mocy około 110 kW (tabliczka znamionowa) znajdujący się na poziomie niskiego parteru, w pomieszczeniu wymiennikowni. Stan techniczny ocenia się jako dobry.

Instalacja c.o.

Instalacja c.o. wodna, stalowa, pompowa z rozdziałem dolnym, z odpowietrzeniem centralnym, przewody rozprowadzające bieżną po ścianach obiektu. W obiekcie zamontowano grzejniki różnego typu: żeliwne członowe, stalowe płytowe i grzejniki typu Favier. Brak zaworów termostatycznych na wszystkich grzejnikach. Stan techniczny instalacji ocenia się jako dostateczny i zły.

W stanie istniejącym współczynniki sprawności składowych systemu grzewczego określono na poziomie:

Sprawności składowe systemu grzewczego		Stan przed termomodernizacją
1	Sprawność wytwarzania – węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100 kW	0,990
2	Sprawność przesyłania – ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które znajdują się w pomieszczeniu ogrzewanym (stara izolacja, braki izolacji - kalkulacja własna)	0,930
3	Sprawność regulacji i wykorzystania - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	0,770
4	Sprawność akumulacji – bez zasobnika	1,000
5	Sprawność systemu grzewczego	0,70894
6	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,000
7	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie doby	1,000

Sprawność całkowita systemu grzewczego c.o. w stanie docelowym:

$$\eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e = \eta_{oco} = 0,70894$$

Z uwagi na rozwiązania techniczne oraz technologię wykonania instalacji centralnego ogrzewania w obiekcie stosowaną w połowie XX wieku, w opracowaniu proponuje się wykonanie prac modernizacyjnych wpływających na zmniejszenie zużycia energii, w tym przede wszystkim:

- montaż instalacji centralnego ogrzewania,
- zakup i montaż grzejników stalowych płytowych,
- zakup i montaż zaworów termostatycznych i odcinających,
- zakup i montaż zaworów równoważących,
- wykonanie nowego rozdzielacza z podziałem na obiegi grzewcze.

Zestawienie nakładów inwestycyjnych na przedsięwzięcia modernizacyjne poprawiające sprawność i ograniczające zużycie ciepła systemu grzewczego przedstawiają się następująco:

<i>I.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>brutto</i>
1	Zakup i montaż instalacji c.o.	334 833,81
2	<i>Razem</i>	<i>334 833,81</i>

Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność cieplną systemu grzewczego:

<i>Rodzaje ulepszeń termomodernizacyjnych instalacja c.o.</i>		<i>Wartość sprawności składowych oraz współczynników w</i>
1	Sprawność wytwarzania – węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej powyżej 100 kW	0,990
2	Sprawność przesyłania – ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które znajdują się w pomieszczeniu ogrzewanym	0,960
3	Sprawność regulacji i wykorzystania - Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P2K,	0,880
4	Sprawność akumulacji – bez zasobnika	1,000
5	Sprawność systemu grzewczego	0,83635
6	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,850
7	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie doby	0,950

Sprawność całkowita systemu grzewczego c.o. w stanie docelowym:

$$\eta_w \cdot \eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_e = \eta_{oco} = 0,83635$$

Zestawienie współczynników sprawności systemu grzewczego przed i po modernizacji wraz z określeniem opłacalności inwestycji przedstawia się następująco:

$$Q_{oco} = 1\ 002,9 \text{ [GJ/a]}$$

<i>L.p.</i>	<i>Wyszczególnienie</i>	<i>Wyszczególnienie</i>		
		<i>przed</i>	<i>po</i>	<i>jedn.</i>
1	Wytwarzanie ciepła $\eta_w =$	0,990	0,990	-
2	Przesyłanie ciepła $\eta_p =$	0,930	0,960	-
3	Regulacja systemu $\eta_r =$	0,770	0,880	-
4	Akumulacja $\eta_e =$	1,000	1,000	-
5	Sprawność całkowita systemu $\eta =$	0,70894	0,83635	-
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t =$	1,000	0,850	-
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d =$	1,000	0,950	-
8	Zapotrzebowanie na ciepło - brutto Q_{0co-br}, Q_{1co-b}	1 414,6	968,3	GJ/a
9	Koszt jednostkowy ciepła O_{0zr}, O_{1z}	47,26	47,26	zł/GJ
10	Opłaty abonamentowe / koszty stałe	0,00	0,00	zł/a
11	Roczna oszczędność energii cieplnej - c.o.		446,3	GJ/a
12	Roczna oszczędność energii cieplnej – wentylacja mechaniczna		938,6	GJ/a
13	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rco} = Q_{0co-b} * O_{0z} - Q_{1co-b} * O_{1z}$		21 092,00	zł/a
14	Koszt przedsięwzięcia $N_{co} =$		334 833,81	zł
15	SPBT		15,87	lata

9.3. Wskazanie optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

W niniejszym rozdziale rozpatruje się przedsięwzięcia modernizacyjne poprawiające sprawność oraz ograniczające zużycie ciepła systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Podgrzewanie ciepłej wody użytkowej

Źródłem ciepła na cele ciepłej wody użytkowej dla obiektu jest węzeł ciepłowniczy, o mocy około 20 kW znajdujący się na poziomie niskiego parteru. Stan techniczny źródeł ciepła ocenia się jako dobry.

Do obliczenia zużycia ciepła w stanie istniejącym i docelowym przyjęto następujące założenia dotyczące zużycia ciepłej wody użytkowej:

Zapotrzebowanie na wodę	powierzchnia m^2	dobowe zapotrzebowanie $dm^3/(m^2 \text{ doba})$	ilość dni <i>dni</i>	dobowe zapotrzebowanie m^3	współczynnik korekcyjny -	zapotrzebowanie roczne m^3
Budynek użyteczności publicznej	2674,3	0,8	365	2,139	0,55	429,50

Zestawienie współczynników sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej przedstawiają się następująco:

<i>l.p.</i>	wyszczególnienie - ciepła woda użytkowa	<i>przed</i>	<i>po</i>	<i>jedn.</i>
1	Średnia liczba użytkowników w ciągu doby $OS/dzień =$	250	250	osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika $V_{OS} =$	0,006075	0,006075	m^3/d
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie c.w.u. w budynku o temp. 55 °C - $V_d = OS * V_{OS} =$	1,51875	1,51875	m^3/d
4	Średnie godzinowe zapotrzebowanie c.w.u. o temp. 55 °C $V_{hsred} = V_{dsred} / 12 =$	0,190	0,190	m^3/h
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m^3 wody do temp. 55 °C $Q_{cwuj} = c_w * \rho * (t_c - t_{zw}) =$	0,188	0,188	GJ/m^3
6	Współczynnik nierównomierności poboru ciepłej wody $Nh =$	2,423	2,423	-
7	Max. moc cieplna $q_{cwu} = V_{hsred} * Q_{cwuj} * Nh * 277,8 =$	24,0	24,0	kW
8	Roczne zużycie c.w.u. - energia cieplna $V_{cwu-c} = V_{dsred} * 230 =$	402,5	402,5	m^3/a
9	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m^3 wody do temp. 55 °C $Q_{cwu} = c_w * \rho * (t_c - t_{zw}) =$	0,188	0,188	GJ/m^3
10	Roczne zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania c.w.u. - netto Q_{0cwu-n}, Q_{1cwu-n}	75,7	75,7	GJ/a
11	Sprawność wytwarzania $\eta_g =$	0,97	0,97	-
12	Sprawność cyrkulacji $\eta_d =$	0,70	0,70	-
13	Sprawność akumulacji $\eta_s =$	1,00	1,00	-
14	Sprawność systemu c.w.u. $\eta_{cwu} =$	0,679	0,679	-
15	Roczne zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania c.w.u. - brutto $Q_{0cwu-br}, Q_{1cwu-b}$	111,5	111,5	GJ/a
16	Koszt 1 GJ energii cieplnej $O_z =$	47,26	47,26	zł/GJ
17	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na potrzeby przygotowania c.w.u. $O_m =$	13 214,26	13 214,26	zł/MW
18	Moc zamówiona na potrzeby przygotowania c.w.u. q_{0zcwu}, q_{1zcwu}	24,0	24,0	kW
19	Roczna oszczędność energii cieplnej $\Delta Q_{cwu-b} = (Q_{0cwu-b} - Q_{1cwu-b})$		-	GJ/a
20	Zmniejszenie mocy cieplnej $\Delta q_{cwu} = (q_{0zcwu} - q_{1zcwu})$		-	kW
21	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rcwu} = (Q_{0cwu-b} - Q_{1cwu-b}) * O_z + 12 * (q_{0zcwu} - q_{1zcwu}) * O_m$		-	zł
22	Roczny koszt ogrzania ciepłej wody użytkowej - en. cieplna $K_{p-cwu} = Q_{cwu} * O_z + 12 * O_m * q_{0zcwu} * 10^{-3} + K_p$	9 075	9 075	zł/a
23	Koszt wody zimnej $K_{wz1} = V_{cwu} * Kw + 12 * Ab$	5 422	5 422	zł/a

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie - ciepła woda użytkowa</i>		<i>przed</i>	<i>po</i>	<i>jedn.</i>
24	Sumaryczny koszt roczny c.w.u. - energia cieplna	$K_{cwu} = K_{p-cwu} + K_{wz}$	14 497	14 497	zł/a
25	Średni koszt podgrzania 1 m ³ c.w.u. - energia cieplna	$K_{śrcwu-c} =$	22,55	22,55	zł/m ³

Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. przyjęte zostało na poziomie 33,5 % rocznego zużycia wody zimnej uśrednionego za okres 2006 r.

9.4. Wskazanie optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu wentylacji.

W niniejszym rozdziale rozpatruje się przedsięwzięcia modernizacyjne poprawiające sprawność oraz ograniczające zużycie ciepła systemu wentylacji.

Wentylacja pomieszczeń

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest w systemie wentylacji mechanicznej za pomocą centrali nawiewno-wywiewnej VTS CLIMA, rok produkcji 2000 zasilanej z węzła ciepłowniczego znajdującego się na poziomie niskiego parteru. Stan techniczny systemu wentylacji ocenia się jako dostateczny.

Inwestor przewiduje przedsięwzięcia poprawiające sprawność systemu wentylacji – wykonanie nowego rozdzielacza zasilającego oraz montaż central wentylacyjnych nawiewno-wywiewnych z odzyskiem ciepła.

Uwaga:

W programie Purmo OZC 6.7 Pro pomieszczenia z proponowaną wentylacją mechaniczną zostały wyłączone z bilansu wentylacji. Obliczenia dla stanu istniejącego zamieszczone zostały w poniższych tabelach.

Bilans powietrza wentylacyjnego w stanie istniejącym

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>kubatura</i>	<i>krotność</i>	<i>strumień</i>
	-	<i>m³</i>	<i>1/h</i>	<i>m³/h</i>
1	Kubatura budynku	12 715,0	1,57	19 942,0

Bilans powietrza wentylacyjnego w stanie docelowym:

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>kubatura</i>	<i>krotność</i>	<i>strumień</i>
	-	<i>m³</i>	<i>1/h</i>	<i>m³/h</i>
1	ZNW1 (aula)	-	-	10 500,0
2	ZNW2 (małą sala)	-	-	1 750,0
3	ZNW3 (parter 1)	-	-	2 630,0
4	ZNW4 (parter 2)	-	-	1 275,0
5	ZNW5 (pom. Techniczne parter)	-	-	640,0
6	ZNW6 (piętro)	-	-	4 280,0
7	RAZEM	-	-	21 075,0

Zestawienie nakładów inwestycyjnych na przedsięwzięcia modernizacyjne poprawiające sprawność i ograniczające zużycie ciepła systemu wentylacji mechanicznej przedstawiają się następująco:

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>brutto</i>
1	Zakup i montaż instalacji wentylacji	1 418 827,66
2	Razem	1 418 827,66

Zestawienie współczynników sprawności przed i po modernizacji wraz z określeniem opłacalności inwestycji na poszczególne elementy systemu wentylacji mechanicznej przedstawiają się następująco:

<i>I.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>przed</i>	<i>po</i>	<i>jedn.</i>
1	Maks. strumień świeżego powietrza wentylacyjnego $V_w =$	12 715	21 075	m ³ /h
2	Temperatura powietrza nawiewanego $t_{wo-w} =$	20,00	20,00	°C
3	Temperatura powietrza zewnętrznego $t_{zo} =$	-20	-20	°C
4	Założone standardowe zyski ciepła $q_j =$	5,00	3,0	W/m ³
5	Sprawność wymiennika odzyskowego	mocowa	70	%
6		cieplna	70	%
7	Zap. na moc z uwzgl. stand. zysków ciepła $q_w = V_w(0,34*(t_{wo}-t_{zo})-q_j)*10^{-3}$ [kW]	109,3	66,9	kW
8	Zap. na moc bez uwzgl. stand. zysków ciepła $q_w = 0,34*V_w*(t_{wo}-t_{zo})*10^{-3}$ [kW]	172,9	86,0	kW
9	Wykorzystanie godzinowe instalacji $T_d =$	16,0	10,0	h/dzień
10	Dzienny strumień powietrza wentylacyjnego $V_{w-d} = V_w*T_d =$	203 440	210 750	m ³ /dzień
11	Wykorzystanie wentylacji w ciągu roku $T_r =$	222	222	dni
12	Roczny strumień powietrza wentylacyjnego $V_{w-r} = V_{w-d}*T_r =$	45 163 680	46 786 500	m ³
13	Średnia temperatura powietrza zewnętrznego $t_{sr} =$	3,7	3,7	°C
14	Średnie zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie 1m ³ powietrza $Q_w = c_p*\rho*(t_{wo-w}-t_{sr})=1,02*1,2*(t_{wo-w}-t_{sr})$	20,0	20,0	kJ/m ³
15	Roczne zapotrzebowanie na ciepło dla podgrzania powietrza wentylacyjnego - netto Q_{0w-n}, Q_{1w-n}	903,3	280,7	GJ
16	Sprawność wytwarzania $\eta_w =$	0,99	0,99	-
17	Sprawność przesyłu $\eta_p =$	0,93	0,96	-
18	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_r =$	0,77	0,88	-
19	Sprawność akumulacji $\eta_e =$	1,00	1,00	-
20	Sprawność systemu wentylacji $\eta_{went} =$	0,70894	0,83635	-
21	Roczne zapotrzebowanie na ciepło dla podgrzania powietrza wentylacyjnego - brutto Q_{0w-br}, Q_{1w-b}	1 274,2	335,6	GJ
22	Koszt 1 GJ energii cieplnej $O_z =$	47,26	47,26	zł/GJ
23	Opłata za 1 MW mocy zamówionej $O_m =$	13 214,26	13 214,26	zł/MW
24	Moc obliczeniowa na potrzeby przygotowania wentylacji q_{0zw}, q_{1zw}	172,9	86,0	kW
25	Moc zamówiona na potrzeby przygotowania wentylacji	109,3	66,9	kW
26	Roczna oszczędność energii cieplnej		938,6	GJ/a
27	Zmniejszenie mocy cieplnej $\Delta q_{cwu} = (q_{0zw} - q_{1zw})$		42,4	kW
28	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rw} = (Q_{0w-b} - Q_{1w-b})*O_z + 12*(q_{0zw} - q_{1zw})*O_m$		51 082,00	zł
29	Koszt przedsięwzięcia N_w		1 418 827,66	zł
30	SPBT		27,78	lata

Uwaga: sprawności cząstkowe systemu wentylacji przyjęte jako sprawności systemu grzewczego przed i po modernizacji. Przy obliczaniu zapotrzebowania na ciepło, przyjęto obniżenia czasu pracy zgodnie z tabelą.

9.5. Wskazanie innych usprawnień w obiekcie

Zgodnie z ustaleniami z Inwestorem, na obecnym etapie nie analizuje się innych usprawnień wpływających na oszczędność energii cieplnej w obiekcie.

9.6. Możliwość wykorzystania odnawialnych źródeł energii

Zgodnie z życzeniem Inwestora, w ramach zadania inwestycyjnego planuje się montaż instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku (63 szt. o mocy 80 [Wp/szt.]). Źródłem energii elektrycznej (odnawialnej, słonecznej) będzie instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku mocy 5,04 [kWp] i łącznej powierzchni 46 [m²] - cienkowarstwowe panele fotowoltaiczne.

Nakłady inwestycyjne związane z montażem systemu wyszczególnione zostały w tabeli:

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>brutto</i>
1	Montaż instalacji fotowoltaicznej	78 289,50
2	Razem	78 289,50

Podstawowe obliczenia dotyczące opłacalności realizacji inwestycji zestawiono w poniższej tabeli.

<i>l.p.</i>	<i>wyszczególnienie</i>	<i>wartość</i>
1	Roczne oszczędności [zł/a]	3 953,00
2	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]	78 289,50
3	Prosty czas zwrotu (SPBT) [lata]	19,81

Więcej informacji na temat założeń obliczeniowych znajduje się w „Ankiecie technicznej – fotowoltaika”, będącej załącznikiem do opracowania.

Zgodnie z wytycznymi Inwestora, energia elektryczna wytworzona przez układ paneli fotowoltaicznych zużywana będzie w 100 % na potrzeby własne (oświetlenie, klimatyzacja itp.).

10. WSKAZANIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań Inwestorskich,
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

a) Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej, zestawionej zgodnie ze wzrostem SPBT, zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień:

- Dachy – ocieplenie stropodachów opisane w pkt. 9.1,
- Wentylacja – zastosowanie wentylacji mechanicznej w obiekcie opisane w pkt. 9.4,
- Okna – wymiana okien i drzwi opisana w pkt. 9.1,
- Ściany zewnętrzne – ocieplenie ścian zewnętrznych opisane w pkt. 9.1,
- System grzewczy – modernizacja systemu grzewczego obiektu opisana w pkt. 9.2.

Przyjęte warianty usprawnień

Zakres	Nr wariantu				
	1	2	3	4	5
Stropodachy	X	X	X	X	X
Wentylacja	X	X	X	X	
Okna	X	X	X		
Ściany zewnętrzne	X	X			
System grzewczy	X				

b) Wymagania Inwestora

Wymagania inwestora spełnia wariant I polegający na:

- ociepleniu stropodachów,
- zastosowaniu wentylacji mechanicznej,
- wymianie okien i drzwi,
- ociepleniu ścian zewnętrznych,
- modernizacji systemu grzewczego.

INWESTOR: Uniwersytet Śląski, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

OBIEKT: Aula Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn

c) Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wskazanie optymalnego wariantu

$$Q_{0-b} = W_{d0} * W_{t0} * Q_{0CO} / \eta_{0CO} + Q_{0W} / \eta_{0W} + Q_{0CWU} / \eta_{0CWU}$$

$$Q_{1-b} = W_{d1} * W_{t1} * Q_{1CO} / \eta_{1CO} + Q_{1W} / \eta_{1W} + Q_{1CWU} / \eta_{1CWU}$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0W} + q_{0CWU}$$

$$q_1 = q_{1CO} + q_{1W} + q_{1CWU}$$

$$O_{0r} = Q_{0CO-b} * Q_{z-CO} + 12 * Ab_0 + O_{0W} + O_{0CWU}$$

$$O_{1r} = Q_{1CO-b} * Q_{z-CO} + 12 * Ab_1 + O_{1W} + O_{1CWU}$$

$$\Delta O_r = O_{1r} - O_{0r}$$

Nr. war.	Q_{0CO}	q_{0CO}	Q_{0CO-b}	Q_{0CWU}	q_{0CWU}	Q_{0CWU-b}	Q_{0W}	q_{0W}	Q_{0W-b}	Q_0	q_0	O_{0-b}	ΔO_r	N	SPBT
	Q_{1CO}	q_{1CO}	Q_{1CO-b}	Q_{1CWU}	q_{1CWU}	Q_{1CWU-b}	Q_{1W}	q_{1W}	Q_{1W-b}	Q_1	q_1	O_{1-b}			
	GJ/a	kW	GJ/a	GJ/a	kW	GJ/a	GJ/a	kW	GJ/a	GJ/a	kW	zł/a			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
stan istn.	1 002,9	232,8	1 414,6	75,7	24,0	111,5	903,3	109,3	1 274,2	2 800,3	366,1	190 395,0	-	-	-
1	104,5	79,6	100,9	75,7	24,0	111,5	280,7	66,9	335,6	548,0	170,5	52 934,0	137 461,00	4 972 694,01	36,18
2	104,5	79,6	147,4	75,7	24,0	111,5	280,7	66,9	335,6	594,5	170,5	55 132,0	135 263,00	4 637 860,20	34,29
3	687,2	175,4	969,3	75,7	24,0	111,5	280,7	66,9	335,6	1 416,4	266,3	109 166,0	81 229,00	2 681 334,40	33,01
4	679,5	210,6	1 028,6	75,7	24,0	111,5	280,7	66,9	335,6	1 475,7	301,5	117 550,0	72 845,00	1 673 020,32	22,97
5	679,5	210,6	1 028,6	75,7	24,0	111,5	903,3	109,3	1 274,2	2 414,3	343,9	168 632,0	21 763,00	254 192,66	11,68

Jako optymalny do realizacji wybrano wariant I

INWESTOR: Uniwersytet Śląski, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

OBIEKT: Aula Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn

d) Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [[$Q_0 - Q_1$]/ Q_0]*100% %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%]		20 % kredytu zł	16 % kosztów całkowitych zł	dwukrotna roczna oszczędność kosztów energii zł
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	I	4 972 694,01	137 461,00	80,4%	0,00	0%	994 538,80	795 631,04	274 922,00
					4 972 694,01	100%			
2	II	4 637 860,20	135 263,00	78,8%	0,00	0%	927 572,04	742 057,63	270 526,00
					4 637 860,20	100%			
3	III	2 681 334,40	81 229,00	49,4%	0,00	0%	536 266,88	429 013,50	162 458,00
					2 681 334,40	100%			
4	IV	1 673 020,32	72 845,00	47,3%	0,00	0%	334 604,06	267 683,25	145 690,00
					1 673 020,32	100%			
5	VI	254 192,66	21 763,00	13,8%	0,00	0%	50 838,53	40 670,83	43 526,00
					254 192,66	100%			

Uwaga:

Dla każdego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego maksymalna premia termomodernizacyjna jest wartością minimum z kolumn 7, 8, 9.

11. MONTAŻ FINANSOWY

W rozdziale przeprowadzono analizę finansową projektu dla dwóch wariantów:

1. Inwestycja będzie realizowana wyłącznie ze środków własnych Inwestora.
2. Inwestycja będzie współfinansowana z RPO WSL 2014-2020

Założenia do analizy finansowej projektu przedstawiają się następująco:

1. Projekt dotyczy termomodernizacji budynku auli Uniwersytetu Śląskiego, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn.
2. Zakres projektu obejmuje: ocieplenie ścian zewnętrznych i stropodachu, wymianie okien i drzwi oraz modernizacji systemu grzewczego i wentylacyjnego (bez instalacji PV).
3. Analiza finansowa prowadzona będzie w cenach stałych; poziom cen dla roku 2016.
4. Horyzont czasowy analizy wyniesie maksymalnie 25 lat licząc od zakończenia realizacji przedsięwzięcia.
5. Dofinansowanie z RPO WSL 2014-2020 – 85 % dotacji do kosztów kwalifikowanych.
6. Efektywność finansowa projektu zostanie oceniona na podstawie wskaźników wartości bieżącej netto (NPV) i wewnętrznej stopy zwrotu (IRR) obliczonych oddzielnie dla samego projektu, jak i dla zainwestowanego kapitału własnego.
7. Dla wyznaczenia wskaźników NPV przyjęto stopę dyskonta równą 3,0 %.
8. Na potrzeby analizy przyjęto średni wzrost cen energii cieplnej w ciągu roku na poziomie 3,0 %.
9. Ocenie poddana zostanie trwałość finansowa projektu – zdolność do pokrycia wszelkich wydatków projektu z wpływów (także oszczędności) z nim związanych.
10. Całość analizy przeprowadzona będzie tylko i wyłącznie dla badanego projektu.
11. Wyniki obliczeń przedstawiono w załączonych tabelach.

Dane wejściowe do analizy

L.p.	Wyszczególnienie	Jm.	Dane
1.	Inwestycja prowadzona będzie w roku	-	2018
2.	Nakłady inwestycyjne	zł	4 972 694,01
3.	Oszczędności	zł/a	137 461,00
4.	Maksymalna pożyczka (80%)	zł	0,00
5.	Możliwe umorzenie	%	0,0
6.	Pożyczka do spłaty	zł	0,00
7.	Oprocentowanie pożyczki	%	0,0
8.	Karencja w spłacie rat kapitałowych	lata	0
9.	Okres spłaty (wraz z karencją)	lata	0
10.	System spłaty rat	-	-
11.	Poziom dotacji	%	85,0
12.	Kwota dotacji	zł	4 226 789,91
13.	Stopa dyskonta	%	3,0
14.	Roczny wzrost cen energii	%	3,0

Wariant 1

Uproszczony rachunek przepływów pieniężnych

L.p.	Wyszczególnienie	0	1	2	3	4
		2018	2019	2020	2021	2022
1	oszczędności		137 461,00	141 584,83	145 832,37	150 207,34
2	nakłady inwestycyjne	-4 972 694,01				
3	przepływy	-4 972 694,01	137 461,00	141 584,83	145 832,37	150 207,34
4	przepływy skumulowane	-4 972 694,01	-4 835 233,01	-4 693 648,18	-4 547 815,81	-4 397 608,47

L.p.	5	6	7	8	9	10	11
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
1	154 713,56	159 354,97	164 135,62	169 059,69	174 131,48	179 355,42	184 736,08
2							
3	154 713,56	159 354,97	164 135,62	169 059,69	174 131,48	179 355,42	184 736,08
4	-4 242 894,91	-4 083 539,94	-3 919 404,32	-3 750 344,63	-3 576 213,15	-3 396 857,73	-3 212 121,65

L.p.	12	13	14	15	16	17	18
	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1	190 278,16	195 986,50	201 866,10	207 922,08	214 159,74	220 584,53	227 202,07
2							
3	190 278,16	195 986,50	201 866,10	207 922,08	214 159,74	220 584,53	227 202,07
4	-3 021 843,49	-2 825 856,99	-2 623 990,89	-2 416 068,81	-2 201 909,07	-1 981 324,54	-1 754 122,47

L.p.	19	20	21	22	23	24	25
	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
1	234 018,13	241 038,67	248 269,83	255 717,92	263 389,46	271 291,14	279 429,87
2							
3	234 018,13	241 038,67	248 269,83	255 717,92	263 389,46	271 291,14	279 429,87
4	-1 520 104,34	-1 279 065,67	-1 030 795,84	-775 077,92	-511 688,46	-240 397,32	39 032,55

Wskaźniki efektywności finansowej dla wariantu 1

Wyszczególnienie	okres analizy (lata)	wartość
NPV/K ₂₅	25	-1 636 262,19 zł
IRR/K ₂₅	25	0,05%
NPV/K ₂₀	20	-2 303 548,52 zł
IRR/K ₂₀	20	-
NPV/K ₁₅	15	-2 970 834,86 zł
IRR/K ₁₅	15	-

Wariant 2

L.p.	Wyszczególnienie	0	1	2	3	4
		2018	2019	2020	2021	2022
	Dotacja	4 226 789,91				
1	Oszczędności		137 461,00	141 584,83	145 832,37	150 207,34
2	nakłady inwestycyjne	-4 972 694,01				
3	raty kapitałowe (pożyczki po umorzeniu)		0,00	0,00	0,00	0,00
4	odsetki		0,00	0,00	0,00	0,00
5	przepływy	-745 904,10	137 461,00	141 584,83	145 832,37	150 207,34
6	<i>przepływy skumulowane</i>	<i>-745 904,10</i>	<i>-608 443,10</i>	<i>-466 858,27</i>	<i>-321 025,90</i>	<i>-170 818,56</i>

L.p.	5	6	7	8	9	10	11
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
1	154 713,56	159 354,97	164 135,62	169 059,69	174 131,48	179 355,42	184 736,08
2							
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	154 713,56	159 354,97	164 135,62	169 059,69	174 131,48	179 355,42	184 736,08
6	<i>-16 105,00</i>	<i>143 249,97</i>	<i>307 385,59</i>	<i>476 445,28</i>	<i>650 576,76</i>	<i>829 932,18</i>	<i>1 014 668,26</i>

L.p.	12	13	14	15	16	17	18
	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1	190 278,16	195 986,50	201 866,10	207 922,08	214 159,74	220 584,53	227 202,07
2							
3	0,00						
4	0,00						
5	190 278,16	195 986,50	201 866,10	207 922,08	214 159,74	220 584,53	227 202,07
6	<i>1 204 946,42</i>	<i>1 400 932,92</i>	<i>1 602 799,02</i>	<i>1 810 721,10</i>	<i>2 024 880,84</i>	<i>2 245 465,37</i>	<i>2 472 667,44</i>

Lp.	19	20	21	22	23	24	25
	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
1	234 018,13	241 038,67	248 269,83	255 717,92	263 389,46	271 291,14	279 429,87
2							
3							
4							
5	234 018,13	241 038,67	248 269,83	255 717,92	263 389,46	271 291,14	279 429,87
6	<i>2 706 685,57</i>	<i>2 947 724,24</i>	<i>3 195 994,07</i>	<i>3 451 711,99</i>	<i>3 715 101,45</i>	<i>3 986 392,59</i>	<i>4 265 822,46</i>

Wskaźniki efektywności finansowej dla wariantu 2

Wyszczególnienie	okres analizy (lata)	wartość
NPV/K₂₅	25	2 590 527,72 zł
IRR/K₂₅	25	21,11%
NPV/K₂₀	20	1 923 241,39 zł
IRR/K₂₀	20	20,65%
NPV/K₁₅	15	1 255 955,05 zł
IRR/K₁₅	15	19,43%

Koszty przyjęte na potrzeby poszczególnych przedsięwzięć zwiększających efektywność energetyczną budynku.

Zestawienie tabeli elementów scalonych:

L.p.	Nazwa			
		ilość [m ² , szt.]	netto	brutto
1	ROBOTY BUDOWLANE		2 617 100,40	3 219 033,51
1.1.	DACH_1	775,00	78 400,00	96 432,00
1.2.	DACH_2	877,00	78 260,00	96 259,80
1.3.	DRZ_1	49,00	90 174,37	110 914,48
1.4.	OK_1	383,00	729 592,66	897 398,97
1.5.	STR_NP	43,00	50 000,00	61 500,00
1.6.	SZ_1	1 084,00	822 451,50	1 011 615,35
1.7.	SZ_2	576,00	442 852,50	544 708,58
1.8.	Ściany zewnętrzne fundament	342,00	245 125,94	301 504,91
1.9.	Rusztowania	1 817,00	41 227,73	50 710,11
1.8.	Instalacja odgromowa	1,00	39 015,70	47 989,31
2	INSTALACJA WENTYLACJI		1 153 518,42	1 418 827,66
2.1	Zakup i montaż instalacji	1,00	1 143 518,42	1 406 527,66
2.2.	Instalacja wentylacji - roboty elektryczne	1,00	10 000,00	12 300,00
3	INSTALACJA C.O.		272 222,61	334 833,81
3.1	Zakup i montaż instalacji	1,00	272 222,61	334 833,81
4	INSTALACJA PV		63 650,00	78 289,50
4.1	Zakup i montaż instalacji	46,00	63 650,00	78 289,50
5	ROBOTY NIEKWALIFIKOWANE		6 703 047,90	8 244 748,93
5.1	Inne roboty budowlane	1,00	4 000 421,16	4 920 518,00
5.2	Instalacja elektryczna silnoprądowa	1,00	1 048 422,53	1 289 560,00
5.3	Instalacja elektryczna słaboprądowa	1,00	752 150,40	925 145,00
5.4	Instalacja wody zimnej i c.w.u.	1,00	234 305,55	288 196,00
5.5	Instalacja wody hydrantowej	1,00	56 068,16	68 964,00
5.6	Kanalizacja sanitarna	1,00	34 403,46	42 316,00
5.7	Kanalizacja deszczowa	1,00	234 635,04	288 601,00
5.8	Klimatyzacja	1,00	203 053,60	249 755,93
5.9	Pozostałe roboty niekwalifikowane	1,00	139 588,00	171 693,00
6	Razem - koszty kwalifikowane	1,00	4 106 491,43	5 050 984,48
7	Razem - koszty niekwalifikowane	1,00	6 703 047,90	8 244 748,93
8	OGÓLEM	1,00	10 809 539,33	13 295 733,41

12. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

W ramach wskazanego wariantu 1 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Sposób realizacji	Jednostka	Kwota
			kpl. / m ²	zł
1	Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne – stropy	Ocieplenie dachu DACH_1 pianką poliuretanową o grubości 20 [cm] ($\lambda=0,030$ [W/mK])	775,0	254 192,66
		Ocieplenie dachu DACH_2 pianką poliuretanową o grubości 20 [cm] ($\lambda=0,030$ [W/mK])	877,0	
		Ocieplenie stropu STR_NP wełną mineralną o grubości 18 [cm] ($\lambda=0,034$ [W/mK])	43,0	
2	Usprawnienie wentylacji	Zastosowanie kompletnego systemu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej (sześć central wentylacyjnych) $V_w = 21\,075,0$ m ³ /h	6	1 418 827,66
3	Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne – okna	Wymiana okien zewnętrznych na okna o współczynniku przenikania ciepła 0,900 [W/m ² K]	383,0	1 008 314,08
		Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi o współczynniku przenikania ciepła 1,300 [W/m ² K]	49,0	
4	Zmniejszenie strat przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne – ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych SZ_1 przy użyciu wełny mineralne o grubości 18 [cm] ($\lambda=0,034$ [W/mK])	1 084,0	1 956 525,80
		Ocieplenie ścian zewnętrznych SZ_2 przy użyciu wełny mineralne o grubości 18 [cm] ($\lambda=0,034$ [W/mK])	576,0	
5	Poprawa sprawności systemu grzewczego	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami. Wykonanie nowego rozdzielacza na potrzeby ogrzewania, podział obiektu na obiegi grzewcze.	1	334 833,81
6	Optimalny wariant usprawnienia		razem	4 972 694,01

Dodatkowo, w ramach zwiększenia efektywności energetycznej zrealizowane zostanie przedsięwzięcie polegające na montażu paneli fotowoltaicznych:

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Sposób realizacji	Jednostka	Kwota
			m ²	zł
1	Montaż instalacji fotowoltaicznej	Montaż instalacji fotowoltaicznej na o mocy 80 [Wp]	46	78 289,50
2	Optimalny wariant usprawnienia		razem	78 289,50

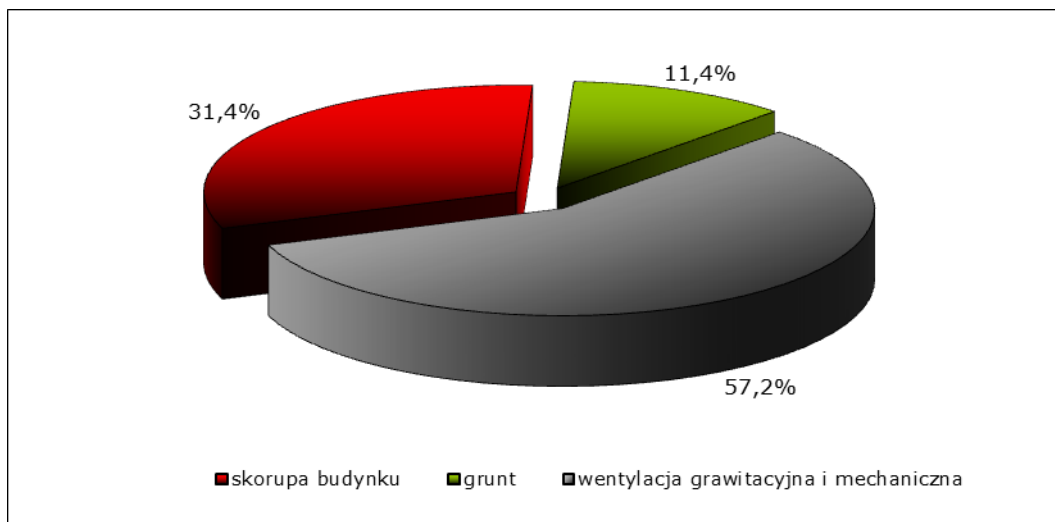
13. WNIOSKI

1. W stanie obecnym obliczeniową efektywność energetyczną na ogrzewanie budynku można ocenić jako złą z uwagi na obliczeniowe jednostkowe zużycie ciepła na ogrzewanie budynku które wynosi 279,3 [kWh/m² rok] (brutto). Wskaźnik ten nie spełnia obecnych wymogów energochłonności budynków.
2. Główne przyczyny znacznego zużycia ciepła na ogrzewanie pomieszczeń to: zbyt mała izolacyjność termiczna stropodachów, okien i drzwi, ścian zewnętrznych oraz stosowanie wentylacji mechanicznej bez odzysku ciepła.
3. Na podstawie obliczeń z audytu energetycznego proponuje się realizację wariantu termomodernizacyjnego nr 1, który obejmuje:

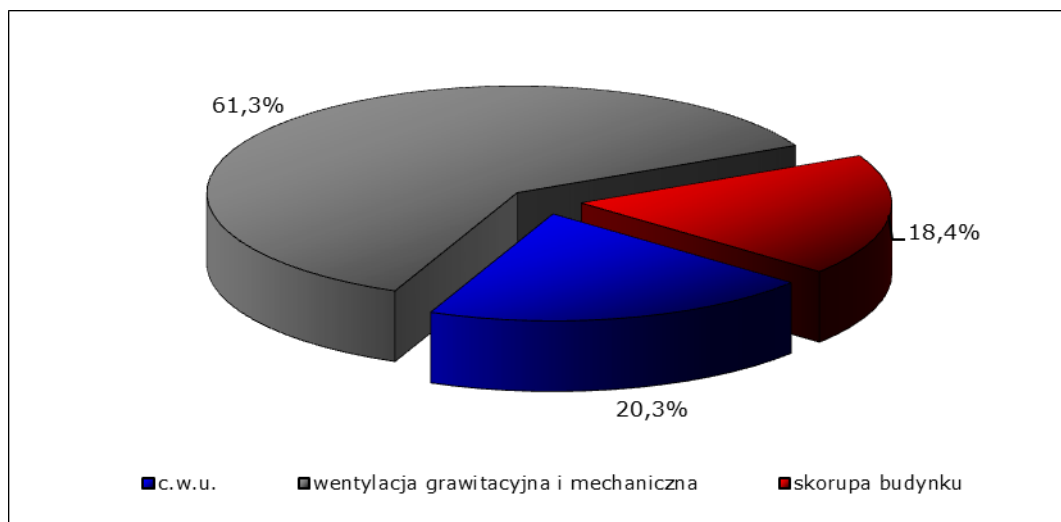
L.p.	Wyszczególnienie	Nakłady inwestycyjne	Oszczędności	SPBT
		zł	zł/a	lata
1	Ocieplenie stropodachów	254 192,66	21 763,00	11,68
2	Wentylacja mechaniczna	1 418 827,66	51 082,00	27,78
3	Wymiana okien i drzwi	1 008 314,08	29 108,00	34,64
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 956 525,80	52 698,00	37,13
5	Modernizacja systemu grzewczego	334 833,81	21 092,00	15,87
6	razem	4 972 694,01	137 461,00	36,18

Uwaga: suma oszczędności i SPBT dla wszystkich usprawnień obliczony został w pkt 10 audytu

4. Po realizacji przyjętego wariantu termomodernizacji roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania pomieszczeń w sezonie standardowym wynosi 436,5 [GJ/rok] (z uwzględnieniem sprawności wytwarzania) i pokrywa poszczególne zapotrzebowania w następujący sposób:



5. Po zrealizowaniu przyjętego wariantu 1 termomodernizacji obliczeniowe zużycie energii cieplnej obiektu wyniesie 548,0 [GJ/a] i pokryje poszczególne zapotrzebowania w następujący sposób:



6. W stanie docelowym obliczeniową efektywność energetyczną na ogrzewanie budynku można ocenić jako dobrą z uwagi na obliczeniowe jednostkowe zużycie ciepła na ogrzewanie budynku które wynosi 40,0 [kWh/m² rok] (brutto).
7. Dodatkowo, w ramach zwiększenia efektywności energetycznej obiektu zrealizowane zostanie przedsięwzięcie polegające na montażu paneli fotowoltaicznych.

L.p.	Wyszczególnienie	Nakłady inwestycyjne	Oszczędności	SPBT
		zł	zł/a	lata
1	Montaż instalacji fotowoltaicznej	78 289,00	3 953,00	19,81

8. Analiza finansowa zadania polegającego na termomodernizacji, uzyskuje najlepsze wskaźniki ekonomiczne dla finansowania wg opcji II (środki własne oraz dotacja). Wariant ten charakteryzuje się następującymi wskaźnikami ekonomicznymi:

NPV/W2	2 590 527,72 zł
IRR/W2	21,11%

9. Projekt ze wsparciem kapitału zewnętrznego jest opłacalny, co potwierdzają wskaźniki ekonomiczne zawarte w analizie ekonomicznej. Skumulowane przepływy pieniężne stanowią wartości większe od zera, zatem projekt posiada trwałość finansową w całym okresie analizy.
10. Mając na uwadze zakres zadania inwestycyjnego, podczas weryfikacji zakresu rzeczowego część przedstawionych w audycie energetycznym kosztów, może zostać uznana jako koszty niekwalifikowane.
11. Po wykonaniu kompleksowej termomodernizacji, zaleca się wprowadzanie zarządzania energią w obiekcie, obejmujące:
 - przeszkolenie osób obsługujących i konserwujących urządzenia energetyczne oraz automatykę w zakresie energooszczędnych, bez- i niskonakładowych działań w eksploatacji obiektu (planowanie obniżeń zasilania, strefowa regulacja temperatury, wyłączanie central wentylacyjnych, zbędnych odbiorników itp.),
 - wprowadzenie monitoringu zużycia i kosztów nośników energii i wody w całym obiekcie w aspekcie wykrywania nieprawidłowości i awarii,
 - wprowadzenia monitoringu działania central wentylacyjnych,

- okresowe analizy i raportowanie zużycia nośników energii, wody i ponoszonych kosztów,
- planowanie działań na lata następne.

12. Wykonany Audyt Energetyczny zawiera dane techniczne niezbędne do ubiegania się o dofinansowanie termomodernizacji z instytucji finansujących zadania w zakresie wzrostu efektywności energetycznej oraz ograniczenia emisji zanieczyszczeń powietrza.

INWESTOR: Uniwersytet Śląski, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

OBIEKT: Aula Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn

ZAŁĄCZNIKI

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

1. FOTOGRAFIE OBIEKTU	53
2. OBLICZENIA SEZONOWEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO I MOC CIEPLNĄ ORAZ OBLICZENIA WSPÓŁCZYNNIKÓW PRZENIKANIA CIEPŁA DLA PRZEGRÓD BUDOWLANYCH ZA POMOCĄ PROGRAMU PURMO OZC 6.7 PRO	56
3. WYZNACZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO	69
4. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO ZGODNA Z WYMAGANIAMI WFOŚIGW W KATOWICACH	71
5. ANKIETA TECHNICZNA - FOTOWOLTAIKA	72
6. PLAN SYTUACYJNY, RZUT KONDYGNACJI, PRZEKRÓJ	73
7. WSKAŹNIKI PRODUKTU I REZULTATU	76

1. FOTOGRAFIE OBIEKTU



Fotografia 1 – elewacja północna



Fotografia 2 – elewacja zachodnia



Fotografia 3 – elewacja południowa



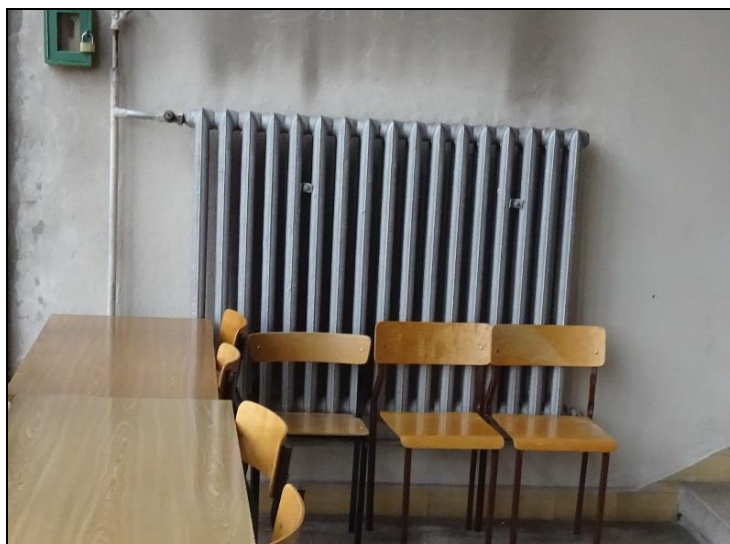
Fotografia 4 – elewacja wschodnia



Fotografia 5 – okna do wymiany



Fotografia 6 – drzwi do wymiany



Fotografia 7 – typowy grzejnik



Fotografia 8 – węzeł cieplny



Fotografia 9 – centrala wentylacyjna

2. OBLICZENIA SEZONOWEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO I MOC CIEPLNĄ ORAZ OBLICZENIA WSPÓŁCZYNNIKÓW PRZENIKANIA CIEPŁA DLA PRZEGRÓD BUDOWLANYCH ZA POMOCĄ PROGRAMU PURMO OZC 6.7 PRO

Do obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło oraz moc cieplną przyjęto średnią temperaturę powietrza wewnątrz pomieszczeń wynoszącą:

- pomieszczenia użytkowe – 20,0 [°C].

Przy obliczaniu współczynników przenikania ciepła dla przegród budowlanych wykorzystano materiały budowlane znajdujące się w bazie danych Purmo OZC 6.7 PRO.

Mając na uwadze zastosowanie w pomieszczeniach wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej, wentylacja wyłączona została z obliczeń OZC.

Obliczenia dla wentylacji znajdują się w rozdziale 9.4.

Pozostałe założenia do obliczeń znajdują się na wydrukach z programu Purmo OZC 6.7 PRO.

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Przebudowa Auli Uniwersytetu Śląskiego	
	przy ul. Paderewskiego 3 - stan istniejący	
Miejscowość:	Cieszyn	
Adres:	ul. Paderewskiego 3, 43-400 Cieszyn	
Projektant:	Daniel Wolny, Rafał Zięba	
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:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Bielsko Biała	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2674,3	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	12715,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	215554	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	17200	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	232755	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	232755	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	87,0	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	18,3	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1156,8	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,2	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2313,6	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Bielsko Biała	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	1928,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1002,91	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	278587	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2674	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	12715,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	375,0	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	104,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	78,9	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	21,9	kWh/(m ³ ·rok)

Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Tak	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Osłabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m
Domyślna rzędna podłogi L_f :		m
Rzędna wody gruntowej:	-8,00	m
Domyślna wysokość kondygnacji H :		m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H_i :		m
Pole powierzchni podłogi na gruncie A_g :	100,00	m ²
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P_g :	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Rodzaj	d	R	U	Stan	WT	ΦT	AGl	Gls	gG	A	AGl	QT	QTu	Qsol	Qproc
		m	m ² ·K/W	W/m ² ·K		OK	W	m ²	%	(TR)	m ²	m ²	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	%
DACH 1	Dach	0,195	1,824	0,548	P	Nie	22249				743,50		185,26			10,5
DACH 2	Dach	0,464	1,660	0,602	P	Nie	24829				841,90		206,74			11,7
DRZ 1	Drzwi zewnętrzne			5,100	P	Nie	10567		60,0	0,75	49,00	29,40	87,99		60,22	5,0
DRZ W	Drzwi wewnętrzne			3,000	P	Tak	0				63,96		-1,25			
OK 1	Okno zewnętrzne			2,600	P	Nie	43196		60,0	0,75	383,00	229,80	359,67		490,80	20,3
PD 1	Podłoga na gruncie	0,225	3,381	0,296	P	Tak	8208				1543,60		149,36			8,4
STR MK 1	Strop ciepło do góry	0,302	0,653	1,531	P	Tak	0				284,85		0,00			
STR MK 2	Strop ciepło do góry	0,280	0,480	2,083	P	Tak	0				528,60		0,00			
STR MK 3	Strop ciepło do góry	0,280	0,560	1,786	P	Tak	0				438,10		0,00			
STR NP	Strop zewnętrzny	0,300	0,514	1,944	P	Nie	3585				41,80		29,85			1,7
SW 1	Ściana wewnętrzna	0,420	0,868	1,153	P	Tak	873				1126,80		10,23			0,6
SW 2	Ściana wewnętrzna	0,290	0,676	1,478	P	Tak	417				291,46		9,10			0,5
SZ 1	Ściana zewnętrzna	0,420	0,778	1,286	P	Nie	51544				1002,01		429,18			24,3
SZ 2	Ściana zewnętrzna	0,290	0,586	1,705	P	Nie	36237				531,27		301,73			17,1

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	δ	μ	Z	Z _{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	μg/(m·h·Pa)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
DACH 1	Dach sala widowiskowa											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056	0,056	7,50	96	1333,3	1333,3	
PŁYT-PIL-T	0,0050	Płyty pilśniowe twarde.	0,180	1000	2,510	0,028	0,028	20,00	36	250,0	250,0	
PŁYT-PIL-P	0,0760	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	1,520	1,520	180,00	4	422,2	422,2	
PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022	0,022	7,50	96	533,3	533,3	
BETON-2400	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęst	1,700	2400	0,840	0,059	0,059	30,00	24	3333,3	3333,3	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	1,824
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,548
DACH 2	Dach pozostałe pomieszczenia											
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056	0,056	7,50	96	1333,3	1333,3	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
BETON-2400	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęst	1,700	2400	0,840	0,059	0,059	30,00	24	3333,3	3333,3	
WEŁNAF-STR	0,0600	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie	0,052	70	0,750	1,154	1,154	480,00	2	125,0	125,0	
PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022	0,022	7,50	96	533,3	533,3	
STRZELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-2		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	1,660
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,602
PD 1	Podłoga na gruncie											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
Sciana przy podłodze: SZ 1												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 8,												
Pozioma izol. krawędziowa: STYROPIAN o grubości dnh = 0,10 m i długości Dh = 1,00 m												
Pionowa izol. krawędziowa: STYROPIAN o grubości dnv = 0,10 m i długości Dv = 1,00 m												
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030	0,030	45,00	16	666,7	666,7	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
WEŁNAF-STR	0,0600	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie	0,052	70	0,750	1,154	1,154	480,00	2	125,0	125,0	
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056	0,056	7,50	96	1333,3	1333,3	
BET-CHUDY	0,1200	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,114	0,114	50,00	14	2400,0	2400,0	
											Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:	2,000
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	3,381
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,296
STR MK 1	Strop między kondygnacjami 1											
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
SOSNA-WZDŁ	0,0320	Drewno sosnowe wzdłuż włókien.	0,300	550	2,510	0,107	0,107	320,00	2	100,0	100,0	
SOSNA-WZDŁ	0,0500	Drewno sosnowe wzdłuż włókien.	0,300	550	2,510	0,167	0,167	320,00	2	156,3	156,3	
STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		1251	0,922	0,180	0,180	27,50	26	8000,0	8000,0	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,653
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	1,531
STR MK 2	Strop między kondygnacjami 2											
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
PCW	0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050	0,050	7,50	96	1333,3	1333,3	

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	cp	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	μg/(m·h·Pa)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		1251	0,922	0,180	0,180	27,50	26	8000,0	8000,0	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,100												
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,100												
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 0,480												
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 2,083												
STR MK 3 Strop między kondygnacjami 3												
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
PCW	0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050	0,050	7,50	96	1333,3	1333,3	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
STR-AKER22	0,2200	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1300	0,840	0,260	0,260	57,20	13	3846,0	3846,0	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,100												
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,100												
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 0,560												
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 1,786												
STR NP Strop nad przejściem												
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
PCW	0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050	0,050	7,50	96	1333,3	1333,3	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		1251	0,922	0,180	0,180	27,50	26	8000,0	8000,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,170												
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]: 0,040												
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 0,514												
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 1,944												
SW 1 Sciana wewnętrzna 38												
Rodzaj przegrody: Sciana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGŁA-PEŁ2	0,3800	Mur z cegły pełnej 2	0,680	1600	0,880	0,559	0,559	105,00	7	3619,0	3619,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,130												
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,130												
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 0,868												
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 1,153												
SW 2 Sciana wewnętrzna 25												
Rodzaj przegrody: Sciana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGŁA-PEŁ2	0,2500	Mur z cegły pełnej 2	0,680	1600	0,880	0,368	0,368	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,130												
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,130												
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]: 0,676												
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]: 1,478												
SZ 1 Sciana zewnętrzna 38												
Rodzaj przegrody: Sciana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGŁA-PEŁ2	0,3800	Mur z cegły pełnej 2	0,680	1600	0,880	0,559	0,559	105,00	7	3619,0	3619,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]: 0,130												

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	δ	μ	Z	Z _{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	ug/(m·h·Pa)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											0,778	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											1,286	
SZ 2	Sciana zewnętrzna 25											
Rodzaj przegrody: Sciana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-PEŁ2	0,2500	Mur z cegły pełnej 2	0,680	1600	0,880	0,368	0,368	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:											0,586	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:											1,705	

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Przebudowa Auli Uniwersytetu Śląskiego	
	przy ul. Paderewskiego 3 - stan projektowany	
Miejscowość:	Cieszyn	
Adres:	ul. Paderewskiego 3, 43-400 Cieszyn	
Projektant:	Daniel Wolny, Rafał Zięba	
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:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Bielsko Biała	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2674,3	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	12715,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	62354	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	17200	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	79554	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	79554	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	29,7	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	6,3	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1156,8	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,2	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2313,6	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Bielsko Biała	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	1928,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	104,48	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	29022	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	2674	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	12715,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	39,1	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	10,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	8,2	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	2,3	kWh/(m ³ ·rok)

Parametry obliczeń projektu:		
Obliczanie przenikania ciepła przy min. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Wariant obliczeń strat ciepła do pomieszczeń w sąsiednich grupach:		
Obliczaj z ograniczeniem do $\theta_{j,u}$		
Minimalna temperatura dyżurna $\theta_{j,u}$:	16	°C
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:	Tak	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Tak	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Osłabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Indywidualna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Średni	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	3,5	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Średnie osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		°C
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	°C
Geometria budynku:		
Rzędna poziomu terenu:	0,00	m
Domyślna rzędna podłogi L_f :		m
Rzędna wody gruntowej:	-8,00	m
Domyślna wysokość kondygnacji H :		m
Domyślna wys. pomieszczeń w świetle stropów H_i :		m
Pole powierzchni podłogi na gruncie A_g :	100,00	m ²
Obwód podłogi na gruncie w świetle ścian zewn. P_g :	40,00	m
Obrót budynku:	Bez obrotu	

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Rodzaj	d	R	U	Stan	WT	ΦT	AGl	Gls	gG	A	AGl	QT	QTu	Qsol	Qproc
		m	m ² ·K/W	W/m ² ·K		OK	W	m ²	%	(TR)	m ²	m ²	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	%
DACH 1	Dach	0,395	8,491	0,118	P	Tak	9451				743,50		85,03			13,3
DACH 2	Dach	0,664	8,327	0,120	P	Tak	8592				841,90		77,30			12,1
DRZ 1	Drzwi zewnętrzne			1,300	P	Tak	3119		60,0	0,75	49,00	29,40	28,06		62,80	4,4
DRZ W	Drzwi wewnętrzne			3,000	P	Tak	0				63,96		0,00			
OK 1	Okno zewnętrzne			0,900	P	Tak	17152		60,0	0,75	383,00	229,80	154,32		499,80	24,1
PD 1	Podłoga na gruncie	0,225	3,381	0,296	P	Tak	8208				1543,60		160,23			25,1
STR MK 1	Strop ciepło do góry	0,302	0,653	1,531	P	Tak	0				284,85		0,00			
STR MK 2	Strop ciepło do góry	0,280	0,480	2,083	P	Tak	0				528,60		0,00			
STR MK 3	Strop ciepło do góry	0,280	0,560	1,786	P	Tak	0				438,10		0,00			
STR NP	Strop zewnętrzny	0,480	5,809	0,172	P	Nie	622				41,80		5,60			0,9
SW 1	Ściana wewnętrzna	0,420	0,868	1,153	P	Tak	873				1126,80		24,91			3,9
SW 2	Ściana wewnętrzna	0,290	0,676	1,478	P	Tak	417				291,46		11,90			1,9
SZ 1	Ściana zewnętrzna	0,600	6,072	0,165	P	Tak	6601				1002,01		59,39			9,3
SZ 2	Ściana zewnętrzna	0,470	5,881	0,170	P	Tak	3614				531,27		32,51			5,1

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	δ	μ	Z	Z _{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	μg/(m·h·Pa)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
DACH 1		Dach sala widowiskowa										
		Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne										
PIANKA D	0,2000	Pianka dachowa	0,030	40	1,460	6,667	6,667	12,00	60	16666,7	16666,7	
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056	0,056	7,50	96	1333,3	1333,3	
PŁYT-PIL-T	0,0050	Płyty pilśniowe twarde.	0,180	1000	2,510	0,028	0,028	20,00	36	250,0	250,0	
PŁYT-PIL-P	0,0760	Płyty pilśniowe porowate.	0,050	300	2,510	1,520	1,520	180,00	4	422,2	422,2	
PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022	0,022	7,50	96	533,3	533,3	
BETON-2400	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęst	1,700	2400	0,840	0,059	0,059	30,00	24	3333,3	3333,3	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	8,491
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,118
DACH 2		Dach pozostałe pomieszczenia										
		Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne										
PIANKA D	0,2000	Pianka dachowa	0,030	40	1,460	6,667	6,667	12,00	60	16666,7	16666,7	
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056	0,056	7,50	96	1333,3	1333,3	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
BETON-2400	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęst	1,700	2400	0,840	0,059	0,059	30,00	24	3333,3	3333,3	
WEŁNAF-STR	0,0600	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie	0,052	70	0,750	1,154	1,154	480,00	2	125,0	125,0	
PAPA-ASF	0,0040	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,022	0,022	7,50	96	533,3	533,3	
STRZELBKAN	0,2400	Strop żelbetowy kanałowy o wysokości 22-2		1400	0,840	0,180	0,180	30,00	24	8000,0	8000,0	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	8,327
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,120
PD 1		Podłoga na gruncie										
		Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne										
		Sciana przy podłodze: SZ_1										
		Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 8,										
		Pozzioma izol. krawędziowa: STYROPIAN o grubości dnh = 0,10 m i długości Dh = 1,00 m										
		Pionowa izol. krawędziowa: STYROPIAN o grubości dnv = 0,10 m i długości Dv = 1,00 m										
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030	0,030	45,00	16	666,7	666,7	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
WEŁNAF-STR	0,0600	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie	0,052	70	0,750	1,154	1,154	480,00	2	125,0	125,0	
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056	0,056	7,50	96	1333,3	1333,3	
BET-CHUDY	0,1200	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,114	0,114	50,00	14	2400,0	2400,0	
											Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:	2,000
											Suma oporów przedzenia i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	3,381
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,296
STR_MK_1		Strop między kondygnacjami 1										
		Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne										
SOSNA-WZDŁ	0,0320	Drewno sosnowe wzdłuż włókien.	0,300	550	2,510	0,107	0,107	320,00	2	100,0	100,0	
SOSNA-WZDŁ	0,0500	Drewno sosnowe wzdłuż włókien.	0,300	550	2,510	0,167	0,167	320,00	2	156,3	156,3	
STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		1251	0,922	0,180	0,180	27,50	26	8000,0	8000,0	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,653
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	1,531
STR_MK_2		Strop między kondygnacjami 2										

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	δ	μ	Z	Z _{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	ug/(m·h·Pa)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
PCW	0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050	0,050	7,50	96	1333,3	1333,3	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		1251	0,922	0,180	0,180	27,50	26	8000,0	8000,0	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,480
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	2,083
STR MK 3 Strop między kondygnacjami 3												
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do góry, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
PCW	0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050	0,050	7,50	96	1333,3	1333,3	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
STR-AKER22	0,2200	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustaków		1300	0,840	0,260	0,260	57,20	13	3846,0	3846,0	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,100
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,560
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	1,786
STR NP Strop nad przejściem												
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
WEŁNA_PL	0,1800	Wełna płyty	0,034	80	1,030	5,294	5,294	480,00	2	375,0	375,0	
PCW	0,0100	PCW.	0,200	1300	1,260	0,050	0,050	7,50	96	1333,3	1333,3	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
STR-ŻER-22	0,2200	Strop żelbetowy kanałowy Żerań 22 cm.		1251	0,922	0,180	0,180	27,50	26	8000,0	8000,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,170
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	5,809
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,172
SW 1 Sciana wewnętrzna 38												
Rodzaj przegrody: Sciana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-PEŁ2	0,3800	Mur z cegły pełnej 2	0,680	1600	0,880	0,559	0,559	105,00	7	3619,0	3619,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,868
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	1,153
SW 2 Sciana wewnętrzna 25												
Rodzaj przegrody: Sciana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-PEŁ2	0,2500	Mur z cegły pełnej 2	0,680	1600	0,880	0,368	0,368	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	0,676
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	1,478
SZ 1 Sciana zewnętrzna 38												
Rodzaj przegrody: Sciana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Srednio wilgotne												
WEŁNA_PL	0,1800	Wełna płyty	0,034	80	1,030	5,294	5,294	480,00	2	375,0	375,0	

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	δ	μ	Z	Z _{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	μg/(m·h·Pa)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-PEŁ2	0,3800	Mur z cegły pełnej 2	0,680	1600	0,880	0,559	0,559	105,00	7	3619,0	3619,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	6,072
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,165
SZ 2												
Sciana zewnętrzna 25												
Rodzaj przegrody: Sciana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
WEŁNA_PL	0,1800	Wełna płyty	0,034	80	1,030	5,294	5,294	480,00	2	375,0	375,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-PEŁ2	0,2500	Mur z cegły pełnej 2	0,680	1600	0,880	0,368	0,368	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
											Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:	0,130
											Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:	0,040
											Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:	5,881
											Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:	0,170

3. WYZNACZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO

Wyznaczenie efektu ekologicznego związanego z oszczędnością energii wyznaczono dla ciepła sieciowego.

Obliczenia efektu ekologicznego oparto na następujących założeniach:

- Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2014 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2017,
- Energia cieplna wytworzona w zawodowej ciepłowni (Energetyka Cieszyńska Sp. z o.o.)
- Metodologia obliczania efektu ekologicznego – WFOŚiGW Katowice 2017 r.
 - o wskaźniki unosu substancji zanieczyszczających powstających przy energetycznym spalaniu węgla kamiennego, ruszt mechaniczny, wydajność cieplna > 12MWt (>20 Mg/h pary),
- Sprawności kotła: 85,0 [%],
- Sprawność przesyłania energii cieplnej: 90 [%],
- Sprawność odpylania: 95 [%],
- Wartość opałowa węgla kamiennego: 21,77 [GJ/Mg],
- Zawartość siarki: 0,8 [%] (s),
- Zawartość popiołu: 15,0 [%] (Ar),
- Sprawność odsiarczania: 0,0 [%]
- Sprawność odazotowania: 0,0 [%]

Do obliczeń przyjęto następujące wskaźniki emisji substancji szkodliwych wynoszące odpowiednio:

wyszczególnienie	wielkość	jednostka
Pył	3*Ar	[kg/Mg]
SO ₂	17*s	[kg/Mg]
NO _x	4	[kg/Mg]
CO	5	[kg/Mg]
B-a-P	0,0004	[kg/Mg]
CO ₂	92,3	[kg/GJ]

Obliczenia wykonano wg następującej metodologii: Spalanie paliw stałych i gazowych:

$$E = B \times w$$

gdzie:

B - ilość spalonego paliwa [Mg/rok];

w - wskaźnik emisji: dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, tlenku węgla,

oraz:

$$E = B \times w \times (100 - \eta) / (100 - k)$$

gdzie:

w - wskaźnik emisji dla pyłów;

η - sprawność urządzeń odpylających i odsiarczających [%];

k - zawartość części palnych w pyle [%]; przyjęto k = 15%.

Dla dwutlenku węgla obliczenia wykonano wg wzoru:

$$E = B \times w_{CO_2}$$

INWESTOR: Uniwersytet Śląski, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

OBIEKT: Aula Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn

gdzie:

B - ilość energii cieplnej [GJ/a lub Mg/a];

w_{CO2} - wskaźnik emisji: dwutlenku węgla.

Dla ciepła sieciowego:

w_{CO2} = 92,3 [kg/kJ]

Dla zadań związanych z termomodernizacją wyznaczono następujące efekt ekologiczny:

L.p.	Wyszczególnienie	Przed modernizacją	Po modernizacji	Jednostka
1	Zużycie energii cieplnej	2 800,3	548,0	GJ/a
2	Energia chemiczna zawarta w paliwie	3 660,5	716,3	GJ/a
3	Ilość spalonego węgla	168,1	32,9	Mg/a

Efekt ekologiczny uzyskany w wyniku termomodernizacji obiektu:

Wyszcz.	Jedn.	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Efekt ekologiczny bezwzględny	Zmiana względna (%)
1	2	3	4	5	6
				3-4	(3-4)/3*100
Pył	Mg/a	0,0091	0,0017	0,0074	80,88
SO ₂	Mg/a	2,2889	0,4474	1,8414	80,45
NO _x	Mg/a	0,6756	0,1316	0,5440	80,52
CO	Mg/a	0,8605	0,1645	0,6960	80,88
B-a-P	kg/a	0,0688	0,0132	0,0557	80,88
CO ₂	Mg/a	344,4120	59,5660	284,8460	82,71

W efekcie ekologicznym powyżej, uwzględniono redukcję emisji CO₂ dla energii elektrycznej uzyskanej z instalacji fotowoltaicznej (812 kg [CO₂/MWh])

Wyszczególnienie	Przed	Po	jednostka
Wskaźnik emisji - energia elektryczna	812,00	812,00	kg CO ₂ /MWh
Produkcja energii elektrycznej - fotowoltaika	0,0000	8,06	MWh/a
Uniknięta emisja	0,0000	6,548	Mg CO ₂ /rok

INWESTOR: Uniwersytet Śląski, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

OBIEKT: Aula Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn

4. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO ZGODNA Z WYMAGANIAMI WFOŚiGW W KATOWICACH

Karta audytu energetycznego zgodna z wymaganiami Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach - poza zakresem opracowania.

INWESTOR: Uniwersytet Śląski, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

OBIEKT: Aula Uniwersytetu Śląskiego w Cieszynie, ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn

5. ANKIETA TECHNICZNA - FOTOWOLTAIKA

A		Dane ogólne	
1	Wnioskodawca	Uniwersytet Śląski	
2	Nazwa zadania	Kompleksowa modernizacja energetyczna w kampusie akademickim w Cieszynie Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach - budynek przy ul. Paderewskiego 3	
3	Adres lokalizacji instalacji	ul. Paderewskiego 3, 43-300 Cieszyn	
B		System produkcji energii	
		Stan docelowy – ściana zewnętrzna	
1	Charakterystyka źródła energii elektrycznej (rodzaj, posadowienie, liczba sztuk, producent, typ, powierzchnia czynna, moc elektryczna)	Instalacja fotowoltaiczna na ścianie budynku (63 szt. o mocy 80 Wp). Źródłem energii elektrycznej (odnawialnej, słonecznej) będzie instalacja fotowoltaiczna na elewacji budynku mocy 5,04 kWp i łącznej powierzchni około 46 m ² - cienkowarstwowe panele fotowoltaiczne.	
2	Nominalna moc elektryczna instalacji [kW]	5,04	
3	Produkcja energii elektrycznej teoretyczna [GJ/a; kWh/a]	29,03	8 064,0
4	Sprawność instalacji po stronie prądowej [%]	15,8%	
5	Produkcja energii elektrycznej przekazywanej do sieci [GJ/a ; MWh/a]	0,00	0,00
6	Cena jednostkowa energii przekazywanej do sieci [zł/MWh]	0,00	
7	Dochody ze sprzedaży energii elektrycznej [zł/a]	0,00	
8	Produkcja energii elektrycznej na potrzeby własne [GJ/a ; MWh/a]	29,03	8,06
9	Cena jednostkowa energii kupowanej - brutto [zł/MWh]	490,20	
10	Oszczędności w zakupie energii elektrycznej [zł/a]	3 952,97	
11	Jednostkowa cena świadectwa pochodzenia energii produkowanej z OZE - brutto (zielone certyfikaty - grudzień 2014) [zł/MWh]	0,00	
12	Dochody ze sprzedaży świadectw energetycznych OZE [zł/a]	0,00	
13	Roczne oszczędności oraz dochody ze sprzedaży energii elektrycznej [zł/a]	3 953,00	
14	Koszty eksploatacji [zł/a]	12 300,00	
15	Roczne dochody z prod. energii elektrycznej po odjęciu kosztów eksploatacji [zł/a]	3 953,00	
16	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]	78 289,50	
17	Prosty czas zwrotu (SPBT) [lata]	19,81	

7. WSKAŹNIKI PRODUKTU I REZULTATU

<i>Wskaźniki produktu</i>	<i>PRZED</i>	<i>PO</i>	<i>RÓŻNICA</i>	<i>jednostka</i>
Liczba zmodernizowanych energetycznie budynków	0	1	-1,00	szt.
Liczba zmodernizowanych źródeł ciepła	0	0	0,00	szt.
Powierzchnia użytkowa budynków poddanych termomodernizacji	2 674,30	0,00	2 674,30	m ²
Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych (ekwiwalent CO ₂)	0	284,846	-284,8460	Mg CO ₂ /rok
Liczba przebudowanych jednostek wytwarzania energii elektrycznej z OZE	0	0	0,00	szt.
Liczba wybudowanych jednostek wytwarzania energii elektrycznej z OZE	0	1	-1,00	szt.
Liczba przebudowanych jednostek wytwarzania energii cieplnej z OZE	0	0	0,00	szt.
Liczba wybudowanych jednostek wytwarzania energii cieplnej z OZE	0	0	0,00	szt.
Dodatkowa zdolność wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych	0	0,00504	-0,00504	MWt

<i>Wskaźniki rezultatu</i>	<i>PRZED</i>	<i>PO</i>	<i>RÓŻNICA</i>	<i>jednostka</i>
Stopień redukcji PM ₁₀	0	0,00737	-0,00737	Mg/rok
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	0,000	0,000	0,000	MWh/rok
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	0,00	2 252,30	-2 252,30	GJ/rok
Zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektu	0	2 252,30	-2 252,30	GJ/rok
Produkcja energii elektrycznej z nowo wybudowanych instalacji/nowych mocy wytwórczych wykorzystujących OZE	0,000	8,064	-8,064	MWhe/rok
Produkcja energii cieplnej z nowo wybudowanych instalacji/nowych mocy wytwórczych wykorzystujących OZE	0	0	0,00	MWhe/rok
Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych	0	524,71	-524,71	MWh/rok