



888 Mirosława Puczyńska
Warszawa 00-718 ul. Czerniakowska 71 pok.100
T: 0501 275 115 E: biuro@888.waw.pl W: www.888.waw.pl

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

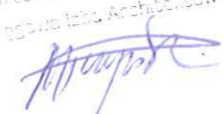
Adres budynku	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie ul. Oczapowskiego 6 i 8 , Pl. Łódzki 4 i 5 Blok 38 i 39 , sala Kotera 10-719 Olsztyn
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Mirosława Puczyńska tytuł zawodowy: mgr inż.arch. nr opracowania 01/2016


Budynek dydaktyczny



kwiecień 2016

Mirosława Puczyńska
magister inżynier architekt
uprawnienia zawodowe do projektowania bez ograniczeń
w specjalności architektonicznej Nr licencji MA/019/03
Miejscowość: Warszawa Izb. Architektów MA 1985



1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	budynek użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	Blok 38 i 39 1910, 1960 przebudowa
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji)	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie Oczapowskiego 2 kod 10-719 Olsztyn tel. (89) 52 33 370 fax.	1.4. Adres budynku Budynek dydaktyczny UWM ul. Oczapowskiego 6 i 8 Pl. Łódzki 4 i 5 kod 10-957 Olsztyn woj. warmińsko-mazurskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt			
888 Mirosława Puczyńska REGON:141509444 00-453 Warszawa, ul.Czerniakowska 159/18		888 Mirosława Puczyńska 00-453 Warszawa, ul.Czerniakowska 159/18 REGON 141509444 NIP 522-223-09-15	
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
mgr inż..arch. Mirosława Puczyńska upr. budowlane nr MA/019/03		<p style="text-align: center;"> <i>Mirosława Puczyńska</i> magister inżynier architekt uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności architektonicznej Nr ewid.: MA/019/03 Mazowiecka Okręgowa Izba Architektów MA 1868 </p>  <p style="text-align: center;">podpis</p>	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu , podpis	
1			
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Warszawa	Data wykonania opracowania	03.04.2016
6. Spis treści			
			strona
1.	Strona tytułowa		1.
2.	Karta audytu energetycznego		2.
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wyliczne i uwagi inwestora		4.
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		5.
5.	Ocena stanu technicznego budynku		10.
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		12.
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		25.
8.	Opis wariantu optymalnego		27.

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	4	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	18816	
4.	Powierzchnia budynku netto ogrzewana [m ²]	6800	
5.	Powierzchnia użytkowa [m ²]	8250	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych [m ²]	6800	
7.	Powierzchnia strychu nieogrzewanego	1450	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	280	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie z węzła grupowego	
10.		centralnie z węzła grupowego	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,43	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane¹⁾ [W/m²K]			
		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zew 45	1,33	0,19
2.	Ściana zew 50	1,23	0,19
3.	Ściana zew 64	1,00	0,18
4.	Strop poddasza	1,45	0,15
5.	Podłoga na gruncie	0,87	0,87
6.	Okna	2,6/1,3	0,9/1,3
7.	Drzwi	3,5	1,3
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania²⁾			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,97	0,97
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,80	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	1,00	1,00
2.	Sprawność przesyłania	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji³⁾			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	34 517	34 517
4.	Liczba wymian [l/h]	0,97	0,97
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego ⁴⁾	677,40	243,90
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu ⁵⁾ [kW]	28,1	19,2
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu ⁴⁾ [GJ/rok]	5726	1766
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	7767	1596
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu ⁵⁾ [GJ/rok]	443	303
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-

7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	233,9	72,1
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	172,4	52,0
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	84,50	26,10
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	44,62	44,62
2.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	7632,1	7632,1
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł]		
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	7632,10	7632,10
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]		
6.	Inne - Opłata abonamentowa na miesiąc [zł]	-	-
7.	Inne- Opłata za 1GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł]	44,62	44,62
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowany udział środków inwestora [zł]	678 980	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	76,86%
Planowane koszty całkowite	3 394 902	Czas zwrotu [lat]	14
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	241 964		

**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem jednostki energii

***) opłata stała związana z dystrybucją i przesylem energii

- 2) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
- 3) Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 2
- 4) Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczone w załączniku 4 (wydruki z programu komputerowego)
- 5) Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu zamieszczono w załączniku 3

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Projekty otrzymane od inwestora

- Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana, marzec 2016 wykonana przez
_ BUDOSERWIS Z.U.H. Sp. z o.o.
- Audyt energetyczny budynku, listopad 2005 , mgr inż. Henryk Krzyżak, mgr inż. Andrzej
_ Gregorczyk

3.2. Inne dokumenty

- Faktury za dostawy ciepła
- Normy i rozporządzenia:
 - ° Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
 - ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
 - ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczenia charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
 - ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690); ostatnia zmiana z dnia 6 listopada 2008r. Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
 - ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
 - ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
 - ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
 - ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
 - ° Polska Norma PN-EN ISO-13790 listopad 2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków obliczanie zużycia energii na

3.3. Osoby udzielające informacji

- Zastępca Kanclerza - p. Tomasz Szczygłowski,
- p. Mirosław Stankiewicz
- p. Janusz Saba
- p. Wojciech Gulczyński

3.4. Data wizji lokalnej

03.2016

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie dofinansowania ze środków UE
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych i ścian przy gruncie
 - ocieplenie stropu poddasza
 - wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
 - poprawa systemu grzewczego, modernizacja węzła cieplnego przyłączeniowego
 - wymiana instalacji wewnętrznej, grzejników, instalacja zaworów termostatycznych
 - modernizacja systemu cwu, montaż baterii energooszczędnych

3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi 20% kosztów inwestycji.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
Adres	Oczapowskiego 6 i 8, Pl. Łódzki 4 i 5 10-719 Olsztyn		
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

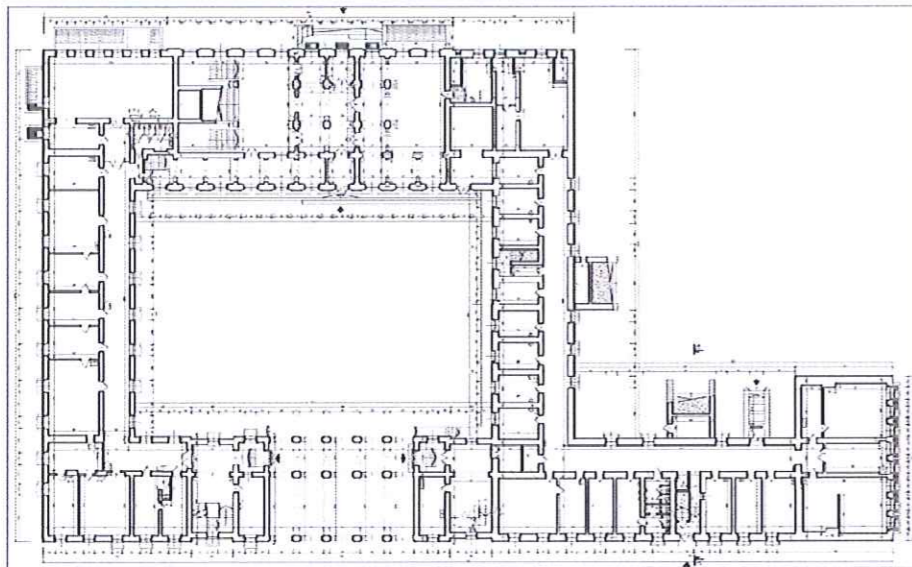
Rok budowy		1910, rozbudowa w 1956		Rok zasiedlenia		1910	
Technologia budynku		murowany		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	2398	7	Budynek podpiwniczony	tak	
2	Kubatura budynku	[m ³]	35 453	8	Liczba klatek schodowych	4	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m ³]	26 099	9	Liczba kondygnacji	4	
4	Powierzchnia użytkowa sal	[m ²]	6 800	10	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,2-3,7	
5	Powierzchnia korytarzy	[m ²]	1 450	11	Liczba mieszkańców	0	
6	Liczba użytkowników		280	12	Liczba mieszkań(pokoji)	0	

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.Podział, określenia i zasady obmiaru

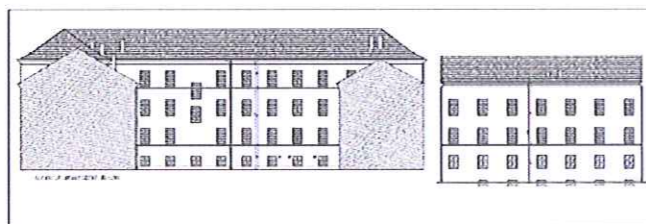
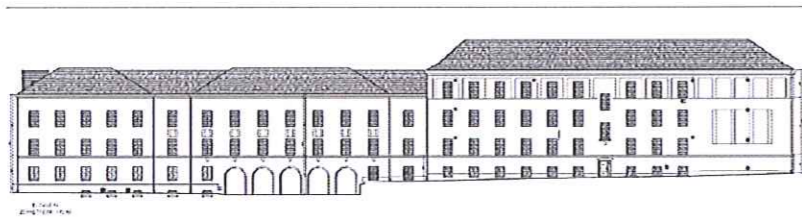
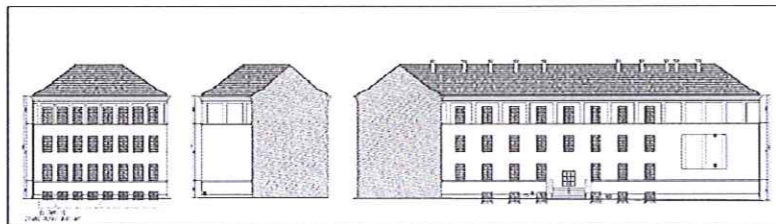
2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.b. Dokumentacja budynku, inwentaryzacja

rzut parteru



elewacje



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 3 kondygnacjach nadziemnych i poddaszu nieużytkowym, wolnostojący. Wybudowany w 1910 roku, częściowo podpiwniczony. Całkowicie przebudowany w 1956, wraz z dobudową skrzydła Pl. Łódzki 4. Dobudowane skrzydło ma 3 kondygnacje nadziemne, w całości podpiwniczone, również z poddaszem nieużytkowym. Okna i elewacja mają charakter zabytkowy. Ściany budynku z cegły pełnej.

Nieocieplony strop poddasza nieogrzewanego i nieużytkowego. Dach dwuspadowy, kryty dachówką ceramiczną.

Podłoga na gruncie nieocieplona.

Okna w budynku zostały częściowo wymienione w 2014.

Drzwi wejściowe stare, o niskiej szczelności $U=3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Budynek kwalifikuje się do prac termomodernizacyjnych.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Pow. netto [m ²]	U _k [W/(m ² *K)]
1	Ściana zewnętrzna	5950,0	1,33
2	Strop poddasza ocieplony 14 cm styropianu	163,0	0,25
3	Strop poddasza nieocieplony	835,0	1,45
4	Okna w dobrym stanie technicznym (42szt)	92,3	1,4
5	Okna do wymiany	821,7	2,6
6	Drzwi	24,9	3,5
7	Ściana przy gruncie	530,0	1,0

Została podana powierzchnia wszystkich ścian, współczynnik U podany dla najsłabiej izolującej ściany, gr.42. Wszystkie ściany zostaną ocieplone tą samą grubością styropianu.

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	677,4
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{st})	[kW]	28,1
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	677,4
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	28,1
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	5 726
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	7 767
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	7 632,1
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	44,62
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Centralna instalacja ogrzewania zasilana z przyłączeniowego węzła cieplnego . Instalacja wyposażona w grzejniki stalowe, bez zaworów termostatycznych.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Przewody poziome i pionowe stalowe, skorodowane.
4.	Rodzaje grzejników	Grzejniki żeliwne
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	tak
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze
8.	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Nie wykonywano

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,95
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,97
3	Regulacja i wytwarzanie	η_e	0,80
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,74
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	1,00

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowana centralnie zasilana z węzła ciepłego przyłączeniowego dwufunkcyjnego.
2.	Piony i ich izolacja	Rozprowadzenie rury stalowe, obieg z cyrkulacją. Stan techniczny kwalifikuje się do wymiany.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Ciepło dostarczane jest z miejskiej sieci ciepłowniczej do węzła ciepłego dwufunkcyjnego o mocy zamówionej 22,4 MW kW dla c.o. oraz c.w.u.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	34 517

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]		R [m ² *K/W]	
	istniejące	wymagane	istniejące	wymagane
Ściana zew 45	1,33	0,75	5,0	
Ściana zew 50	1,23	0,82	5,0	
Ściana zew 64	1,00	1,00	5,0	
Strop poddasza	1,45	0,69	6,7	

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są niższe od obecnie obowiązujących.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	3,5	1,3
okna wymienione	1,4	0,9
okna	2,6	0,9

Drzwi kwalifikują się do wymiany. Część okna została wymieniona w 2014 roku, pozostałe kwalifikują się do wymiany.

5.3 System grzewczy

Instalacja wewnętrzna centralnego ogrzewania tradycyjna wyposażona w grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych, częściowo występują grzejniki płytowe. System grzewczy budynku zasilany z 2 węzłów ciepłych przyłączeniowych. Jeden z węzłów przyłączeniowych jest po modernizacji, drugi kwalifikuje się do wymiany. Węzeł grupowy (zlokalizowany w innym budynku) został zmodernizowany.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Budynek posiada instalację c.w.u. zasilaną z dwóch dwufunkcyjnych węzłów ciepłego przyłączeniowych. Jeden z węzłów kwalifikuje się do modernizacji. Instalacja ciepłej wody użytkowej jest w stanie technicznym kwalifikującym się do wymiany, dodatkowo planuje się zastosowanie baterii energooszczędnych z perlatorami w toaletach ogólnodostępnych.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności okienne.

Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Ściany zewnętrzne kwalifikują się do ocieplenia, metodą lekką moką, bezspoinową - styropian.
2	Stropodach j.w.	Ocieplenie stropu poddasza nieogrzewanego styropianem.
3	Okna Kwalifikują się do wymiany, nie spełniają wymogów współczynnika $U < 1,8$ [W/m ² K].	Część okien wymaga wymiany. Przyjęto 50% okien do wymiany.
4	Drzwi Drzwi nie były wymieniane, nie spełniają wymogów współczynnika $U < 2,6$ [W/m ² K].	Istniejące drzwi wymagają wymiany
5	Wentylacja grawitacyjna. Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania.	Przy wymianie okien należy wyposażyć nowe okna w nawiewniki, co spowoduje poprawę kontroli wentylacji.
6	Instalacja ciepłej wody użytkowej c.w.u. przygotowywana centralnie,	Możliwe oszczędności poprzez modernizację węzła przyłączeniowego i modernizację instalacji. Montaż baterii energooszczędnych w toaletach ogólnodostępnych.
7	System grzewczy Instalacja centralnego ogrzewania kwalifikuje się do wymiany	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania obejmuje wymianę rur, starych grzejników, zastosowanie zaworów termostatycznych. Modernizacja jednego węzła przyłączeniowego. Wprowadzenie automatycznej regulacji i programowego ograniczenia

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

L.p. 1	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć 2	Sposób realizacji 3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem metodą bezspoinową
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop poddasza	Ocieplenie stropu poddasza styropianem
3	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej.	Montaż nowych okien z nawiewnikami w pomieszczeniach wentylowanych grawitacyjnie. Wymiana drzwi.
4	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Wymiana instalacji grzewczej, grzejników i wyposażenie w zawory termostatyczne. Wprowadzenie automatycznej regulacji i programowego ograniczenia ogrzewania.
5	Podwyższenie sprawności instalacji c.u.w.	Montaż baterii energooszczędnych w toaletach ogólnodostępnych.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropu poddasza Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat c.o.	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania.
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Modernizacja instalacji i armatury. Wymiana baterii na energooszczędne

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- a) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- b) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło
- c) Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-22,0	-22,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d	dla przegród zewnętrznych	4 119	4 119	dzień·K·a
Opłata stała		7 632	7 632	zł/MW·m-c
O_{0z}, O_{1z}		44,62	44,62	zł/GJ (zł/m ³)
A_{b0}, A_{b1}		0	0	zł/m-c

Ceny wg. zestawienia kosztów ogrzewania (dostarczonego przez inwestora)

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		Ściany zewnętrzne				
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 5950,0 \text{ m}^2$				
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 6247,5 \text{ m}^2$				
Opis wariantów usprawnienia						
Planuje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,16	0,18	0,2
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,44	5,00	5,56
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,751	5,196	5,751	6,307
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	2517,3	364,0	328,8	299,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,3010	0,0435	0,0393	0,0359
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z$	zł/a		96 080	97 649	98 941
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200	220	250
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		1 249 500	1 374 450	1 561 875
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		13,00	14,08	15,79
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,331	0,192	0,174	0,159
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.						
Ze względów ekonomicznych nie rozpatruje się styropianu (lub wełny mineralnej) o niestandardowej grubości 13cm.						
Wybrany wariant : 1	Koszt :	1 249 500 zł	SPBT=	13,00 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		Ściany przy gruncie				
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	530,0 m ²		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{kosz} =	556,5 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Planuje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$						
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,89	4,44	5,00
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,621	5,510	6,065	6,621
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d A/R$	GJ/a	103,9	30,6	27,8	25,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0124	0,0037	0,0033	0,0030
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z$	zł/a		3 273	3 398	3 502
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		300	320	340
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		166 950	178 080	189 210
9	SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		51,01	52,41	54,04
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,617	0,181	0,165	0,151
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych. Ze względów ekonomicznych nie rozpatruje się styropianu (lub wełny mineralnej) o niestandardowej grubości 13cm.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	166 950 zł	SPBT=	51,01 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 835,0 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnie $A_{\text{kosz}} = 876,8 \text{ m}^2$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie stropu z użyciem styropianu o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p> <p>Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 6,67 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariacie 1 wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariacie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $q =$	m		0,22	0,24	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		6,11	6,67	7,22
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,692	6,803	7,359	7,914
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S \cdot \Delta A / R$	GJ/a	429,5	43,7	40,4	37,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0507	0,0052	0,0048	0,0044
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z$	zł/a		21 990	22 178	22 339
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		120	150	180
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		105 210	131 513	157 815
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		4,78	5,93	7,06
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,45	0,15	0,14	0,13
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg katalogu "SEKOCENBUDu". Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu (A_{kosz})</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	105 210 zł	SPBT=	4,78 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
Dane: powierzchnia okien		$A_{ok} = 821,7 \text{ m}^2$	$C_w = 1$			
		$V_{nom} = \Psi = 17\,259 \text{ m}^3/\text{h}$				
		$V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$	$V_{obl} = 4260,1 \text{ m}^3$			
Opis wariantów usprawnienia		$V_{went} = 17\,727 \text{ m}^3$				
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U, z wbudowanymi nawiewnikami higrosterowalnymi w pomieszczeniach wentylowanych grawitacyjnie:						
wariant 1 : okna o współczynniku		$U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$				
wariant 2: okna o współczynniku		$U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$				
wariant 3: okna o współczynniku		$U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$				
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,6	1,4	1,3	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	1,30	0,85	0,85	0,70
		Cm	1,30	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	680	366	340	236
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	600	392	323	323
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	1281	759	663	559
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0855	0,0460	0,0427	0,0296
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0771	0,0593	0,0593	0,0593
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,1625	0,1053	0,1020	0,0889
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		23 282	27 539	32 210
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł/m ²		500	600	800
11	Koszt wymiany okien N_{OK}			410 850	493 020	657 360
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł				
13	Koszt $N_w + N_{OK}$			410 850	493 020	657 360
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		17,65	17,90	20,41
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Ilość wszystkich okien 406 sztuk. Okna w dobrym stanie technicznym 42 szt. Ilość okien do wymiany 364 sztuk, w tym montaż nawiewników 364 sztuk.</p>						
Wybrany wariant : 3		Koszt :	657 360 zł	SPBT=	20,41	lat

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi	
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{ok} = 24,86 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \Psi = 343 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na szczelne, o lepszych współczynnikach U.</p> <p>wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ wariant 2: drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	3,5	1,5	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	28	12	10
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	41	37	37
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	69	49	47
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0035	0,0015	0,0013
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0084	0,0036	0,0031
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0118	0,0051	0,0044
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		872	943
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{OK}	zł/m ²		1 000	1 200
11	Koszt wymiany drzwi N_{OK}			24 860	29 832
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł			
13	Koszt $N_w + N_{OK}$			24 860	29 832
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		28,50	31,63
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u</p> <p>Ilość drzwi 8 sztuk</p>					
Wybrany wariant : 2		Koszt :	29 832 zł	SPBT=	28,50 lat

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

Dane: $Q_{ocw} = 443 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0281 \text{ MW}$

Opis:

Usprawnienie systemu zaopatrzenia w cwu - proponuje się przeprowadzić przez wymianę instalacji i orurowania w budynku, zastosowanie baterii energooszczędnych w toaletach ogólnodostępnych i modernizację przyłączeniowego węzła dwufunkcyjnego (jednego z dwóch).

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cwuśr}$	MW	0,0281	0,0192
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	443	303
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	177 195	155 046
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	0	0
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0	0
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	179 767	156 807
7	Różnica	zł/a		22 960
8	Koszt	zł		68 050
9	SPBT	lat		2,96

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Koszt wymiany modernizacji węzła cieplnego został uwzględniony przy modernizacji źródła ciepła.
Koszt modernizacji instalacji cwu szacuje się, w oparciu o Katalog cen jednostkowych robót remontowych Bistyp. brutto.

-	wymiana baterii	23 sztuk	8 050 zł.	baterie wodooszczędne
	wymiana orurowania		<u>60 000</u> zł	
			68 050 zł	

KOSZT	68 050 zł	SPBT	2,96 lat
--------------	------------------	-------------	-----------------

7.2.7. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Modernizacja c.w.u.	68 050	3,0
2	Ocieplenie stropu poddasza	105 210	4,8
3	Wymiana stolarki okiennej	657 360	20,4
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 249 500	13,0
5	Wymiana drzwi	29 832	28,5
6	Ocieplenie ścian przy gruncie	166 950	51,0

7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dane: $Q_{oco} = 7\,767 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja co w złym stanie technicznym
- 2 Węzeł cieplny przyłączeniowy do modernizacji
- 3 Instalacja bez izolacji na przewodach, grzejniki do wymiany
- 4 Brak zaworów termostatycznych

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych:

lp.	opis	ilość	koszt	koszt całkowity
1.	Moc węzła cieplnego (moc kW)	677,4		
	węzeł przyłączeniowy (jeden z dwóch) 50% mocy do modernizacji	338,7		200 000
2.	Wymiana instalacji wewnętrznej, wymiana grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych 460szt., (koszt liczony od m2 powierzchni ogrzewanej)	6800	135	918 000
Razem koszt przewidywany			zł.	1 118 000

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Przy projektowaniu węzła cieplnego należy uwzględnić dodatkowo ciepło technologiczne i moc (ok.. 165 kW) na potrzeby 3 central wentylacyjnych pracujących czasowo.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania	centralne		centralne	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,95	$\eta_w =$	0,99
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,97	$\eta_p =$	0,97
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,80	$\eta_r =$	0,93
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	$\eta_e =$	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,74	$\eta =$	0,89
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t =$	0,85
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	$w_d =$	0,95

Ze względu na zastosowanie układu automatycznej regulacji i programowanego ograniczenia w ogrzewaniu budynku przyjęto następujące współczynniki korekcyjne $w_t=0,85$ (dla budynku typu ciężkiego), oraz $w_d=0,95$ (dla budynku typu ciężkiego)

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła, przesyłu i akumulacji	2 węzły przyłączeniowe w budynku	modernizacja węzła przyłączeniowego (jednego z dwóch)
sprawność regulacji i wykorzystania	brak zaworów termostatycznych	montaż zaworów termostatycznych
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna, bez regulacji miejscowej	regulacja centralna i miejscowa, zakres P 1 K

Audyt energetyczny budynku UWM w Olsztynie ul. Oczapowskiego 6 i 8 , Pl. Łódzki 4 i 5

sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	brak zbiornika buforowego
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	praca ciągła	praca z przerwami

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia				
I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,6774	0,6774
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	5726	5726
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,74	0,89
4	Obniżenie nocne	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	0,85
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	7767	5177
7	Roczna opłata zmienna	zł/GJ	44,62	44,62
8	Roczna opłata stała	zł/rok	7 632	7 632
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	310 989	227 979
11	Różnica	zł/rok		83 010
12	Koszt	zł		1 118 000
13	SPBT	lat		13,5

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Wymiana instalacji co	X	X	X	X	X	X	X
2	Modernizacja c.w.u.	X	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie stropu poddasza	X	X	X	X	X		
4	Wymiana stolarki okiennej	X	X	X	X			
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X				
6	Wymiana drzwi	X	X					
7	Ocieplenie ścian przy gruncie	X						

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu/projektu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7	3 394 902	0	3 394 902
2	1+2+3+4+5+6	3 227 952	0	3 227 952
3	1+2+3+4+5	3 198 120	0	3 198 120
4	1+2+3+4	1 948 620	0	1 948 620
5	1+2+3	1 291 260	0	1 291 260
6	1+2	1 186 050	0	1 186 050
7	1	1 118 000	0	1 118 000

Koszt audytu i projektów zostały uwzględnione w odrębnym opracowaniu.

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana			
	q _{co} ¹⁾		Q _{co} wg obl. ¹⁾	η	w _d i t	Q _{co} *w _d / η	Opłata c.o. ³⁾		q _{cwu} ²⁾	Q _{cwu} ²⁾	Opłata c.w.u.	q _{co} + q _{cwu}	Q _{co} + Q _{cwu}	Opłata c.o.+c.w.u.	ΔQ _{co+cwu}	Oszczędn. zł
	MW	GJ/rok					zł/rok	zł/rok								
1	0,2439	1 766	0,893	0,81	1 596	76 083	0,0192	303	15 282	0,2631	1 899	91 364	6 310	241 964		
2	0,2720	2 256	0,893	0,81	2 040	90 503	0,0192	303	15 282	0,2912	2 343	105 785	5 867	227 543		
3	0,2743	2 277	0,893	0,81	2 059	91 114	0,0192	303	15 282	0,2935	2 362	106 396	5 848	226 932		
4	0,4889	4 228	0,893	0,81	3 823	167 316	0,0192	303	15 282	0,5081	4 126	182 598	4 084	150 730		
5	0,5057	4 382	0,893	0,81	3 962	173 325	0,0192	303	15 282	0,5249	4 265	188 607	3 944	144 721		
6	0,6774	5 726	0,893	0,81	5 177	227 979	0,0192	303	15 282	0,6966	5 480	243 261	2 730	90 067		
7	0,6774	5 726	0,893	0,81	5 177	227 979	0,0281	443	22 339	0,7055	5 620	250 318	2 590	83 010		
0-stan istniejący	0,6774	5 726	0,737	1,00	7 767	310 989	0,0281	443	22 339	0,7055	8 210	333 328				

wariant wybrany do realizacji

1) - wyniki z programu Audytor OZC 4.8Pro - obliczenie mocy

2) - wyniki z programu Audytor OZC 4.8Pro - obliczenie zużycia ciepła

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność zł	Procento wa oszczędność %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%] [zł,%]		Premia termomodernizacyjna [zł]		
					20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności		
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Modernizacja instalacji co	3 394 902	241 964	76,86%	678 980	20,0%	nie dotyczy inwestycji	nie dotyczy inwestycji	nie dotyczy inwestycji
	Modernizacja c.w.u.				2 715 922	80,0%			
	Ocieplenie stropu poddasza								
	Wymiana stolarki okiennej								
	Ocieplenie ścian zewnętrznych								
	Wymiana drzwi								
Ocieplenie ścian przy gruncie									
2	Modernizacja instalacji co	3 227 952	227 543	71,46%	645 590	20,0%			
	Modernizacja c.w.u.				2 582 362	80,0%			
	Ocieplenie stropu poddasza								
	Wymiana stolarki okiennej								
	Ocieplenie ścian zewnętrznych								
	Wymiana drzwi								
3	Modernizacja instalacji co	3 198 120	226 932	71,23%	639 624	50,0%			
	Modernizacja c.w.u.				639 624	50,0%			
	Ocieplenie stropu poddasza								
	Wymiana stolarki okiennej								
Ocieplenie ścian zewnętrznych									
4	Modernizacja instalacji co	1 948 620	150 730	49,74%	389 724	20,0%			
	Modernizacja c.w.u.				1 558 896	80,0%			
	Ocieplenie stropu poddasza								
	Wymiana stolarki okiennej								
5	Modernizacja instalacji co	1 291 260	144 721	48,04%	258 252	20,0%			
	Modernizacja c.w.u.				1 033 008	80,0%			
	Ocieplenie stropu poddasza								
6	Modernizacja instalacji co	1 186 050	90 067	33,25%	237 210	20,0%			
	Modernizacja c.w.u.				948 840	80,0%			
7	Modernizacja instalacji co	1 118 000	83 010	31,54%	223 600	20,0%			
					894 400	80,0%			

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- Moc węzła ciepłego (moc kW)
- Modernizacja instalacji c.o.
- Modernizacja c.w.u.
- Ocieplenie stropu poddasza
- Wymiana stolarki okiennej
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Wymiana drzwi
- Ocieplenie ścian przy gruncie

Przedsięwzięcie to daje możliwość oszczędności zapotrzebowania na ciepło 76,9%
Koszt całkowity przedsięwzięcia 3 394 902 zł.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Modernizacja instalacji c.o. obejmująca: modernizację węzła przyłączeniowego, zastosowanie układu automatycznej regulacji i ograniczenia czasowego ogrzewania, wymiana pionów i poziomów orurowania, wymiana grzejników, montaż zaworów termostatycznych wraz z regulacją systemu

Przebudowa / modernizacja systemów grzewczych (instalacji centralnego ogrzewania, podłączenie bardziej energetycznie i ekologicznie efektywnego źródła ciepła)

- opracowanie projektów budowlanych i wykonawczych modernizacji energetycznej, stanowiących element projektu inwestycyjnego;
- opracowanie projektów budowlanych i wykonawczych modernizacji energetycznej, stanowiących element projektu inwestycyjnego;
- wymiana / zastosowanie izolacji termicznej instalacji, zgodnie z obowiązującymi przepisami techniczno – budowlanymi; obejmuje całość instalacji, w tym odcinki przechodzące przez ściany, stropy, przewody ułożone w podłodze, przewody ogrzewania powietrznego, przewody instalacji wody lodowej, przewody zewnętrznej sieci ciepłowniczej poza budynkiem, łączące zewnętrzne źródło ciepła i instalację c.o. w budynku, itp.;
- poprawa efektywności energetycznej lokalnej sieci ciepłowniczej, łączącej źródło ciepła z instalacją c.o. w budynku, zgodnie z obowiązującymi przepisami techniczno – budowlanymi;
- regulacja hydrauliczna instalacji polegająca m.in. na jej hydraulicznym zrównoważeniu;
- zastosowanie i montaż układów automatyki sterowniczej w źródle ciepła (w tym automatyki pogodowej,
- zastosowanie armatury regulacyjnej, w tym przede wszystkim zaworów podpionowych, zaworów
- zastosowanie ekranów zagrzejnikowych;
- hermetyzacja instalacji (zastosowanie przeponowych naczyń wzbiorczych oraz automatycznych zaworów odpowietrzających);
- czyszczenie i chemiczne płukanie instalacji;
- remont i dostosowanie pomieszczeń węzłów ciepłych lub kotłowni do odpowiednich standardów (okładziny ceramiczne, malowanie, wykonanie instalacji kanalizacyjnych, elektrycznych, wentylacyjnych, przeciwpożarowych, itp.);
- instalacja liczników ciepła, niezbędnych do prawidłowego prezentowania danych o zużyciu oraz produkcji ciepła i energii elektrycznej
- montaż / modernizacja / wymiana węzłów ciepłych przyłączeniowych;

2. Modernizacja c.w.u. w toaletach ogólnodostępnych

- wymiana rurociągów i izolacji;
- wymiana / zastosowanie izolacji termicznej przewodów instalacji c.w.u.;
- wyposażenie instalacji w system cyrkulacji c.w.u., w tych przypadkach, które są uzasadnione
- zastosowanie sterowania czasowego instalacji cyrkulacyjnej,
- zastosowanie armatury regulacyjnej w zakresie regulacji hydraulicznej, w tym zaworów podpionowych;
- montaż / modernizacja / wymiana węzłów ciepłych dla potrzeb c.w.u.;
- zastosowanie perlatorów oraz zaworów ograniczających ciśnienie, w tym kryz dławiących, jako reduktorów przepływu;
- zastosowanie baterii bezdotykowych lub jednouchwytowych,
- zastosowanie baterii z ograniczonym czasem wypływu;
- zastosowanie nowoczesnej armatury czerpalnej sterowanej zjawiskiem fotokomórki (spluczki ustępowe, baterie, itp.);
- liczniki ciepła lub zużycia wody na potrzeby c.w.u.;
- wymiana instalacji zimnej wody w niezbędnym zakresie, związanym z modernizacją instalacji c.w.u.

3. Wymiana istniejącej stolarki okiennej pcv na nową o lepszym współczynniku izolacyjności termicznej z nawiewnikami o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

- wymiana okien i drzwi balkonowych - powinna prowadzić do uzyskania odpowiednich współczynników przenikania ciepła, zgodnych z obowiązującymi przepisami techniczno – budowlanymi oraz do odpowiedniej szczelności. Zaleca się realizację powyższych prac z zastosowaniem tzw. ciepłego montażu okien, który pozwala na to, by okna energooszczędne zachowały swoje walory izolacyjne, czyli były szczelnie zamontowane. Jedynie osadzenie okna w warstwie ocieplenia eliminuje mostki termiczne, które wokół niego mogą powstawać. Wymiana lub modernizacja okien i drzwi balkonowych kwalifikowana będzie tylko wówczas, jeżeli spełniać będzie wymagania Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r.2 oraz polskich norm (chodzi o zachowanie warunków termicznych i szczelności – w praktyce oznacza to m.in. czy przewidziano ciepły montaż) – odzwierciedlenie powinno być zawarte w protokole odbioru.

4. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), o grubości 16 cm, metodą lekką mokrą, system bezspoinowy, wykończenie tynkiem.

- ocieplanie ścian zewnętrznych – technologie ocieplania w wyniku, których uzyskuje się zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie, polegające na umieszczeniu warstwy izolacji termicznej po stronie zewnętrznej, prowadzące do uzyskania odpowiednich współczynników przenikania ciepła, zgodnych z obowiązującymi przepisami techniczno – budowlanymi), w tym również obejmujące technologie, polegające na tworzeniu tzw.

W ramach robót związanych z modernizacją ścian zewnętrznych, do kosztów kwalifikowanych zalicza się wszelkie roboty związane z rozbiórką dotychczasowej elewacji (jeżeli wynika to z audytu energetycznego ex-ante), w tym w szczególności rozbiórka (obejmująca demontaż, transport i unieszkodliwianie) elewacji zawierającej w swym składzie azbest (m.in. takie wyroby jak chryzotyl – tzw. azbest biały, krokidolit – tzw. azbest niebieski, amozyt – tzw. azbest brązowy lub inne). Roboty związane z usuwaniem azbestu są kwalifikowane wyłącznie pod warunkiem, że są prowadzone z uwzględnieniem specjalnych zasad bezpieczeństwa określonych w odpowiednich przepisach,

- usuwanie wilgoci oraz przyczyn jej powstawania metodami uzależnionymi od charakteru, wielkości i miejsca zawilgocenia oraz warunków miejscowych, obejmujące m.in. takie roboty jak suszenie murów, uszczelnianie ścian murowanych od wilgoci kapilarnej, uszczelnianie spodu płyty dennej, odtwarzanie izolacji poziomych, wykonywanie tynków renowacyjnych i izolacji pionowych, roboty hydroizolacyjne na balkonach i loggiach oraz inne roboty związane z usuwaniem wilgoci;

5. Ocieplenie stropu poddasza należy wykonać poprzez ułożenie płyt izolacji termicznej (styropianu, o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), o grubości 22cm

- strop pod nieogrzewanym poddaszem – ocieplanie stropu poddasza, technologie ocieplania, w wyniku których uzyskuje się zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie, prowadzące do uzyskania odpowiednich współczynników przenikania ciepła, zgodnych z obowiązującymi przepisami techniczno – budowlanymi. Roboty mogą obejmować wymianę stropu, jeżeli zachodzi taka konieczność;

6. Wymiana istniejącej stolarki drzwiowej na nową, o lepszym współczynniku izolacyjności termicznej o współczynniku $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

wymiana okien i drzwi zewnętrznych wejściowych na nowe – wymiana powinna prowadzić do uzyskania odpowiednich współczynników przenikania ciepła, zgodnych z obowiązującymi przepisami techniczno – budowlanymi oraz odpowiedniej szczelności Roboty mogą obejmować wymianę okien i drzwi wewnętrznych, jeżeli zachodzi taka konieczność (oraz jeżeli wynika to z audytu energetycznego ex-ante), w tym oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych;

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Moc węzła ciepłego (moc kW)	338,7	0	0,00
	Modernizacja instalacji c.o.	6800	135	918 000,00
2	Modernizacja c.w.u.	23	350	8 050,00
3	Ocieplenie stropu poddasza	876,75	120	105 210,00
4	Wymiana stolarki okiennej	821,7	800	657 360,00
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	6247,5	200	1 249 500,00
6	Wymiana drzwi	24,86	1 200	29 832,00
7	Ocieplenie ścian przy gruncie	556,5	300	166 950,00
			SUMA	3 134 902,00

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	3 134 902,00
Udział środków własnych inwestora:	626 980,40
Dofinansowanie z funduszy UE:	2 507 921,60

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Uzyskanie niezbędnych zezwoleń
2. Złożenie wniosku o dofinansowanie z funduszy UE
3. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
4. Realizacja robót i odbiór techniczny
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła

Załącznik 2 Określenie strat ciepła przez wentylację i nieszczelności okien

Załącznik 3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu

Załącznik 4 Obliczenie współczynników przenikania przegród

Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

Załącznik nr 1

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie energii na potrzeby ogrzewania i cwu

Przed i po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Oplata zmienna	zł/GJ	26,06	32,05
Oplata przesyłowa	zł/GJ	10,22	12,57
Razem oplata	zł/GJ	36,28	44,62
Oplata stała za 1 MW mocy miesięcznie (zł/MW*mc)		7 632,10	

Analiza i obliczenie kosztów jednostkowych opłat za energię cieplną .

Kalkulacja kosztów

Ciepło dostarczane jest z miejskiej sieci ciepłowniczej do węzła cieplnego dwufunkcyjnego o mocy zamówionej 22,4 MW kW dla c.o. oraz c.w.u.

Koszty jednostkowe dostawy energii cieplnej wyliczone na podstawie faktur.

- oplata stała za moc zamówioną wynosi na podstawie faktur - 3906,75 zł /MW – m-c netto
- oplata stała za przesyłanie energii cieplnej – 2298,21 zł / MW m-c netto
- całkowita oplata stała za moc zamówioną wynosi: 6204,96 zł / MW m-c tj 7632,10 zł / MW m-c brutto .
- oplata zmienna za ciepło – 26,06 zł / GJ netto
- oplata przesyłowa – 10,22 zł/ GJ netto

Całkowita oplata zmienna wynosi : 36,28 zł / GJ netto tj 44,62 zł / GJ brutto.

Kalkulacja kosztów energii elektrycznej

Średnia cena za dostawę energii elektrycznej z sieci PGE Obrót S.A. Oddział Z siedzibą w Białymstoku wg. Taryfy B23 wynosi 0,38 zł / kWh z uwzględnieniem opłaty stałej i dystrybucyjnej za energię / obrót / : 0,286 zł / kWh.
oraz oplata dystrybucyjna : 0,094 kWh

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<i>pomieszczenie</i>	<i>ilość</i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m³/h</i>	<i>Strumień w m³/s</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/s</i>
kuchnia z oknem zewnętrznym, z kuchenką elektryczną		50	0,014	0,000
łazienka (z WC lub bez)	16	50	0,014	0,222
sale wykładowe	2	14 901	4,139	8,278
pokoje biurowe, klatki schodowe i komunikacja	1	3 915	1,088	1,088
ŁĄCZNIE V_o				9,588

$$V_o = 34\,517 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Kubatura wentylowana budynku } V = 35\,453 \text{ m}^3$$

$$\text{krotność wymiany powietrza wentylacyjnego} = 0,97 \text{ h}^{-1}$$

$$\text{Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430 } V_{nom} = \Psi = 34\,517 \text{ m}^3/\text{h}$$

Współczynniki korekcyjne	Stan po	
	Stan istniejący	termomodernizacji
c_r	1,30	0,85
c_w	1,00	1,00
c_m	1,30	1,00

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

$$c_r \cdot c_w \cdot V_{nom} = 58\,334 \quad 29\,339 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$c_m \cdot V^{*1} = 46\,089 \quad 35\,453 \text{ m}^3/\text{h}$$

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji (c.w.u. - bez zmian)
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,8	0,7
jed.odniesienia - powierzchnia A_f	m ²	6800	6800
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	0C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	0C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. K_r	-	0,55	0,55
czas użytkowania t_u	doba	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * K_r * t_u / (1000 * 3600)$	kWh/rok	57 198	50 048
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,93	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,5	0,6
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1	1
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1	1
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,465	0,594
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	123 006	84 256
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	443	303
roczne zapotrzebowanie na ciepłą wodę	m ³ /rok	1 985,60	1 737,40

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji (bez zmian)
(1)	(2)	(3)	(4)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L * V_{cw}) / (12 * 1000)$	m ³ /h	0,45333	0,39667
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	1,082	1,082
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * K_r / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,223	0,175
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	30,4	20,8
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	28,1	19,2

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Załącznik 4

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w.m	λ W/m ² *K	R _i , R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściana zew 45	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	1,33
	cegła pełna	0,410	0,77	0,532	
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			R _{se}	0,040	
			razem	0,751	
Ściana zew 50	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	1,23
	cegła pełna	0,460	0,77	0,597	
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			R _{se}	0,040	
			razem	0,816	
Ściana zew 64	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	1,00
	cegła pełna	0,600	0,77	0,779	
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			R _{se}	0,040	
			razem	0,998	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w.m	λ W/m ² *K	R _i , R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zew.45 ociepl.	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	0,192
	cegła pełna	0,410	0,77	0,532	
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
	styropian	0,160	0,036	4,444	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			R _{se}	0,040	
			razem	5,196	
Ściany zew.50 ociepl.	tynk cem-wap	0,010	0,82	0,012	0,191
	cegła pełna	0,460	0,77	0,597	
	tynk cem-wap	0,010	0,82	0,012	
	styropian	0,160	0,036	4,444	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			R _{se}	0,040	
			razem	5,236	
Ściany zew.64 ociepl.	tynk cem-wap	0,010	0,82	0,012	0,185
	cegła pełna	0,600	0,77	0,779	
	tynk cem-wap	0,010	0,82	0,012	
	styropian	0,160	0,036	4,444	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			R _{se}	0,040	
			razem	5,418	

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)
Przed termomodernizacją

Załącznik 4

Po termomodernizacji

Strop poddasza	ładź cementowa	0,05	1,70	0,029
	strop Kleina	0,34	0,74	0,463
	tynek cem.-wap.	0,02	0,82	0,000
			R_{si}	0,100
			R_{se}	0,100
			razem	0,692
Podłoga na gruncie	Terakota	0,02	1,1	0,02
	Beton posadzkowy	0,08	1,7	0,05
	Piasek	0,3	0,4	0,75
			R_{si}	0,17
			R_{se}	0,17
			razem	1,16
Ściana przy gruncie	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024
	cegła pełna	0,600	0,77	0,779
	tynek cem-wap	0,020	0,82	0,024
	opór gruntu			0,000
			R_{si}	0,623
			R_{se}	0,130
			razem	1,621

Strop poddasza ocieplony	ładź cementowa	0,05	1,7	0,029
	strop Kleina	0,34	0,735	0,463
	tynek cem.-wap.	0,02	0,82	0,024
	styropian/wetna	0,220	0,036	6,111
			R_{si}	0,100
			R_{se}	0,100
			razem	6,827
Podłoga na gruncie	Terakota	0,02	1,7	0,012
	Beton posadzkowy	0,08	1,7	0,047
	Piasek	0,3	0,4	0,750
			R_{si}	0,170
			R_{se}	0,170
			razem	1,149
Ściana przy gruncie ociepl.	tynek cem-wap	0,010	0,82	0,012
	cegła pełna	0,600	0,77	0,779
	tynek cem-wap	0,010	0,82	0,012
	styropian	0,140	0,036	3,889
opór gruntu			0,623	
			R_{si}	0,130
			R_{se}	0,040
			razem	5,485

Załącznik nr 5

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.5 PRO

Wariant	Zapotrzebowanie		usprawnienie
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a	
1	0,2439	1765,6	Ocieplenie ścian przy gruncie
2	0,2720	2255,9	Wymiana drzwi
3	0,2743	2277,0	Ocieplenie ścian zewnętrznych
4	0,4889	4228,2	Wymiana stolarki okiennej
5	0,5057	4382,4	Ocieplenie stropu poddasza
6	0,6774	5725,6	Modernizacja c.w.u.
7	0,6774	5725,6	Modernizacja instalacji c.o.
0 - stan istniejący	0,6774	5725,6	

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek ul. Michała Oczapowskiego 6/8	
	stan przed modernizacją	
Miejscowość:	10-719 Olsztyn	
Adres:	ul. Michała Oczapowskiego 6/8	
Projektant:	Mirosława Puczyńska	
Data obliczeń:	Czwartek 21 Kwietnia 2016 12:13	
Data utworzenia projektu:	Czwartek 21 Kwietnia 2016 12:13	
Plik danych:	C:\Users\Mirka\Desktop\olsztyn 04 2016\1603_	
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:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	6800,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	18816,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	553267	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	124138	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	677404	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	677404	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	99,6	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	36,0	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	752,6	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h

Wyniki - Ogólne

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 :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	9408,1	m^3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	$^{\circ}C$
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	11289,7	m^3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	5725,55	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1590431	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	6800	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	18816,2	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	842,0	MJ/($m^2 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	233,9	kWh/($m^2 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	304,3	MJ/($m^3 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	84,5	kWh/($m^3 \cdot rok$)
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	$^{\circ}C$
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:		
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:	Nie	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Wysoki	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	2,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Dobre osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		$^{\circ}C$
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	$^{\circ}C$

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek ul. Michała Oczapowskiego 6/8	
	stan po modernizacji	
Miejscowość:	10-719 Olsztyn	
Adres:	ul. Michała Oczapowskiego 6/8	
Projektant:	Mirosława Puczyńska	
Data obliczeń:	Czwartek 21 Kwietnia 2016 12:11	
Data utworzenia projektu:	Czwartek 21 Kwietnia 2016 12:11	
Plik danych:	C:\Users\Mirka\Desktop\olsztyn 04 2016\1603_	
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:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	6800,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	18816,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	119793	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	124138	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	243931	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	243931	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	35,9	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	13,0	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	752,6	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h

Wyniki - Ogólne

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 :	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	9408,1	m^3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	$^{\circ}C$
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Olsztyn	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	11289,7	m^3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1765,62	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	490450	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	6800	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	18816,2	m^3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	259,7	MJ/ ($m^2 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	72,1	kWh/ ($m^2 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	93,8	MJ/ ($m^3 \cdot rok$)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	26,1	kWh/ ($m^3 \cdot rok$)
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	$^{\circ}C$
Obliczaj straty do pomieszczeń w sąsiednich budynkach tak jak by były nieogrzewane:		
	Nie	
Obliczanie automatyczne mostków cieplnych:		
	Tak	
Obliczanie mostków cieplnych metodą uproszczoną:		
	Nie	
Domyślne dane do obliczeń:		
Typ budynku:	Szkolny	
Typ konstrukcji budynku:	Ciężka	
Typ systemu ogrzewania w budynku:	Konwekcyjne	
Oslabienie ogrzewania:	Bez osłabienia	
Regulacja dostawy ciepła w grupach:	Centralna reg.	
Stopień szczelności obudowy budynku:	Wysoki	
Krotność wymiany powietrza wewn. n_{50} :	2,0	1/h
Klasa osłonięcia budynku:	Dobre osłonięcie	
Domyślne dane dotyczące wentylacji:		
System wentylacji:	Naturalna	
Temperatura powietrza nawiewanego θ_{su} :		$^{\circ}C$
Temperatura powietrza kompensacyjnego θ_c :	20,0	$^{\circ}C$