Zakład Inżynierii Środowiska Jacek Miklas
ul. Prezydenta F. Roosevelta 15/3c
88 – 100 Inowrocław

tel./fax: 52 355 22 15
e-mail: sekretariat@zis.net.pl
www.zis.net.pl

URZĄD GMINY
ul. Wodna 2
tel. 046 / 876 63 70, fax 975 80 79
87-140 CHEŁMŻA

Stwierdzam zgodność kserokopii
z oryginałem (kserokopią)
Chełmża, dnia 8.08.2017
str. 1-67

WÓJT
mgr inż. Jacek Czarnecki

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Z INSTALACJĄ OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO

Nazwa i adres obiektu budowlanego:

Gimnazjum w Głuchowie
Głuchowo 12
87-140 Chełmża

Imię i nazwisko lub nazwa oraz adres inwestora:

Gmina Chełmża
ul. Wodna 2
87-140 Chełmża

Inowrocław, 31.XII.2015.

1. Strona tytułowa

1. Dane identyfikacyjne budynku

1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1967

1.3 Inwestor

Gmina Chełmża

(nazwa lub imię i nazwisko)

Wodna	2	87-140	Chełmża	56 675 60 76	info@gminachelmza.pl
ulica	nr domu	kod	miejscowość	telefon	e-mail

PESEL — Nazwa i numer dokumentu tożsamości

1.4 Adres budynku

Głuchowo	12	87-140	Chełmża	toruński	kujaw.-pomorskie
ulica	nr domu	kod	miejscowość	powiat	województwo

2. Firma wykonująca audyt energetyczny

Zakład Inżynierii Środowiska Jacek Miklas
NIP 556-218-99-33
REGON 092992501

ul. Roosevelta 15/3c
88-100 Inowrocław
☎/🖷 52 355 22 15
e-mail sekretariat@zis.net.pl

3. Audytor koordynujący wykonanie audytu

mgr inż. Jacek Miklas
88-100 Inowrocław,
ul. Roosevelta 15/3c

podpis

Audytor energetyczny z listy Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0130

Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: wodociągowych i kanalizacyjnych, cieplnych, wentylacyjnych i gazowych nr ewid.: 39/2001

4. Współautorzy audytu

	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu	Posiadane kwalifikacje
4.1			
4.2			

5. Miejscowość, data wykonania opracowania

Inowrocław, dnia 31.XII.2015.

6. Spis treści

1. Strona tytułowa 2
2. Karta audytu energetycznego budynku 3
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych 7
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana 8
5. Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 20
6. Wykaz wskazanych do oceny efektywności i dokonania wyboru usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych. 22
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 23
8. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego efektywność energetyczną w zakresie oświetlenia wbudowanego 49
9. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia zwiększającego wykorzystanie OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej 51
10. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnych, poprawy efektywności energetycznej oświetlenia wbudowanego i wzrostu OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej. 52
11. Załączniki 55

2. Karta audytu energetycznego budynku

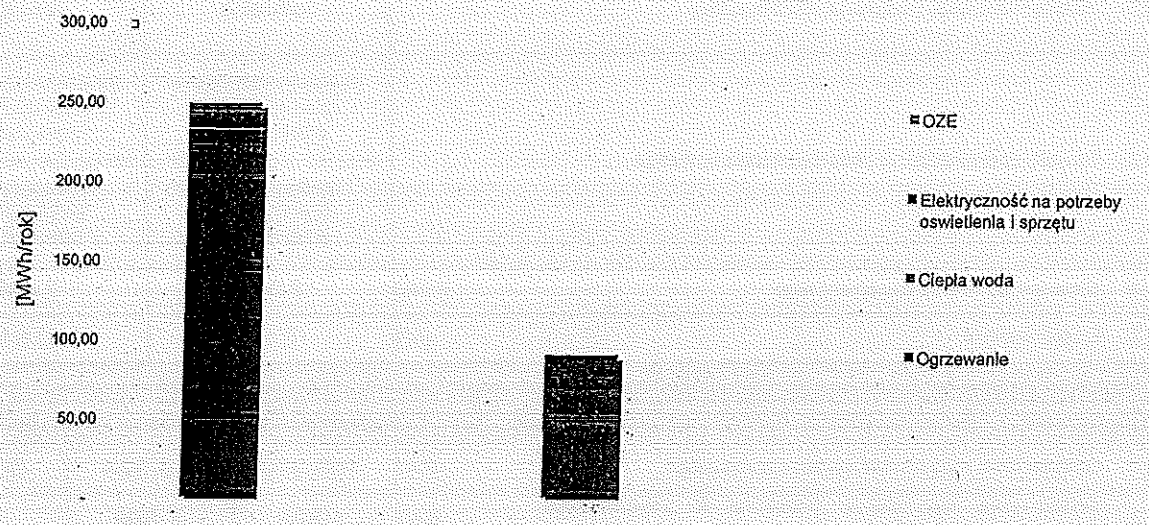
1. Dane ogólne			Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.1	Konstrukcja / technologia budynku		murowana	murowana
1.2	Liczba kondygnacji nadziemnych		2	2
1.3	Kubatura części ogrzewanej budynku	[m³]	3 981,40	3 981,40
1.4	Powierzchnia netto budynku	[m²]	1 167,20	1 167,20
1.5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej	[m²]	90,30	90,30
1.6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	[m²]	1 138,07	1 138,07
1.7	Liczba lokali mieszkalnych		2	2
1.8	Liczba osób użytkujących budynek		250	250
1.9	Sposób przygotowania ciepłej wody		termy elektryczne	termy elektryczne
1.10	Rodzaj systemu grzewczego budynku		centralny z kotłowni olejowej, wbudowanej	centralny z kotłowni olejowej wbudowanej wspomaganej pompą ciepła P/W
1.11	Współczynnik kształtu A / V	[m⁻¹]	0,47	0,47
1.12	Rodzaj zasilania elektroenergetycznego		energia elektryczna z sieci produkcja mieszana	energia elektryczna z sieci produkcja mieszana+prosumencka instalacja PV
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]				
1	*Ściany zewnętrzne (cz. szkolna)*	*SZ1*	1,428	0,184
2	*Ściany zewnętrzne (cz. mieszkalna)*	*SZ2*	1,428	0,184
3	*Stropodach (cz. szkolna)*	*STRD1*	0,881	0,135
4	*Stropodach (cz. mieszkalna)*	*STRD2*	0,755	0,132
5	*Strop nad piwnicą*	*STRP*	0,867	0,241
6	*Okna (cz. szkolna)*	*OK1*	2,000	0,900
7	*Okna (cz. mieszkalna)*	*OK2*	2,000	0,900
8	*Drzwi zewnętrzne (cz. szkolna)*	*DZ1*	2,500	1,300
9	*Drzwi zewnętrzne (cz. mieszkalna)*	*DZ2*	2,500	1,300
10	*Podłoga na gruncie*	*PG1*	0,448	0,448
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
3.1	Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_{H,tot}$	0,689	0,935
3.2	Sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$	0,900	1,303
3.3	Sprawność dystrybucji	$\eta_{H,d}$	0,900	0,960
3.4	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$	0,850	0,880
3.5	Sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$	1,000	0,850
3.6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	wt	1,000	0,950
3.7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	wd	1,000	0,950

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
4.1	Sprawność całkowita instalacji cwu	$\eta_{W,tot}$	0,980	0,980
4.2	Sprawność wytwarzania	$\eta_{W,g}$	0,980	0,980
4.3	Sprawność przesyłania	$\eta_{W,d}$	1,000	1,000
4.4	Sprawność wykorzystania	$\eta_{W,e}$	1,000	1,000
4.5	Sprawność akumulacji	$\eta_{W,s}$	1,000	1,000
5. Charakterystyka systemu wentylacji				
5.1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)		naturalna	naturalna
5.2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		Nawiew rozszczelnienie okien oraz przez przewietrzanie	Nawiew rozszczelnienie okien oraz przez przewietrzanie
			Wywiew kanałami grawitacyjnymi, przewietrzanie	Wywiew kanałami grawitacyjnymi, przewietrzanie
5.3	Strumień powietrza wentylacyjnego	[m³/h]	2 038	2 038
5.4	Liczba wymian	[h⁻¹]	0,51	0,51

			Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji	Efekt termomodernizacji
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
6.1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	105,930	46,924	59,006
6.2	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej	[kW]	1,808	1,808	-
6.3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) $Q_{H,nd}$	[GJ/rok]	542,41	160,18	382,23
		[MWh/rok]	150,67	44,50	106,17
6.4	Roczne obliczeniowe zużycie energii końcowej do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) $Q_{H,K}$	[GJ/rok]	787,81	154,57	633,25
		[MWh/rok]	218,84	42,93	175,90
6.5	Roczne obliczeniowe zużycie energii końcowej do przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{W,K}$	[GJ/rok]	18,00	18,00	-
		[MWh/rok]	5,00	5,00	0,00
6.6	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię		78,6%		
6.7	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	973,45		
		[MWh/rok]	270,40		
6.8	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowe (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-		
		[MWh/rok]	-		
6.9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/ m²rok)]	122,66	39,10	83,56
6.10	Wskaźnik rocznego obliczeniowego zużycia energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/ m²rok)]	178,15	42,85	135,30
6.11	Ilość energii cieplnej wytworzona w instalacji OZE	[MWh/rok]	-	27,60	27,60
6.12	Udział odnawialnych źródeł energii U_{OZE} w bilansie energii cieplnej	[%]	0,0%	57,6%	57,6%
6.13	Moc elektryczna przyłączeniowa	[kW]	15,000	15,000	-
6.14	Zmierzone roczne całkowite zużycie energii elektrycznej w budynku	[kWh/rok]	25 307		
6.15	Roczne zużycie energii końcowej na potrzeby oświetlenia wbudowanego $E_{K,L}$	[kWh/rok]	19 350	8 991	10 359
6.17	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby oświetlenia wbudowanego LENI	[kWh/ m²rok)]	16,1	7,5	8,6

6.18	Redukcja zużycia energii końcowej na potrzeby oświetlenia wbudowanego w wyniku poprawy efektywności energetycznej		53,5%		
6.19	Roczna ilość energii elektrycznej wytworzonej w instalacji fotowoltaicznej (PV)	[kWh/rok]	-	10 740	10 740
6.20	Roczne zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia i sprzętu elektrycznego z uwzględnieniem energii wykorzystanej z instalacji PV	[MWh/rok]	25,31	4,21	21,10
6.21	Udział odnawialnych źródeł energii U_{OZE} w bilansie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia i sprzętu elektrycznego	[%]	0,0%	71,8%	71,8%

6.22 Bilans energii końcowej przed i po termomodernizacji



7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)

7.1	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	74,03	74,03	-
		[zł/kWh]	0,27	0,27	-
7.2	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie	[zł/ MW m-c]	-	-	-
7.3	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[zł/ MW m-c]	-	-	-
7.4	Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	367,83	367,83	-
7.5	Koszt jednostkowy podgrzania 1m^3 ciepłej wody	[zł/ m^3]	25,22	25,22	-
7.6	Koszt jednostkowy ogrzania 1m^2 PU	[zł/ m^2 m-c]	4,59	1,16	3,43
7.7	Koszt za 1 kWh energii elektrycznej		0,47	0,47	-
7.8	Opłata stała za 1 KW mocy elektrycznej za miesiąc		3,21	3,21	-
7.9	Opłata abonamentowa		2,74	2,74	-

8. Koszty użytkowania energii (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)

8.1	Roczne koszty ciepła na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej	[zł/rok]	64 065	17 188	46 877
8.2	Roczne koszty energii elektrycznej	[zł/rok]	12 558	2 597	9 960
8.3	Roczne całkowite koszty energii Σ 8.1+8.2	[zł/rok]	76 622	19 785	56 837

9.	Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
9.1	Planowane koszty całkowite termomodernizacji	1 012 382 zł	9.2	Planowane koszty całkowite modernizacji oświetlenia wbudowanego	198 059 zł
9.3	Planowane koszty całkowite budowy instalacji PV	125 216 zł	9.4	Planowane koszty całkowite przedsięwzięć objętych audytem (9.1+9.2+9.3) powiększone o koszty audytu energetycznego, dokumentacji projektowej, nadzorów i monitoringu efektów	1 383 013 zł
9.5	Udział środków własnych	30%	9.6	Środki własne	414 904 zł
9.7	Udział środków zewnętrznych	70%	9.8	Środki zewnętrzne	968 109 zł
9.9	Czas zwrotu nakładów (łącznie ze środkami własnymi) (lata)	24,3	9.10	Czas zwrotu nakładów (środków własnych) (lata)	7,3

10.	Charakterystyka ekologiczna			Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji	Efekt	
10.1	Pył ze spalania	PM10	[kg/ rok]	2,36	0,25	2,11	89%
10.2	Pył ze spalania	PM2,5	[kg/ rok]	2,36	0,25	2,11	89%
10.3	Dwutlenek węgla	CO_2	[Mg/ rok]	80,57	9,09	71,48	89%
10.4	BαP	BαP	[g/ rok]	7,88	0,83	7,04	89%
10.5	Dwutlenek siarki	SO_2	[kg/ rok]	110,29	11,69	98,61	89%
10.6	Tlenki azotu	NO_x	[kg/ rok]	55,15	5,84	49,30	89%
10.7	Jednostkowy wskaźnik emisji CO_2 odniesiony do powierzchni ogrzewanej budynku E_{CO2}		[kg CO_2/m^2 rok]	65,59	7,40	58,19	

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1 Dokumentacja techniczna

3.1.1 Dokumentacja archiwalna - projekt techniczny instalacji centralnego ogrzewania (1965r.)

3.1.2 Inwentaryzacja własna dla potrzeb audytu energetycznego

3.2 Pozostałe dokumenty

3.2.1 Dane przekazane przez właściciela budynku dotyczące zużycia i kosztów energii i wody.

3.2.2 Dane przekazane przez właściciela budynku dotyczące ilości użytkowników i przeprowadzonych dotychczas prac termomodernizacyjnych

3.2.3 Wizja lokalna przeprowadzona w listopadzie 2015r.

3.3 Sugestie Inwestora

3.3.1 Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.

3.3.2 Określenie zakresu prac poprawiających efektywność energetyczną, kosztu przedsięwzięcia i oczekiwanych efektów w celu ubiegania się o środki finansowe na przeprowadzenie inwestycji.

3.4 Zadeklarowany maksymalny wkład własny inwestora na pokrycie kosztów termomodernizacji i zdolność kredytowa

3.4.1	Kwota zobowiązań możliwych do zaciągnięcia przez inwestora	**1 000 000 zł**
3.4.2	Zadeklarowany przez inwestora maksymalny wkład własny wynosi	**500 000 zł**

3.5 Uwagi

3.5.1	Koszt opracowania audytu energetycznego budynku	**4 305 zł**
3.5.2	Dokumentacja projektowa, nadzór autorski i inwestorski, monitoring powykonawczy	**43 050 zł**

3.6 Podstawa prawna

Audyt energetyczny sporządzony został w oparciu o:

3.6.1 *Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U.2008 Nr 223 poz.1459 z póź. zmianami)* ***[1]***

3.6.2 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346)* ***[2]***

3.6.3 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U.2015 nr 0 poz.1606)* ***[2a]***

3.6.4 *Ustawa Prawo budowlane (Dz.U.1994 Nr 89 poz.414 z póź. zmianami)* ***[3]***

3.6.5 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami)* ***[4]***

3.6.6 *Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. 2011 nr 94 poz. 551 z póź. zmianami)* ***[5]***

3.6.7 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz. 376)* ***[6]***

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana

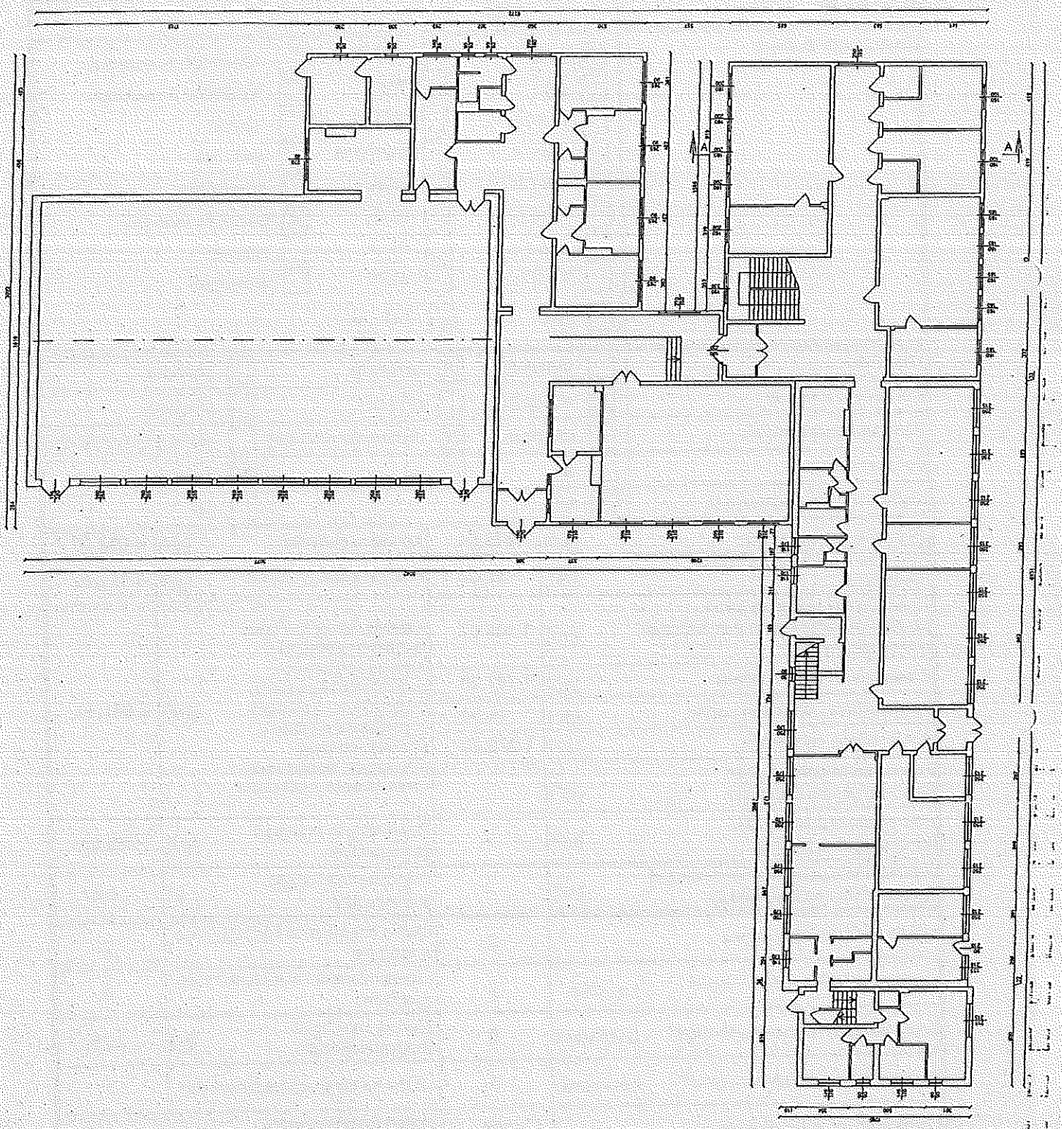
4a. Ogólne dane techniczne

Adres bdynku	87-140 Chełmża Głuchowo 12
Rok budowy	1967
Technologia budowy	☐ RWB ☐ WUF-62 ☐ "SZCZECIN" 1-warstwowy ☐ BSK ☐ WUF-T ☐ "SZCZECIN" 3-warstwowy ☐ RBM-73 ☐ OWT-67 ☐ "Stolica" ☐ RWP-75 ☐ OWT-67NB ☐ wielki blok ☐ PBU-59 ☐ OWT-75 ☐ monolityczna ☐ PBU-62 ☐ W-70 ☒ tradycyjna murowana ☐ RUW 2-J ☐ Wk-70 ☐ ramowa ☐ SBM-75 ☐ Wk-70 ☐ szkieletowa ☐ Inna ☐ OWT - R1
Własność	☐ spółdzielcza ☒ komunalna ☐ prywatna
Charakter zabudowy	☒ wolnostojący ☐ bliźniaczy ☐ szeregowy
Przeznaczenie budynku	☐ mieszkalny ☒ użyteczności publicznej ☐ zamieszkania zbiorowego
Podpiwniczenie	☐ tak ☐ nie ☒ częściowo
Klatka schodowa ogrzewana	☒ tak ☐ nie

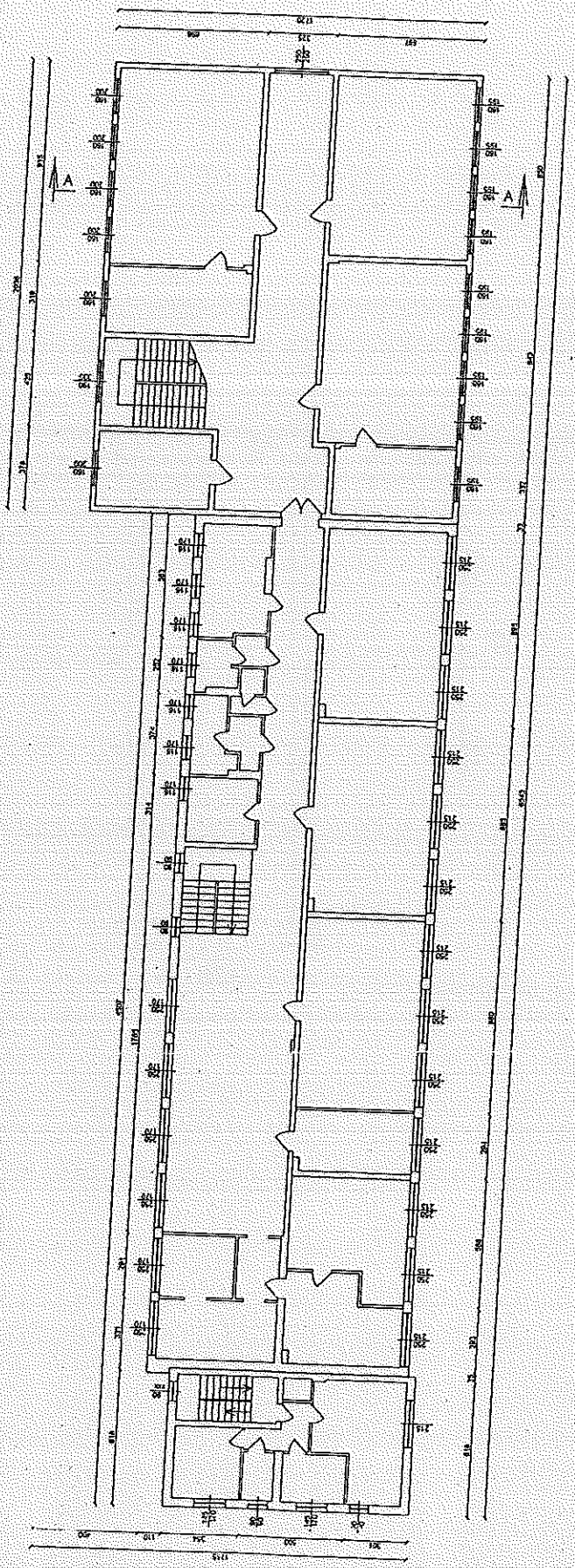
Powierzchnia zabudowy	[m²]	549,51	Kubatura budynku	[m³]	4 604,40
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	[m²]	90,30	Kubatura ogrzewana budynku	[m³]	3 981,40
Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	[m²]	1 138,07	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów wind, otwartych wnęk, logii i galerii	[m³]	3 981,40
Powierzchnia netto budynku	[m²]	1 167,20			
Powierzchnia wspólnego użytku	[m²]	19,54			
Powierzchnia ogrzewana	[m²]	1 220,40			
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu	[m²]	-			
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy	[m²]	-	Powierzchnia przegród zewnętrznych	[m²]	1 859,00
Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (handel, usługi)	[m²]	-	Współczynnik kształtu budynku A/V	[-]	0,47

Liczba mieszkań w budynku		2	Liczba mieszkań w budynku z wc w łazience	2
Liczba mieszkań w budynku <50m²	Lm <50m²	2	Liczba mieszkań w budynku z wc osobnym	0
Liczba mieszkań w budynku 50-100m²	Lm 50-100m²	0	Średnia wysokość kondygnacji brutto [m]	2,75
Liczba mieszkań w budynku >100m²	Lm >100m²	0	Liczba kondygnacji nadziemnych	2
Liczba osób użytkujących budynek	U	250	Stopień wyeksponowania budynku c_w [-]	1,00

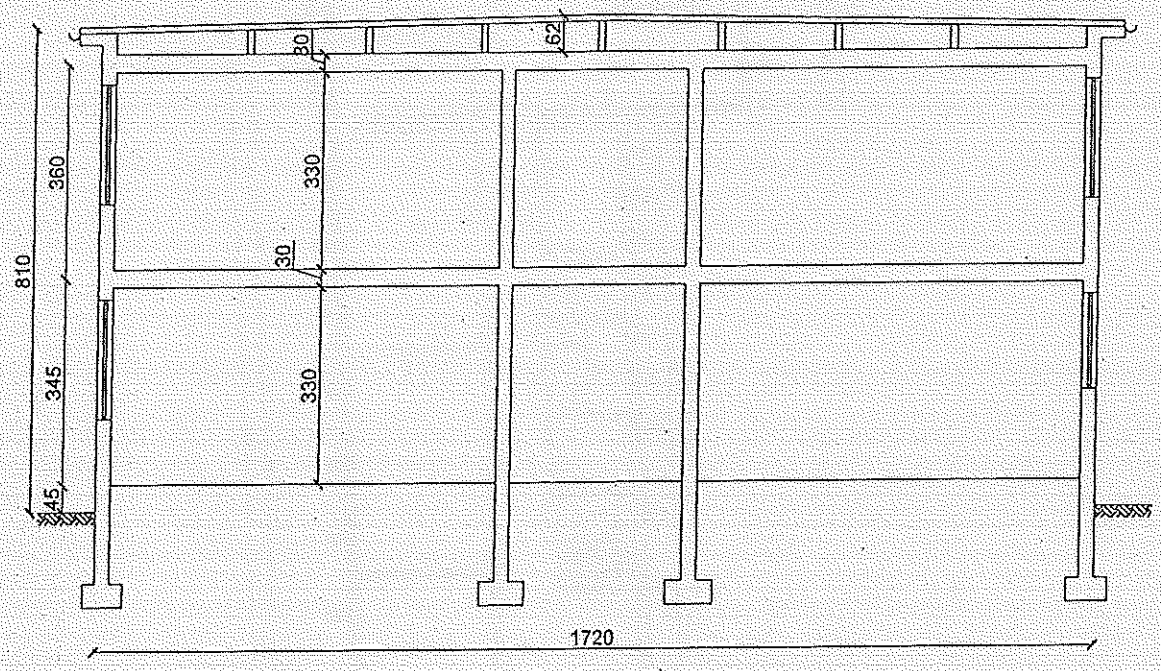
4b. Uproszczona dokumentacja techniczna
Rzut parteru. Skala 1:350



4b. Uproszczona dokumentacja techniczna
Rzut piętra. Skala 1:300



4b. Uproszczona dokumentacja techniczna
Przekrój A-A. Skala 1:125



4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Przedmiotem opracowania jest budynek głowny Gimnazjum w Głuchowie, zrealizowany w 1967r. Budynek wolnostojący, dwukondygnacyjny, częsciowo podpiwniczony, składa się z dwóch części - mieszkalnej (2 mieszkania) oraz oświatowej - budynek główny szkoły. W skład kompleksu szkoły wchodzą jeszcze dodatkowo dwa budynki - skrzydło boczne szkoły i sala gimnastyczna z zapleczem szatniowo - sanitarnym. Stanowią one wyodrebioną część, wyposażoną we własne instalacje zasilane z odrębnej kotłowni olejowej.

1. Ściany zewnętrzne
Ściany zewnętrzne murowane z cegły ceramicznej pełnej o gr. 38cm. Obustronnie otynkowane tynkiem cementowo-wapiennym.

2. Stropy
Stropy międzykondygnacyjne - gęstożebrowe typu DMS, posadzki lasticowe i PVC.

3. Stropodach
Stropodach nad częścią oświatową wentylowany – strop typu DMS, ocieplony supremą o gr. 5cm. Płyty dachowe na ściankach ażurowych, pokrycie z papy termozgrzewalnej.
Stropodach nad częścią mieszkalną - jak wyżej, lecz niewentylowany.

4. Stolarka okienna
Stolarka okienna z profili PVC o szerokości 62mm z szybą zespolną, jednokomorową . Wartość średniego współczynnika przenikania ciepła okien – 2,0 W/(m^2*K).

5. Stolarka drzwiowa
Drzwi wejściowe, z profili PVC z wypełnieniem PVC o współczynniku przenikania ciepła 2,5 W/(m^2*K).

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Przegroda		Pow. do obliczeń strat ciepła	Pow. do docieplenia	U_k
	Opis	Symbol	[m²]	[m²]	[W/m²K]
1	Ściany zewnętrzne (cz. szkolna)	SZ1	312	529	1,428
2	Ściany zewnętrzne (cz. mieszkalna)	SZ2	240	260	1,428
3	Stropodach (cz. szkolna)	STRD1	470	477	0,881
4	Stropodach (cz. mieszkalna)	STRD2	70	73	0,755
5	Strop nad piwnicą	STRP	57	57	0,867
6	Okna (cz. szkolna)	OK1	207	207	2,000
7	Okna (cz. mieszkalna)	OK2	23	23	2,000
8	Drzwi zewnętrzne (cz. szkolna)	DZ1	8	8	2,500
9	Drzwi zewnętrzne (cz. mieszkalna)	DZ2	2	2	2,500
10	Podłoga na gruncie	PG1	470	470	0,448

4d. Charakterystyka energetyczna budynku

L.p.	Opis danych	Symbol	Jednostka	Wartość
1.	Miejscowość			Chełmża
2.	Strefa klimatyczna			III
3.	Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	t_{z0}	[°C]	- 20
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.	Temperatura obliczeniowa	t_{w0}	[°C]	20
7.	Temperatura obliczeniowa	t_{w0}	[°C]	16
8.	Temperatura obliczeniowa	t_{w0}	[°C]	5
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10.	Stopniodni	$Sd_{(20°C)}$	[dzień*K/rok]	3 696,70
11.	Stopniodni	$Sd_{(12°C)}$	[dzień*K/rok]	1 920,70
12.	Stopniodni	$Sd_{(5°C)}$	[dzień*K/rok]	366,70
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
15.	Długość sezonu grzewczego	LD	[dni /rok]	222,00
16.	Ilość źródeł energii cieplnej w budynku	n	[-]	1
17.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na energię przed termomodernizacją	x_0, x_1	[-]	1,00
18.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed termomodernizacją	y_0, y_1	[-]	1,00
19.	***Opłaty za ciepło na potrzeby centralnego ogrzewania:***			
20.	Opłata stała za produkcję i przesył mocy (z VAT)	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	
21.	Opłata zmienna za produkcję i przesył energii (z VAT)	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03
22.	Opłata stała abonamentowa (z VAT)	A_{b0}, A_{b1}	[zł/(u.p.*m-c)]	367,83
23.	***Opłata za ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej:***			
24.	Opłata stała za produkcję i przesył moc (z VAT)	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	
25.	Opłata zmienna za produkcję i przesył energii (z VAT)	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	131,12
26.	Składnik stały (z VAT)	A_{b0}, A_{b1}	[zł/(m-c)]	
27.	Projektowane obciążenie cieplne budynku	$q_{obl.co}$	[kW]	105,930
28.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u. określone na podstawie średniego zużycia c.w.u.	$q_{obl.cw}$	[kW]	1,81
29.	Moc zamówiona całkowita	q_c	[kW]	
30.	Moc zamówiona na potrzeby centralnego ogrzewania	q_{co}	[kW]	
31.	Moc zamówiona na potrzeby ciepłej wody użytkowej	q_{cw}	[kW]	
32.	Moc zamówiona na potrzeby wentylacji mechanicznej	q_{wen}	[kW]	
33.	Zmierzone zużycie ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania	$Q_{co\ 2014}$	[GJ/rok]	827,72
34.	Zmierzone zużycie ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej	$Q_{cw\ 2014}$	[GJ/rok]	[illegible]
35.	Zmierzone zużycie ciepła na potrzeby wentylacji mechanicznej	Q_{wen}	[GJ/rok]	[illegible]
36.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego	$Q_{H,nd}$	[GJ/rok]	542,41
37.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$E=Q_H/V$	[kWh/m²rok]	123,46
38.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego	$Q_{HK}=Q_{H,nd}/\eta_{H,TOT}$	[GJ/rok]	787,81
39.	Suma zysków ciepła budynku (w stanie istniejącym)	Qz	[GJ/rok]	680,94
40.	Suma strat ciepła budynku (w stanie istniejącym)	Qstr	[GJ/rok]	953,74

4e. Charakterystyka systemu grzewczego

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło pomieszczeń / Moc zamówiona u dostawcy ciepła	105,930 [kW]		0,000 [kW]
Rodzaj ogrzewania	☒ wodne pompowe	☐ wodne grawitacyjne	☐ parowe
Parametry pracy instalacji	95/70	-	-
	Tz / Tp [°C]	Σ H str. [kPa]	V [m³]

Grzejniki

☐ żeliwne członowe ☐ z rur ożebrowanych ☐ ogrzewanie podłogowe
☐ stalowe członowe ☐ z rur gładkich ☐ aluminiowe
☒ stalowe płytowe ☐ konwektorowe ☐ inne:

-	*Ekrany zagrzejnikowe*	*Odpowietrzniki grzejnikowe*
Ilość grzejników	☐ tak ☒ nie	☐ tak ☒ nie
	Zawory termostatyczne	*Podzielniki kosztów*
	☒ tak ☐ nie	☐ tak ☒ nie

Przewody

☒ stalowe ☐ miedziane ☐ tworzywo sztuczne

Rodzaj przewodów

☒ po wierzchu ☐ w bruzdach ściennych ☐ w "szachtach" instalacyjnych

Sposób prowadzenie pionów

☐ brak ☐ wata szklana ☒ otulny PE lub PUR

Izolacja termiczna przewodów rozprowadzających

☐ dobry ☐ dostateczny ☒ niedostateczny

Stan izolacji termicznej przewodów rozprowadzających

-	*Regulacja podpionowa*	☐ brak ☒ kryzy
Ilość pionów	☐ zawory podpionowe ręczne	☐ zawory podpionowe DP

☒ odpowietrzniki automatyczne na końcówkach pionów
☐ instalacja odpowietrzająca prowadzona pod stropem ostatniej kondygnacji

Odpowietrzenie instalacji

Modernizacja systemu grzewczego po roku 1984: ☒ tak ☐ nie

Zakres modernizacji

Wymiana grzejników (1997r.)
Montaż zaworów termostatycznych (1997r.)
Montaż kotłów olejowych 2x80kW (1997r.)

UWAGI

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g}$ = **0,900**	kocioł olejowy
Rodzaj kotła / pieca	Kotły z palnikami wentylatorowymi i ciągłą regulacją procesu spal	
Paliwo	olej opałowy lekki	
Stan techniczny	☐ dobry ☐ dostateczny ☒ niedostateczny	
Sprawność przesyłania ciepła	$\eta_{H,d}$ = **0,900**	
☐ Źródło ciepła w pomieszczeniu ☐ Instalacja c.o. z przewodami w dobrym stanie technicznym ☒ Instalacja c.o. z przewodami w złym stanie technicznym		
Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$ = **0,850**	
Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{H,s}$ = **1,000**	
Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia	**wt = 1,000**	
czas ogrzewania	☐ 5 dni w tygodniu	☒ 7 dni w tygodniu
typ budynku	☐ lekki	☒ ciężki
Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	**wd = 1,000**	
czas przerw w ogrzewaniu	☒ bez przerw	☐ 4 godziny
☐ 8 godzin	☐ 12 godzin	☐ 16 godzin
typ budynku	☐ lekki	☒ ciężki
Całkowita sprawność systemu grzewczego	η_c = **0,689**	

Opis instalacji. Budynek wyposażony jest w instalację c.o. systemu wodnego, pompowego, dwururowego z rozdziałem dolnym. Instalacja zasilana jest z kotłowni; wyposażona jest w dwa kotły olejowe po 80kW każdy. Z rozdzielaczy wyprowadzono pary przewodów, które rozprowadzają czynnik grzewczy. Przewody rozprowadzające prowadzone są ze spadkiem w kierunku punktów odwadniających w półprzełazowych kanałach podposadzkowych. Odpowietrzenie instalacji c.o. za pomocą automatycznych zaworów odpowietrzających. Regulację instalacji dokonano za pomocą kryz dławiących. Jako elementy grzejne w pomieszczeniach zastosowano grzejniki płytowe. Grzejniki posiadają zawory termostatyczne.

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody

Budynek wyposażony jest w instalację ciepłej wody użytkowej. Woda ciepła przygotowywana jest w podgrzewaczach elektrycznych.

Rodzaj instalacji ciepłej wody

Miejscowe przygotowanie ciepłej wody, instalacje bez obiegów cyrkulacyjnych

- ☐ Miejscowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru
- ☐ Miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla grupy punktów poboru bezpośrednio przy punktach poboru w jednym pomieszczeniu sanitarnym bez obiegu cyrkulacji
- ☐ Mieszkaniowe węzły cieplne

☒ Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje bez obiegów cyrkulacyjnych

- ☒ Instalacje małe, do 30 punktów poboru c.w.
- ☐ Instalacje średnie, 30 - 100 punktów poboru c.w.
- ☐ Instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru c.w.

- ☐ Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne nieizolowane, przewody rozprowadzające izolowane
- ☐ Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne izolowane, przewody rozprowadzające izolowane
- ☐ Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, piony instalacyjne izolowane, przewody rozprowadzające izolowane

Wyposażenie instalacji ciepłej wody

☐ Wodomierze indywidualne Zamontowane: 0 Do zamontowania: 0

Regulacja obiegu cyrkulacji: ☐ kryzy ☐ termostatyczne zawory podpionowe

Liczba pionów c.w.

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym. Obliczenie kosztów przygotowania ciepłej wody.

Liczba użytkowników	U	[j.n.]	250
Średnie roczne zużycie zimnej wody		[m³/rok]	2 864,00
Średnie roczne zużycie ciepłej wody	$q_{roczne\ śr.}$	[m³/rok]	93,54
Średnie dobowe zużycie ciepłej wody	$q_{dobowe\ śr.}$	[m³/dobe]	0,256
Średnie godzinowe zużycie ciepłej wody	$q_{h\ śr.}=q_{dobowe\ śr}/\tau$	[m³/h]	0,01
Jednostkowe dobowe zużycie c.w. na 1 użytkownika	$q_{dobowe\ śr.}$	[dm³/d j.n.]	1,03
Sprawność przesyłu ciepłej wody	η_{wd}	[-]	1,000
Sprawność wytwarzania ciepła	η_{wg}	[-]	0,980
Sprawność akumulacji	η_{ws}	[-]	1,000
Sprawność wykorzystania	η_{we}	[-]	1,000
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego na potrzeby cwu	$Q_{cw} = Q_{cw1}/\eta_{cw}$	[GJ/rok]	**18,00**
Moc cieplna - wynikająca ze średniego zużycia godzinowego		[kW]	**1,81**
Moc cieplna zamówiona u dostawcy ciepła	$\Phi_{zamówiona}$	[kW]	-
Koszt przygotowania c.w.u.		[zł/rok]	2 359,85
Koszt przygotowania c.w.u.		[zł/m³]	25,23
Stawka za wodę zimną		[zł/m³]	9,545
Koszt wody zimnej		[zł/rok]	892,86
Całkowity koszt c.w.u.		[zł/rok]	3 252,70
Średni koszt c.w.u.		[zł/m³]	34,77

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Budynek wyposażony jest w instalacje wentylacji grawitacyjnej. Nawiew powietrza poprzez okna, wywiew kanałami wentylacyjnymi wywiewnymi.

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego:

L.p.		Pomieszczenie	Temperatura [°C]	Powierzchnia pomieszczenia [m²]	Kubatura pomieszczenia [m³]	Liczba wymian n^{-1}	Strumień powietrza wentylacyjnego V [m³/h]
SUMA:				1 220,38	3 981,30	0,51	2 038
001A	K	Kl. schodowa	8	9,77	27	0,50	14
002A	K	Komunikacja	8	15,34	43	0,50	21
003A	G	Kotłownia	16	32,25	90	0,50	45
004A	G	Kotłownia	16	28,30	77	0,50	39
1A	K	Korytarz + kl. schodowa	20	86,93	287	0,50	143
2A	K	Wiatrolap	16	4,27	14	0,50	7
3A	AB	Pom. biurowe	20	9,38	31	0,50	16
4A	S	WC	20	5,21	17	0,50	9
5A	S	WC	20	5,57	18	0,50	9
6A	G	Magazyn	20	0,83	3	0,50	1
7A	K	Korytarz	20	1,68	6	0,50	3
8A	G	Magazyn	20	4,34	14	0,50	7
9A	D	Sala	20	16,03	53	0,50	26
10A	D	Klasa	20	49,10	162	0,50	81
11A	D	Klasa	20	16,00	53	0,50	26
12A	D	Klasa	20	48,82	161	0,50	81
13A	K	Wiatrolap	16	5,17	17	0,50	9
14A	G	Pom.techniczne	20	9,54	32	0,50	16
15A	D	Przedszkole	20	37,46	124	0,50	62
16A	D	Biblioteka gminna	20	15,40	51	0,50	25
17A	D	Biblioteka gminna	20	15,26	50	0,50	25
18A	D	Stołówka	20	31,91	105	0,50	53
19A	G	Kuchnia	20	31,91	105	1,00	105
20A	S	WC	20	2,87	10	0,50	5
21A	G	Magazyn	16	3,64	12	0,30	4
22A	K	Komunikacja	20	2,59	9	0,50	4
23A	G	Magazyn	16	4,73	16	0,30	5
24A	K	Kl. schodowa	8	108,00	356	0,50	178
25A	SP	Komunikacja	20	4,68	15	0,50	8
26A	SP	Pokój	20	20,45	68	0,50	34
27A	SP	Kuchnia	20	6,67	22	0,50	11
28A	SP	Łazienka	24	108,00	356	0,50	178
29A	SP	Pokój	20	10,16	34	0,50	17
101A	K	Korytarz + kl. schodowa	20	131,75	435	0,50	217

102A	AB	Pom. biurowe	20	9,38	31	0,50	16
103A	S	WC	20	3,17	11	0,50	5
104A	S	WC	20	6,14	20	0,50	10
105A	S	WC	20	2,60	9	0,50	4
106A	S	WC	20	6,03	20	0,50	10
107A	D	Sala	20	15,64	52	0,50	26
108A	D	Klasa	20	48,73	161	0,50	80
109A	D	Klasa	20	48,59	160	0,50	80
110A	D	Klasa	20	48,67	161	0,50	80
111A	D	Klasa	20	15,56	51	0,50	26
112A	AB	Dyrektor	20	26,79	88	0,50	44
113A	AB	Sekretariat	20	20,29	67	0,50	34
114A	K	Korytarz	20	5,58	18	0,50	9
115A	AB	Pok. nauczycieli	20	14,85	49	0,50	25
116A	AB	Pok. nauczycieli	20	9,43	31	0,50	16
117A	AB	Kl. schodowa	8	9,77	32	0,50	16
118A	SP	Korytarz	20	4,68	15	0,50	8
119A	SP	Pokój	20	20,45	68	0,50	34
120A	SP	Kuchnia	20	6,67	22	0,50	11
121A	SP	Łazienka	24	3,19	11	0,50	5
122A	SP	Pokój	20	10,16	34	0,50	17

5. Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacynych

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan techniczny budynku określa się jako dostateczny. Pod względem ochrony cieplnej budynek nie spełnia warunków techniczno – budowlanych, tj. warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (WT2008). Budynek w zakresie elewacji nie był poddawany remontom. Tynki zewnętrzne odparzone i spękane. W dalszej ocenie przedsięwzięć jako kryterium oceny przyjęto spełnienie warunków podstawowych określonych w WT [4] dla roku 2021.

5.2 System grzewczy

Budynek zasilany jest w ciepło z kotłowni wbudowanej. Kotłownia wyposażona jest w dwa kotły olejowe o mocy 80kW (rok produkcji 1997). Z rozdzielaczy w kotłowni wyprowadzono gałęzie zasilające poszczególne części instalacji - bez możliwości ich sterowania. Instalacja c.o. wykonana jest z rur stalowcyh; wyposażona w grzejniki stalowe płytowe; Izolacja cieplna wykonana jest z gotowych otulin PE. Stan techniczny instalacji centralnego ogrzewania jest nie zadowalający.

5.3 Instalacja ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji

Budynek nie posiada centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej. Woda przygotowywana jest miejscowo w podgrzewaczach elektrycznych.

5.4 Instalacja wentylacji

Budynek wyposażony jest w instalację wentylacji grawitacyjnej. Nawiew powietrza odbywa się przez stolarkę okienną - rozszczelnianie lub przez przewietrzanie. Wywiew wentylacyjnymi kanałami grawitacyjnymi.

5.5 Instalacja oświetlenia wbudowanego

Budynek wyposażony jest w instalację oświetlenia wbudowanego. W pomieszczeniach zamontowane są oprawy z fluoroscencyjnym źródłem światła, ze świetlówkami liniowymi l=1200mm, o średnicy 36mm i mocy 2x36W oraz oświetlenie żarowe. Oświetlenie w całości sterowane jest ręcznie.

5.6 Ocena stanu technicznego i wskazanie możliwych usprawnień przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Charakterystyka stanu technicznego			Możliwe usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne		
1.	**Przegrody zewnętrzne.** Przegrody zewnętrzne mają zbyt wysoką wartość współczynnika przenikania ciepła.		Wartości mak.-wspól. przenikania ciepła U wg WT dla roku:		
			2014	2021	
			U max [W/m²K]	U max [m²K/W]	
SZ1	Ściany zewnętrzne (cz. szkolna)	1,428	0,250	0,200	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
SZ2	Ściany zewnętrzne (cz. mieszkalna)	1,428	0,250	0,200	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
STRD1	Stropodach (cz. szkolna)	0,881	0,200	0,150	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
STRD2	Stropodach (cz. mieszkalna)	0,755	0,200	0,150	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
STRP	Strop nad piwnicą	0,867	0,250	0,250	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
OK1	Okna (cz. szkolna)	2,000	1,300	0,900	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
OK2	Okna (cz. mieszkalna)	2,000	1,300	0,900	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
DZ1	Drzwi zewnętrzne (cz. szkolna)	2,500	1,700	1,300	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
DZ2	Drzwi zewnętrzne (cz. mieszkalna)	2,500	1,700	1,300	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
PG1	Podłoga na gruncie	0,448	0,300	0,300	*Doprowadzić do zgodności z WT2021*
2.	**System grzewczy** – w złym stanie technicznym o nie zadowalającej sprawności całkowitej.		Zaleca się wymianę instalacji centralnego ogrzewania i źródła ciepła. Rekomenduje się zastosowanie rozwiązań o wysokiej sprawności całkowitej i wysokich walorach użytkowych.		
3.	**Instalacja ciepłej wody użytkowej** – w dostatecznym stanie technicznym o zadowalającej sprawności całkowitej.		Nie wprowadza się usprawnień.		
4.	**Wentylacja** – grawitacyjna nawiewno - wywiewna.		Nie wprowadza się usprawnień.		
5.	**Oświetlenie wbudowane** - energochłonne, nieefektywne, w złym stanie technicznym.		Zaleca się wymianę oświetlenia wbudowanego na oświetlenie energooszczędne (LED), sterowane automatycznie z wykorzystaniem wpływu światła dziennego, zależne od obecności użytkowników, dopasowane do wymagań obowiązujących przepisów w zakresie min. natężenie oświetlenia wraz z przebudową instalacji elektrycznej zasilającej linie oświetlenia wbudowanego.		

6. Wykaz wskazanych do oceny efektywności i dokonania wyboru usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez **ściany zewnętrzne cz. szkolnej (SZ1).**	Ocieplenie ścian zewnętrznych części szkolnej (SZ1) – metoda lekka mokra - styropian lub materiał zastępczy o identycznym współczynniku λ.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez **ściany zewnętrzne cz. mieszkalnej (SZ2).**	Ocieplenie ścian zewnętrznych cz. mieszkalnej (SZ2) – metoda lekka mokra - styropian lub materiał zastępczy o identycznym współczynniku λ.
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez **stropodach cz. szkolnej (STRD1).**	Ocieplenie stropodachu wentylowanego cz. szkolnej (STRD1) wełną mineralną, metodą wdmuchiwania granulatu wraz z wymianą pokrycia dachu.
4	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez **stropodach cz. mieszkalnej (STRD2).**	Ocieplenie stropodachu niewentylowanego cz. mieszkalnej (STRD2) wełną mineralną, metodą wdmuchiwania granulatu wraz z wymianą pokrycia dachu.
5	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez **strop nad piwnicą (nad kotłownią) (STRP).**	Ocieplenie stropu piwnic (STRP) nad kotłownią od spodu zaprawą izolacyjną metodą natryskową.
6	Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez **okna w cz. szkolnej (OK1).**	Wymiana okien w cz. szkolnej (OK1) na okna spełniające wymagania WT2021 (Umax=0,9 W/m^{2}K).
7	Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez **okna w cz. mieszkalnej (OK2).**	Wymiana okien w cz. mieszkalnej (OK2) na okna spełniające wymagania WT2021 (Umax=0,9 W/m^{2}K).
8	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez **drzwi zewnętrzne cz. szkolnej (DZ1).**	Wymiana drzwi w cz. szkolnej (DZ1) na spełniające wymagania WT2021 (Umax=1,3 W/m^{2}K).
9	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez **drzwi zewnętrzne cz. mieszkalnej (DZ2).**	Wymiana drzwi w cz. mieszkalnej (DZ2) na spełniające wymagania WT2021 (Umax=1,3 W/m^{2}K).
10	Modernizacja instalacji **ciepłej wody użytkowej.**	Nie wprowadza się usprawnień.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło

Lp.	Grupa ulepszeń	Rodzaje ulepszeń
1.	Ulepszenia mające na celu zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	– Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne cz. szkolnej (SZ1). – Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne cz. mieszkalnej (SZ2). – Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach cz. szkolnej (STRD1). – Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach cz. mieszkalnej (STRD2). – Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicą (nad kotłownią) (STRP). – Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez okna w cz. szkolnej (OK1). – Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez okna w cz. mieszkalnej (OK2). – Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne cz. szkolnej (DZ1). – Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne cz. mieszkalnej (DZ2).
2.	Ulepszenia mające na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło do przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej.	– Nie wprowadza się usprawnień.

7.2 Ocena opłacalności i wybór usprawnienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie.

Poniżej w kolejnych tabelach dokonuje się:

a) oceny opłacalności i wybór optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez zewnętrzne przegrody budowlane,

b) oceny opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego,

c) oceny opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej,

d) zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

ZESTAWIENIE PRZEGRÓD DO OPTYMALIZACJI

Symbol	Przegroda	Pow. do obliczeń strat ciepła	Pow. do docieplenia	Współczynnik przenikania ciepła
SZ1	Ściany zewnętrzne (cz. szkolna)	312,0	529,0	1,428
SZ2	Ściany zewnętrzne (cz. mieszkalna)	240,0	260,0	1,428
STRD1	Stropodach (cz. szkolna)	470,0	477,0	0,881
STRD2	Stropodach (cz. mieszkalna)	70,0	73,0	0,755
STRP	Strop nad piwnicą	57,0	57,0	0,867
OK1	Okna (cz. szkolna)	207,0	207,0	2,000
OK2	Okna (cz. mieszkalna)	23,0	23,0	2,000
DZ1	Drzwi zewnętrzne (cz. szkolna)	8,0	8,0	2,500
DZ2	Drzwi zewnętrzne (cz. mieszkalna)	2,0	2,0	2,500

OPIS DANYCH UŻYTYCH W OBLICZENIACH

L.p.	Opis danych	Symbol	Jednostka	Wartość
1.	Temperatura sal lekcyjnych, pom. administracyjno-biurowych, korytarzy	t_{w0}	[°C]	20
2.	Temperatura sali gimnastycznej	t_{w0}	[°C]	16
4.	Temperatura zewnętrzna obliczeniowa	t_{z0}	[°C]	-20
5.	Stopniodni dla przegród zewnętrznych i pomieszczeń o ti=20oC	Sd	[dzień*K/rok]	3696,7
6.	Stopniodni dla przegród zewnętrznych i pomieszczeń o ti=16oC	Sd	[dzień*K/rok]	1920,7
8.	Stopniodni dla powietrza wentylacyjnego (te=23oC)	Sd	[dzień*K/rok]	0,0
9.	Stopniodni	Sd	[dzień*K/rok]	1920,7
10.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na energię przed i po termomodernizacji	x_0, x_1	[-]	1
11.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po termomodernizacji	y_0, y_1	[-]	1
12.	Opłata stała za produkcję i przesył mocy (z VAT) {co}	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	- zł
13.	Opłata zmienna za produkcję i przesył energii (z VAT) {co}	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03 zł
14.	Opłata stała abonamentowa (z VAT) {co}	A_{b0}, A_{b1}	[zł/(u.p.*m-c)]	367,83 zł
15.	Opłata stała za produkcję i przesył mocy (z VAT) {cwu}	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	- zł
16.	Opłata zmienna za produkcję i przesył energii (z VAT) {cwu}	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	131,12 zł
17.	Opłata stała abonamentowa (z VAT) {cwu}	A_{b0}, A_{b1}	[zł/(u.p.*m-c)]	- zł
19.	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego	λ	[W/ m*K]	zmienna
20.	Grubość warstwy materiału izolacyjnego	δ	[m]	zmienna
21.	Opór cieplny dodatkowej warstwy docieplenia	ΔR	[(m²*K)/W]	zmienna
22.	Opór cieplny przegrody	R	[(m²*K)/W]	zmienna
23.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie przed i po termomodernizacji	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	zmienna
24.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie przed i po termomodernizacji	Q_{0u}, Q_{1u}	[GJ/rok]	zmienna
25.	Roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego	ΔO_{rU}	[zł/rok]	zmienna
26.	Planowane koszty robót związane ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody	Nu	[zł]	zmienna
27.	Planowane koszty robót związane z wymianą okien	N_{ok}	[zł]	zmienna
28.	Planowane koszty związane z modernizacją wentylacji	N_w	[zł]	zmienna
29.	Roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien	ΔO_{rok}	[zł/rok]	zmienna
30.	Roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z modernizacji wentylacji	ΔO_{rw}	[zł/rok]	zmienna
31.	Prosty czas zwrotu	SPBT	[lata]	zmienna
32.	Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę przed i po termomodernizacji	$U_{0,1}$	[W/ m²*K]	Zmienna
33.	Współczynnik korekcyjny (wentylacja)	C_r	[-]	Zmienna
34.	Współczynnik korekcyjny (wentylacja)	C_m	[-]	Zmienna
35.	Stopień wyeksponowania budynku	C_w	[-]	1,00

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór usprawnienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrodę:

SZ1 — **Ściany zewnętrzne (cz. szkolna)**

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20,0
t_{z0}	[°C]	20,0
A_{strat}	[m²]	312,0
$A_{koszlów}$	[m²]	529,0
Sd	[dzień*K/rok]	3 696,7

Charakterystyka usprawnień:

Ocieplenie ścian zewnętrznych (SZ1) w tym ścian w gruncie do głębokości 0,5m poniżej poziomu terenu metodą bezspoinową w technologii lekkiej mokrej z zastosowaniem styropianu (w gruncie polistyrenem ekstrudowanym XPS) wraz z niezbędnymi pracami budowlanymi i instalacyjnymi.

Materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła λ [W/mK] = 0,038

Minimalna wartość współczynnika przenikania ciepła ścian po dociepleniu wynosi 0,20 W/m²K.
Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej.

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant)		
				1	2	3
1.	λ	[W/mK]		0,038	0,038	0,038
2.	δ	[m]		0,16	0,18	0,20
3.	ΔR	[(m²*K)/W]		4,21	4,74	5,26
4.	R	[(m²*K)/W]	0,700	4,9	5,4	6,0
5.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	Q_{0u}, Q_{1u}	[GJ/rok]	142,34	20,29	18,33	16,71
7.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03	74,03	74,03	74,03
8.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
9.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,01783	0,00254	0,00230	0,00209
10.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
11.	Ab_0, Ab_1	[zł/(u.p.*m-c)]	367,83	367,83	367,83	367,83
12.	ΔO_{rU}	[zł/rok]		9 035	9 180	9 300
13.	N_u	[zł]		96 820	97 991	100 203
14.	N_u	[zł/m²]		183	185	189
15.	SPBT	[lata]		10,7	10,7	10,8
16.	U_0, U_1	[W/(m²*K)]	1,428	0,204	0,184	0,168

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe docieplenia 1m² powierzchni ściany przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystka wybranego wariantu:

				U [W/m²K]	**0,184**
Wybrany wariant	**2**	Koszt	**97 991 zł**	SPBT	**10,7**
ΔQ_U [GJ/a]	**124,01**	Δq_U [MW]	**0,015531**	δ [cm]	**18**

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór usprawnienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrodę:

SZ2 — Ściany zewnętrzne (cz. mieszkalna)

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20,0
t_{z0}	[°C]	- 20,0
A_{strat}	[m²]	240,0
$A_{kosztów}$	[m²]	260,0
Sd	[dzień*K/rok]	3 696,7

Charakterystyka usprawnień:

Ocieplenie ścian zewnętrznych (SZ2) w tym ścian w gruncie do poziomu posadzki piwnic metodą bezspoinową w technologii lekkiej mokrej z zastosowaniem styropianu (w gruncie polistyrenem ekstrudowanym XPS) wraz z niezbędnymi pracami budowlanymi i instalacyjnymi.

Materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła λ [W/mK] = **0,038**

Minimalna wartość współczynnika przenikania ciepła ścian po dociepleniu wynosi 0,20 W/m²K.
Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej.

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant) 1	2	3
1.	λ	[W/mK]		0,038	0,038	0,038
2.	δ	[m]		0,16	0,18	0,20
3.	ΔR	[(m²*K)/W]		4,21	4,74	5,26
4.	R	[(m²*K)/W]	0,700	4,9	5,4	6,0
5.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	Q_{0u}, Q_{1u}	[GJ/rok]	109,49	15,61	14,10	12,85
7.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03	74,03	74,03	74,03
8.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
9.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,01371	0,00195	0,00177	0,00161
10.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
11.	Ab_0, Ab_1	[zł/(u.p.*m-c)]	367,83	367,83	367,83	367,83
12.	ΔO_{rU}	[zł/rok]		6 950	7 062	7 154
13.	N_u	[zł]		47 586	48 162	49 249
14.	N_u	[zł/m²]		183	185	189
15.	SPBT	[lata]		6,8	6,8	6,9
16.	U_0, U_1	[W/(m²*K)]	1,428	0,204	0,184	0,168

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe docieplenia 1m² powierzchni ściany przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystka wybranego wariantu: U [W/m²K] **0,184**

Wybrany wariant	**2**	Koszt	**48 162 zł**	SPBT	**6,8**
ΔQ_U [GJ/a]	**95,39**	Δq_U [MW]	**0,011947**	δ [cm]	**18**

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór usprawnienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrodę:

STRD1 — **Stropodach (cz. szkolna)**

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20
t_{z0}	[°C]	- 20
A_{strat}	[m²]	470
$A_{kosztów}$	[m²]	477
Sd	[dzień*K/rok]	3 696,7

Charakterystyka usprawnień:

Ocieplenie stropodachu wentylowanego (STRD1) nad cz. szkolną granulatem wełny mineralnej metodą wdmuchiwania. Wykonanie nowego pokrycia dachu z papy termozgrzewalnej.

Zastosowano materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła λ [W/mK] = 0,04

Minimalna wartość współczynnika przenikania ciepła stropodachu po dociepleniu wynosi 0,15 W/m²K.
Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej.

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant) 1	2	3
1.	λ	[W/mK]		0,04	0,04	0,04
2.	δ	[m]		0,25	0,30	0,35
3.	ΔR	[(m²*K)/W]		6,25	7,50	8,75
4.	R	[(m²*K)/W]	1,135	7,4	8,6	9,9
5.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	Q_{0u}, Q_{1u}	[GJ/rok]	132,27	20,33	17,38	15,19
7.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03	74,03	74,03	74,03
8.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
9.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,01656	0,00255	0,00218	0,00190
10.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
11.	Ab_0, Ab_1	[zł/(u.p.*m-c)]	367,83	367,83	367,83	367,83
12.	ΔO_{rU}	[zł/rok]		8 286	8 504	8 667
13.	N_u	[zł]		115 673	126 405	137 138
14.	N_u	[zł/m²]		243	265	288
15.	SPBT	[lata]		14,0	14,9	15,8
16.	U_0, U_1	[W/(m²*K)]	0,881	0,135	0,116	0,101

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe docieplenia 1m² powierzchni stropodachu przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystka wybranego wariantu:

				U [W/m²K]	0,135
Wybrany wariant	1	Koszt	115 673 zł	SPBT	14,0
ΔO_U [GJ/a]	111,94	Δq_U [MW]	0,014019	δ [cm]	25

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór usprawnienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrodę:

STRD2 — Stropodach (cz. mieszkalna)

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20,0
t_{z0}	[°C]	20,0
A_{strat}	[m²]	70,0
$A_{kosztów}$	[m²]	73,0
Sd	[dzień*K/rok]	3 696,7

Charakterystyka usprawnień:

Ocieplenie stropodachu niewentylowanego (STRD2) nad cz. mieszkalną granulatem wełny mineralnej metodą wdmuchiwania. Wykonanie nowego pokrycia dachu z papy termozgrzewalnej.

Zastosowano materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła λ [W/mK] = **0,04**

Minimalna wartość współczynnika przenikania ciepła stropodachu po dociepleniu wynosi 0,15 W/m²K.
Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej.

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant) 1	2	3
1.	λ	[W/mK]		0,04	0,04	0,04
2.	δ	[m]		0,25	0,30	0,35
3.	ΔR	[(m²*K)/W]		6,25	7,50	8,75
4.	R	[(m²*K)/W]	1,325	7,6	8,8	10,1
5.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	Q_{0u}, Q_{1u}	[GJ/rok]	16,87	2,95	2,53	2,22
7.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03	74,03	74,03	74,03
8.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
9.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,00211	0,00037	0,00032	0,00028
10.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
11.	Ab_0, Ab_1	[zł/(u.p.*m-c)]	367,83	367,83	367,83	367,83
12.	ΔO_{rtj}	[zł/rok]		1 031	1 062	1 085
13.	N_u	[zł]		17 703	19 345	20 988
14.	N_u	[zł/m²]		243	265	288
15.	SPBT	[lata]		17,2	18,2	19,3
16.	U_0, U_1	[W/(m²*K)]	0,755	0,132	0,113	0,099

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe docieplenia 1m² powierzchni stropodachu przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystka wybranego wariantu: U [W/m²K] **0,132**

Wybrany wariant	**1**	Koszt	**17 703 zł**	SPBT	**17,2**
ΔQ_U [GJ/a]	**13,92**	Δq_U [MW]	**0,001744**	δ [cm]	**25**

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór usprawnienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrodę:

STRP — **Strop nad piwnicą**

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20,0
t_{z0}	[°C]	8,0
A_{strat}	[m²]	57,0
$A_{koszt\acute{o}w}$	[m²]	57,0
Sd	[dzień*K/rok]	2724,0

Charakterystyka usprawnień:

Ocieplenie stropu piwnic od spodu zaprawą izolacyjną (p.poż) nakładaną metodą natryskową.

Zastosowano materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła λ [W/mK] = 0,04

Minimalna wartość współczynnika przenikania ciepła stropu piwnic po dociepleniu wynosi 0,25 W/m²K.
Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej.

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant) 1	2	3
1.	λ	[W/mK]		0,04	0,04	0,04
2.	δ	[m]		0,12	0,13	0,14
3.	ΔR	[(m²*K)/W]		3,00	3,25	3,50
4.	R	[(m²*K)/W]	1,154	4,2	4,4	4,7
5.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	Q_{0u}, Q_{1u}	[GJ/rok]	11,63	3,23	3,05	2,88
7.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03	74,03	74,03	74,03
8.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
9.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,00059	0,00016	0,00016	0,00015
10.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
11.	Ab_0, Ab_1	[zł/(u.p.*m-c)]	367,83	367,83	367,83	367,83
12.	ΔO_{rU}	[zł/rok]		622	635	647
13.	N_u	[zł]		12 597	13 794	14 991
14.	N_u	[zł/m²]		221,00	242,00	263,00
15.	SPBT	[lata]		20,3	21,7	23,2
16.	U_0, U_1	[W/(m²*K)]	0,867	0,241	0,227	0,215

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe docieplenia 1m² powierzchni stropu przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystka wybranego wariantu:

Wybrany wariant	1	Koszt	12 597 zł	U [W/m²K]	0,241
				SPBT	20,3
ΔQ_U [GJ/a]	8,40	Δq_U [MW]	0,000428	δ [cm]	12

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

OK1	Okna (cz. szkolna)

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20,0
t_{z0}	[°C]	- 20,0
A_{strat}	[m²]	207,0
$A_{kosztów}$	[m²]	207,0
Sd	[dzień*K/rok]	3 696,7
c_w	[-]	1,0

Uwaga:

Dla rozpatrywanego przedsięwzięcia strumień powietrza wentylacyjnego obliczony zgodnie z pkt. 4g równy:

2 038 *m³/h pomniejszono o strumień powietrza napływający do budynku przez pozostałe okna i drzwi zewnętrzne o wartości:*

386 *m³/h*

Charakterystyka usprawnień:

Planuje się wymianę stolarki okiennej. Rozpatruje się trzy warianty.

Wariant 1 Wymiana okien na okna, o współczyniku przenikania ciepła U=1,3 W/m²K i współ. infiltracji powietrza a<0,3m³/(m*h*daPa^2/3) z jednoczesnym montażem automatycznych nawiewników powietrza. Ciepły montaż.

Wariant 2 Wymiana okien na okna, o współczyniku przenikania ciepła U=0,9 W/m²K i współ. infiltracji powietrza a<0,3m³/(m*h*daPa^2/3) z jednoczesnym montażem automatycznych nawiewników powietrza. Ciepły montaż.

Wariant 3 Wymiana okien na okna, o współczyniku przenikania ciepła U=0,8 W/m²K i współ. infiltracji powietrza a<0,3m³/(m*h*daPa^2/3) z jednoczesnym montażem automatycznych nawiewników powietrza. Ciepły montaż.

L.p.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant)		
				1	2	3
1.	A_{ok}	[m²]	207,0	207,0	207,0	207,0
2.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
3.	Q_0, Q_1	[GJ/rok]	311,94	211,74	185,26	178,64
4.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03	74,03	74,03	74,03
5.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,039	0,029	0,025	0,025
7.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
8.	Ab_0, Ab_1	[zł/(MW*m-c)]	367,83	367,83	367,83	367,83
9.	$\Delta r_{OK}+\Delta r_W$	[zł/rok]		7 417	9 377	9 867
10.	N_{OK}	[zł]		241 880	254 610	295 348
11.	N_W	[zł]		8 100	8 100	8 100
12.	c_r	[-]	1,00	0,70	0,70	0,70
13.	c_m	[-]	1,00	0,80	0,80	0,80
14.	V_{nom}	[m³/h]	1 652	1 652	1 652	1 652
15.	U	[W/(m²*K)]	2,000	1,300	0,900	0,800
16.	SPBT	[lata]		33,7	28,0	30,8
17.	Koszt jednostkowy okna	[zł/m²]		1 207,63	1 269,13	1 465,93

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe wymiany stolarki okiennej przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystyka wybranego wariantu

Wybrany wariant	**2**	Koszt	**262 710 zł**	SPBT	**28,0**
ΔQ_U [GJ/a]	**126,68**	Δq_U [MW]	**0,013602**	U [W/m²K]	**0,900**

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

OK2 — **Okna (cz. mieszkalna)**

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20,0
t_{z0}	[°C]	20,0
A_{strat}	[m²]	23,0
$A_{kosztów}$	[m²]	23,0
Sd	[dzień*K/rok]	3 696,7
c_w	[-]	1,0

Uwaga:

Dla rozpatrywanego przedsięwzięcia strumień powietrza wentylacyjnego obliczony zgodnie z pkt. 4g równy:

2 038 *m³/h pomniejszono o strumień powietrza napływający do budynku przez pozostałe okna i drzwi zewnętrzne o wartości:*

1 742 *m³/h*

Charakterystyka usprawnień:

Planuje się wymianę stolarki okiennej. Rozpatruje się trzy warianty.

Wariant 1 — Wymiana okien na okna, o współczyniku przenikania ciepła U=1,3 W/m²K i współ. Infiltracji powietrza a<0,3m³/(m*h*daPa^2/3) z jednoczesnym montażem automatycznych nawiewników powietrza. Ciepły montaż.

Wariant 2 — Wymiana okien na okna, o współczyniku przenikania ciepła U=0,9 W/m²K i współ. Infiltracji powietrza a<0,3m³/(m*h*daPa^2/3) z jednoczesnym montażem automatycznych nawiewników powietrza. Ciepły montaż.

Wariant 3 — Wymiana okien na okna, o współczyniku przenikania ciepła U=0,8 W/m²K i współ. Infiltracji powietrza a<0,3m³/(m*h*daPa^2/3) z jednoczesnym montażem automatycznych nawiewników powietrza. Ciepły montaż.

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant) 1	2	3
1.	A_{ok}	[m²]	23,0	23,0	23,0	23,0
2.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
3.	Q_0, Q_1	[GJ/rok]	46,89	32,09	29,15	28,41
4.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03	74,03	74,03	74,03
5.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,006	0,005	0,005	0,004
7.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
8.	Ab_0, Ab_1	[zł/(MW*m-c)]	367,83	367,83	367,83	367,83
9.	$\Delta r_{OK}+\Delta r_W$	[zł/rok]		1 096	1 314	1 368
10.	N_{OK}	[zł]		24 047	27 158	32 816
11.	N_W	[zł]		1 600	1 600	1 600
12.	c_r	[-]	1,00	0,70	0,70	0,70
13.	c_m	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
14.	V_{nom}	[m³/h]	296	296	296	296
15.	U	[W/(m²*K)]	2,000	1,300	0,900	0,800
16.	SPBT	[lata]		23,4	21,9	25,2
17.	Koszt jednostkowy	[zł/m²]		1 115,07	1 250,37	1 496,37

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe wymiany stolarki okiennej przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystka wybranego wariantu:

Wybrany wariant	2	Koszt	28 758 zł	SPBT	21,9
ΔQ_U [GJ/a]	17,74	Δq_U [MW]	0,001012	U [W/m²K]	0,900

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

DZ1	Drzwi zewnętrzne (cz. szkolna)

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20,0
t_{z0}	[°C]	20,0
A_{strat}	[m²]	8,0
$A_{kosztów}$	[m²]	8,0
Sd	[dzień*K/rok]	3 696,7
c_w	[-]	1,0

Uwaga:

Dla rozpatrywanego przedsięwzięcia strumień powietrza wentylacyjnego obliczony zgodnie z pkt. 4g równy:

64 *m³/h*

Charakterystyka usprawnień:

Planuje się wymianę stolarki okiennej. Rozpatruje się trzy warianty.

Wariant 1 Wymiana drzwi w cz. szkolnej na drzwi, o współczyniku przenikania ciepła U=1,7 W/m²K i współczynniku infiltracji powietrza a<9m³/(m²*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.

Wariant 2 Wymiana drzwi w cz. szkolnej na drzwi, o współczyniku przenikania ciepła U=1;3 W/m²K i współczynniku infiltracji powietrza a<9m³/(m²*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.

Wariant 3 Wymiana drzwi w cz. szkolnej na drzwi, o współczyniku przenikania ciepła U=1,1 W/m²K i współczynniku infiltracji powietrza a<9m³/(m²*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant) 1	2	3
1.	A_{ok}	[m²]	8,0	8,0	8,0	8,0
2.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
3.	Q_0, Q_1	[GJ/rok]	14,03	11,29	10,26	9,75
4.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03	74,03	74,03	74,03
5.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,002	0,001	0,001	0,001
7.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
8.	Ab_0, Ab_1	[zł/(MW*m-c)]	367,83	367,83	367,83	367,83
9.	$\Delta r_{OK}+\Delta r_W$	[zł/rok]		203	279	316
10.	N_{DRZ}	[zł]		15 744	16 728	23 616
11.	N_W	[zł]		-	-	-
12.	c_r	[-]	1,10	1,00	1,00	1,00
13.	c_m	[-]	1,20	1,00	1,00	1,00
14.	V_{nom}	[m³/h]	64	64	64	64
15.	U	[W/(m²*K)]	2,50	1,70	1,30	1,10
16.	SPBT	[lata]		77,6	60,0	74,6
17.	Koszt jednostkowy okna	[zł/m²]		1 968,00	2 091,00	2 952,00

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe wymiany drzwi przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystyka wybranego wariantu

Wybrany wariant	**2**	Koszt	**16 728 zł**	SPBT	**60,0**
ΔQ_U [GJ/a]	**3,76**	Δq_U [MW]	**0,000558**	U [W/m²K]	**1,300**

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

DZ2 — **Drzwi zewnętrzne (cz. mieszkalna)**

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20,0
t_{z0}	[°C]	20,0
A_{strat}	[m²]	2,0
$A_{kosztów}$	[m²]	2,0
Sd	[dzień*K/rok]	3 696,7
c_w	[-]	1,0

Uwaga:

Dla rozpatrywanego przedsięwzięcia strumień powietrza wentylacyjnego obliczony zgodnie z pkt. 4g równy:

26 *m³/h*

Charakterystyka usprawnień:

Planuje się wymianę stolarki okiennej. Rozpatruje się trzy warianty.

Wariant 1 — Wymiana drzwi w cz. mieszkalnej na drzwi, o współczynniku przenikania ciepła U=1,7 W/m²K i współczynniku infiltracji powietrza a<9m³/(m²*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.

Wariant 2 — Wymiana drzwi w cz. mieszkalnej na drzwi, o współczynniku przenikania ciepła U=1,3 W/m²K i współczynniku infiltracji powietrza a<9m³/(m²*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.

Wariant 3 — Wymiana drzwi w cz. mieszkalnej na drzwi, o współczynniku przenikania ciepła U=1,1 W/m²K i współczynniku infiltracji powietrza a<9m³/(m²*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.

L.p.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant) 1	2	3
1.	A_{ok}	[m²]	2,0	2,0	2,0	2,0
2.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
3.	Q_0, Q_1	[GJ/rok]	4,68	3,89	3,63	3,50
4.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	74,03	74,03	74,03	74,03
5.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
6.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,001	0,000	0,000	0,000
7.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
8.	Ab_0, Ab_1	[zł/(MW*m-c)]	367,83	367,83	367,83	367,83
9.	$\Delta r_{OK}+\Delta r_W$	[zł/rok]		59	78	87
10.	N_{DRZ}	[zł]		3 936	4 182	5 904
11.	N_W	[zł]		-	-	-
12.	c_r	[-]	1,10	1,00	1,00	1,00
13.	c_m	[-]	1,20	1,00	1,00	1,00
14.	V_{nom}	[m³/h]	26	26	26	26
15.	U	[W/(m²*K)]	2,50	1,70	1,30	1,10
16.	SPBT	[lata]		67,2	53,9	67,9
17.	Koszt jednostkowy okna	[zł/m²]		1 968,00	2 091,00	2 952,00

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe wymiany drzwi przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystyka wybranego wariantu:

Wybrany wariant	**2**	Koszt	**4 182 zł**	SPBT	**53,9**
ΔQ_U [GJ/a]	**1,05**	Δq_U [MW]	**0,000166**	U [W/m²K]	**1,300**

7.2.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane do obliczeń:

Q_{0cwu} [GJ/a] 18,00

q_{0m} [MW] -

Charakterystyka usprawnień:

Nie wprowadza się usprawnień.

Planowany koszt robót:

Poz.	Opis robót, jednostka miary, ilość	Wartość robót
	Roboty instalacyjne wg opisu charakterystki usprawnienia.	- zł
2.	Koszt przedsięwzięcia (N cwu)	Σ = - zł

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
	ZUŻYCIE CIEPŁEJ WODY I CIEPŁA NA JEJ PRZYGOTOWANIE			
1.	Roczne zużycie c.w.u.	[m³/rok]	93,54	93,54
2.	Zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u.	[GJ/rok]	17,64	17,64
3.	Zapotrzebowanie na cwu pokrywane z instalacji solarnej	[GJ/rok]	-	-
4.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,980	0,980
5.	Sprawność przesyłu ciepłej wody	[-]	1,000	1,000
6.	Sprawność akumulacji	[-]	1,000	1,000
7.	Sprawność wykorzystania	[-]	1,000	1,000
8.	Sprawność całkowita instalacji cwu	[-]	0,980	0,980
9.	Roczne zużycie ciepła związane ze zużyciem ciepłej wody	[GJ/rok]	18,00	18,00
	STAWKI I OPŁATY JEDNOSTKOWE ZA CIEPŁO			
10.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	131,12	131,12
11.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/ MW m-c]	-	-
12.	Ab_0, Ab_1	[zł/ m-c]	-	-
	ZUŻYCIE CIEPŁA NA POTRZEBY PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ			
13.	Średnie roczne zużycie ciepła związane z przygotowaniem cwu	[GJ/rok]	18,00	18,00
14.	Zapotrzebowanie mocy na cwu	[MW]	0,001808	0,001808
	KOSZT PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ			
15.	Koszt przygotowania c.w.u.	[zł/rok]	2 359,00	2 359,00
16.	Koszt przygotowania c.w.u.	[zł/m³]	25,22	25,22
	OKREŚLENIE EFEKTU WPROWADZENIA PRZEDSIĘZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO			
17.	Oszczędność **ΔOrcw**	[zł/rok]	-	
18.	Koszt modernizacji **Ncwu**	[zł]	-	
19.	**SPBT**	[lata]	-	

Charakterystka proponowanego przedsięwzięcia

Koszt	- zł	SPBT	-
ΔQ_U [GJ/a]	0,00	Δq_U [MW]	-

7.2.4 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót N_U (zł)	Prosty okres zwrotu SPBT (lata)	Redukcja zapotrzebowania na ciepło ΔQ_U (GJ/a)	Redukcja mocy cieplnej Δq_U (MW)
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne cz. mieszkalnej (SZ2).	48 162 zł	6,8	95,39	0,011947
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne cz. szkolnej (SZ1).	97 991 zł	10,7	124,01	0,015531
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach cz. szkolnej (STRD1).	115 673 zł	14,0	111,94	0,014019
4	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach cz. mieszkalnej (STRD2).	17 703 zł	17,2	13,92	0,001744
5	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicą (nad kotłownią) (STRP).	12 597 zł	20,3	8,40	0,000428
6	Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez okna w cz. mieszkalnej (OK2).	28 758 zł	21,9	17,74	0,001012
7	Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez okna w cz. szkolnej (OK1).	262 710 zł	28,0	126,68	0,013602
8	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne cz. mieszkalnej (DZ2).	4 182 zł	53,9	1,05	0,000166
9	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne cz. szkolnej (DZ1).	16 728 zł	60,0	3,76	0,000558
	Koszt opracowania audytu energetycznego budynku	4 305 zł			
	Dokumentacja projektowa, nadzór autorski i inwestorski, monitoring powykonawczy	43 050 zł			

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

Dane do obliczeń:

Q_{0co}	[GJ/a]	542,41
q_{0m}	[MW]	0,105930
w_{l0}	[-]	1,00
w_{d0}	[-]	1,00
η_0	[-]	0,689

Charakterystyka usprawnień:

Całkowita wymiana instalacji z zastosowaniem grzejników dostosowanych do nowych potrzeb cieplnych budynku, rur stalowych cienkościennych zewnętrznie ocynkowanych, zaworów termostatycznych i zaworów regulujących zmienne ciśnienie różnicowe w instalacji, izolacji termicznej oraz płaszczy ochronnych. Wymianę kotłowni olejowej na kondensacyjną kotłownię olejową współpracującą z pompą ciepła P/W typu Vitocal 300-A typ AWO 301.A4. Całość instalacji powinna spełniać wymagania WT2021. Instalację należy podzielić na regulowane strefy grzewcze, różnicujące budynek pod względem sposobu użytkowania. Zastosować układ regulacji ilości dostarczanego do wyodrębnionych stref budynku ilości ciepła wynikającej z chwilowych potrzeb cieplnych stref z uwzględnieniem profilu użytkowania (dobowego, tygodniowego). Instalacje źródeł energii wyposażyć w system monitoringu (rejestracji danych) będący elementem zarządzania energią w budynku.

Planowany koszt robót:

Poz.	Opis robót, jednostka miary i ilość			Wartość robót brutto
1.	*Wymiana technologii kotłowni*	*[kW]*	*70*	*242 679 zł*
2.	*Wymiana instalacji centralnego ogrzewania*	*[kpl.]*	*60*	*159 600 zł*
3.	*Roboty budowlane i elektryczne towarzyszące*	*[kpl.]*	*50*	*5 600 zł*
	Koszt przedsięwzięcia (Nco)		Σ =	407 879 zł

Charakterystyka systemów grzewczych w stanie istniejącym i proponowanym

WARIANT		*Przed*	*Po*
Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe do ogrzewania i wentylacji	*QH,nd [kWh/a]*	*150 670*	*150 670*
	QH,nd [GJ/a]	*542,41*	*542,41*
Sprawność dystrybucji ciepła	*ηd*	*0,90*	*0,96*
Sprawność regulacji i wykorzystanie ciepła	*ηe*	*0,85*	*0,88*
Sprawność akumulacji	*ηs*	*1,00*	*0,85*
Średnia sprawność wytwarzania ciepła	*ηh*	*0,90*	*1,30*
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	*wt*	*1,00*	*0,95*
Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	*wd*	*1,00*	*0,95*
Ilość energii cieplnej dostarczona do systemu grzewczego QH,nd+ΔQd+ΔQe [kWh/a]	*[kWh/a]*	*196 954*	*189 365*
	[GJ/a]	*709*	*682*
Źródło 1	***Kocioł olejowy***	*Udział*	*100%*	*0%*
Źródło 2	***Kondensacyjny kocioł olejowy***	*Udział*	*0%*	*54%*
Źródło 3	***Pompa ciepła P-W***	*Udział*	*0%*	*46%*

WARIANT		Przed	Po
Energia końcowa ze źródła 1 z uwzględnieniem przerw w ogrzewaniu	[kWh/rok]	218 838	-
Energia końcowa ze źródła 2 z uwzględnieniem przerw w ogrzewaniu	[kWh/rok]	-	108 784
Energia końcowa ze źródła 3 z uwzględnieniem przerw w ogrzewaniu	[kWh/rok]	-	36 600
Zapotrzebowanie na energię końcową z uwzględnieniem przerw w ogrzewaniu	**[kWh/rok]**	**218 838**	**145 384**
Koszty energii końcowej ze źródła 1	[zł/ rok]	62 732	-
Koszty energii końcowej ze źródła 2	[zł/ rok]	-	33 351
Koszty energii końcowej ze źródła 3	[zł/ rok]	-	17 278
Całkowite koszty energii końcowej	**[zł/ rok]**	**62 732**	**50 628**
Roczna oszczędność kosztów energii	**[zł/ rok]**	**-**	**12 104**
Całkowite nakłady inwestycyjne	**[zł]**	**-**	**407 879**
Okres zwrotu nakładów SPBT	**[lata]**	**-**	**33,7**

Źródło 1	Kocioł olejowy	
Sprawność wytwarzania	ηh	0,90
Sprawność akumulacji	ηs	1,00
Cena energii	[zł/ kWh]	0,27
Opłaty stałe	[zł/ rok]	4 414

Źródło 2	Kondensacyjny kocioł olejowy	
Sprawność wytwarzania	ηh	0,94
Sprawność akumulacji	ηs	1,00
Cena energii	[zł/ kWh]	0,27
Opłaty stałe	[zł/ rok]	4 414

Źródło 3	Pompa ciepła P-W	
Sprawność wytwarzania	ηh	2,80
Sprawność akumulacji	ηs	0,85
Cena energii	[zł/ kWh]	0,47
Opłaty stałe	[zł/ rok]	-

Charakterystyka proponowanego przedsięwzięcia

Koszt	407 879 zł	SPBT	33,7
ΔQ_U [GJ/a]	264,43	Δq_U [MW]	-

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

7.3.1 Źródło ciepła

Charakterystyka usprawnień:

Rozpatruje się możlwość wymiany istniejącej instalacji technologicznej kotłowni. Rozważa się 3 warianty. Szczegółowe wyliczenia zużycia energii, kosztów eksploatacji oraz nakładów inwestycyjnych poszczególnych wariantów zawarte zostały w dalszej części.

Do analizy przyjęto źródło ciepła o całkowitej mocy grzewczej 70kW. Analizę pracy pompy ciepła powietrze - woda wykonano przy założeniu parametrów pracy instalacji grzewczej - szczytowo 60/45°C. Wariant 0 opisuje stan istniejący.

Wariant I - montaż kondensacyjnej kotłowni opalanej lekkim olejem opałowym, wraz z automatyczną regulacją obiegów grzewczych w funkcji temperatury zewnetrznej.

Wariant II - montaż kotłowni opalanej lekkim olejem opałowym, wspomaganej przez pompę ciepła typu powietrze/woda w wykonaniu wewnętrznym wraz z automatyczną regulacją obiegów grzewczych w funkcji temperatury zewnętrznej.

Do wyznaczenia krzywej grzewczej przyjęto parametry instalacji szczytowo 60/45°C przy te=-20°C. Wyznaczono punkt biwalentny pracy pompy ciepła odpowiadający temperaturze zewnętrznej -12°C. Ze względu iż poniżej temperatury -4°C, COP PC osiąga wartość poniżej 2,0 jej eksploatacji jest droższa niż źródła konwencjonalnego. Zatem jako graniczną zewnętrzną temperaturę pracy PC przyjęto -4°C. Poniżej tej temperatury całą funkcję grzewczą realizować będzie kocioł olejowy. W zakresie temperatur zewnetrznych -4°C ÷ +8°C współdzielona jest praca PC i kotła olejowego, powyżej temperatury zewnętrznej +8°C, PC pokrywa w całości zapotrzebowanie na ciepło budynku.

Wariant III - montaż nowej automatycznej kotłowni opalanej pelletem o mocy 40kW, wraz z automatyczną regulacją obiegów grzewczych w funkcji temperatury zewnętrznej.

Opis		Wariant 0 KOTŁOWNIA OLEJOWA	Wariant I KONDENSACYJNA KOTŁOWNIA OLEJOWA	Wariant II KONDENSACYJNA KOTŁOWNIA OLEJOWA + POMPA CIEPŁA	Wariant III AUTOMATYCZNA KOTŁOWNIA NA PELLET
Energia końcowa w źródle	[kWh/a]	218 837	209 525	149 019	281 362
Energia końcowa w źródle	[GJ/a]	787,81	754,29	536,47	1 012,90
Oszczędność energii końcowej	[GJ/a]		33,52	251,34	-225
Koszt eksploatacji źródła ciepła	[zł/a]	62 732	60 251	52 580	53 689
Oszczędność kosztów	[zł/a]		2 481	10 152	9 043
Nakłady inwestycyjne związane z budową źródła ciepła	[zł]		118 757	258 731	124 599
Czas zwrotu nakładów SPBT	**[lat]**		**47,9**	**25,5**	**13,8**

Wariant III z zastosowaniem jako paliwa pelletu został przez inwestora odrzucony. Wybiera się wariant II.

Charakterystyka proponowanego przedsięwzięcia:

Koszt	258 731 zł	SPBT	25,5
ΔQ_U [GJ/a]	251,34	Δq_U [MW]	-

WARIANT 0:

KOTŁOWNIA OLEJOWA O MOCY 2X80kW

Ilość energii cieplnej dostarczona do systemu grzewczego:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
	- 0,70	- 0,90	3,30	6,80	13,60	17,20	17,00	16,30	13,60	7,70	2,40	1,20	
QH,nd [kWh/a]	25 709	23 446	20 741	15 865	2 564	-	-	-	2 564	15 276	21 154	23 349	150 670
ΔQd+ΔQe+ΔQs [kWh/a]	7 898	7 202	6 371	4 874	788	-	-	-	788	4 693	6 498	7 173	46 284
QH,nd+ΔQd+ΔQe+ΔQs [kWh/a]	33 607	30 648	27 113	20 739	3 352				3 352	19 969	27 652	30 522	196 954

Sprawności cząstkowe instalacji c.o.: ηd 0,90 | ηe 0,85 | ηs 1,00

Warunki obliczeniowe: Ti [°C] 20 | Tex [°C] -20

Zapotrzebowanie na energię końcową: Kocioł na miał węglowy ηh 0,90

QH,K [kWh/a]	37 341	34 053	30 125	23 043	3 724	-	-	-	3 724	22 188	30 725	33 913	218 837

Koszt eksploatacji źródła ciepła w wariancie 0:

Kocioł [zł/a]:	10 319	9 443	8 396	6 509	1 360	368	368	368	1 360	6 281	8 556	9 406	62 732

Koszty eksploatacyjne

KOTŁOWNIA OLEJOWA

Koszty zmienne	zł/rok	58 318
Koszty paliwa	zł/rok	58 318
Cena paliwa	zł/ t	2,712
Cena energii	zł/ kWh	0,27
Cena energii	zł/ GJ	74,026
Koszty stałe	zł/rok	4 414
Koszty dozoru technicznego (UDT)	zł/ rok	600
Koszty przeglądów kominiarskich	zł/ rok	300
Koszty funduszu płac	zł/ rok	-
Koszty remontów i konserwacji	zł/ rok	500
Koszty dozoru i eksploatacji	zł/ rok	2 214
Ubezpieczenie	zł/ rok	-
Koszt energii elektrycznej	zł/ rok	800
Amortyzacja	zł/ rok	-
Inne	zł/ rok	-

WARIANT 1:

KONDENSACYJNA KOTŁOWNIA OLEJOWA O MOCY 70kW

Ilość energii cieplnej dostarczona do systemu grzewczego:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
	- 0,70	- 0,90	3,30	6,80	13,60	17,20	17,00	16,30	13,60	7,70	2,40	1,20	
QH,nd [kWh/a]	25 709	23 446	20 741	15 865	2 564	-	-	-	2 564	15 276	21 154	23 349	150 570
ΔQd+ΔQe+ΔQs [kWh/a]	7 898	7 202	6 371	4 874	788	-	-	-	788	4 693	6 498	7 173	46 284
QH,nd+ΔQd+ΔQe+ΔQs [kWh/a]	33 607	30 648	27 113	20 739	3 352				3 352	19 969	27 652	30 522	196 954

Sprawności cząstkowe instalacji c.o.: ηd 0,90 ηe 0,85 ηs 1,00

Warunki obliczeniowe: Ti (°C) 20 Tex (°C) -20

Zapotrzebowanie na energię końcową: Kocioł olejowy kondensacyjny ηh 0,94

QH,K [kWh/a]	35 752	32 604	28 843	22 063	3 566	-	-	-	3 566	21 244	29 417	32 470	209 525

Koszt eksploatacji źródła ciepła w wariancie 1:

Kocioł [zł/a]:	9 895	9 057	8 054	6 247	1 318	368	368	368	1 318	6 029	8 207	9 021	60 251

Nakłady inwestycyjne

KOTŁOWNIA OLEJOWA O MOCY 70kW

Roboty demontażowe, w tym:	5 500 zł
Demontaż istniejących kotłów	2 500 zł
Demontaż instalacji rurowej i naczynia wzbiorczego	1 500 zł
Demontaż rozdzielaczy i pomp	1 500 zł
Montaż instalacji technologicznej:	85 050 zł
Montaż instalacji kotłowej	48 850 zł
Montaż instalacji paliwowej - adaptacja istniejącej instalacji	3 500 zł
Montaż rozdzielaczy, układów podmieszania pompowego, rurociągi z armaturą, naczynie wzbiorcze, komin	27 200 zł
Zabezpieczenie antykorozyjne i izolacje termiczne	2 500 zł
Próby i odbiory	3 000 zł
Roboty elektryczne towarzyszące	4 000 zł
Roboty budowlane towarzyszące	2 000 zł
SUMA:	96 550 zł
Vat:	22 207 zł
Razem brutto:	118 757 zł

Koszty eksploatacyjne

KOTŁOWNIA OLEJOWA

Koszty zmienne:	zł/ rok	55 837 zł
Koszty paliwa	zł/ rok	55 837
Cena paliwa	zł/ ltr.	2,712
Cena energii	zł/ kWh	0,27
Cena energii	zł/ GJ	74,03
Koszty stałe:	zł/rok	4 414 zł
Koszty dozoru technicznego (UDT)	zł/ rok	600
Koszty przeglądów kominiarskich	zł/ rok	300
Koszty funduszu płac	zł/ rok	-
Koszty remontów i konserwacji	zł/ rok	500
Koszty dozoru i eksploatacji	zł/ rok	2 214
Ubezpieczenie	zł/ rok	-
Koszt energii elektrycznej	zł/ rok	800
Amortyzacja	zł/ rok	-
Inne	zł/ rok	-

WARIANT 2:

KONDENSACYJNA KOTŁOWNIA OLEJOWA O MOCY 70kW + POMPA CIEPŁA POWIETRZE-WODA O MOCY 25kW

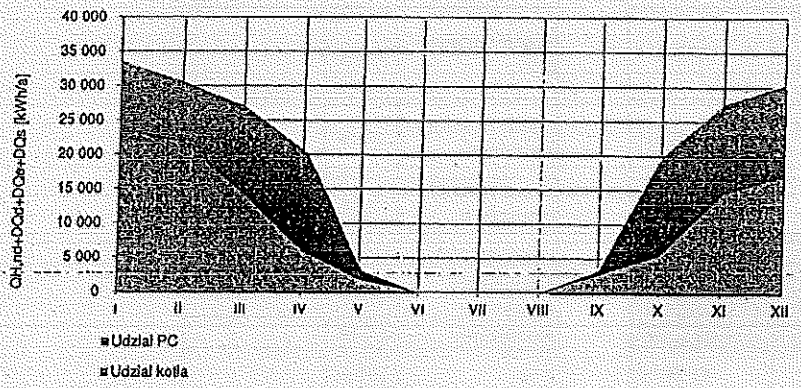
Ilość energii cieplnej dostarczona do systemu grzewczego:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
	- 0,70	- 0,90	3,30	6,80	13,60	17,20	17,00	16,30	13,60	7,70	2,40	1,20	
QH,nd [kWh/a]	25 709	23 446	20 741	15 865	2 564	-	-	-	2 564	15 276	21 154	23 349	169 670
Δ Qd+ Δ Qe+ Δ Qs [kWh/a]	7 898	7 202	6 371	4 874	788	-	-	-	788	4 693	6 498	7 173	46 284
QH,nd+ Δ Qd+ Δ Qe+ Δ Qs [kWh/a]	33 607	30 648	27 113	20 739	3 352				3 352	19 969	27 652	30 522	196 954

Sprawności cząstkowe instalacji c.o.: ηd 0,90 | ηe 0,85 | ηs 1,00

Warunki obliczeniowe: Ti [°C] 20 | Tex [°C] -20

-20	-4	5 104	5 929	328	115	0	0	0	0	0	564	1 690	2 297	16 027
-4	8	28 412	24 491	24 890	12 213	0	0	0	0	0	10 387	22 045	24 204	146 642
8	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kocioł [kWh/a]		23 452	21 828	14 290	5 860	1 736	0	0	0	2 616	5 481	14 551	17 062	106 875
-20	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4	8	10 064	8 592	10 928	6 784	1 616	0	0	0	736	6 192	9 184	9 440	63 536
8	16	90	228	1 895	8 095	0	0	0	0	0	8 297	3 917	4 020	26 543
Pompa ciepła [kWh/a]		10 154	8 820	12 823	14 879	1 616	0	0	0	736	14 489	13 101	13 460	90 079
Łącznie:		33 607	30 648	27 113	20 739	3 352	0	0	0	3 352	19 969	27 652	30 522	196 954
Udział kotła		70%	71%	53%	28%	0%	0%	0%	0%	0%	27%	53%	56%	54%
Udział PC		30%	29%	47%	72%	100%	0%	0%	0%	0%	73%	47%	44%	46%



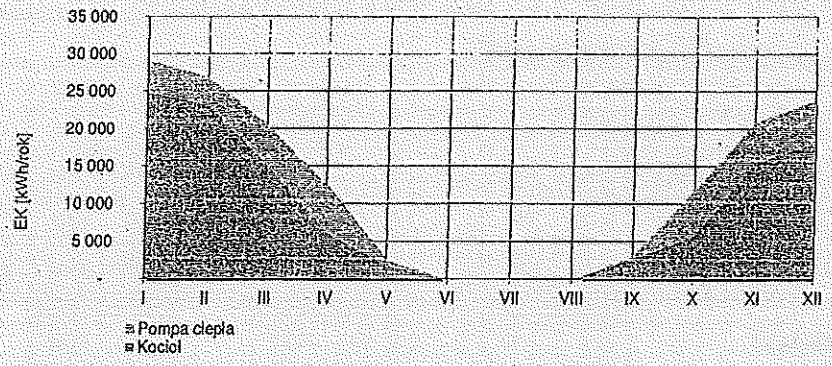
Kocioł olejowy kondensacyjny	ηh 0,94	PC powietrza / woda (Tz=55° C)	COP= 2,80	ηs = 0,85	PC [kW]=	16,00

Zapotrzebowanie na energię końcową:

Kocioł [kWh/a]	24 949	23 221	15 202	6 234	1 847	0	0	0	2 783	5 830	15 480	18 151	113 697
Pompa ciepła [kWh/a]	4 267	3 706	5 388	6 252	679	0	0	0	309	6 088	5 505	5 656	37 846
Łącznie:	29 216	26 927	20 590	12 486	0	0	0	0	3 092	11 918	20 984	23 806	149 019
Udział kotła	85%	86%	74%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	49%	74%	76%	76%
Udział PC	15%	14%	26%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	51%	26%	24%	25%

Koszt eksploatacji źródła ciepła w wariancie 2:

Kocioł [zł/a]:	7 017	6 556	4 419	2 029	660	368	368	368	1 109	1 922	4 493	5 205	34 713
Pompa ciepła [zł/a]:	2 014	1 749	2 543	2 951	321				146	2 874	2 599	2 670	17 867
												Σ:	52 580



Nakłady inwestycyjne

KOTŁOWNIA OLEJOWA O MOCY 70kW

Roboty demontażowe w tym:	5 500,00 zł
Demontaż istniejących kotłów	2 500,00 zł
Demontaż instalacji rurowej i naczynia wzbiorczego	1 500,00 zł
Demontaż rozdzielaczy i pomp	1 500,00 zł
Montaż instalacji technologicznej:	198 050,00 zł
Montaż instalacji kotłowej	48 850,00 zł
Montaż instalacji pompy ciepła ze zbiornikiem buforowym	113 000,00 zł
Montaż instalacji paliwowej - adaptacja stniejącej instalacji	3 500 zł
Montaż rozdzielaczy, układów podmieszania pompowego, rurociągi z armaturą, naczynie wzbiorcze	27 200 zł
Zabezpieczenie antykorozyjne i izolacje termiczne	2 500 zł
Próby i odbiory	3 000 zł
Roboty elektryczne towarzyszące	4 800 zł
Roboty budowlane towarzyszące	2 000 zł
Suma:	210 350 zł
Vat:	48 381 zł
Razem brutto:	258 731 zł

Koszty eksploatacyjne

KOTŁOWNIA OLEJOWA

Koszty zmienne:	zł/ rok	90 299 zł
Koszty paliwa	zł/ rok	90 299
Cena paliwa	zł/ ltr.	2,712
Cena energii	zł/ kWh	0,266
Cena energii	zł/ GJ	74,03
Koszty stałe:	zł/ rok	4 414 zł
Koszty dozoru technicznego (UDT)	zł/ rok	600
Koszty przeglądów kominiarskich	zł/ rok	300
Koszty funduszu płac	zł/ rok	-
Koszty remontów i konserwacji	zł/ rok	500
Koszty dozoru i eksploatacji	zł/ rok	2 214
Ubezpieczenie	zł/ rok	-
Koszt energii elektrycznej	zł/ rok	800
Amortyzacja	zł/ rok	-
Inne	zł/ rok	-

Koszty eksploatacyjne

POMPA CIEPŁA (Vitocal 300-A typ AWO 301.A40)

Koszty zmienne:	zł/ rok	17 867 zł
Koszt energii	zł/ rok	17 867
Cena paliwa	-	-
Cena energii	zł/ kWh	0,472
Cena energii	zł/ GJ	131,13

WARIANT 3:

KOTŁOWNIA NA PELLET

Ilość energii cieplnej dostarczona do systemu grzewczego:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
	- 0,70	- 0,90	3,30	6,80	13,60	17,20	17,00	16,30	13,60	7,70	2,40	1,20	
QH,nd [kWh/a]	25 709	23 446	20 741	15 865	2 564	-	-	-	2 564	15 276	21 154	23 349	150 670
ΔQd+ΔQe+ΔQs [kWh/a]	7 898	7 202	6 371	4 874	788	-	-	-	788	4 693	6 498	7 173	46 284
QH,nd+ΔQd+ΔQe+ΔQs [kWh/a]	33 607	30 648	27 113	20 739	3 352				3 352	19 969	27 652	30 522	196 954

Sprawności cząstkowe instalacji c.o.: ηd 0,90 | ηe 0,85 | ηs 1,00

Warunki obliczeniowe: Ti [°C] 20 | Tex [°C] -20

Zapotrzebowanie na energię końcową: Kocioł na pellet ηh 0,70

QH,K [kWh/a]	48 010	43 783	38 732	29 627	4 788	-	-	-	4 788	28 528	39 503	43 603	281 352

Koszt eksploatacji źródła ciepła w wariancie 3:

Kocioł [zł/a]:	8 314	7 653	6 864	5 440	1 557	808	808	808	1 557	5 268	6 984	7 625	63 689

Nakłady inwestycyjne

KOTŁOWNIA NA PELLET O MOCY 50kW

Roboty demontażowe, w tym:	5 500 zł
Demontaż istniejących kotłów	2 500 zł
Demontaż instalacji rurowej i naczynia wzbiorczego	1 500 zł
Demontaż rozdzielaczy i pomp	1 500 zł
Montaż instalacji technologicznej	86 800 zł
Montaż instalacji kotłowej	58 000 zł
Montaż magazynu opału wraz z instalacją paliwową	8 000 zł
Montaż rozdzielaczy, układów podmieszania pompowego, rurociągi z armaturą, naczynie wzbiorcze, komin	16 000 zł
Zabezpieczenie antykorozyjne i izolacje termiczne	1 800 zł
Próby i odbiory	3 000 zł
Roboty elektryczne towarzyszące	5 000 zł
Roboty budowlane towarzyszące	4 000 zł
Suma	101 300 zł
Vat	23 299 zł
Razem brutto	124 599 zł

Koszty eksploatacyjne

KOTŁOWNIA NA PELLET

Koszty zmienne	zł/rok	43 989 zł
Koszty paliwa	zł/rok	43 989
Cena paliwa	zł/ kg	0,760
Cena energii	zł/ kWh	0,156
Cena energii	zł/ GJ	43,43
Koszty stałe	zł/rok	49 700 zł
Koszty dozoru technicznego (UDT)	zł/ rok	400
Koszty przeglądów kominiarskich	zł/ rok	300
Koszty funduszu płac	zł/ rok	-
Koszty remontów i konserwacji	zł/ rok	500
Koszty dozoru i eksploatacji	zł/ rok	6 600
Ubezpieczenie	zł/ rok	1 200
Koszt energii elektrycznej	zł/ rok	700
Amortyzacja	zł/ rok	-
Inne	zł/ rok	-

7.4 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

b. ocenę wariantów pod względem spełnienia wymagań formalno-prawnych

c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp	Zakres	Wariant																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	*Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne cz. mieszkalnej (SZ2).*	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
2	*Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne cz. szkolnej (SZ1).*	X	X	X	X	X	X	X	X												
3	*Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach cz. szkolnej (STRD1).*	X	X	X	X	X	X	X													
4	*Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach cz. mieszkalnej (STRD2).*	X	X	X	X	X	X														
5	*Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicą (nad kotłownią) (STRP).*	X	X	X	X	X															
6	*Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez okna w cz. mieszkalnej (OK2).*	X	X	X	X																
7	*Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez okna w cz. szkolnej (OK1).*	X	X	X																	
8	*Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne cz. mieszkalnej (DZ2).*	X	X																		
9	*Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne cz. szkolnej (DZ1).*	X																			
10	*Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania*	X	X	X	X	X	X	X	X	X											

7.4.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Numer wariantu	Q0co Q1co	q0co q1co	Qz	Qs	γh	ηc	q0cwu Q1cwu	q0cw q1cw	Q0c Q1c	q0c q1c	O0 O1	ΔOr	N
	[GJ/rok]	[kW]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[-]	[-]	[GJ/rok]	[kW]	[GJ/rok]	[kW]	[zł/rok]	[zł/rok]	[zł]
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
0	542,41	105,930	580,94	953,74	0,609	0,689	18,00	1,81	805,81	107,738	65 092		
1	160,18	46,924	580,94	450,84	1,289	0,935	18,00	1,81	172,56	48,733	24 851	40 241	1 059 737
2	162,55	47,482	580,94	454,61	1,278	0,935	18,00	1,81	174,85	49,290	25 053	40 039	1 043 009
3	163,21	47,648	580,94	455,65	1,275	0,935	18,00	1,81	175,49	49,456	25 110	39 982	1 038 827
4	248,73	61,250	580,94	582,33	0,998	0,935	18,00	1,81	258,00	63,058	32 404	32 688	776 117
5	261,48	62,262	580,94	600,07	0,968	0,935	18,00	1,81	270,31	64,070	33 492	31 600	747 359
6	267,58	62,690	580,94	608,47	0,955	0,935	18,00	1,81	276,19	64,498	34 012	31 080	734 762
7	277,76	64,434	580,94	622,40	0,933	0,935	18,00	1,81	286,01	66,242	34 880	30 212	717 059
8	362,85	78,452	580,94	734,33	0,791	0,935	18,00	1,81	368,12	80,261	42 139	22 953	601 387
9	462,62	93,983	580,94	858,35	0,677	0,935	18,00	1,81	464,39	95,791	50 649	14 443	503 396

7.4.3 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Numer wariantu	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię końcową	Optymalna kwota kredytu, udział środków własnych		Premia termomodernizacyjna			
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii	Wysokość premii termomodernizacyjnej
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł / %]	[zł / %]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5		6	7	8	9
1	1 059 737	40 241	78,6%	70% 741 816	30% 317 921	148 363	169 558	80 482	80 482
2	1 043 009	40 039	78,3%	70% 730 106	30% 312 903	146 021	166 881	80 078	80 078
3	1 038 827	39 982	78,2%	70% 727 179	30% 311 648	145 436	166 212	79 964	79 964
4	776 117	32 688	68,0%	70% 543 282	30% 232 835	108 656	124 179	65 376	65 376
5	747 359	31 600	66,5%	70% 523 151	30% 224 208	104 630	119 577	63 200	63 200
6	734 762	31 080	65,7%	70% 514 333	30% 220 429	102 867	117 562	62 160	62 160
7	717 059	30 212	64,5%	70% 501 941	30% 215 118	100 388	114 729	60 424	60 424
8	601 387	22 953	54,3%	70% 420 971	30% 180 416	84 194	96 222	45 906	45 906
9	503 396	14 443	42,4%	70% 352 377	30% 151 019	70 475	80 543	28 886	28 886

7.4.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

1. Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne cz. mieszkalnej (SZ2).
2. Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne cz. szkolnej (SZ1).
3. Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach cz. szkolnej (STRD1).
4. Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach cz. mieszkalnej (STRD2).
5. Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicą (nad kotłownią) (STRP).
6. Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez okna w cz. mieszkalnej (OK2).
7. Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez in(ex)filtrację, powietrza przez okna w cz. szkolnej (OK1).
8. Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne cz. mieszkalnej (DZ2).
9. Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne cz. szkolnej (DZ1).
10. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania

7.4.5 Sprawdzenie zgodności wariantu optymalnego z warunkami ustawy

1. ***Przedsięwzięcie termomodernizacyjne - ulepszenie, w wyniku którego następuje zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię – w budynkach, w których modernizuje się jedynie system grzewczy - co najmniej 10%, w których po 1984r. przeprowadzono modernizację systemu grzewczego o co najmniej 15%, w pozostałych budynkach - o co najmniej 25%.***

W wyniku realizacji optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nastąpi zmniejszenie zapotrzebowania na energię o 78,6%

Warunek 1 uważa się za spełniony.

2. ***Kwota kredytu, kwota środków własnych***

Kwota zobowiązania wynosi **741 816 zł** stanowi 70% kosztów inwestycji
i jest mniesza od zadeklarowanej przez inwestora maksymalnej wartości zobowiązania: **1 000 000 zł**
Kwota środków własnych wynosi **317 921 zł** stanowi 30% kosztów inwestycji.
i jest mniesza od zadeklarowanej przez inwestora maksymalnej wartości środków własnych: **500 000 zł**

Warunek 2 uważa się za spełniony.

3. ***Premia termomodernizacyjna***

Premia termomodernizacyjna stanowi nie więcej niż 20% wartości kredytu i wynosi **80 482 zł**
i jest nie większ niż 16% wartości inwestycji, tj. od kwoty **169 558 zł**
i jest nie większa niż 2 krotność rocznej oszczędności kosztów energii, tj. od kwoty **80 482 zł**

8.0 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego efektywność energetyczną w zakresie oświetlenia wbudowanego

Objaśnienie:

F_c współczynnik uwzględniający regulację prowadzącą do utrzymania natężenia oświetlenia na wymaganym poziomie

F_o Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy

F_D Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu

t_D Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia *1550* *godzin/ rok*

t_N Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy *250* *godzin/ rok*

t_e Całkowity czas użytkowania oświetlenia *1800* *godzin/ rok*

x *Współ. korygujący pobór mocy ze względu na niedotrzymywanie w pomieszczeniu obowiązujących standardów natężenie oświetlenia, wynikających z PN-EN 12464-1*

Charakterystyka usprawnień:

W zakresie oświetlenia podstawowego planuje się wymianę instalacji oświetleniowej, tj. wymianę opraw na oprawy z źródłem LED, dostosowane do obowiązujących WT2021 i polskich norm, wymianę instalacji zasilającej wraz z osprzętem. W pomieszczeniach oświetlanych światłem dziennym przewiduje się automatyczną regulację światła z uwzględnieniem światła dziennego. Przewiduje się sterowanie oświetleniem z użyciem czujników obecności (w pomieszczeniach o powierzchni >30m², 1 czujnik/30m²).

Dane dotyczące ilości, typów i mocy opraw przyjęto na podstawie inwentaryzacji własnej.

L.p.	Opis		Stan istniejący	Rozpatrywany wariant
1.	Moc opraw oświetleniowych	[kW]	8,662	3,66
2.	Zużycie energii	[kWh/rok]	19 350	8 991
3.	LENI	[kWh/(m² rok)]	16,1	7,5
4.	Koszt energii	[zł/rok]	9 713	4 386
5.	Oszczędność energii	ΔE_L [zł/rok]		10 359
6.	Oszczędność kosztów	[zł/rok]		5 327
7.	Koszt wdrożenia	[zł/rok]		198 059
8.	SPBT	[lata]		37,2

L.p.	Pomieszczenie / Grupa pomieszczeń	Pu [m²]	t_D [h/rok]	t_N [h/rok]	n [sztuk]	P_i [W]	x	P_N [W]	F_c [-]	F_o [-]	F_D [-]	W_{LI} [kWh/rok]	n [sztuk]	P_i [W]	P_N [W]	F_c [-]	F_o [-]	F_D [-]	W_{LI} [kWh/rok]
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
	Suma:	*1 200,36*	*1550*	*250*	*190*			*8 662*				*19 350*	*124*		*3 664*				*8 991*
001A	*Kl. schodowa*	*9,77*	*1550*	*250*	*1*	*60*	*1,0*	*60*	*1*	*1*	*1*	*108*	*1*	*28*	*28*	*1*	*1*	*0,9*	*45*
002A	*Pom.*	*15,34*	*1550*	*250*	*1*	*60*	*1,0*	*60*	*1*	*1*	*1*	*108*	*1*	*28*	*28*	*1*	*1*	*0,9*	*45*
003A	*Kotłownia*	*32,25*	*1550*	*250*	*4*	*60*	*1,0*	*240*	*1*	*1*	*1*	*432*	*4*	*28*	*112*	*1*	*1*	*0,9*	*181*
004A	*Kotłownia*	*28,30*	*1550*	*250*	*1*	*60*	*1,5*	*87*	*1*	*1*	*1*	*227*	*1*	*28*	*28*	*1*	*1*	*0,9*	*45*
1A	*Korytarz + kl. schodowa*	*86,93*	*1550*	*250*	*6*	*36*	*1,2*	*267*	*1*	*1*	*1*	*596*	*6*	*28*	*168*	*1*	*1*	*0,9*	*272*
2A	*Wiatrołap*	*4,27*	*1550*	*250*	*1*	*60*	*1,0*	*60*	*1*	*1*	*1*	*108*	*1*	*28*	*28*	*1*	*1*	*1*	*50*
3A	*Pom. biurowe*	*9,38*	*1550*	*250*	*2*	*60*	*1,0*	*120*	*1*	*1*	*1*	*216*	*2*	*28*	*56*	*0,9*	*0,9*	*0,9*	*76*
4A	*WC*	*5,21*	*1550*	*250*	*2*	*60*	*1,0*	*120*	*1*	*1*	*1*	*216*	*2*	*28*	*56*	*1*	*1*	*0,9*	*91*
5A	*WC*	*5,57*	*1550*	*250*	*2*	*60*	*1,0*	*120*	*1*	*1*	*1*	*216*	*2*	*28*	*56*	*1*	*1*	*0,9*	*91*
6A	*Magazyn*	*0,83*	*1550*	*250*	*1*	*45*	*1,0*	*45*	*1*	*1*	*1*	*81*	*1*	*28*	*28*	*1*	*1*	*0,9*	*45*
7A	*Korytarz*	*1,68*	*1550*	*250*	*1*	*45*	*1,0*	*45*	*1*	*1*	*1*	*81*	*1*	*28*	*28*	*1*	*1*	*1*	*50*
8A	*Pom.*	*4,34*	*1550*	*250*	*4*	*45*	*1,0*	*180*	*1*	*1*	*1*	*324*	*4*	*28*	*112*	*1*	*1*	*0,9*	*181*
9A	*Pom.*	*16,03*	*1550*	*250*	*8*	*45*	*1,0*	*360*	*1*	*1*	*1*	*648*	*8*	*28*	*224*	*1*	*1*	*0,9*	*363*
10A	*Klasa*	*49,10*	*1550*	*250*	*12*	*36*	*1,0*	*432*	*1*	*1*	*1*	*778*	*12*	*28*	*336*	*0,9*	*0,9*	*1*	*497*
11A	*Klasa*	*16,00*	*1550*	*250*	*4*	*36*	*1,0*	*144*	*1*	*1*	*1*	*259*	*4*	*28*	*112*	*0,9*	*0,9*	*1*	*166*
12A	*Klasa*	*48,82*	*1550*	*250*	*12*	*36*	*1,0*	*432*	*1*	*1*	*1*	*778*	*12*	*28*	*336*	*0,9*	*0,9*	*1*	*497*
13A	*Wiatrołap*	*5,17*	*1550*	*250*	*2*	*36*	*1,0*	*72*	*1*	*1*	*1*	*130*	*2*	*28*	*56*	*1*	*1*	*0,9*	*91*
14A	*Pom.*	*9,54*	*1550*	*250*	*2*	*36*	*1,0*	*72*	*1*	*1*	*1*	*130*	*2*	*28*	*56*	*1*	*1*	*0,9*	*91*
15A	*Przedszkole*	*37,46*	*1550*	*250*	*8*	*36*	*1,0*	*288*	*1*	*1*	*1*	*518*	*8*	*28*	*224*	*0,9*	*0,9*	*1*	*332*
16A	*Biblioteka gminna*	*15,40*	*1550*	*250*	*4*	*36*	*1,0*	*144*	*1*	*1*	*1*	*259*	*4*	*28*	*112*	*0,9*	*0,9*	*1*	*166*
17A	*Biblioteka gminna*	*15,26*	*1550*	*250*	*6*	*36*	*1,0*	*216*	*1*	*1*	*1*	*389*	*6*	*28*	*168*	*0,9*	*0,9*	*1*	*249*
18A	*Stołówka*	*31,91*	*1550*	*250*	*6*	*60*	*1,0*	*360*	*1*	*1*	*1*	*648*	*6*	*28*	*168*	*0,9*	*0,9*	*1*	*249*
19A	*Kuchnia*	*31,91*	*1550*	*250*	*6*	*60*	*1,0*	*360*	*1*	*1*	*1*	*648*	*6*	*28*	*168*	*0,9*	*0,9*	*1*	*249*
20A	*WC*	*2,87*	*1550*	*250*	*2*	*60*	*1,0*	*120*	*1*	*1*	*1*	*216*	*2*	*28*	*56*	*1*	*1*	*0,9*	*91*
21A	*Magazyn*	*3,64*	*1550*	*250*	*1*	*60*	*1,0*	*60*	*1*	*1*	*1*	*108*	*1*	*28*	*28*	*1*	*1*	*0,9*	*45*
22A	*Komunikacja*	*2,59*	*1550*	*250*	*1*	*60*	*1,0*	*60*	*1*	*1*	*1*	*108*	*1*	*28*	*28*	*1*	*1*	*0,9*	*45*
23A	*Magazyn*	*4,73*	*1550*	*250*	*1*	*60*	*1,0*	*60*	*1*	*1*	*1*	*108*	*1*	*28*	*28*	*1*	*1*	*0,9*	*45*
24A	*Kl. schodowa*	*108,00*	*1550*	*250*	*1*	*60*	*2,8*	*166*	*1*	*1*	*1*	*828*	*1*	*60*	*60*	*1*	*1*	*1*	*108*
25A	*Komunikacja*	*4,68*	*1550*	*250*	*1*	*60*	*1,0*	*60*	*1*	*1*	*1*	*108*	*1*	*60*	*60*	*1*	*1*	*1*	*108*

26A	Pokój	20,45	1550	250	1	60	1,0	63	1	1	1	119	1	60	60	1	1	1	108
27A	Kuchnia	6,67	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	60	60	1	1	1	108
28A	Łazienka	108,00	1550	250	1	60	5,5	332	1	1	1	3313	1	60	60	1	1	1	108
29A	Pokój	10,16	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	60	60	1	1	1	108
101A	Korytarz + kl. schodowa	131,75	1550	250	16	36	1,0	576	1	1	1	1037	16	28	448	1	1	0,9	726
			1550	250	1	60		0	1	1	1	0	1	28	28	1	1	0,9	45
102A	Pom. biurowe	9,38	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	28	28	0,9	0,9	1	41
103A	WC	3,17	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	28	28	1	1	0,9	45
104A	WC	6,14	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	28	28	1	1	0,9	45
105A	WC	2,60	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	28	28	1	1	0,9	45
106A	WC	6,03	1550	250	2	60	1,0	120	1	1	1	216	2	28	56	1	1	0,9	91
107A	Pom.	15,64	1550	250	2	36	1,0	72	1	1	1	130	2	28	56	1	1	0,9	91
108A	Klasa	48,73	1550	250	12	36	1,0	432	1	1	1	778	12	28	336	0,9	0,9	1	497
109A	Klasa	48,59	1550	250	12	36	1,0	432	1	1	1	778	12	28	336	0,9	0,9	1	497
110A	Klasa	48,67	1550	250	12	36	1,0	432	1	1	1	778	12	28	336	0,9	0,9	1	497
111A	Klasa	15,56	1550	250	4	60	1,0	240	1	1	1	432	4	28	112	0,9	0,9	1	166
112A	Dyrektor	26,79	1550	250	4	36	1,0	144	1	1	1	259	4	28	112	0,9	0,9	0,9	149
113A	Sekretariat	20,29	1550	250	4	36	1,0	144	1	1	1	259	4	28	112	0,9	0,9	1	166
114A	Korytarz	6,58	1550	250	4	36	1,0	144	1	1	1	259	4	28	112	1	1	0,9	181
115A	Pok. nauczycieli	14,85	1550	250	2	60	1,0	120	1	1	1	216	2	28	56	0,9	0,9	1	83
116A	Pok. nauczycieli	9,43	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	28	28	0,9	0,9	1	41
117A	Kl. schodowa	9,77	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	28	28	1	1	0,9	45
118A	Korytarz	4,68	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	60	60	1	1	1	108
119A	Pokój	20,45	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	60	60	1	1	1	108
120A	Kuchnia	6,67	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	60	60	1	1	1	108
121A	Łazienka	3,19	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	60	60	1	1	1	108
122A	Pokój	10,16	1550	250	1	60	1,0	60	1	1	1	108	1	60	60	1	1	1	108

9.0 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia zwiększającego wykorzystanie OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej

Lokalizacja ogniw fotowoltaicznych: Toruń | S | 0

miesiąc:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I(m)	[Wh/m² m-c]	19685	27272	58826	93462	139312	127307	134900	106455	73597	42961	25648	18492
I(h)	[W/m²]	83	107	171	236	305	283	290	251	207	143	106	85
Lgs	[h/m-c]	237	254	345	396	457	450	465	424	355	301	243	217

Charakterystyka ogniw fotowoltaicznych: Pakiet 14kWp — 56 modułów — 91 m²

Sprawność konwersji: 15,4% — Moc maksymalna: 14,6 kWp — (Odsprzedaż energii do sieci)

Sprawność transformatora: 88,3%

Sprawność całkowita: 13,6% — Energia wytworzona: 10740 kWh/rok — 738 kWh/kWp

Koszt wykonania instalacji brutto: 125216 PLN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
kWh/m-c	244	337	728	1157	1724	1575	1669	1317	911	532	317	229

Charakterystyka zużycia energii: Moc umowna: 15,0 kW — Roczne zużycie energii: 25307 kWh/rok

Roczne zużycie energii przyjęto dla stanu po wymianie instalacji oświetlenia wbudowanego.

	miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
E 1	[kWh/m-c]	3529	2829	2920	2529	1700	600	600	600	1500	2100	3050	3350
E 2	[kWh/m-c]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E razem	[kWh/m-c]	3529	2829	2920	2529	1700	600	600	600	1500	2100	3050	3350

Różnica pomiędzy energią pobraną z sieci i wyprodukowaną z ogniw PV:

Ep-Ew	[kWh/m-c]	3285	2492	2192	1372	-24	-975	-1069	-717	589	1568	2733	3121

Składniki opłat za energię (brutto): Taryfa: C11

Energia czynna 1	0,27195	zł/kWh	Opłata przesyłowa 1	0,20012	zł/kWh	Opłata zmienna 1	0,47207	zł/kWh
Energia czynna 2	0,27195	zł/kWh	Opłata przesyłowa 2	0,20012	zł/kWh	Opłata zmienna 2	0,47207	zł/kWh
Opłata przesyłowa stała	2,39850	zł/kWm-c	Opłata przejściowa stała	0,81180	zł/kWm-c	Opłata abonamentowa	2,74290	zł/m-c

Charakterystka ekonomiczna, energetyczna i ekologiczna przedsięwzięcia:

		Stan istniejący	Z instalacją PV
Zużycie energii	kWh/rok	25 307	25 307
Wytwarzanie energii	kWh/rok	-	10 740
Zużycie energii z PV	kWh/rok	-	7 954
Energia oddana do sieci	kWh/rok	-	2 786
Energia kupiona z sieci	kWh/rok	25 307	17 353
Koszty energii	zł/rok	12 558	8 045
Emisja CO_2	$MgCO_2$/rok	20,55	11,83

Koszt inwestycji	zł	125 216
Okres zwrotu	lata	28
Redukcja kosztów	zł/rok	4 513
Redukcja emisji CO2	$MgCO_2$/rok	8,72
Redukcja zużycia energii	%	31,4%
Wzrost udziału OZE	%	42,4%
Koszt uniknięcia redukcja emisji CO_2	zł/$MgCO_2$	14 358

Opis przedsięwzięcia:

Montaż kompletnej instalacji fotowoltaicznej o mocy maksymalnej 14kWp, powierzchni 91m² (podkonstrukcja, moduły PV, okablowanie, inwerter, włączenie do tablicy głównej, instalacja monitoringu, instalacja odgromowa w wymaganym zakresie) na dachu budynku. Ekspozycja południowa, kąt pochylenia 5-10deg.

10. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, poprawy efektywności energetycznej oświetlenia wbudowanego i wzrostu OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej.

10.1 Opis robót, zestawienie kosztów zadania

Termomodernizacja budynku:							
L.p.	Opis robót	Pow. docieplenia		Cena brutto		Cena netto	
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych (SZ1) w tym ścian w gruncie do głębokości 0,5m poniżej poziomu terenu metodą bezspoinową w technologii lekkiej mokrej z zastosowaniem styropianu (w gruncie polistyrenem ekstrudowanym XPS) wraz z niezbędnymi pracami budowlanymi i instalacyjnymi. Materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła l [W/mK] = 0,038 **Grubość docieplenia [cm]: 18**	529,0	m2	97 991	zł	79 667	zł
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych (SZ2) w tym ścian w gruncie do poziomu posadzki piwnic metodą bezspoinową w technologii lekkiej mokrej z zastosowaniem styropianu (w gruncie polistyrenem ekstrudowanym XPS) wraz z niezbędnymi pracami budowlanymi i instalacyjnymi. Materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła l [W/mK] = 0,038 **Grubość docieplenia [cm]: 18**	260,0	m2	48 162	zł	39 156	zł
3	Ocieplenie stropodachu wentylowanego (STRD1) nad cz. szkolną granulatem wełny mineralnej metodą wdmuchiwania. Wykonanie nowego pokrycia dachu z papy termozgrzewalnej. Zastosowano materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła l [W/mK] = 0,04 **Grubość docieplenia [cm]: 25**	477,0	m2	115 673	zł	94 043	zł
4	Ocieplenie stropodachu niewentylowanego (STRD2) nad cz. mieszkalną granulatem wełny mineralnej metodą wdmuchiwania. Wykonanie nowego pokrycia dachu z papy termozgrzewalnej. Zastosowano materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła l [W/mK] = 0,04 **Grubość docieplenia [cm]: 25**	73,0	m2	17 703	zł	14 392	zł
5	Ocieplenie stropu piwnic od spodu zaprawą izolacyjną (p.poż) nakładaną metodą natryskową. Zastosowano materiał izolacyjny o współczynniku przewodzenia ciepła l [W/mK] = 0,04 **Grubość docieplenia [cm]: 12**	57,0	m2	12 597	zł	10 241	zł
6	Wymiana okien na okna, o współczyniku przenikania ciepła U=0,9 W/m2K i współ. infiltracji powietrza a<0,3m3/(m*h*daPa2/3) z jednoczesnym montażem automatycznych nawiewników powietrza. Ciepły montaż.	207,0	m2	262 710	zł	213 585	zł

7	Wymiana okien na okna, o współczyniku przenikania ciepła U=0,9 W/m2K i współ. infiltracji powietrza a<0,3m3/(m*h*daPa2/3) z jednoczesnym montażem automatycznych nawiewników powietrza. Ciepły montaż.	23,0 m2	28 758 zł	23 381 zł
8	Wymiana drzwi w cz. szkolnej na drzwi, o współczyniku przenikania ciepła U=1,3 W/m2K i współczynniku infiltracji powietrza a<9m3/(m2*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.	8,0 m2	16 728 zł	13 600 zł
9	Wymiana drzwi w cz. mieszkalnej na drzwi, o współczyniku przenikania ciepła U=1,3 W/m2K i współczynniku infiltracji powietrza a<9m3/(m2*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.	2,0 m2	4 182 zł	3 400 zł
11	Całkowita wymiana instalacji z zastosowaniem grzejników dostosowanych do nowych potrzeb cieplnych budynku, rur stalowych cienkościennych zewnętrznie ocynkowanych, zaworów termostatycznych i zaworów regulujących zmienne ciśnienie różnicowe w instalacji, izolacji termicznej oraz płaszczy ochronnych. Wymianę kotłowni olejowej na kondensacyjną kotłownię olejową współpracującą z pompą ciepła P/W typu Vitocal 300 A typ AWO 301.A4. Całość instalacji powinna spełniać wymagania WT2021. Instalację należy podzielić na regulowane strefy grzewcze, różnicujące budynek pod względem sposobu użytkowania. Zastosować układ regulacji ilości dostarczanego do wyodrębnionych stref budynku ilości ciepła wynikającej z chwilowych potrzeb cieplnych stref z uwzględnieniem profilu użytkowania (dobowego, tygodniowego). Instalacje źródeł energii wyposażyć w system monitoringu (rejestracji danych) będący elementem zarządzania energią w budynku.		407 879 zł	331 609 zł
Koszt wybranego wariantu termomodernizacji wynosi:			**1 012 362 zł**	**823 075 zł**

Poprawa efektywności energetycznej oświetlenia wbudowanego i wzrost OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej			
1	W zakresie oświetlenia podstawowego planuje się wymianę instalacji oświetleniowej, tj. wymianę opraw na oprawy z źródłem LED, dostosowane do obowiązujących WT2021 i polskich norm, wymianę instalacji zasilającej wraz z osprzętem. W pomieszczeniach oświelanych światłem dziennym przewiduje się automatyczną regulację światła z uwzględnieniem światła dziennego. Przewiduje się sterowanie oświetleniem z użyciem czujników obecności (w pomieszczeniach o powierzchni >30m2, 1 czujnik/30m2).	198 059 zł	161 024 zł
2	Montaż kompletnej instalacji fotowoltaicznej o mocy maksymalnej 14kWp, powierzchni 91m2 (podkonstrukcja, moduły PV, okablowanie, inwerter, właczenie do tablicy głównej, instalacja monitoringu, instalacja odgromowa w wymaganym zakresie) na dachu budynku. Ekspozycja południowa, kąt pochylenia 5-10deg.	125 216 zł	101 802 zł
Obsługa inwestycji		47 355 zł	38 500 zł
1	Audyt energetyczny	4 305 zł	3 500 zł
2	Dokumentacja projektowa, nadzór autorski, inwestorski, monitoring powykonawczy	43 050 zł	35 000 zł
Łączny koszt zadania inwestycyjnego:		1 383 013 zł	1 124 400 zł

10.2 Podsumowanie

Szacowny całkowity koszt zadania brutto wyniesie		1 383 013	zł
Roczna oszczędność kosztów		50 080	zł
Udział środków własnych inwestora	30%	414 904	zł
Kredyt bankowy/pożyczka/dotacja	70%	968 109	zł
Przewidywana premia termomdernizacyjna		80 482	zł
Czas zwrotu nakładów (łącznie ze środkami własnymi)		27,6	lat

10.3 Dalsze działania inwestora

10.3.1 Wystąpienie do jednostki finansującej z wnioskiem o przyznanie dofinansowania i podpisanie umowy.

10.3.2 Zlecenie wykonania niezbędnej dokumentacji technicznej.

10.3.3 Zorganizowanie przetargu na wykonanie robót i wyłonienie wykonawcy.

10.3.4 Zapewnienie nadzoru inwestorskiego na budowie.

10.3.5 Realizacja robót i odbiór techniczny (w tym badania termowizyjne).

10.3.6 Rozliczenie zadania.

10.3.7 Monitoring zużycia energii i ocena efektów zrealizowanego przedsięwzięcia.

Opracował:

mgr inż. Jacek Miklas

Inowrocław, 31.XII.2015.

11. Załączniki

1. Charakterystka zużycia i kosztów energii cieplnej i elektrycznej
2. Obliczenia współczynników przenikania ciepła U
3. Wyniki obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania
4. Określenie kosztów eksploatacji kotłowni i ceny jednostkowej ciepła.
5. Określenie efektu ekologicznego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
6. Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku na podstawie PN-EN-ISO-13790:2009 dla stanu istniejacego z uwzględnieniem współczynników c_r i c_w dla strumienia powietrza wentylacyjnego.
7. Wyniki obliczeń projektowanego obciążenia cieplnego na podstawie PN-EN 12831:2006 dla stanu istniającego z uwzględnieniem współczynnika c_m dla strumienia powietrza wentylacyjnego.

ZAŁĄCZNIK 1. Charakterystka zużycia i kosztów energii cieplnej i elektrycznej w stanie istniejącym

ENERGIA CIEPLNA

Charakterystyka sezonu grzewczego:

Sezon 2014:		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
Θe	[°C]	0,40	-1,40	4,40	9,20	14,50	17,60	23,40	19,20	16,20	13,30	7,40	1,60	
Ld(m)	[dni/m-c]	31	28	31	30	0	0	0	0	0	31	30	31	212
Stopniodni	3171	608	599	484	324	0	0	0	0	0	208	378	570	3 171

Sezon standardowy		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
Θe	[°C]	-0,70	-0,90	3,30	6,80	13,60	17,20	17,00	16,30	13,60	7,70	2,40	1,20	
Ld(m)	[dni/m-c]	31	28	31	30	10	0	0	0	5	31	30	31	227
Stopniodni	3729	642	585	518	396	64	0	0	0	32	381	528	583	3 729

Średnia temperatura wewnętrzna ti= 20,0 °C

Charakterystyka zużycia energii cieplnej w sezonie: 2014 Moc zamówiona c.o.: 0,0 kW Roczne zużycie energii: 827,72 GJ/rok

Moc zamówiona c.w.: 0,0 kW 229 922 kWh/rok

Sezon 2014:		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
E co	[GJ/m-c]	182,70	136,00	110,02	50,00	11,00	0,00	0,00	0,00	28,00	67,00	98,00	145,00	827,72
E cw	[GJ/m-c]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E razem	[GJ/m-c]	182,70	136,00	110,02	50,00	11,00	0,00	0,00	0,00	28,00	67,00	98,00	145,00	827,72
Koszt energii	[zł/m-c]	13 524	10 067	8 144	3 701	814	-	-	-	2 073	4 960	7 255	10 734	61 272

Roczne koszty energii: 61 272 zł/rok

Charakterystyka zużycia energii cieplnej w sezonie standardowym. Moc zamówiona c.o.: 0,0 kW Roczne zużycie energii: 973 GJ/rok

Moc zamówiona c.w.: 0,0 kW 270 403 kWh/rok

Sezon standardowy		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
E co	[GJ/m-c]	214,87	159,94	129,39	58,80	12,94	-	-	-	32,93	78,80	115,25	170,53	973,45
E cw	[GJ/m-c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E razem	[GJ/m-c]	214,87	159,94	129,39	58,80	12,94	-	-	-	32,93	78,80	115,25	170,53	973,45
Koszt energii	[zł/m-c]	15 906	11 840	9 578	4 353	958	-	-	-	2 438	5 833	8 532	12 623	72 060

Roczne koszty energii: 72 060 zł/rok

Składniki opłat za energię (brutto): Taryfa:

Cena energii 0,00 zł/GJ Cena dystrybucji energii 0,00 zł/GJ Całkowita opłata zmienna 74,03 zł/GJ

Cena mocy zamówionej 0,00 zł/MW m-c Cena przesyłu mocy zamówionej 0,00 zł/MW m-c Całkowita opłata stała 0,00 zł/MW m-c

Opłata abonamentowa 367,83 zł/m-c

ENERGIA ELEKTRYCZNA

Charakterystyka zużycia energii elektrycznej: Moc umowna: 15,0 kW Roczne zużycie energii: 25 307 kWh/rok

Rok 2014	miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
E 1	[kWh/m-c]	3529	2829	2920	2529	1700	600	600	600	1500	2100	3050	3350	25 307
E 2	[kWh/m-c]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
E razem	[kWh/m-c]	3529	2829	2920	2529	1700	600	600	600	1500	2100	3050	3350	25 307
Koszt energii	[zł/m-c]	1717	1386	1429	1245	853	334	334	334	759	1042	1491	1632	12 558

Roczne koszty energii: 12 558 zł/rok

Składniki opłat za energię (brutto): Taryfa: C11

Energia czynna 1 0,27195 zł/kWh Opłata przesyłowa 1 0,20012 zł/kWh Opłata zmienna 1 0,47207 zł/kWh

Energia czynna 2 0,00000 zł/kWh Opłata przesyłowa 2 0,00000 zł/kWh Opłata zmienna 2 0,00000 zł/kWh

Opłata przesyłowa stała 2,39850 zł/kWm-c Opłata przejściowa stała 0,81180 zł/kWm-c Opłata abonamentowa 2,74290 zł/m-c

ZAŁĄCZNIK 2

Obliczenie współczynników przenikanie ciepła dla przegród budowlanych w stanie istniejącym

Symbol	TYP	OPIS WARSTW	δ [m]	λ [W/(m²K)]	R [(m²K)/W]	U_0 [W/(m²K)]
SZ1	Ściany zewnętrzne (cz. szkolna)	$A_{strat.ciepła}/A_{docieplenia}$ [m²] = 312	529		U =	1,428
		SUMA OPORÓW		ΣR =	0,700	
		- Opór przejmowania wewnątrz /Ri/			0,130	
		- Opór przejmowania na zewnątrz /Re/			0,040	
		- Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	
		- Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,380	0,770	0,494	
		- Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	
SZ2	Ściany zewnętrzne (cz. mieszkalna)	$A_{strat.ciepła}/A_{docieplenia}$ [m²] = 240	260		U =	1,428
		SUMA OPORÓW		ΣR =	0,700	
		- Opór przejmowania wewnątrz /Ri/			0,130	
		- Opór przejmowania na zewnątrz /Re/			0,040	
		- Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	
		- Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,380	0,770	0,494	
		- Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	

ZAŁĄCZNIK 2

Symbol	TYP	OPIS WARSTW	δ [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]	U_0 [W/(m²·K)]
STRD1	Stropodach (cz. szkolna)	$A_{strat\ ciepła}$ / $A_{docieplenia}$ [m²] = 470	477			U = 0,881
		SUMA OPORÓW			ΣR =	1,135
		- Opór przejmowania wewnątrz /Ri/			0,100	
		- Opór przejmowania na zewnątrz /Re/			0,090	
		- Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	
		- Strop DMS	0,240		0,260	
		- Suprema	0,100	0,150	0,667	
		- Skorygowana suma oporów			0,000	
		- Wentylowana pustka powietrzna	0,500		0,160	
		- Płyty korytkowe h=10cm	0,060	1,050	0,057	
		- Papa asfaltowa 2x	0,010	0,180	0,056	
STRD2	Stropodach (cz. mieszkalna)	$A_{strat\ ciepła}$ / $A_{docieplenia}$ [m²] = 70	73			U = 0,755
		SUMA OPORÓW			ΣR =	1,325
		- Opór przejmowania wewnątrz /Ri/			0,100	
		- Opór przejmowania na zewnątrz /Re/			0,040	
		- Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	
		- Strop DMS	0,240		0,260	
		- Suprema	0,100	0,150	0,667	
		- Skorygowana suma oporów			0,240	
		- Niewentylowana pustka powietrzna	0,500		0,160	
		- Płyty korytkowe h=10cm	0,060	1,050	0,057	
		- Papa asfaltowa 2x	0,010	0,180	0,056	
STRP	Strop nad piwnicą	$A_{strat\ ciepła}$ / $A_{docieplenia}$ [m²] = 57	57			U = 0,867
		SUMA OPORÓW			ΣR =	1,154
		- Opór przejmowania wewnątrz /Ri/			0,170	
		- Opór przejmowania na zewnątrz /Re/			0,170	
		- Wykładzina PCW	0,005	0,200	0,025	
		- Podkład z betonu chudego	0,030	1,050	0,029	
		- Płyta pilśniowa porowata	0,025	0,050	0,500	
		- Strop DMS otynkowany			0,260	
OK1	Okna (cz. szkolna)	$A_{strat\ ciepła}$ / $A_{docieplenia}$ [m²] = 207	207			U = 2,000
OK2	Okna (cz. mieszkalna)	$A_{strat\ ciepła}$ / $A_{docieplenia}$ [m²] = 23	23			U = 2,000
DZ1	Drzwi zewnętrzne (cz. szkolna)	$A_{strat\ ciepła}$ / $A_{docieplenia}$ [m²] = 8	8			U = 2,500
DZ2	Drzwi zewnętrzne (cz. mieszkalna)	$A_{strat\ ciepła}$ / $A_{docieplenia}$ [m²] = 2	2			U = 2,500
PG1	Podłoga na gruncie	$A_{strat\ ciepła}$ / $A_{docieplenia}$ [m²] = 470	470			U = 0,446
		SUMA OPORÓW			ΣR =	2,232
		- Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania /Rg/			1,605	
		- Wykładzina PVC	0,005	0,200	0,025	
		- Gładź cementowa	0,040	1,000	0,040	
		- Papa asfaltowa	0,008	0,180	0,044	
		- Beton chudy	0,150	1,050	0,143	
		- Piasek	0,150	0,400	0,375	

ZAŁĄCZNIK 3.

Określenie kosztów eksploatacji kotłowni i ceny jednostkowej ciepła.

I.	Charakterystyka nośnika energii:		
1.	Rodzaj nośnika energii:		olej opałowy
2.	Wartość opałowa paliwa	36,64	[MJ/ltr]
3.	Cena jednostkowa paliwa	2 712	[zł/m^3]
4.	**Cena jednostkowa energii**	**74,03**	**[zł/GJ]**

II.	Koszty stałe eksploatacji kotłowni		
1.	Energia elektryczna	500,00	[zł/rok]
2.	Transport	-	[zł/rok]
3.	Koszty funduszu płac	-	[zł/rok]
4.	Koszty dozoru, eksploatacji, serwisu	2 214,00	[zł/rok]
5.	Remonty i konserwacje	800,00	[zł/rok]
6.	Koszty dozoru technicznego (UDT)	600,00	[zł/rok]
7.	Koszty przeglądów kominiarskich	300,00	[zł/rok]
8.	Opłaty stałe inne	-	[zł/rok]
9.	Ubezpieczenie	-	[zł/rok]
10.	**Łącznie koszty stałe**	**4 414,00**	**[zł/rok]**

ZAŁĄCZNIK 4

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i mocy na ogrzewanie

Wariant	Obciążenie cieplne budynku	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową w budynku	Suma zysków ciepła	Suma strat ciepła
	[kW]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[GJ/rok]
1	46,924	160,18	580,94	450,84
2	47,482	162,55	580,94	454,61
3	47,648	163,21	580,94	455,65
4	61,250	248,73	580,94	582,33
5	62,262	261,48	580,94	600,07
6	62,690	267,58	580,94	608,47
7	64,434	277,76	580,94	622,40
8	78,452	362,85	580,94	734,33
9	93,983	462,62	580,94	858,35
Stan istniejący	105,930	542,41	580,94	953,74

ZAŁĄCZNIK 5. Określenie efektu ekologicznego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Charakterystyka energetyczna

Charakterystyka wykorzystywanych nośników energii							
Rodzaj nośnika energii	wi	Przed termomodernizacją		Po termomodernizacji			
Olej opałowy lekki	1,10	Ogrzewanie i wentylacja	100%	Ogrzewanie i wentylacja	54%		
Energia elektryczna produkcja mieszana	3,00	Ogrzewanie i wentylacja	0%	Ogrzewanie i wentylacja	46%		
Energia elektryczna produkcja mieszana	3,00	Ciepła woda	100%	Ciepła woda	100%		
Energia elektryczna produkcja mieszana	3,00	Oświetlenie wbudowane	100%	Oświetlenie wbudowane	100%		

Charakterystyka zużycia energii końcowej						
Opis	Przed termomodernizacją		Po termomodernizacji		Efekt	
	[MWh/a]	[GJ/a]	[MWh/a]	[GJ/a]	[MWh/a]	[GJ/a]
Energia końcowa na potrzeby ogrzewania i wentylacji	218,84	787,81	42,93	154,57	175,90	633,25
Energia końcowa na potrzeby cwu	5,00	18,00	5,00	18,00	0,00	0,00
Energia końcowa na potrzeby oświetlenia wbudowanego	19,35	69,66	8,99	32,37	10,36	37,29
Całkowite zużycie energii końcowej	243,19	875,47	56,93	204,93	186,26	670,54
Redukcja zużycia energii końcowej	76,6%					

Charakterystyka wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych						
Opis	Przed termomodernizacją		Po termomodernizacji		Efekt	
	[MWh/a]	[GJ/a]	[MWh/a]	[GJ/a]	[MWh/a]	[GJ/a]
Energia elektryczna wytworzona w instalacji fotowoltaicznej	0,00	0,00	10,74	38,66	10,74	38,66
Energia cieplna wytworzona przez pompę ciepła	0,00	0,00	27,60	99,36	27,60	99,36
Udział energii OZE w całkowitym zużyciu energii końcowej	0,0%		67,4%			

Bilans energii pierwotnej						
Opis	Przed termomodernizacją		Po termomodernizacji		Efekt	
	[MWh/a]	[GJ/a]	[MWh/a]	[GJ/a]	[MWh/a]	[GJ/a]
Zużycie energii pierwotnej na potrzeby ogrzewania i wentylacji	240,72	866,60	84,75	305,11	155,97	561,48
Zużycie energii pierwotnej na potrzeby cwu	15,00	53,99	15,00	53,99	0,00	0,00
Zużycie energii pierwotnej na potrzeby oświetlenia wbudowanego	58,05	208,98	26,97	97,11	31,08	111,88
Energia elektryczna wytworzona w instalacji fotowoltaicznej	-	-	- 32,22	- 115,99	32,22	115,99
Całkowite zużycie energii pierwotnej	313,77	1 129,57	94,51	340,22	219,26	789,35

ZAŁĄCZNIK 5. Określenie efektu ekologicznego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Charakterystyka ekologiczna

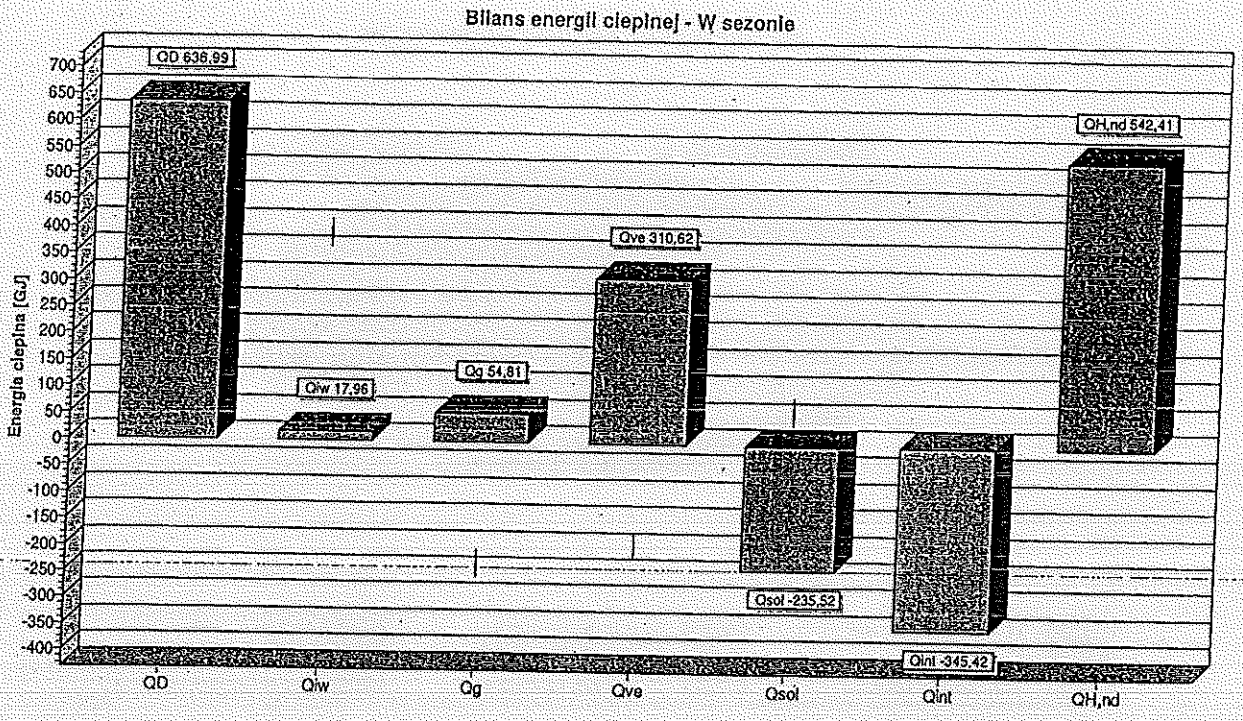
Emisja zanieczyszczeń ze źródła 1:			kotłownia olejowa o mocy 0,05 - 1,0 MW		
Zużycie energii końcowej w źródle 1:		Jednostka miary [GJ/a]	Przed termomodernizacją 787,81	Po termomodernizacji 83,47	Efekt 704,35
Nazwa redukowanej substancji	Wskaźnik emisji WE (wg programu "Kawka")	Jednostka miary emisji	Wielkość emisji przed termomodernizacją	Wielkość emisji po termomodernizacji	Efekt ograniczenia emisj
Pył PM10	3,00 g/GJ	kg/rok	2,36	0,25	2,11
Pył PM2,5	3,00 g/GJ	kg/rok	2,36	0,25	2,11
CO_2	76,59 kg/GJ	Mg/rok	60,34	6,39	53,95
Benzo(a)piren	10,00 mg/GJ	g/rok	7,88	0,83	7,04
SO_2	140,00 g/GJ	kg/rok	110,29	11,69	98,61
NO_x	70,00 g/GJ	kg/rok	55,15	5,84	49,30

Emisja zanieczyszczeń ze źródła 2:			energia elektryczna		
Zużycie energii końcowej w źródle 2: -		Jednostka miary [MWh/a]	Przed termomodernizacją 24,35	Po termomodernizacji 3,25	Efekt 21,10
Nazwa redukowanej substancji	Wskaźnik emisji WE (wg programu "Kawka")	Jednostka miary emisji	Wielkość emisji przed termomodernizacją	Wielkość emisji po termomodernizacji	Efekt ograniczenia emisj
Pył PM10	- g//MWh	kg/rok	-	-	-
Pył PM2,5	- g//MWh	kg/rok	-	-	-
CO_2	0,831 Mg/MWh	Mg/rok	20,23	2,70	17,53
Benzo(a)piren	- mg//MWh	mg/rok	-	-	-
SO_2	- g//MWh	kg/rok	-	-	-
NO_x	- g//MWh	kg/rok	-	-	-

Całkowita emisja zanieczyszczeń				
Nazwa redukowanej substancji	Jednostka miary emisji	Wielkość emisji przed termomodernizacją	Wielkość emisji po termomodernizacji	Efekt ograniczenia emisj
Pył PM10	kg/rok	2,36	0,25	2,11
Pył PM2,5	kg/rok	2,36	0,25	2,11
CO_2	Mg/rok	80,57	9,09	71,48
Benzo(a)piren	g/rok	7,88	0,83	7,04
SO_2	kg/rok	110,29	11,69	98,61
NO_x	kg/rok	55,15	5,84	49,30

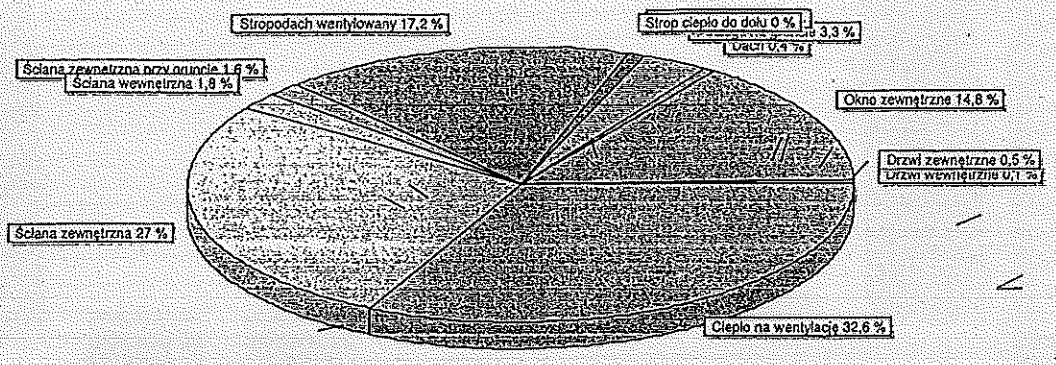
ZAŁĄCZNIK 6

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku		
	Gimnazjum w Głuchowie		
Miejscowość:	Głuchowo 12		
Adres:	Gmina Chełmża		
Projektant:			
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946		
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790		
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:	III		
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e:	-20	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C	
Stacja meteorologiczna:	Toruń		
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H:	1220,4	m^2	
Kubatura ogrzewana budynku V_H:	3981,4	m^3	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	86,8	W/m^2	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	26,6	W/m^3	
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:			
Powietrze infiltrujące V_{infv}:	552,4	m^3/h	
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5		
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v:	2037,8	m^3/h	
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v:	-20,0	°C	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Toruń		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	2734,6	m^3/h	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	542,41	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	150670	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H:	1220	m^2	
Kubatura ogrzewana budynku V_H:	3981,4	m^3	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:	444,5	$MJ/(m^2 \cdot rok)$	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H:	123,5	$kWh/(m^2 \cdot rok)$	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:	136,2	$MJ/(m^3 \cdot rok)$	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H:	37,8	$kWh/(m^3 \cdot rok)$	



Miesiąc	$L_{d,m}$	$T_{em,m}$	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$
	dni	°C	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	31	-0,7	102,30	2,24	9,29	48,84	0,987	11,93	39,22	112,16
Luty	28	-0,9	93,31	2,03	8,48	49,34	0,985	14,65	35,43	103,83
Marzec	31	3,3	82,09	1,99	7,19	38,87	0,946	29,65	39,22	64,99
Kwiecień	30	6,8	62,43	1,87	5,23	30,56	0,859	40,95	37,96	32,33
Maj	31	13,6	30,62	1,86	1,96	14,65	0,480	54,52	39,22	4,09
Czerwiec	0	17,2	12,58	1,22	0,41	6,79	0,224	54,16	37,96	0,35
Lipiec	0	17,0	13,96	1,38	0,49	7,22	0,235	57,19	39,22	0,42
Sierpień	0	16,3	17,29	1,74	0,69	8,69	0,317	47,24	39,22	1,04
Wrzesień	30	13,6	29,66	1,85	1,93	14,67	0,578	34,48	37,96	6,22
Październik	31	7,7	60,03	1,97	4,98	28,46	0,913	22,79	39,22	38,80
Listopad	30	2,4	83,85	2,02	7,44	41,13	0,976	15,54	37,96	82,22
Grudzień	31	1,2	92,70	2,13	8,30	44,11	0,985	11,01	39,22	97,77
W sezonie	273	8,2	636,99	17,96	54,81	310,62	0,823	235,52	345,42	542,41

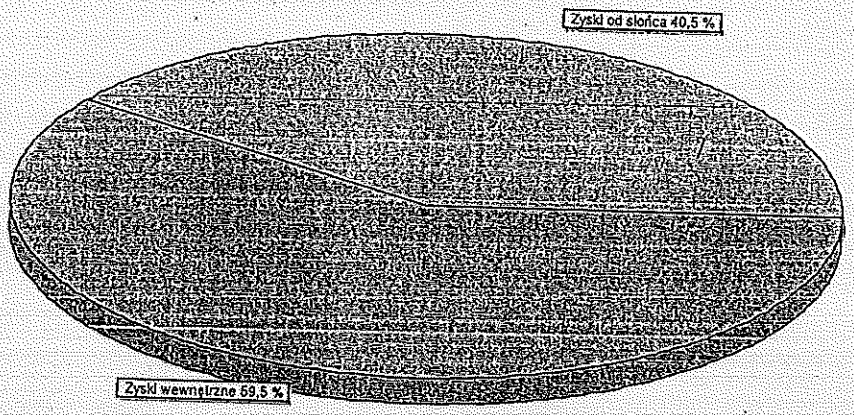
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,1 % Drzwi wewnętrzne	0,5 % Drzwi zewnętrzne	14,8 % Okno zewnętrzne
0,4 % Dach	3,3 % Podłoga na gruncie	0,8 % Podłoga w piwnicy
0 % Strop ciepło do dołu	17,2 % Stropodach wentylowany	1,6 % Ściana zewnętrzna przy gruncie
1,8 % Ściana wewnętrzna	27 % Ściana zewnętrzna	32,6 % Ciepło na wentylację

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi wewnętrzne	1,07	297	0,1
Drzwi zewnętrzne	4,41	1226	0,5
Okno zewnętrzne	140,95	39154	14,8
Dach	3,74	1038	0,4
Podłoga na gruncie	31,95	8874	3,3
Podłoga w piwnicy	7,50	2084	0,8
Strop ciepło do dołu	0,00	0	0,0
Stropodach wentylowany	163,94	45538	17,2
Ściana zewnętrzna przy gruncie	15,36	4266	1,6
Ściana wewnętrzna	16,90	4693	1,8
Ściana zewnętrzna	257,30	71473	27,0
Ciepło na wentylację	310,62	86284	32,6
Razem	953,74	264927	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



40,5 % Zyski od słońca 59,5 % Zyski wewnętrzne

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
·Zyski od słońca	235,52	65421	40,5
Zyski wewnętrzne	345,42	95951	59,5
·Razem	580,94	161372	100,0

ZAŁĄCZNIK 7

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku	
	Gimnazjum w Głuchowie	
Miejscowość:	Głuchowo 12	
Adres:	Gmina Chełmża	
Projektant:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e:	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Toruń	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H:	1220,4	m^2
Kubatura ogrzewana budynku V_H:	3981,4	m^3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T:	79131	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V:	26883	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ:	105930	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH}:	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL}:	105930	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	86,8	W/m^2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	26,6	W/m^3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv}:	552,4	m^3/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v:	2037,8	m^3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v:	-20,0	°C