

Audyt energetyczny budynku

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
przewidzianego do realizacji w trybie

USTAWY

z dnia 21 listopada 2008 r.

o wspieraniu termomodernizacji i remontów

Adres budynku:	ul. Łódzka 30 95 – 011 Bratoszewice powiat: zgierski województwo: łódzkie
Wykonawcy audytu	imię i nazwisko: Piotr Szewczyk tytuł zawodowy: mgr inż. KAPE 0098 <div>AUDYTOR ENERGETYCZNY KAPE nr 0098 Rejestr Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju nr 14230 mgr inż. Piotr Szewczyk</div>

Łódź, maj 2016 r.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Szkola		1.2 Rok budowy 1951 - 1990
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Stryków ul. Kościuszki 27 95 – 010 Stryków pow. zgierski	1.4 Adres budynku	ul. Łódzka 30 95 – 011 Bratoszewice
2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt: Biuro Projektów Energetycznych Piotr Szewczyk 90-101 Łódź, ul. Grabińska 8a			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis: mgr inż. Piotr Szewczyk 90-101 Łódź, ul. Grabińska 8a, tel: (042) 671 39 70; 604 15 40 40 Audytor energetyczny KAPE nr 0098 <div style="text-align: right;">AUDYTOR ENERGETYCZNY KAPE nr 0098 Rejestr Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju nr 11280 mgr inż. Piotr Szewczyk</div>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1	Piotr Szewczyk	obliczenia	audytor
2			
5 Miejscowość.....Łódź.....data wykonania opracowania:.....15.05.2016 r.			
6. Spis treści:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Strony tytułowe 2. Karta audytu energetycznego 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku 4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis optymalnego wariantu 			

2. Karta audytu energetycznego budynku *)

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowany z elementami prefabrykowanymi	tradycyjna, murowany z elementami prefabrykowanymi
2.	Liczba kondygnacji	2 i 1	2 i 1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6877,6	6877,6
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1887,1	1887,1
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	-	-
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1887,1	1887,1
7.	Liczba lokali mieszkalnych		
8.	Liczba osób użytkujących budynek	249	249
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	c.w.u. przygotowywana we własnej kotłowni opalanej ekogroszkiem	c.w.u. przygotowywana w centrali ciepłej – pompy ciepła
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	instalacja c.o. zasilana z własnej kotłowni opalanej węglem (ekogroszek)	instalacja c.o. zasilana z układu sprężarkowych pomp ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,436	0,436
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,045; 0,746; 1,413; 0,600	0,224; 0,215; 0,194; 0,238;
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,334	0,211
3.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	-	-
4.	Strop nad piwnicą	-	-
5.	Okna, drzwi balkonowe	3,200/1,600	1,600/1,300
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,500/3,200	2,500/1,700
	Inne: stropodach niewentylowany	0,454	0,186
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	3,50
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,93	0,93
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,97
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,91	0,91
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,82	3,00
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,86	0,86
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna, grawitacyjna	naturalna, grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna, przewody wentylacyjne	okna, przewody wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	7 221	6 877
4.	Liczba wymian [1/h]	1,05	1,00

5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	229,0	153,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	10,7	2,9
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1588	929
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1973,0	237,0
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	94	26
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) kWh/(m²rok)	233,7	136,7
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) kWh/(m²rok)	290,5	34,9
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	72,8
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ na ogrzewanie**	28,08	176,03
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc zł***	0,00	0,00
3.	Opłata za podgrzanie 1 m³ c.w.u. zł**	10,72	18,38
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc zł***	0,00	0,00
5.	Opłata za ogrzanie 1 m² pow. użytkowej zł	3,81	1,97
6.	Opłata abonamentowa zł/m-c	0,00	0,00
7.	Inne: koszty utrzymania palaczy zł/rok	30840,00	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 672 986	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	85,2%
Planowane koszty całkowite [zł]	2 091 233	Premia termomodernizacyjna [zł]	62 924
Roczna oszczędności kosztów energii [zł/rok]	31 462		
*) - dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku			
**) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii			
***) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Dane otrzymane od zamawiającego.
- Projekt techniczny, modernizacji i rozbudowy budynku szkoły na obiekt przedszkolno – szkolny w Bratoszewicach – Miejskie Biuro Projektów w Łodzi – 1981 r.
- Projekt budowlany „Wymiana instalacji centralnego ogrzewania w budynku Zespołu Szkół nr 2 w Bratoszewicach – Zakład Instalacyjny Chełmno – 2006 rok.
- Protokół z okresowej kontroli corocznej sprawdzenia stanu technicznego elementów budynków – kwiecień 2012 r. – Krzysztof Hemko.
- Audyt energetyczny wykonany w 2012 r.
- Własne obmiary.

3.2. Inne dokumenty:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. Nr 223, poz. 1459).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno – użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.
- Obowiązujące w chwili sporządzenia audytu stawki i ceny nośników energii oraz paliw.
- Obowiązujące w dniu sporządzania audytu przepisy i normy: PN-EN-ISO 6946:2008; PN-EN-ISO 13370; PN-EN-ISO 14683; PN-EN 12831:2006.

3.3. Osoby udzielające informacji

Przedstawiciele Szkoły

3.4. Data wizji lokalnej:

lipiec 2012 r.

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

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku,
- poprawa komfortu cieplnego budynku,
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii,
- zastosowanie przedsięwzięć i rozwiązań innowacyjnych
- wykorzystanie pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów,
- w ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych,
 - ocieplenie ścian zewnętrznych,
 - ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem i stropodachów,

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

- Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego maksymalnie 20% nakładów inwestycyjnych bez określenia maksymalnej kwoty.
- Wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia 1 000 000 zł.

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

4.a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku			
Własność	<input type="checkbox"/> prywatna	<input type="checkbox"/> TBS	<input type="checkbox"/> spółdzielcza <input checked="" type="checkbox"/> komunalna
Przeznaczenie budynku	<input type="checkbox"/> mieszkalny	<input type="checkbox"/> mieszkalno-usługowy	<input checked="" type="checkbox"/> inny: szkoła
Osiedle	-		
Adres	Łódzka 30		
Budynek	<input checked="" type="checkbox"/> wolno stojący <input type="checkbox"/> bliźniak <input type="checkbox"/> segment w zabudowie szeregowej <input type="checkbox"/> blok mieszkalny wielorodzinny		

Rok budowy	1951 i 1990	Rok zasiedlenia	1951 i 1990
Technologia budynku	<input type="checkbox"/> UW-2Ż-Cegła Żerańska	<input type="checkbox"/> RWB <input type="checkbox"/> BSK	<input type="checkbox"/> RBM-73 <input type="checkbox"/> RWP-75
<input type="checkbox"/> PBU-59 <input type="checkbox"/> PBU-62	<input type="checkbox"/> UW 2-J <input type="checkbox"/> WUF-62	<input type="checkbox"/> WUF-T <input type="checkbox"/> OWT-67	<input type="checkbox"/> OWT-75 <input type="checkbox"/> "Szczecin"
<input type="checkbox"/> W-70 <input type="checkbox"/> Wk-70	<input type="checkbox"/> SBM-75 <input type="checkbox"/> ZSBO	<input type="checkbox"/> "Stolica" <input type="checkbox"/> monolit	<input checked="" type="checkbox"/> tradycyjna <input type="checkbox"/> ramowa
<input type="checkbox"/> szkieletowa	<input type="checkbox"/> inna - określić:		
1. Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m²]	1634,0	11. Liczba klatek schodowych	1
2. Kubatura budynku ²⁾ [m³]	10266,6	12. Liczba kondygnacji	2 i 1
3. Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, logii i galerii [m³]	6877,1	13. Wysokość kondygnacji w świetle [m]	Piwn.2,40m Part. 3,50 m I p 3,47m Sala gimn. 6,76 m Zapl.2,70m
4. Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m²]	-	14. Liczba mieszkańców	-
5. Powierzchnia korytarzy [m²]	-	15. Liczba mieszkań	-
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu -użytkowym [m²] (podaj przeznaczenie pomieszczeń)	-	16. Liczba mieszkań o powierzchni < 50 m²	-
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m²] (podaj przeznaczenie pomieszczeń)	320,0	17. Liczba mieszkań o powierzchni 50÷100 m²	-
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m²]	1567,1	18. Liczba mieszkań o powierzchni > 100 m²	-
9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m²] (4+5+6+7+8)	1887,1	19. Liczba mieszkań z WC w łazience	-
10. Budynek podpiwniczony	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	20. Liczba mieszkań z WC osobno	-

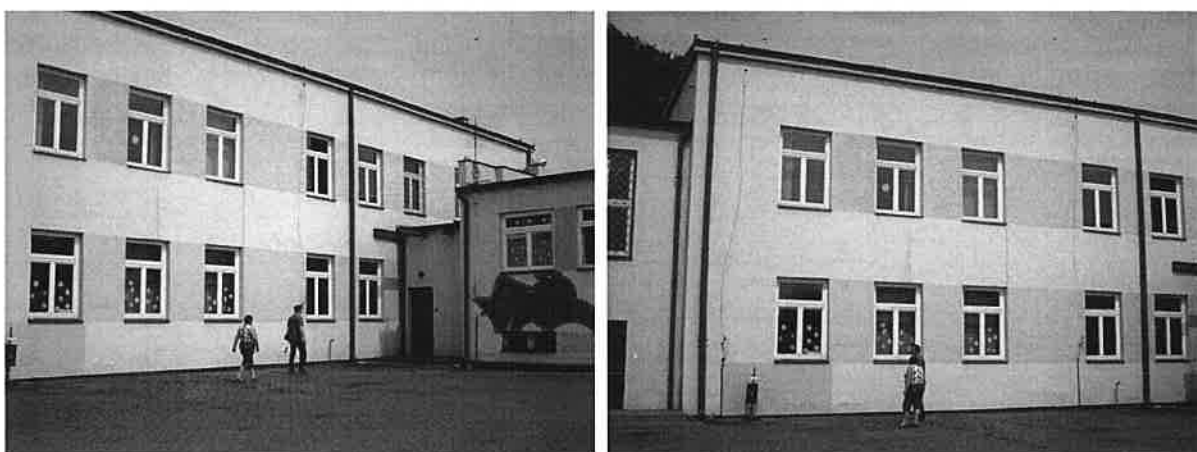
¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.

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

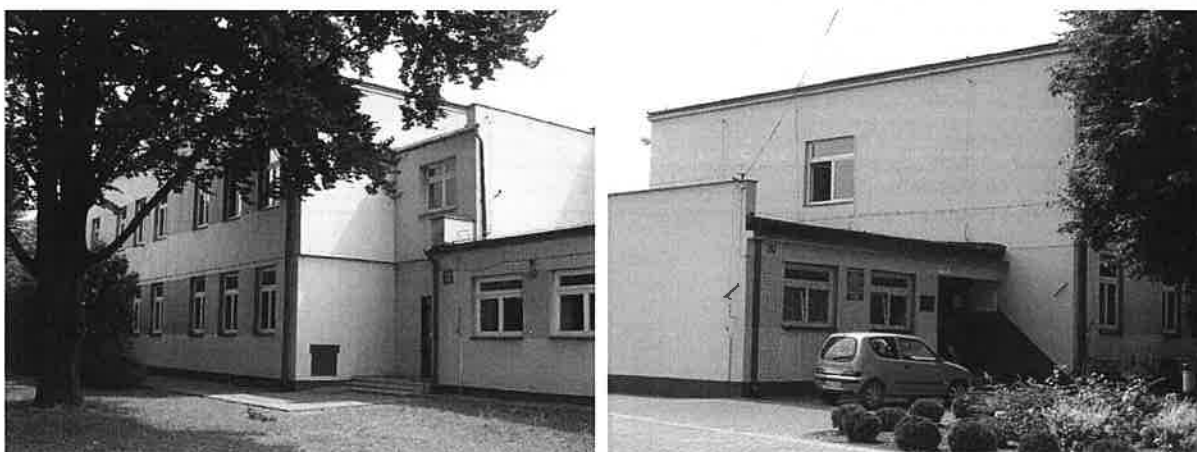
4.b Uproszczona dokumentacja techniczna



Rysunek 1 widok elewacji frontowej (północnej) budynku „A”



Rysunek 2 widok elewacji (południowej) budynku „A” z fragmentem łącznika i budynku „D” oraz fragmentem łącznika do budynku „B” (sali gimnastycznej)



Rysunek 3 widok elewacji zachodniej i wschodniej budynku „A” z fragmentem łącznika i części niskiej budynku „B” oraz budynku „C”



Rysunek 4 widok elewacji północnej, wschodniej i zachodniej budynku „C” z łącznikiem i fragmentem budynku „D” i elewacji wschodniej budynku „A”



Rysunek 5 Widok elewacji wschodniej budynku i elewacji południowej budynku „B” (sali gimnastycznej)



Rysunek 6 Widok elewacji południowej budynku sali gimnastycznej z fragmentem stropodachu nad salą



Rysunek 7 Widok elewacji południowej z fragmentem dachu nad budynkiem Sali oraz nad częścią dwukondygnacyjną budynku sali gimn. i elewacji zachodniej budynku sali gimnastycznej





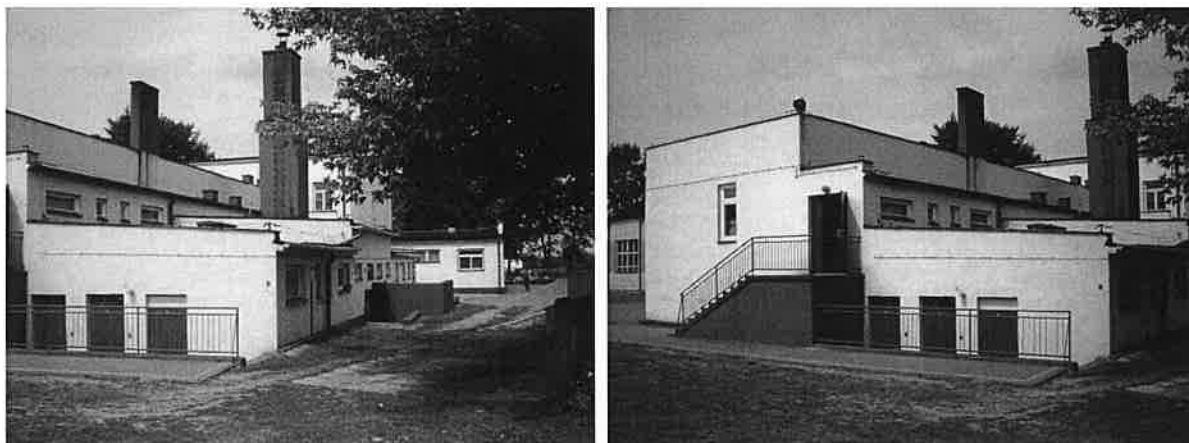
Rysunek 8 Widok elewacji północnej budynku „B” (zaplecza sali gimnastycznej) i łącznika



Rysunek 9 Widok fragmentów elewacji północnej budynku „B” i łącznika między budynkami „A” i „B”



Rysunek 10 Widok elewacji południowej budynku „C” fragmentu elewacji wschodniej budynku „A” oraz elewacji wschodniej łącznika z fragmentem budynku „B”



Rysunek 11 Widok elewacji południowej i wschodniej budynku „B”



Rysunek 12 Widok elewacji południowej i zachodniej budynku „B” oraz elewacji zachodniej łącznika do budynku „B”

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Analizowany obiekt Zespołu Szkół powstał na bazie pierwotnej szkoły zlokalizowanej w budynku „A” wzniesionej w 1951 roku.

Następnie remont, modernizację i rozbudowę szkoły o kolejne budynki zakończono w 1990 roku.

W latach 2004 – 2006 wykonywano sukcesywnie wymianę starych drewnianych okien na nowe energooszczędne. Dotychczas nie wymieniono wszystkich starych okien i drzwi zewnętrznych.

W roku 2006 zmodernizowano źródło ciepła obiektu – kotłownię -instalując kocioł opalany ekogroszkiem. Następnie w roku 2007 zmodernizowano instalację centralnego ogrzewania.

Podstawowe dane dotyczące budynków:

Budynek	Pow. zabudowy	Kubatura budynku	Pow. ogrzewana	Kubatura ogrzewana
„A”	444,40	3866,28	690,6	2382,6
„B”	646,50	3632,00	602,0	2841,1
„C”	119,79	449,00	90,9	245,5
„D”	423,25	2319,30	503,6	1408,4
Razem	1634,00	10266,60	1887,1	6877,6

Budynek główny „A” dwukondygnacyjny, murowany niepodpiwniczony. Ławy fundamentowe z kamienia polnego.

Ściany budynku murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej gr. 61cm (na parterze i na I-piętrze).

Stropy konstrukcji drewnianej. Tylko w węzłach sanitarnych stropy typu „Kleina”.

Dach budynku głównego „A” konstrukcji drewnianej, pełne deskowanie, papa. Strop pod nieogrzewanym poddaszem drewniany ocieplony polepą.

Pozostałe budynki dobudowane zaprojektowano w konstrukcji jak niżej:

- ławy fundamentowe żelbetowe wylewane,
- ściany nad ławami fundamentowymi z cegły ceramicznej pełnej do izolacji poziomej 30cm ponad terenem,
- izolacja pionowa przez smarowanie lepikiem,
- ściany zewnętrzne powyżej izolacji poziomej z pustaków ceramicznych gr. 38 cm,
- stropy typu DZ3,
- stropodachy niewentylowane z płyt korytkowych na ściankach ażurowych opartych na stropach DZ-3 z ociepleniem wełną mineralną gr. 6 cm,
- podłoga na gruncie i w piwnicy: piasek; beton 10cm; 2xpapa; styropian 3cm; gładź cem.2cm; papa; gładź cem.2cm; PCW lub terakota,

- podłoga sali gimnastycznej: gruz przelany betonem 10cm; 2xpapa; żwirobeton 10cm; legary 8x12 na słupkach betonowych; ślepa podłoga 3,2cm; tektura 3mm; parkiet 2,2mm
- stropodach nad salą gimnastyczną: dach jednospadowy na dźwigarach stalowych w postaci belek dwuteowych ażurowych, płyty dachowe PW8/B-U2
- ściany sali gimnastycznej gr. 55cm (pustaki ceramiczne, siporex).



Rysunek 13 Widok stropu nad piętrem budynku „A”



Rysunek 14 Widok konstrukcji dachu budynku „A”



Rysunek 15 widok sali gimnastycznej

Drzwi wejściowe do wszystkich budynków wymieniono już na nowe AL. Jedynie w ścianie szczytowej podpiwniczenia budynku kuchni-kotłowni do zaplecza magazynowego stare drewniane.



Rysunek 16 Drzwi AL. wejścia do łącznika od strony południowej

Okna: Okna w budynkach „A” „C” i „D” zostały już wymienione na nowe PCV sukcesywnie w latach 2004 - 2006. Pozostały do wymiany okna w budynku „B” - zaplecza oraz kilka pozostałych okien w budynku „D” (pomieszczeń podpiwniczenia).



Rysunek 17 Okna drewniane stare w budynku zaplecza sali gimnastycznej

L.p.	Opis	Pow. netto m ²	UK W/(m ² *K)
		A	U
		m ²	W/m ² *K
1	Drzwi zewnętrzne nowe	15,83	2,500
2	Drzwi zewnętrzne stare	6,90	3,500
3	Okno (świetlik) zewnętrzne nowe	159,37	1,600
4	Okno (świetlik) zewnętrzne stare	72,37	3,200
5	Podłoga na gruncie	989,00	0,295
6	Podłoga w piwnicy	320,00	0,295
7	Podłoga na gruncie sali gimnastycznej	325,00	0,257
8	Stropodach bud. ĆD i zaplecza sali gim.	941,28	0,454
9	Strop pod nieogrzewanym poddaszem A	435,20	1,334
10	Stropodach sali gimnastycznej	338,00	0,242
11	Ściana zewnętrzna bud. A	428,40	1,045
12	Ściana zewnętrzna bud. C D	337,50	0,746
13	Ściana zewnętrzna przy gruncie	88,32	0,762
14	Ściana zewnętrzna piwnicy	151,08	1,413
15	Ściana zewnętrzna sali gimnastycznej	544,62	0,600

Charakterystyka wszystkich przegród budowlanych z opisem poszczególnych warstw zawarta jest w wydrukach z programu Audytor 6.1 przedstawionych w załącznikach do audytu.

4.d Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	brak danych
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną na co	[kW]	229,0
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	10,7
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 587,5
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 973,0
7	Opłata za moc - kotłownia opalana ekogroszkiem	zł/MW	11 422,22
	Opłata za energię kotłownia opalana ekogroszkiem	zł/GJ	28,08

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Budynki wyposażone są w instalacje centralnego o parametrach eksploatacyjnych 90/70°C. Woda gorąca doprowadzana jest do instalacji centralnego ogrzewania z własnej kotłowni zlokalizowanej w niskiej części (podpiwniczenie) budynku „B” –stołówki.

W kotłowni zainstalowano dwa kotły wodne. Jeden kocioł zasila instalację centralnego ogrzewania. Drugi mniejszy kocioł służy do przygotowania c.w.u. gromadzonej w zasobniku wody ciepłej.

W obiekcie eksploatowana jest instalacja centralnego ogrzewania zmodernizowana w 2006 roku. Zaprojektowano instalację wodną, pompową, niskotemperaturową z rozdziałem dolnym o parametrach 80/60°C. z rur stalowych, prowadzonych w istniejących już kanałach pod posadzką biegnących wzdłuż ścian zewnętrznych budynków. Jako elementy grzejne zaprojektowano grzejniki stalowe płytowe VNH. Przy grzejnikach zainstalowano zawory termostaticzne.

Cena zakupu paliwa (z transportem):

- ekogroszek 730,00 zł/tonę

Koszt obsługi kotłowni rocznie (2 palaczy): 2 x 2570,00 zł/m-c brutto w sezonie grzewczym.



Rysunek 18 Fragmenty instalacji c.o.

I.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	Instalacja c.o. wodna pompowa
2	Parametry pracy instalacji	90/70
3	Przewody w instalacji	Brak danych szczegółowych
4	Rodzaje grzejników	Płytowe, stalowe
5	Ostonięcie grzejników	Na części
6	Zawory termostatyczne	Zainstalowano
7	Sprawności składowe systemu grzewczego	Patrz tabela poniżej
9	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	5/12
10	Modernizacja instalacji po 1984 r.	wykonanie nowej kotłowni i instalacji c.o.

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,93
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η_{tot}	0,732
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,91

4 f . Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Budynek szkoły został wyposażony w instalacje c.w.u.

Ciepła woda dla potrzeb kuchni i do pomieszczeń sanitariatów dostarczana jest z własnej kotłowni. W kotłowni zainstalowano kocioł wodny typu KW-EKOCENTR – Pleszew o mocy 50 kW rok prod. 2006 opalany ekogroszkiem przygotowujący c.w.u. dostarczaną do instalacji poprzez zasobnik c.w.u.

Ponadto w piecu kuchni zainstalowana jest węzownica do podgrzewania c.w.u. dla potrzeb kuchni.



Rysunek 19 zasobnik c.w.u. w pomieszczeniu kotłowni (budynek „D”

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	z cyrkulacją
2	Przewody	stalowe
3	Zbiornik akumulacyjny	zainstalowano
3	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak
4	Zużycie energii do przygotowania ciepłej wody GJ/12m-c określone na podstawie	brak danych

4 g. Charakterystyka systemu wentylacji

L.p.	Rodzaj danych	Rodzaj danych
1	Rodzaj instalacji	grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m^3/h	7221 (1,05 wymian)

W budynku szkoły podstawowej wentylacja systemu grawitacyjnego.

4 h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku.

Budynek zasilany jest w energię cieplną z własnej kotłowni opalanej węglem - ekogroszkiem zlokalizowanej w niskiej części budynku „D”.

W roku 2006 zmodernizowano źródło ciepła dla obiektu.

Zainstalowano dwa kotły wodne typu KW-EKOCENTR – Pleszew o mocy 250 kW dla centralnego ogrzewania i o mocy 50 kW do przygotowania c.w.u. Kotły opalane ekogroszkiem wyposażone zostały w system automatycznego zasilania i regulacji pracy kotła.



Rysunek 20 widok kotłów c.o. i c.w.u. w kotłowni zlokalizowanej w budynku „D”

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych obiektu jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących za wyjątkiem stropodachu sali gimnastycznej.

Przegroda	U [W/m ² K]	R [m ² K/W]	
		Stan istniejący	wymagane*
ściany zewnętrzne budynku A	1,045	0,957	4,0
ściany zewnętrzne budynków B, C, D	0,746	1,340	4,0
ściany zewnętrzne sali gimnastycznej	0,600	1,666	4,0
ściany zewnętrzne piwnicy	1,413	0,708	4,0
stropodachy niewentylowany	0,454	2,205	4,5
strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,334	0,750	4,5

*) – wartości wymagane, jeżeli inwestor korzysta z Ustawy termomodernizacyjnej

Przegroda	U [W/m ² K] Stan obecny	U [W/m ² K] wymagane
drzwi zewnętrzne nowe	2,5	1,7
drzwi zewnętrzne stare	3,5	1,7
okna nowe	1,6	1,3
okna stare	3,2	1,3

Dla okien i drzwi już wymienionych w budynku szkoły współczynniki przenikania ciepła nie spełniają aktualnie obowiązujących przepisów jednak ze względu na dobry stan techniczny nie przewiduje się ich wymiany. W przypadku konieczności ich wymiany należy zamontować stolarkę o parametrach izolacyjnych spełniających wymagania przepisów, które będą wówczas obowiązywały. Do wymiany pozostały okna w sali gimnastycznej i budynku zaplecza sali oraz kilka okien w budynku „D” starych, drewnianych, zniszczonych nie spełniających aktualnych wartości współczynników przenikania ciepła U.

5.2 System grzewczy

Pracujące w budynkach szkoły instalacja grzewcza pompowa, wykonana została z rur stalowych czarnych łączonych przez spawanie. Instalacja zasilana jest z kotłowni zlokalizowanej w części niższej budynku „D”. Instalacja została zmodernizowana w 2007 roku. Wykonano instalację wodną, pompową, niskotemperaturową z rozdziałem dolnym o parametrach 80/60°C. z rur stalowych, prowadzonych w istniejących już kanałach pod posadzką biegnących wzdłuż ścian zewnętrznych budynków. Zainstalowano grzejniki stalowe płytowe. Przy grzejnikach zainstalowano zawory termostaticzne.

5.3 System zaopatrzenia w c.w.u.

Budynki szkoły wyposażone są w instalację c.w.u. Woda podawana jest do instalacji z pojemnościowego zasobnika c.w.u. zainstalowanego w kotłowni.

5.4 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien.

Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego obiektu i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Ocena stanu istniejącego obiektu i możliwości poprawy

I.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K]	Należy ocieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić wymagany opór cieplny
2	<u>Okna stare</u> Nieszczelne w złym stanie technicznym o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K]	Należy dokonać wymiany starej stolarki okiennej.
3	<u>Drzwi zewnętrzne stare</u> Nieszczelne w złym stanie technicznym o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K]	Należy dokonać wymiany starej stolarki drzwiowej.
4	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Funkcjonowanie wentylacji grawitacyjnej w obiekcie jest prawidłowe	Nie przewiduje się modernizacji wentylacji.
5	<u>Wentylacja mechaniczna - brak</u>	-
6	<u>Instalacja c.w.u.</u> Funkcjonowanie systemu przygotowania c.w.u. jest prawidłowe.	Analogicznie jak w przypadku instalacji grzewczej
7	<u>System grzewczy</u> Instalacja funkcjonuje prawidłowo i jest zmodernizowana.	Zgodnie z wytycznymi inwestora przeanalizowane zostanie zastosowanie alternatywnego źródła ciepła – sprężarkowej pompy ciepła.

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

I.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych - metoda bezspoinowa (styropian)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop pod nieogrzewanym poddaszem	Ocieplenie stropu wełną mineralną ułożoną na powierzchni stropu.
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach niewentylowany	Ocieplenie stropodachu dachowymi płytami styropianowymi laminowanymi papą przymocowanymi na powierzchni stropodachu wraz z wykonaniem nowego pokrycia stropodachu papą termozgrzewalną.
4.	jw. przez stare okna i drzwi zewnętrzne	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych.
5.	Zwiększenie sprawności systemu grzewczego i przygotowania c.w.u.	Zastosowanie alternatywnego źródła ciepła
Uwagi:		

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

I.p. 1	Grupa usprawnień 2	Rodzaje usprawnień 3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	<p>Ocieplenie ścian zewnętrznych</p> <p>Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem</p> <p>Ocieplenie stropodachów niewentylowanych</p> <p>Wymiana pozostałych starych okien i drzwi zewnętrznych.</p>
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Wymiana źródła ciepła
Uwagi:		

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej,
- Wyboru wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na cele c.o.,
- Zestawienia optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo modernizacji	
t _{wo}	20	b.z.	°C
t _{zo}	-20	b.z.	°C
S _d - dla przegród zewnętrznych	3696,40	b.z.	dzień·K·a
Cena energii cieplnej	28,08	b.z.	zł/GJ
Opłata za moc zamówioną	11 422,22	b.z.	zł/MW/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda				
			Ściany zewnętrzne budynku A				
Dane:			powierzchnia przegrody do obliczania strat	A	=	428,4	m ²
			powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{kosz}	=	504,7	m ²
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie ściany i stropu nad bramą metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,040 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² ·K)/W							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² ·K)/W							
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16	
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,00	3,50	4,00	
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,96	3,96	4,46	4,96	
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	143,0	34,6	30,7	27,6	
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0179	0,0043	0,0038	0,0035	
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		4 908	5 086	5 214	
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		240	250	261	
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		121 126	126 173	131 724	
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		24,68	24,81	25,26	
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,045	0,25	0,22	0,20	
Podstawa przyjętych wartości N _U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A _{koszt})							
Wybrany wariant : 2		Koszt : 126 173 zł		SPBT= 24,81 lat			

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przegroda			
			Ściany zewnętrzne budynku C D			
Dane:			A = 337,5 m ²			
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia			A _{kosz} = 398,3 m ²			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany i stropu nad bramą metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,040 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością						
warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² ·K)/W						
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,00	3,50	4,00
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,34	4,34	4,84	5,34
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	80,4	24,8	22,3	20,2
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0101	0,0031	0,0028	0,0025
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		2 521	2 632	2 732
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		240	250	261
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		95 590	99 573	103 954
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		37,92	37,83	38,05
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,746	0,23	0,207	0,19
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A _{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 99 573 zł		SPBT= 37,83 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej				
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	544,6	m ²	
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{kosz} =	649,1	m ²	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany i stropu nad bramą metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,00	3,50	4,00
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,67	4,67	5,17	5,67
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$	GJ/a	104,4	37,3	33,7	30,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0131	0,0047	0,0042	0,0038
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12 (q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		3 035	3 205	3 344
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		240	250	261
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		155 772	162 263	169 402
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		51,33	50,63	50,66
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,600	0,21	0,194	0,18
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		162 263	zł	SPBT= 50,63 lat

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne piwnicy		
Dane:				A	=	151,1 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz}	=	261,0 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany i stropu nad bramą metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,040 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością						
warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² ·K)/W						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² ·K)/W						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,00	3,50	4,00
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,71	3,71	4,21	4,71
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	68,2	13,0	11,5	10,2
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0085	0,0016	0,0014	0,0013
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		2 496	2 565	2 615
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		250	260	270
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		65 250	67 860	70 470
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		26,14	26,46	26,95
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,413	0,27	0,238	0,21
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A _{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		67 860 zł	SPBT= 26,46 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	435,2 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	435,2 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ułożoną na powierzchni stropu.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2\text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantie 1						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,16	0,18	0,2
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,00	4,50	5,00
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,750	4,75	5,25	5,75
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	185,4	29,3	26,5	24,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0232	0,0037	0,0033	0,0030
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		7 056	7 189	7 295
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		70	72	74
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		30 464	31 334	32 205
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		4,32	4,36	4,41
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,334	0,211	0,190	0,174
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 1 Koszt : 30 464zł SPBT= 4,32lat						

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach niewentylowany		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	941,3 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	969,5 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu niewentylowanego, dachowymi płytami styropianowymi laminowanymi papą o współczynniku przewodności $\lambda=0,038\text{W/m}^2\text{K}$ wraz z wykonaniem nowego pokrycia stropodachu papą termozgrzewalną.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 \text{ (m}^2\text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,1	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,63	3,16	3,68
3	Opór cieplny R	m ² K/W	2,205	4,84	5,36	5,89
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	136,4	62,2	56,1	51,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0171	0,0078	0,0070	0,0064
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		3 358	3 639	3 864
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		135	145	155
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		130 886	140 581	150 276
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		38,98	38,63	38,89
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,454	0,207	0,186	0,170
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		140 581zł	SPBT= 38,6lat	

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych		
<div>Dane: powierzchnia okien starych </div>						

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT Lat
1	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	30 464	4,3
2	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych	55 321	16,2
3	Ściany zewnętrzne budynku A	126 173	24,8
4	Ściany zewnętrzne piwnicy	67 860	26,5
5	Ściany zewnętrzne bud. C i D	99 573	37,8
6	Stropodach niewentylowany	140 581	38,6
7	Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej	162 263	50,6
Uwagi:			

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania				
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,82	$\eta_w =$	3,50
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,96	$\eta_p =$	0,96
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,93	$\eta_r =$	0,93
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	$\eta_e =$	0,97
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,73	$\eta =$	3,03
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,85	$w_t =$	0,85
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,91	$w_d =$	0,91

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kotłownia węglowa z 2006 r.	Pompa ciepła sprężarkowa glikol-woda z wymiennikiem gruntowym
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	instalacja c.o. wodna zasilana z lokalnego źródła ciepła z przewodami zaizolowanymi	bez zmian

sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	regulacja centralna i miejscowa (zakres P-2K)	bez zmian
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	Zasobnik buforowy w przestrzeni ogrzewanej budynku.
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	5 dni w tygodniu	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	12 godzin na dobę	bez zmian

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,229	0,229
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1587,52	1587,52
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,73	3,03
4	Obniżenie nocne	-	0,91	0,91
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1677	405
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	47 085	71 291
8	Roczna opłata stała	zł/rok	30 840,00	2 866,51
9	Roczny abonament	zł/rok	0,00	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	77 925	74 158
11	Różnica	zł/rok		3 767
12	Koszt	zł		1 384 000
13	SPBT	lat		367,4

7.4 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje :

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- analizę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

- c. ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- d. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	X	X	X	X	X	X	X	
2	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych	X	X	X	X	X	X		
3	Ściany zewnętrzne budynku A	X	X	X	X	X			
4	Ściany zewnętrzne piwnicy	X	X	X	X				
5	Ściany zewnętrzne bud. C i D	X	X	X					
6	Stropodach niewentylowany	X	X						
7	Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej	X							
8	Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X	X	X	X	X	X

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

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu + dokumentacji [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7+8	2 066 233	25 000	2 091 233
2	1+2+3+4+5+6+8	1 903 970	25 000	1 928 970
3	1+2+3+4+5+8	1 763 390	25 000	1 788 390
4	1+2+3+4+8	1 663 817	25 000	1 688 817
5	1+2+3+8	1 595 957	25 000	1 620 957
6	1+2+8	1 469 785	25 000	1 494 785
7	1+8	1 414 464	25 000	1 439 464
8	8	1 384 000	25 000	1 409 000

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.				Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co}	wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Opłata C.O.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Opłata C.W.U.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Opłata C.O.+C.W.U.	ηQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok				GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,1530	929	3,031	0,77	0,77	237	44 585	0,0029	26	4 510	0,1559	263	49 095	1 508	31 462
2	0,1610	1 003	3,031	0,77	0,77	256	47 930	0,0029	26	4 510	0,1639	282	52 439	1 489	28 117
3	0,1720	1 090	3,031	0,77	0,77	278	51 802	0,0029	26	4 510	0,1749	304	56 312	1 467	24 245
4	0,1790	1 155	3,031	0,77	0,77	295	54 795	0,0029	26	4 510	0,1819	321	59 304	1 450	21 252
5	0,1860	1 216	3,031	0,77	0,77	310	57 435	0,0029	26	4 510	0,1889	336	61 945	1 435	18 612
6	0,2000	1 336	3,031	0,77	0,77	341	62 892	0,0029	26	4 510	0,2029	367	67 402	1 404	13 155
7	0,2100	1 418	3,031	0,77	0,77	362	66 589	0,0029	26	4 510	0,2129	388	71 098	1 383	9 458
	0,2290	1 588	3,031	0,77	0,77	405	74 158	0,0029	26	4 510	0,2319	431	78 668	1 340	1 889
0-stan istniejący	0,2290	1 588	0,732	0,91	0,91	1 973	86 236	0,0107	94	2 632	0,2397	2 067	88 867		

 wariant wybrany do realizacji

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

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

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł, %] [zł, %]	Premia termomodernizacyjna [zł]		
						20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Strop pod nieogrzewanym poddaszem							
	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych				418 247			
	Ściany zewnętrzne budynku A							
	Ściany zewnętrzne piwnicy	2 091 233	31 462	85,2%	1 672 986	334 597	334 597	62 924
	Ściany zewnętrzne bud. C i D							
	Stropodach niewentylowany							
2	Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej							
	Modernizacja źródła ciepła							
	Strop pod nieogrzewanym poddaszem							
	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych				385 794			
	Ściany zewnętrzne budynku A							
	Ściany zewnętrzne piwnicy	1 928 970	28 117	84,1%	1 543 176	308 635	308 635	56 234
3	Ściany zewnętrzne bud. C i D							
	Stropodach niewentylowany							
	Modernizacja źródła ciepła							
	Strop pod nieogrzewanym poddaszem							
	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych				357 678			
	Ściany zewnętrzne budynku A	1 788 390	24 245	82,9%	1 430 712	286 142	286 142	48 489
4	Ściany zewnętrzne piwnicy							
	Ściany zewnętrzne bud. C i D							
	Modernizacja źródła ciepła							
	Strop pod nieogrzewanym poddaszem							
	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych				337 763			
	Ściany zewnętrzne budynku A	1 688 817	21 252	81,9%	1 351 054	270 211	270 211	42 504
5	Ściany zewnętrzne piwnicy							
	Modernizacja źródła ciepła							
	Strop pod nieogrzewanym poddaszem				324 191			
	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych							
	Ściany zewnętrzne budynku A	1 620 957	18 612	81,0%	1 296 766	259 353	259 353	37 223
	Modernizacja źródła ciepła							

7.4.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie § 6. pkt 4 ROZPORZĄDZENIA MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz przeprowadzonej analizy stwierdzono, że **optymalnym wariantem termomodernizacji jest WARIANT 1.**

Ocena spełnienia warunków ustawowych

efekt energetyczny większy niż 25%	– TAK
nieprzekroczenie zadeklarowanej przez inwestora kwoty środków własnych przeznaczonych na pokrycie inwestycji	– TAK
nieprzekroczenie zadeklarowanej przez inwestora maksymalnej kwoty kredytu	– TAK

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji**8.1 Opis robót**

W ramach planowanego zadania należy wykonać:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), o grubości 14 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.
2. Ocieplenie stropodachu niewentylowanego dachowymi płytami styropianowymi laminowanymi papą o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ i grubości 12 cm umocowanymi na powierzchni stropodachu wraz z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej.
3. Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną o współczynniku przenikania ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ i grubości 16 cm ułożoną na powierzchni stropu.
4. Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych.
5. Modernizacja źródła ciepła polecająca na zastąpieniu istniejącej kotłowni centralą ciepłą wyposażoną w pompy ciepła glikol/woda z dolnym źródłem ciepła w postaci sond gruntowych.
6. Wykonanie instalacji PV o mocy 11,93 kWp.

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ²	zł/m ²	zł
1	Stropodach niewentylowany	969,52	145	140 581
2	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	435,20	70	30 464
3	Wymiana starych okien	72,37	650	47 041
4	Wymiana starych drzwi zewnętrznych	6,90	1 200	8 280
5	Ściany zewnętrzne piwnicy	261,00	260	67 860
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1552,03	250	388 008
7	Koszt audytu i dokumentacji	-	-	25 000
8	Modernizacja źródła ciepła			1 384 000
			SUMA	2 091 233

*obejmuje również okna wymienione od daty sporządzenia poprzedniego audytu

Wykonanie instalacji PV – 86 120,- zł

8.2 Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie	2 091 232,75 zł	
Udział środków własnych inwestora	418 246,55 zł	20%
Kredyt bankowy	1 672 986,20 zł	80%
Przewidywana premia termomodernizacyjna	62 923,51 zł	
Czas zwrotu nakładów SPBT	66,47 zł	

8.3 Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej,
2. Wybór wykonawcy/wykonawców.
3. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
4. Realizacja robót i odbiór techniczny.
5. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną.
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

Załączniki do audytu

Załącznik 1	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 3	Określenie ilości powietrza wentylacyjnego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 6	Dokumentacja inwentaryzacyjna budynku
Załącznik 7	Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych wykonania instalacji PV

Załącznik nr 1

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Koszty energii

Przed i po modernizacji

Kotłownia opalana ekogroszkiem		
Obsługa kotłowni	zł/rok	30840,00
Cena ekogroszku (26GJ/Mg)	zł/Mg	730,00
Cena energii z kotłowni	zł/GJ	28,08
Opłata za moc	zł/MW/m-c	11422,22

Po modernizacji

Energia elektryczna taryfa C11		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Za energię czynną	zł/kWh	0,3794	0,4667
Opł. za skł. jakościowy	zł/kWh	0,0115	0,0141
Opł. zmienna sieciowa	zł/kWh	0,1243	0,1529
Opłata miesięczna	zł/m-c	24,47	30,10
Moc zamówiona	zł/kW	4,76	5,85
Cena energii	zł/GJ	143,11	176,03

PGPIW	Podłoga w piwnicy											
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZPG												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 3,00 m												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 2,00 m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030	0,030	45,00	16	666,7	666,7	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030	0,030	45,00	16	666,7	666,7	
STYROPIAN	0,0300	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,667	0,667	12,00	60	2500,0	2500,0	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
BETON-1900	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500	0,500	300,00	2	666,7	666,7	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/WJ]:										2,000		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/WJ]:										3,392		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										0,295		
PGSG	Podłoga na gruncie sali gimnastycznej											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZSG												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,00 m												
Pozioła izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m												
DĄB	0,0200	Drewno dębowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,091	0,091	55,00	13	363,6	363,6	
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156	0,156	60,00	12	416,7	416,7	
WAR.POW	0,1500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,223	0,223	720,00	1	208,3	208,3	
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050	0,050	75,00	10	666,7	666,7	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
STYROPIAN	0,0300	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,667	0,667	12,00	60	2500,0	2500,0	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150	0,150	75,00	10	2000,0	2000,0	
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500	0,500	300,00	2	666,7	666,7	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/WJ]:										2,000		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/WJ]:										3,892		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:										0,257		

STRBCDZSG													Stropodach bud. CD i zaplecza sali gim.														
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne																											
PAPA-ASF		0,0080		Papa asfaltowa.		0,180		1000		1,460		0,044		0,044		7,50		96		1066,7		1066,7					
TYNKG-CEM		0,0500		Tynk lub gładź cementowa.		1,000		2000		0,840		0,050		0,050		45,00		16		1111,1		1111,1					
ŻELBET		0,0800		Żelbet.		1,700		2500		0,840		0,047		0,047		30,00		24		2666,7		2666,7					
													Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:													0,160	
													Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:													0,302	
TYNKG-CEM		0,0300		Tynk lub gładź cementowa.		1,000		2000		0,840		0,030		0,030		45,00		16		666,7		666,7					
PAPA-ASF		0,0080		Papa asfaltowa.		0,180		1000		1,460		0,044		0,044		7,50		96		1066,7		1066,7					
WEŁNA-PL-S		0,0600		Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze		0,042		130		0,750		1,429		1,429		480,00		2		125,0		125,0					
STR-DZ3-24		0,2400		Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak				1200		0,840		0,260		0,260		50,33		14		4769,0		4769,0					
													Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:													0,100	
													Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:													0,040	
													Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:													2,205	
													Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:													0,454	
STROP_A		Strop pod nieogrzewanym poddaszem A																									
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne																											
POLEPA		0,1500		Głina piaszczysta z trocinami.		0,400		1800		0,840		0,375		0,375		255,00		3		588,2		588,2					
SOSNA		0,0250		Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,160		550		2,510		0,156		0,156		60,00		12		416,7		416,7					
TYNKG-CW		0,0150		Tynk lub gładź cementowo-wapienna.		0,820		1850		0,840		0,018		0,018		45,00		16		333,3		333,3					
													Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:													0,100	
													Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:													0,100	
													Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:													0,750	
													Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:													1,334	
STRSG		Stropodach sali gimnastycznej																									
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne																											
BLA-DACH		0,0020		Blacha trapezowa lub dachówkowa.		58,000		7800		0,440		0,000		0,000		0,01		72000		200000,0		200000,0					
POLIURET-S		0,1000		Pianka poliuretanowa spieniona.		0,025		30		1,460		4,000		4,000		12,00		60		8333,3		8333,3					
BLA-DACH		0,0020		Blacha trapezowa lub dachówkowa.		58,000		7800		0,440		0,000		0,000		0,01		72000		200000,0		200000,0					
													Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:													0,100	
													Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:													0,040	
													Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:													4,140	
													Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:													0,242	

SZA	Ściana zewnętrzna bud. A											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYN-K-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
CEGLA-PEŁN	0,5800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,753	0,753	105,00	7	5523,8	5523,8	
TYN-K-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2-K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2-K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2-K/W]:											0,957	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2-K)]:											1,045	
SZBCD	Ściana zewnętrzna bud. C D											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
M-KO652WCW	0,4200	Mur z pustaków ceramicznych KO65-2W z ob		1150	0,880	1,170	1,170	150,00	5	2800,0	2800,0	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2-K/W]:											0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2-K/W]:											0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2-K/W]:											1,340	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2-K)]:											0,746	
SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Zi: 1,50 m												
TYN-K-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4	
CEGLA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494	0,494	105,00	7	3619,0	3619,0	
TYN-K-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,020	0,020	45,00	16	444,4	444,4	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2-K/W]:											0,774	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2-K/W]:											1,312	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2-K)]:											0,762	

SZPIW														Ściana zewnętrzna piwnicy													
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne																											
TYNK-CW		0,0200		Tynk lub gładź cementowo-wapienna.		0,820		1850		0,840		0,024		0,024		45,00		16		444,4		444,4					
CEGLA-PŁN		0,3800		Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw		0,770		1800		0,880		0,494		0,494		105,00		7		3619,0		3619,0					
TYNK-CEM		0,0200		Tynk lub gładź cementowa.		1,000		2000		0,840		0,020		0,020		45,00		16		444,4		444,4					
														Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:													
														Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:													
														Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:													
														Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:													
														1,413													
SZSG														Ściana zewnętrzna sali gimnastycznej													
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne																											
M-KO652WCW		0,4200		Mur z pustaków ceramicznych KO65-2W z ob				1150		0,880		1,170		1,170		150,00		5		2800,0		2800,0					
SIPOREX-8		0,1200		Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen		0,380		800		1,000		0,316		0,316		75,87		9		1581,7		1581,7					
TYNK-CEM		0,0100		Tynk lub gładź cementowa.		1,000		2000		0,840		0,010		0,010		45,00		16		222,2		222,2					
														Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:													
														Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:													
														Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:													
														Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:													
														0,130													
														0,040													
														1,666													
														0,600													

Po termomodernizacji

Wyniki - Przegrody

Symbol	d	Opis materiału	λ	ρ	cp	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m3	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	μg/(m·h·Pa)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
DACH_A Dach budynku A												
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156	0,156	60,00	12	416,7	416,7	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:										0,100		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:										0,341		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:										2,935		

PG	Podłoga na gruncie											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZBCD												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,00 m												
Pozioama izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030	0,030	0,030	45,00	16	666,7	666,7
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030	0,030	0,030	45,00	16	666,7	666,7
STYROPIAN	0,0300	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,667	0,667	0,667	12,00	60	2500,0	2500,0
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7
BETON-1900	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500	0,500	0,500	300,00	2	666,7	666,7
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:											2,000	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											3,392	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,295	
PGPIW	Podłoga w piwnicy											
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZPG												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 3,00 m												
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Zi: 2,00 m												
TERAKOTA	0,0100	Terakota.	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030	0,030	0,030	45,00	16	666,7	666,7
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030	0,030	0,030	45,00	16	666,7	666,7
STYROPIAN	0,0300	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,667	0,667	0,667	12,00	60	2500,0	2500,0
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7
BETON-1900	0,1000	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęs	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500	0,500	0,500	300,00	2	666,7	666,7
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:											2,000	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											3,392	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,295	

PGSG	Podloga na gruncie sali gimnastycznej												
Rodzaj przegrody: Podloga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne													
Ściana przy podłodze: SZSG													
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,00 m													
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m													
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m													
DAB	0,0200	Drewno dębowe w poprzek włókien.	0,220	800	2,510	0,091	0,091	0,091	55,00	13	363,6	363,6	
SOSNA	0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.	0,160	550	2,510	0,156	0,156	0,156	60,00	12	416,7	416,7	
WAR.POW	0,1500	Warstwa powietrzna niewentylowana.				0,223	0,223	0,223	720,00	1	208,3	208,3	
BETON-1900	0,0500	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,000	1900	0,840	0,050	0,050	0,050	75,00	10	666,7	666,7	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
STYROPIAN	0,0300	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,667	0,667	0,667	12,00	60	2500,0	2500,0	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
GRUZOBETON	0,1500	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,150	0,150	0,150	75,00	10	2000,0	2000,0	
PIASEK-ŚR	0,2000	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,500	0,500	0,500	300,00	2	666,7	666,7	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:											2,000		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											3,892		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,257		
STRBCDZSG	Stropodach bud. CD i zaplecza sali gim.												
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne													
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
STYROPIA	0,1200	Styropian płyty laminowane papą	0,038	30	1,460	3,158	3,158	3,158	12,00	60	10000,0	10000,0	
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
ŻELBET	0,0800	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,047	0,047	0,047	30,00	24	2666,7	2666,7	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m2·K/W]:											0,160		
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m2·K/W]:											3,504		
TYNK-CEM	0,0300	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,030	0,030	0,030	45,00	16	666,7	666,7	
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
WEKNA-PŁ-S	0,0600	Płyty z wełny mineralnej - ułożone szcze	0,042	130	0,750	1,429	1,429	1,429	480,00	2	125,0	125,0	
STR-DZ3-24	0,2400	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak		1200	0,840	0,260	0,260	0,260	50,33	14	4769,0	4769,0	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:											0,100		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:											0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:											5,407		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:											0,185		

STROP_A													Strop pod nieogrzewanym poddaszem A												
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne																									
WEŁNA-STRO		0,1600	Filce i maty z wełny mineralnej w stropi		0,040	70	0,750	4,000	4,000	4,000	480,00	2	333,3	333,3											
POLEPA		0,1500	Gлина piaszczysta z trocinami.		0,400	1800	0,840	0,375	0,375	0,375	255,00	3	588,2	588,2											
SOSNA		0,0250	Drewno sosnowe w poprzek włókien.		0,160	550	2,510	0,156	0,156	0,156	60,00	12	416,7	416,7											
TYNKGW		0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.		0,820	1850	0,840	0,018	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3											
													Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2-K/W]:			0,100									
													Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2-K/W]:			0,100									
													Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2-K/W]:			4,750									
													Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2-K)]:			0,211									
STRSG																									
Stropodach sali gimnastycznej																									
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne																									
BLA-DACH		0,0020	Blacha trapezowa lub dachówkowa.		58,000	7800	0,440	0,000	0,000	0,000	0,01	72000	200000,0	200000,0											
POLIURET-S		0,1000	Pianka poliuretanowa spieniona.		0,025	30	1,460	4,000	4,000	4,000	12,00	60	8333,3	8333,3											
BLA-DACH		0,0020	Blacha trapezowa lub dachówkowa.		58,000	7800	0,440	0,000	0,000	0,000	0,01	72000	200000,0	200000,0											
													Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2-K/W]:			0,100									
													Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2-K/W]:			0,040									
													Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2-K/W]:			4,140									
													Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2-K)]:			0,242									
SZA																									
Ściana zewnętrzna bud. A																									
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne																									
TYNKGW		0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.		0,820	1850	0,840	0,018	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3											
CEGLA-PEŁN		0,5800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw		0,770	1800	0,880	0,753	0,753	0,753	105,00	7	5523,8	5523,8											
TYNKGW		0,0150	Tynk lub gładź cementowa.		1,000	2000	0,840	0,015	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3											
STYROPIANS		0,1400	Styropian ułożony szczelnie.		0,040	30	1,460	3,500	3,500	3,500	12,00	60	11666,7	11666,7											
TYNKGW		0,0100	Tynk lub gładź cementowa.		1,000	2000	0,840	0,010	0,010	0,010	45,00	16	222,2	222,2											
													Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2-K/W]:			0,130									
													Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2-K/W]:			0,040									
													Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2-K/W]:			4,467									
													Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2-K)]:			0,224									

SZBCD	Ściana zewnętrzna bud. CD												
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne													
M-KO6S2WCW	0,4200	Mur z pustaków ceramicznych KO6S-2W z ob	1150	0,880	1,170	1,170	150,00	5	2800,0	2800,0			
STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,500	12,00	60	11666,7	11666,7			
TYNKG-CEM	0,0100	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,010	0,010	45,00	16	222,2	222,2		
										Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:			0,130
										Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:			0,040
										Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			4,850
										Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,206
SZPG	Ściana zewnętrzna przy gruncie												
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne													
Podłoga przyległa do ściany: PGPIW													
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Zi: 1,50 m													
TYNKG-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4		
CEGŁA-PĘLN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494	0,494	105,00	7	3619,0	3619,0		
TYNKG-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,020	0,020	45,00	16	444,4	444,4		
										Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:			0,774
										Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			1,312
										Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,762
SZPIW	Ściana zewnętrzna piwnicy												
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne													
TYNKG-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,024	0,024	45,00	16	444,4	444,4		
CEGŁA-PĘLN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770	1800	0,880	0,494	0,494	105,00	7	3619,0	3619,0		
TYNKG-CEM	0,0200	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,020	0,020	45,00	16	444,4	444,4		
STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	3,500	3,500	12,00	60	11666,7	11666,7		
TYNKG-CEM	0,0100	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,010	0,010	45,00	16	222,2	222,2		
										Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:			0,130
										Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:			0,040
										Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			4,218
										Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,237

SZSG												
Ściana zewnętrzna sali gimnastycznej												
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
M-KO652WCW	0,4200	Mur z pustaków ceramicznych KO65-2W z ob	1150	0,880	1,170	1,170	150,00	5	2800,0	2800,0		
SIPOREX-8	0,1200	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,380	1,000	0,316	0,316	75,87	9	1581,7	1581,7		
TYNK-CEM	0,0100	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,010	0,010	45,00	16	222,2	222,2		
STYROPIANS	0,1400	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	1,460	3,500	3,500	12,00	60	11666,7	11666,7		
TYNK-CEM	0,0100	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	0,840	0,010	0,010	45,00	16	222,2	222,2		
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:										5,176		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:										0,193		

Załącznik nr 3

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<i>pomieszczenie</i>	<i>ilość wymian lub mieszkań</i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m³/h</i>	<i>Strumień w m³/s</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/s</i>
Szkoła	1	6109,1	1,697	1,697
Piwnica	1	768	0,213	0,213
ŁĄCZNIE V_o				1,910

Vo=	6 877,1	m³/h
Kubatura wentylowana budynku	6 877,1	m³/h
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	1,00	h ⁻¹

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430

$$V_{\text{nom}} = \Psi = 6\,877 \text{ m}^3/\text{h}$$

Współczynniki korekcyjne

	Stan obecny piwnica	Stan obecny pozostała część
C _r	1,05	1,05
C _w	1,00	1,00
C _m	1,05	1,05

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

$$c_r * c_w * V_{\text{nom}} = 7\,221,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$c_m * \Psi = 7\,221,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Załącznik 4

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

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący (gaz ziemny)	Wartości dla budynku - stan po modernizacji (gaz ziemny)
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	3	3
jed.odniesienia - ilość osób L	os	249	249
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1	1
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	328,5	328,5
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{cw}*L*c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_t*t_{u,z}/(1000*3600)$	kWh/rok	12 852,3	12 852,3
sprawnosć wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,82	3,0
sprawnosć przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,7	0,7
sprawnosć akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,86	0,86
sprawnosć sezonowa wykorzystania	-	1	1
sprawnosć całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,494	1,806
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	26 035,7	7 116,4
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	93,7	25,6

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r}=(L*V_{cw})/(18*1000)$	m ³ /h	0,042	0,042
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h=9,32*L^{-0,244}$	-	2,425	2,425
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj}=c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_t/\eta_{w,tot}/10^6$	GJ/m ³	0,382	0,104
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}*Q_{cwj}*N_h*10^6/3600$	kW	10,7	2,9
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	kW	4,4	1,2

Załącznik nr 5

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.1 PRO

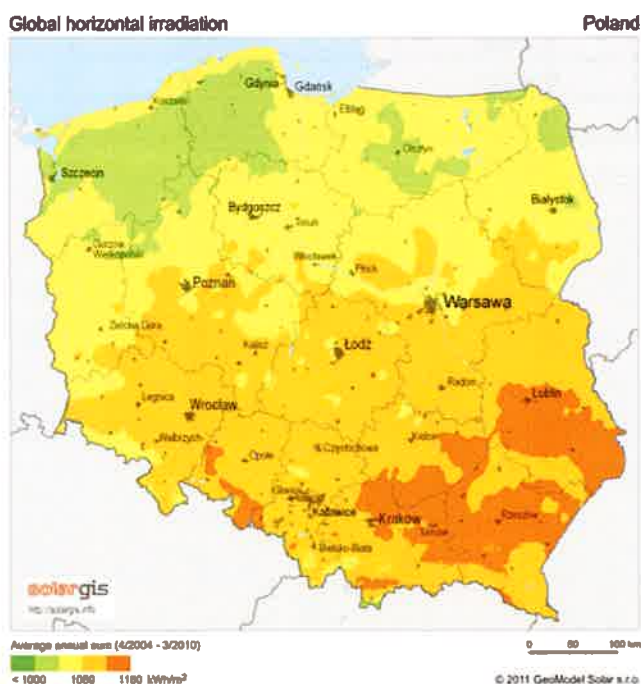
Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,1530	928,55
2	0,1610	1003,36
3	0,1720	1090,18
4	0,1790	1154,94
5	0,1860	1215,84
6	0,2000	1335,55
7	0,2100	1418,32
8	0,2290	1587,52
0 - stan istniejący	0,2290	1587,52

Załącznik 6

Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych wykonania instalacji PV

Założenia:

- Energia elektryczna produkowana w instalacji PV zużywana będzie wyłącznie na potrzeby własne placówki,
- Wielkość instalacji określono uwzględniając powyższe założenie oraz ilość miejsca dostępnego do montażu paneli z uwzględnieniem istniejących przeszkód w postaci przewodów wentylacyjnych oraz uwzględnieniem niezbędnej powierzchni komunikacyjnej, przyjęto do obliczeń panele fotowoltaiczne o mocy 265Wp każdy i wymiarach 99x164 cm.
- Do uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej do instalacji należy dobrać falownik o mocy wyjściowej dostosowanej do wielkości instalacji,
- Energia prądu stałego generowana przez panele fotowoltaiczne będzie zamieniana w przekształtniku beztransfornatorowym na energię prądu zmiennego,
- Parametry wyjściowe będą zgodne z aktualnymi parametrami sieci wewnętrznej, do której wpięte będzie wyjście instalacji.



Mapa natężenia promieniowania słonecznego dla obszaru Polski

Jak widać z powyższego rysunku lokalizacja inwestycji jest na terenie gdzie występują dobre warunki dla lokalizacji inwestycji wykorzystujących energię promieniowania słonecznego do wytwarzania energii użytecznej.

Roczne zużycie energii elektrycznej określone na podstawie udostępnionych przez inwestora faktur wynosi

2014	38 607
2015	42 825 kWh/rok
Średnio	40 716 kWh/rok

Koszt zakupu energii bez opłat stałych wyniósł

25050,36 zł/rok

Zakładana wielkość instalacji PV 11,93 kWp

Ilość energii wyprodukowanej w instalacji PV

11 600 kWh/rok

Zużycie konwencjonalnej energii elektrycznej po uwzględnieniu ilości energii produkowanej w instalacji

29 116 kWh/rok

Koszt zakupu energii

17913,50 zł/rok

Roczna oszczędność kosztów zakupu energii elektrycznej

R= 7136,85 zł/rok

Roczna oszczędność energii

28,5%

Nakłady niezbędne dla wykonania instalacji PV, w tym:

Materiały i urządzenia technologiczne (panele PV - około 45 szt, inwertery, układy sterowania)

Materiały instalacyjne

Roboty budowlano montażowe

N= 86 120,00 zł

Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych dla analizowanej instalacji wyniesie

$$SPBT = \frac{N}{R} = 12,07 \text{ lat}$$

Obliczenie uzysku energii solarnej z instalacji PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 51°55'32" North, 19°38'44" East, Elevation: 175 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 11.9 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 7.7% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.0%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 23.0%

Fixed system: inclination=36°, orientation=-2° (optimum)				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	9.79	303	0.96	29.7
Feb	16.20	454	1.62	45.4
Mar	35.10	1090	3.63	112
Apr	46.40	1390	5.01	150
May	49.00	1520	5.49	170
Jun	49.20	1470	5.57	167

Jul	46.30	1440	5.30	164
Aug	45.30	1400	5.12	159
Sep	36.20	1090	3.96	119
Oct	25.40	787	2.68	83.1
Nov	12.40	372	1.26	37.9
Dec	8.86	275	0.87	27.0
Yearly average	31.8	966	3.47	105
Total for year	11600		1270	

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

PVGIS © European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged