

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

MIEJSKIEGO PRZEDSZKOLA NR 11

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Adres budynku	ulica: Bielska 26/1 (działka nr 151) kod: 09-400 miejscowość Płock powiat: Płock (na prawach powiatu) województwo: mazowieckie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Sławomir Grabarczyk tytuł zawodowy: dr inż. nr opracowania 01/2/2014

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	oświatowy - przedszkolny	1.2. Rok budowy	1970
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Urząd Miasta Płocka ul. Stary Rynek 1 kod 09-400 Płock tel. 243 671 555 fax. 243 671 598 PESEL: nie dotyczy	1.4. Adres budynku ul. Bielska 26/1 kod 09-400 Płock powiat Płock woj. mazowieckie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt Doradztwo Energetyczne i Usługi Projektowe Sławomir Grabarczyk REGON: 610 381 524 Płock, ul. Czwartaków 18A/10			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis dr inż. Sławomir Grabarczyk, 09-410 Płock, ul. Czwartaków 18A/10; Ukończony kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego nr 76/2005 zgodny z wymaganiami KAPE; Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 827; Uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej - potwierdzone wpisem do rejestru osób, które uzyskały uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków; Nr wpisu: 7398, Nr uprawnienia: 936, Data wpisu: 2010-10-21 w Rejestrze Ministerstwa Infrastruktury - obecnie Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej. <div style="text-align: right;"><i>podpis</i></div>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	mgr inż. Wiesław Brykała	inwentaryzacja techniczno-budowlana	
2			
5. Miejscowość	Płock	Data wykonania opracowania	25.04.2014
6. Spis treści			
1.	Strona tytułowa	str. 2	
2.	Karta audytu energetycznego	3	
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku	5	
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	6	
5.	Ocena stanu technicznego budynku	14	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	16	
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	17	
8.	Opis wariantu optymalnego	29	

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna z elem. przemysł.	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 389	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	841	
5.	Powierzchnia użytkowa części niemieszkalnej [m ²]	841	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	164	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	węzeł ciepłowniczy + stabilizator	
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	węzeł ciepłowniczy	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ³ /m ²]	0,7	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane ¹⁾		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
[W/m ² K]			
1.	Ściany zewnętrzne szczytowe	0,905	0,206
	podłużne	0,905	0,206
2.	Dach / stropodach	1,542	0,204
3.	Strop piwnicy	1,428	0,288
4.	Okna	1,3	1,3
5.	Drzwi / bramy	3,4	1,6
6.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania ²⁾			
1.	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania	0,97	0,97
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,93	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Charakterystyka systemu wentylacji ³⁾			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego (nominalny) [m ³ /h]	3 336	3 336
4.	Liczba wymian (nominalna - zredukowane do obl. w audycie - zał. nr 3) [l/h]	1,40	1,40
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego ⁴⁾ [kW]	98,1	59,4
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu ⁵⁾ [kW]	7,0	7,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu ⁴⁾ [GJ/rok]	580,2	268,0
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	677,0	313,0
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu ⁵⁾ [GJ/rok]	92	92
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]	517,1	-

*) dla budynku o mieszalnej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

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]	191,7	88,5
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]	223,6	103,4
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]	78,72	36,39
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu) ⁶⁾			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	41,8	41,8
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	6 838	6 838
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	-	-
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc***) [zł]	6 838	6 838
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	3,60	1,31
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł]	0,00	0,00
7	Inne - opłata za 1GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł]	41,8	41,8
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	267 145	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	47,50
Planowane koszty całkowite	296 828	Premia termomodernizacyjna	32 451
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	32 338		

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

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

- 1) Obliczenie współczynników przenikania ciepła poszczególnych przegród przed i po termomodernizacji - załącznik 2
- 2) Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
- 3) Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 3
- 4) Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczone w załączniku 5
- 5) Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu zamieszczone w załączniku 4
- 6) Wyliczenie opłat jednostkowych zamieszczono w załączniku 1

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Projekty:

- Projekt techniczny węzła cieplnego z 2009 r.
- Projekt budowlany instalacji co i instalacji wewnętrznych wod-kan z 2009 r.

3.2. Inne dokumenty

Umowa nr 171/1 z 2009 r. z dostawcą ciepła - Fortum Power & Heat Polska Sp. z o.o. we Wrocławiu
Faktury Fortum za dostawę ciepła w 2013 r.

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 13 sierpnia 2013r., 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”.

° PN - EN ISO 13789 : 2008 "Ciepłota właściwości użytkowania budynków - Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania".

° Polska Norma PN - EN ISO 13790:2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków - Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia"

3.3. Osoby udzielające informacji

- Dyrektor Miejskiego Przedszkola nr 11 - mgr Małgorzata Fortas

3.4. Data wizji lokalnej

30.01.2014 25.04.2014

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych,
 - ocieplenie stropodachu,
 - ocieplenie ściany przy gruncie,
 - wymiana drzwi (3 szt.)

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	29 683,0 zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	267 145,0 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	X
Adres	Bielska 26/1, 09-400 Płock			
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	

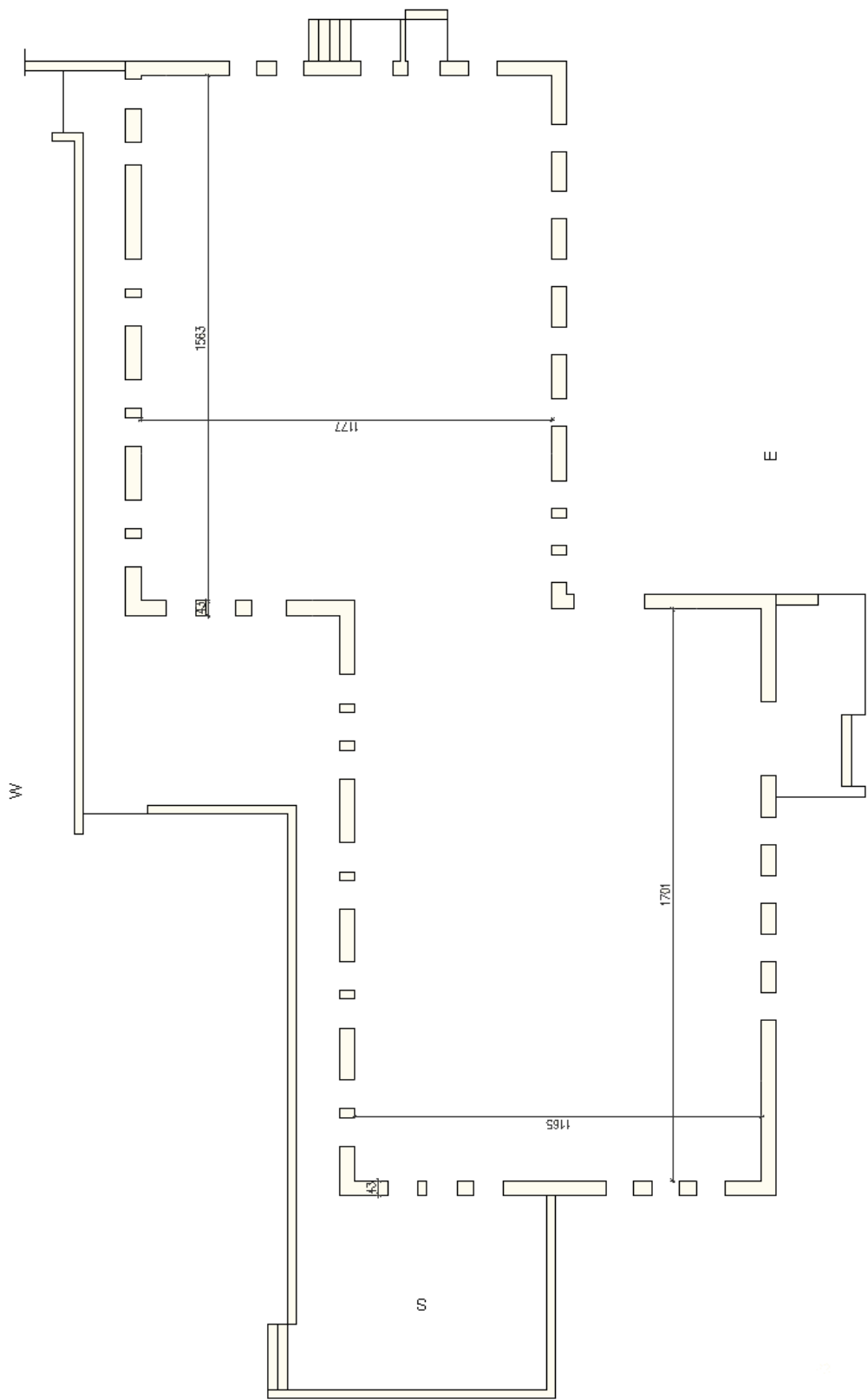
Rok budowy				Rok zasiedlenia			
Technologia budynku				UW-2Ż-cegła żerańska			
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
szkieletowa	inna, jaka:	z elementami uprzemysłowionymi					
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	428	10	Budynek podpiwniczony	tak, częściowo	
2	Kubatura części ogrzewanej	[m ³]	2389	11	Liczba klatek schodowych	nie wydzielona	
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]	2389	12	Liczba kondygnacji	3	
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań/pomieszczeń	[m ²]	841	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,7	
5	Powierzchnia korytarzy +klatek	[m ²]	0	14	Liczba mieszkańców/użytkowników	164	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m ²]	0				
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	[m ²]	0	15	Liczba mieszkań	0	
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m ²]	0	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	0	
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m ²]	841	17	Liczba mieszkań z WC osobno	0	

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

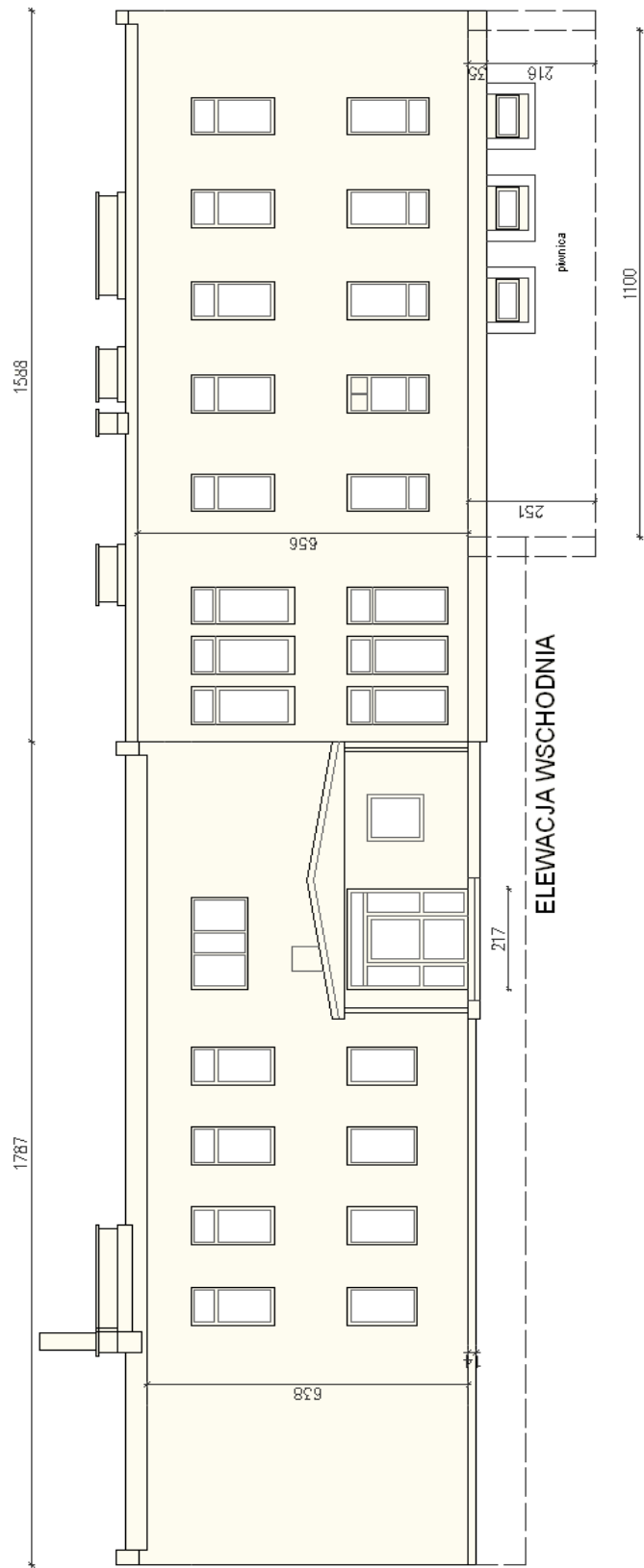
2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4b. Uproszczona dokumentacja techniczna w załącznikach

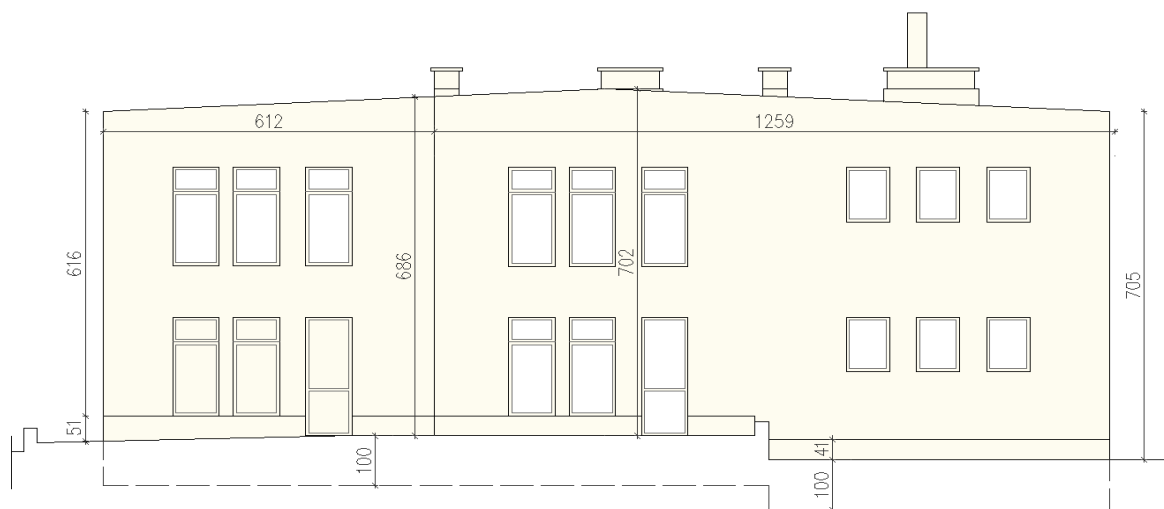
4.b. Szkic budynku



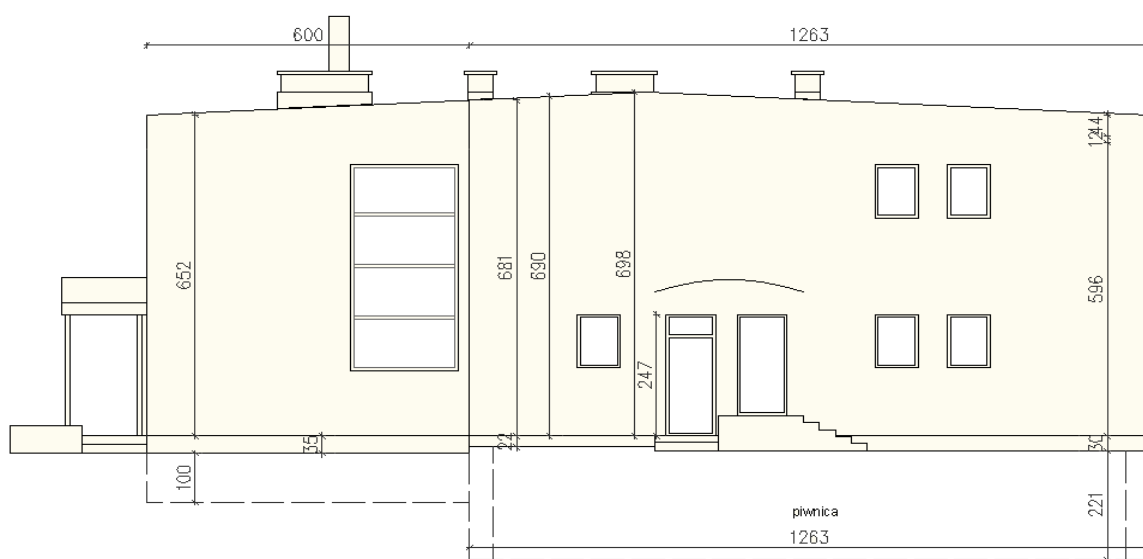
RZUT BUDYNKU



ELEWACJA WSCHODNIA

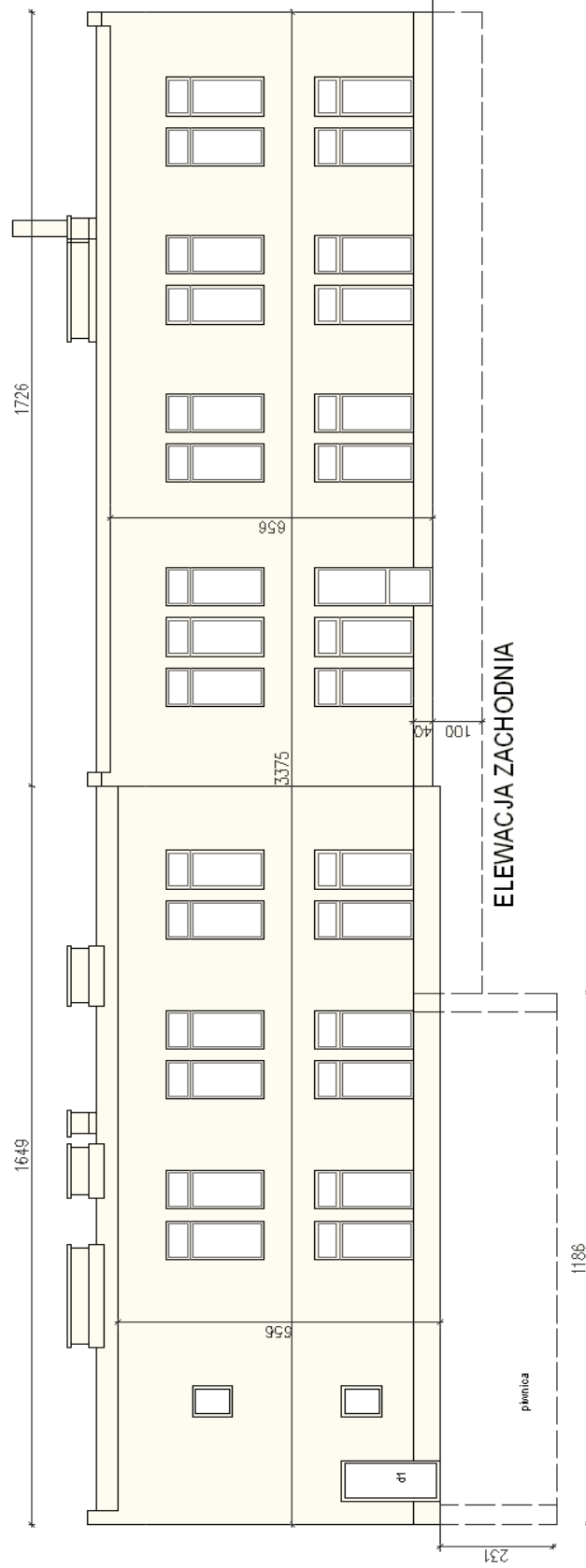


ELEWACJA POŁUDNIOWA



ELEWACJA PÓŁNOCNA

ELEWACJE POŁUDNIOWA I PÓŁNOCNA



ELEWACJA ZACHODNIA

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 2 kondygnacjach nadziemnych z częściowym podpiwniczeniem, zbudowany w technologii tradycyjnej z pustaka ceramicznego MAX o grubości **43 cm** obustronnie otynkowanego. Stropy kanałowe typu Żerań.

Ściany piwnic z cegły ceramicznej pełnej - razem o grubości **43 cm**.

Konstrukcję stropodachu stanowi: strop kanałowy typu Żerań z niewentylowaną pustką powietrzną o średniej grubości ok. 20 cm oraz płytami korytkowymi wspartymi na ściankach ażurowych, pokrycie zewnętrzne papa.

Okna w pomieszczeniach przedszkola wymienione na nowe PCV, podwójnie szklone. Wartość współczynnika przenikania ciepła ocenia się na **$U=1.3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** .

Drzwi wejściowe aluminiowe; wartość współczynnika przenikania ciepła ocenia się na **$U=1.65 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** . Drzwi zewnętrzne zaplecza drewniane; wartość współczynnika przenikania ciepła ocenia się na **$U=3.4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** .

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Położenie	Pow. brutto m ²	Pow. netto m ²	U_K W/(m ² ·K)	Pow. okien m ²	U okna W/(m ² ·K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² ·K)
1	Ściana podłużna	S	127,6	101,0	0,905	22,5	1,3	4,1	1,7
2	Ściana podłużna	N	127,6	110,7	0,905	12,7	1,3	4,2	3,4
3	Ściana szczytowa	E	233,7	191,8	0,905	36,6	1,3	5,2	1,7
4	Ściana szczytowa	W	231,2	176,3	0,905	51,0	1,3	2,1	1,7
	j.w.							1,8	3,4
5	Ściana przy gruncie	-	80,5	80,5	1,428				
6	Stropodach	H	427,9	427,9	1,542				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	85
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	15,0
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną za co	[kW]	98,12
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	26,7
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	580,2
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	677,0
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	6 838,0
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	41,8
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z sieci miejskiej do węzła cieplnego w budynku. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	75/65 °C
3.	Przewody w instalacji	Przewody w pomieszczeniu węzła stalowe, czarne, ze szwem, spawane; Przewody od rozdzielaczy do grzejników miedziane, izolowane termicznie. Stan techniczny dobry.
4.	Rodzaje grzejników	Płytowe
5.	Ostonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostaticzne	Tak.
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiórcze typu zamkniętego
8.	Odpowietrzenie	Odpowietrzniki przygrzejnikowe
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Węzeł cieplny oraz instalacja co modernizowane.

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	0,93
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s =$	η_{tot}	0,86
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 przygotowywana centralnie w węźle ciepłowniczym w budynku. Instalacja centralna dla której źródłem jest stabilizator ciepłej wody użytkowej o poj. 300 litrów.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe, prowadzone w szachtach instalacyjnych wraz z kanalizacją. Przewody poziome izolowane, pionowe nieizolowane. Stan techniczny dobry.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Nie dotyczy.
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak.

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Węzeł ciepłowniczy wymiennikowy, dwufunkcyjny, z ciepłomierzem, z automatyką pogodową.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna, w pomieszczeniach: łazienek, gospodarczych i kuchni wentylacja wywiewna mechaniczna funkcjonująca okresowo
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	3 336

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	R [m ² *K/W]	
	istniejące	wymagane	
ściany zewnętrzne	0,905	1,105	4,0
stropodach	1,542	0,649	4,5
ściana zewnętrzna przy gruncie	1,428	0,700	2,0

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

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne (3 szt.)	3,4	1,7
okno	1,3	1,3

5.3 System grzewczy

Instalacja centralnego ogrzewania wymieniona w 2009 r. W ramach modernizacji zainstalowano:

- naczynie wzbiorcze przeponowe typuzamkniętego;
- grzejniki płytowe z zaworami termostatycznymi umożliwiającymi regulację temperatury w pomieszczeniach, odpowietrzenie instalacji przy grzejnikach;
- przewody instalacji co miedziane, izolowane termicznie - w dobrym stanie technicznym.

Węzeł ciepłowniczy został zmodernizowany w 2009 r., wyposażony w licznik ciepła i automatykę pogodową, jest w dobrym stanie technicznym.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Instalacja ciepłej wody użytkowej jest w dobrym stanie technicznym. Instalacja została wymieniona w 2009 r., izolowana termicznie.

5.5 Wentylacja

Wentylacja w pomieszczeniach zajęć realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Stan techniczny przewodów kominowych jest zgodny z obowiązującymi wymaganiami technicznymi. W pomieszczeniach gospodarczych, łazienkach bez okien zewnętrznych oraz kuchni wentylacja wywiewna mechaniczna, funkcjonująca okresowo.

**Zbiorne zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy
zawiera poniższa tabela**

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny.
2	<u>Okna</u> w dobrym stanie technicznym o niskim współczynniku przenikania ciepła U [W/m ² K]. Drzwi zewnętrzne drewniane, nieszczelne i o wysokim współczynniku przenikania ciepła.	Brak zaleceń dot. okien. Drzwi zewnętrzne drewniane wymienić na nowe o niskim współczynniku przenikania ciepła.
3	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Możliwa mała infiltracja powietrza z uwagi na montaż szczelnych okien bez nawiewników.	Brak zaleceń.
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> c.w.u. przygotowywane centralnie w węźle, instalacja w dobrym stanie, bez wodomierzy mieszkaniowych.	Brak zaleceń.
5	<u>System grzewczy</u> Węzeł indywidualny. Instalacja zmodernizowana. Ogólnie dobry stan techniczny instalacji wewnętrznej.	Brak zaleceń.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa - styropian EPS
2.	jw. przez stropodach	Ocieplenie stropodachu przez położenie na istniejącej konstrukcji izolacji termicznej (styropapy) i wykonanie nowego pokrycia dachowego.
3.	jw. przez przegrody zewnętrzne przy gruncie (w piwnicy) oraz ściany fundamentowe (likwidacja mostka termicznego)	Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie oraz ścian fundamentowych izolacją termiczną - styropianem AQUA EPS-P 120
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne drewniane (3 szt.).	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe z PCV.

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 podłużnych*
		Ocieplenie ścian szczytowych*
		Ocieplenie stropodachu
		Ocieplenie przegrody zewnętrznej przy gruncie
		Wymiana drzwi zewnętrznych drewnianych na nowe

*) może być rozpatrywane jako jedno przedsięwzięcie

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:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- 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}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{piw}	12,0	12,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d * dla przegród zewnętrznych *	3 885	3 885	dzień·K·a
dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą **	1 943	1 943	
$O_{0m}, O_{1m},$	6 838	6 838	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	41,76	41,76	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/m-c

Ceny wg Fortum Power & Heat Polska Sp. z o.o. z podatkiem 23% VAT - z kwietnia 2014 r.
Wyliczenie opłat w załączniku 1.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne (pod+szcz)		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat						

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	427,9 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	430,8 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu od zewnątrz poprzez ułożenie Styropapy BT 100 o współczynniku przewodności $\lambda = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$						
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		3,73	4,27	4,80
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,649	4,38	4,92	5,45
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	221,4	32,8	29,2	26,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0264	0,0039	0,0035	0,0031
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		9 722	9 905	10 055
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		180,56	183,27	185,98
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		77 788	78 955	80 123
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		8,00	7,97	7,97
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,542	0,228	0,203	0,184
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		78 955 zł		SPBT= 8,0 lat

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Przegr. zewn. przy gruncie		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 80,5 m ² A_{kosz} = 150,1 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie od zewnątrz styropianem AQUA EPS-P 120 o współczynniku przewodności λ= 0,036 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 2,0 (m ² ·K)/W						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 2,0 (m ² ·K)/W						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,04	0,08	0,1
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		1,11	2,22	2,78
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,70	1,81	2,92	3,48
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	19,3	7,5	4,6	3,9
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A*(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0037	0,0014	0,0009	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		682	844	889
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		165,75	177,17	182,88
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		24 880	26 594	27 451
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		36,5	31,5	30,9
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,428	0,55	0,34	0,29
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu cen SEKOCENBUDu. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu (A _{koszt}).						
Wybrany wariant : 3		Koszt : 27 451 zł		SPBT= 30,9 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Przedsięwzięcie

Wymiana drzwi

Dane:	powierzchnia drzwi	A_{ok} =	5,823	m²	
	strumień pow. went. proporcjonalny	V_{nom} =	Ψ =	151	m³/h
	do powierzchni drzwi	C_w =	1		V_{obl} = Ψ * C_m

Opis wariantów usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi z PCV, o lepszych współczynnikach U:

wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$

wariant 2: drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	3,4	1,6	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	0,5	0,50	0,50
		Cm	0,8	0,80	0,80
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	7	3	3
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	9	9	9
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	16	12	12
6	$10^{-6} \cdot A_D \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0008	0,0004	0,0003
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{nom} \cdot c_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0016	0,0016	0,0016
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0024	0,0020	0,0019
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru} $= (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		200	208
10	Koszt jednostkowy drzwi N_D	zł		703	761
11	Koszt wymiany drzwi N_D			4 094	4 431
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0
13	Koszt $N_w + N_{OK}$			4 094	4 431
14	$SPBT = (N_D + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		20,5	21,3

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m² wg katalogu SEKOCENBUDu.

Wybrany wariant : 1

Koszt :	4 094 zł
----------------	-----------------

SPBT= 20,5 lat

7.2.5. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	78 955	8,0
2	Wymiana drzwi	4 094	20,5
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	179 015	25,5
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie	27 451	30,9

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

Dane: $Q_{oco} = 580,21 \text{ GJ/a}$ (stan istniejący - obliczenia)

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja co w dobrym stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki płytowe
- 3 Zainstalowane zawory termostaticzne
- 4 Węzeł cieplowniczy jest w dobrym stanie technicznym
- 5 W węźle istnieje automatyka z regulacją pogodową

Przewiduje po przeprowadzeniu prac termomodernizacyjnych wykonanie regulacji instalacji co, mającej na celu utrzymanie zakładanej sprawności systemu grzewczego i dostosowanie instalacji do zmienionej charakterystyki energetycznej budynku.

koszt regulacji instalacji co.	3 913 zł	4 813 zł
---------------------------------------	-----------------	-----------------

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności systemu grzewczego:

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed MSC		po MSC
	Rodzaj systemu zasilania			
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,95	$\eta_w = 0,95$
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,97	$\eta_p = 0,97$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,93	$\eta_r = 0,93$
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	$\eta_e = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,86	$\eta = \mathbf{0,86}$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d =$	1,00	$w_d = 1,00$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	węzeł kompaktowy z obudową do 100 kW	bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody poziome i pionowe izolowane (dobry stan izolacji)	bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K	bez zmian
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d i w okresie tygodnia w_t	praca ciągła	bez zmian

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- 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
1	Ocieplenie stropodachu	X	X	X	X
2	Wymiana drzwi	X	X	X	
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X		
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie	X			
5	Regulacja instalacji co po wykonaniu termomodernizacji	X	X	X	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 [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5	294 328	2 500	296 828
2	1+2+3+5	266 877	2 500	269 377
3	1+2+5	87 862	2 500	90 362
4	1+5	83 768	2 500	86 268

7.4.2. 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	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,0861	268	0,857	1,00	312	20 096	0,0070	92	4 404	0,0932	404	24 500	365	16 226
2	0,08629	271	0,857	1,00	317	13 237	0,0070	92	4 404	0,0933	409	17 641	360	23 084
3	0,0758	398	0,857	1,00	465	25 639	0,0070	92	4 404	0,0829	557	30 043	212	10 683
4	0,0763	402	0,857	1,00	469	25 842	0,0070	92	4 404	0,0833	561	30 245	208	10 480
0-stan istniejący	0,0981	580	0,857	1,00	677	36 322	0,0070	92	4 404	0,1052	769	40 726		

1 wariant wybrany do realizacji

1) - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl_moc"

2) - moc i zużycie energii na cwu - załącznik "obl_cwu"

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - przy założeniu 10% wkładu własnego inwestora

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
					[zł, %]	[zł, %]	20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Ocieplenie stropodachu Wymiana drzwi Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie ściany zewn. przy gruncie Regulacja instalacji co po wykonaniu termomodernizacji	296 828	16 226	47,5%	29 683	10,0%	53 429	47 492	32 451
					267 145	90,0%			
2	Ocieplenie stropodachu Wymiana drzwi Ocieplenie ścian zewnętrznych Regulacja instalacji co po wykonaniu termomodernizacji	269 377	23 084	46,8%	26 938	10,0%	48 488	43 100	46 169
					242 439	90,0%			
3	Ocieplenie stropodachu Wymiana drzwi Regulacja instalacji co po wykonaniu termomodernizacji	90 362	10 683	27,6%	9 036	10,0%	16 265	14 458	21 365
					81 326	90,0%			
4	Ocieplenie stropodachu Regulacja instalacji co po wykonaniu termomodernizacji	86 268	10 480	27,1%	8 627	10,0%	15 528	13 803	20 961
					77 641	90,0%			

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, przy założeniu 10% wkładu własnego inwestora, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku z punktu widzenia ekonomicznego, ocenia się wariant nr 2 obejmujący usprawnienia:

- ocieplenie stropodachu
- wymiana drzwi
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- regulacja instalacji co po wykonaniu termomodernizacji

Mając na uwadze, racjonalne z punktu widzenia technicznego wykonanie termomodernizacji, jako właściwy wariant przedsięwzięcia w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant nr 1, obejmujący usprawnienia wymienione powyżej, jak również **ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie (w piwnicy) łącznie ze ścianami fundamentowymi budynku (izolacja obwodowa)**.

Uzasadnienie: Wykonanie usprawnień w wariacie nr 2 spowoduje, powstanie mostka termicznego na styku podłogi ze ścianą przy gruncie w części podpiwniczonej budynku, jak również na styku podłogi i ściany fundamentowej w części niepodpiwniczonej. Efektem takiego wykonania termomodernizacji będzie kondensacja wilgoci w miejscu mostka termicznego, czego widocznym efektem będzie pojawiające się zagrzybienie ścian w strefie przypodłogowej. Z punktu widzenia technicznego i poprawnego zaprojektowania budynku, z uwzględnieniem praw fizyki budowli w zakresie przepływu ciepła i wilgoci, właściwym wariantem przedsięwzięcia w rozpatrywanym budynku jest wariant nr 1.

Przedsięwzięcie w wariacie nr 1 spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 47,5% czyli powyżej 25%.
2. Planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora.
3. Środki własne inwestora wyniosą 29 683 zł, co spełnia oczekiwania inwestora.

UWAGA: zmiana zadeklarowanych środków własnych inwestora wpływa na zmianę wyboru wariantu optymalnego.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego **wariantu nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać prace:

1. Ocieplenie stropodachu Styropapą BT 100 o gr. 16 cm, o wsp. λ 0,038 W/(mK) z wykonaniem nowego pokrycia dachowego wraz wykonaniem otworów łączących przestrzeń powietrzną stropodachu w celu usuwania wilgoci.
2. Wymiana 3 szt. drzwi drewnianych na nowe o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż $1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$.
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem EPS 70-040 o gr. 15 cm i współczynniku λ 0,04 W/(mK), wraz z wykonaniem nowego tynku akrylowego.
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych w gruncie w części podpiwniczonej przedszkola - izolować termicznie styropianem AQUA EPS-P 120 o gr. 10 cm do poziomu ław fundamentowych; w części niepodpiwniczonej budynku dla fundamentu należy wykonać izolację obwodową również ze styropianu AQUA EPS-P 120 o gr. 10 cm do głębokości 1 m poniżej poziomu terenu; obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła styropianu AQUA EPS-P 120 przyjęto równy $0,036 \text{ W/(mK)}$.
5. Po wykonaniu w/w zabiegów termomodernizacyjnych wykonać regulację instalacji centralnego ogrzewania wraz ze źródłem ciepła w celu dopasowania do nowej charakterystyki energetycznej budynku.

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	Ocieplenie stropodachu	183,27	430,815	78 955
2	Wymiana drzwi	5,82	703	4 094
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	606,8	295	179 015
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie	150,1	182,88	27 451
5	regulacja instalacji co po wykonaniu termomodernizacji	-	-	4 813
6	Koszt audytu	-	-	2 500
			SUMA	296 828

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		296 828,0 zł
Udział środków własnych inwestora:	10,0%	29 683,0 zł
Kredyt bankowy:	90,0%	267 145,0 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		32 451,0 zł

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
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 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i mocy na ogrzewanie

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Opłaty za zużycie ciepła wg FORTUM Power and Heat Polska Sp. z o.o.**

Założenia:

- budynek przedszkola z węzłem indywidualnym
- opłaty bez zmian przed i po modernizacji budynku

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	3 346,00	4 115,58
Przesył	zł/(MW-m-c)	2 213,35	2 722,42
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	5 559,35	6 838,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	24,91	30,64
Przesył	zł/GJ	9,04	11,12
Razem opłata zmienna	zł/GJ	33,95	41,76
Abonament	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	0	0

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	3 346,00	4 115,58
Przesył	zł/(MW-m-c)	2 213,35	2 722,42
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	5 559,35	6 838,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	24,91	30,64
Przesył	zł/GJ	9,04	11,12
Razem opłata zmienna	zł/GJ	33,95	41,76
Abonament	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	0	0

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zew. podłużne i szczytowe	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	0,905
	mur z pustaka ceram. MAX	0,390	0,44	0,886	
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R _{si}			0,130	
	R _{se}			0,040	
	razem			1,105	
Przegroda zewnętrzna przy gruncie	tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018	1,428
	mur z cegły ceram.	0,380	0,77	0,494	
	gładź cem-wap	0,015	0,82	0,018	
	grunt - opór cieplny			0,040	
				0,000	
				0,000	
	R _{si}			0,130	
	opór R _{se} wliczony do oporu gruntu			0,000	
	razem			0,700	
Stropodach z płyt żerańskich z pustką powierzchnią	tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018	1,542
	strop żelb. Żerań, 22 cm	0,220		0,180	
	beton zwykły	0,050	1,30	0,038	
	niewent. wa-wa powietrza	0,200		0,160	
	beton (płyty korytkowe)	0,030	1,30	0,023	
	gładź cem-wap	0,050	0,82	0,061	
	2 x papa asfalt. na lepiku	0,005	0,18	0,028	
				0,000	
	R _{si}			0,100	
	R _{se}			0,040	
	razem			0,649	
				0,000	0,00
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R _{si}				
	R _{se}				
	razem			0,000	
				0,000	0,00
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R _{si}				
	R _{se}				
	razem			0,000	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zew. podłużne i szczytowe	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	0,206
	mur z pustaka ceram. MAX	0,390	0,44	0,886	
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	
	styropian EPS 70-040	0,150	0,04	3,750	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			R _{se}	0,040	
			razem	4,855	
Przegroda zewnętrzna przy gruncie	tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018	0,288
	mur z cegły ceram.	0,380	0,77	0,494	
	gładź cem-wap	0,015	0,82	0,018	
	styropian AQUA EPS-P 120	0,100	0,036	2,778	
	grunt - opór cieplny			0,040	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			opór R _{se} wliczony do oporu gruntu	0,000	
			razem	3,478	
Stropodach z płyt żerańskich z pustką powierzchnią	tynk cem-wap	0,015	0,82	0,018	0,204
	strop żelb. Żerań, 22 cm	0,220		0,180	
	beton zwykły	0,050	1,30	0,038	
	słabowent. wa-wa powietrza	0,200		0,000	
	beton (płyty korytkowe)	0,030	1,30	0,023	
	gładź cem-wap	0,050	0,82	0,061	
	2 x papa asfalt. na lepiku	0,005	0,18	0,028	
	styropapa BT 100	0,160	0,04	4,267	
			R _{si}	0,100	
			R _{se}	0,040	
			razem	4,911	
				0,000	0,00
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}		
			R _{se}		
			razem	0,000	
				0,000	0,00
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}		
			R _{se}		
			razem	0,000	

Załącznik nr 3

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego - wentylacja naturalna

Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430/AZ3:2000

<i>pomieszczenie</i>	<i>krotność [wymian/h]</i>	<i>kubatura w m³</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/s</i>
sale zajęć*	2	867,1	0,482
biura, pomieszczenia pomocnicze i gospodarcze	1	1422,7	0,395
kuchnia	1,5	99,2	0,041
węzeł cieplny i piwnica	0,3	99,6	0,008
ŁĄCZNIE V_o			0,927

* wg PN-EN 12831 minimalna krotność powietrza na godzinę dla pomieszczeń sal zajęć w budynkach oświatowych

V _o =	3 336	m ³ /h
Kubatura wentylowana budynku	2 389	m ³ /h
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	1,40	h ⁻¹

Liczba użytkowników obiektu	164	
minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg WT	20	m ³ /(h·os)
V _{WT} =	3 280	m ³ /h

Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjęta do audytu

Strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430

V _{nom} = Ψ=	3 336	m ³ /h
-----------------------	--------------	-------------------

Współczynniki korekcyjne

	Przed modernizacją	Po modernizacji
--	--------------------	-----------------

c _r	0,5	0,5
c _w	1,0	1,0
c _m	0,8	0,8

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

c _r * c _w * V _{nom}	1 668	1 668	m ³ /h
--	--------------	--------------	-------------------

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

c _m * Ψ	2 669	2 669	m ³ /h
--------------------	--------------	--------------	-------------------

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

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Uwaga: modernizacja instalacji c.w.u. wykonana wcześniej, na obecnym etapie nie planuje się żadnych usprawnień; obliczenia dla stanu po modernizacji - jak dla stanu istniejącego.

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(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_{cw}	l/os	8	8
jed.odniesienia - ilość osób L - użytkowników	os	164	164
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	201	201
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_t * t_{u,z} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	13 811,9	13 811,9
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,96
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,7	0,7
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania	-	0,95	0,95
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,54	0,54
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	25 453,2	25 453,2
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	91,6	91,6

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r}=(L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,073	0,073
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,685	2,685
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw}-\theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,347	0,347
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	18,9	18,9
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	7,0	7,0

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie (projektowe obciążenie cieplne) dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu CERTO ver. 7.0.0.2 opracowanym przez Dolnośląską Agencję Poszanowania Energii

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,0861	267,705
2	0,0863	271,493
3	0,0758	398,262
4	0,0763	401,665
0 - stan istniejący	0,0981	580,213