

Aktualizacja

audytu energetycznego budynku Publicznej Szkoły Podstawowej nr 3 w Paczkowie



Opracowanie wykonano dla przedsięwzięć termomodernizacyjnych, przewidzianych do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. nr 223, poz. 1459)

Nr opracowania: 03/12/2016

Autor opracowania: dr inż. Norbert Szmolke

Opole, grudzień 2016

Wprowadzenie

Niniejsze opracowanie powstało na zlecenie Gminy Paczków.

Jego treść stanowi aktualizacja opracowania pt. Audyt energetyczny budynku publicznej Szkoły Podstawowej nr 3 w Paczkowie, wykonanego we wrześniu 2014 roku przez Norberta Szmolke. Oceniany budynek znajduje się w Paczkowie, przy ul. 1 Maja 2.

Analizowany budynek składa się z trzech kondygnacji w tym dwóch naziemnych użytkowych. Jest w całości podpiwniczony. Nie jest on wpisany do Gminnej Ewidencji Zabytków.

Ponieważ analiza energetyczna, przeprowadzona w tym opracowaniu dotyczy obiektu, który ulegnie gruntownej termomodernizacji dlatego w dalszej części przedstawiono wyniki:

- obliczeń zapotrzebowania na ciepło dla stanu obecnego, wykonane w programie Audytor OZC 6.6 Pro,
- wyboru optymalnego wariantu termomodernizacji,
- obliczeń zapotrzebowania na ciepło dla stanu po termomodernizacji,
- skutków ekologicznych, wynikających z realizacji wcześniej zaproponowanych prac termomodernizacyjnych.

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN ISO 13790: 2009: *Energetyczne właściwości użytkowe budynków - Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia*. Zastosowano wymiary zewnętrzne przegród.

Nakłady finansowe, podane w tym dokumencie dotyczą kwot netto.

Opracowanie to podlega ochronie w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994r. *o prawie autorskim i prawach pokrewnych* (tekst jednolity: Dz. U. nr 80 z 2000r. poz. 904 z późn. zm.).

1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO

1. Dane identyfikacyjne budynku:			
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej: Publiczna Szkoła Podstawowa	1.2. Rok budowy	ok. 1962
1.3. Inwestor/ właściciel (nazwa i adres do korespondencji, tel./fax)	Gmina Paczków ul. Rynek 1 48-370 Paczków tel. 77 431 67 91, fax: 77 544 90 04	1.4. Adres budynku	ul. 1 Maja 2 48 – 370 Paczków
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt			
Pracownia Audytorska NAVITAS Norbert Szmolke, 45-219 Opole, ul. Tulipanów 21, 361461359			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
Norbert Szmolke, ul. Tulipanów 21, 45 – 219 Opole, doktor nauk technicznych, ukończony kurs dla audytorów energetycznych KAPE 123/99, uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków (nr upr. MI/SE/886/2009, nr wpisu w rejestrze Ministerstwa Rozwoju 1604), audytor efektywności energetycznej FPE w Warszawie, ukończone warsztaty FPE nt. efektywnych i odnawialnych technologii energetycznych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej (nr N-19-2012), ukończone warsztaty FPE nt. efektywnego zastosowania ogniw fotowoltaicznych, ukończone szkolenie FPE nt. systemów zarządzania energią i audytów energetycznych przedsiębiorstw, członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych (nr ew. 300/00).			
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.			
2.			
5. Miejscowość: Opole		Data wykonania opracowania: 21 grudnia 2016 r.	
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego			str. 2
2. Karta audytu energetycznego budynku			str. 3
3. Materiały i dane do audytu			str. 6
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana obiektu			str. 8
5. Charakterystyka energetyczna obiektu			str. 11
6. Ocena stanu technicznego obiektu i wykaz możliwych usprawnień			str. 15
7. Analiza techniczno-ekonomiczna proponowanych usprawnień termomodernizacyjnych			str. 16
8. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku			str. 30
9. Opis prac przewidzianych do realizacji			str. 34
10. Efekty energetyczne przeprowadzenia kompleksowej termomodernizacji			str. 35
11. Zastosowanie ogniw fotowoltaicznych			str. 35
12. Zestawienie emisji i efektów ekologicznych dla kompleksowej termomodernizacji oraz montażu ogniw PV			str. 35
13. Informacje dodatkowe			str. 36
14. Podsumowanie			str. 37
Załączniki			str. 38
Załącznik 1 Rzuty kondygnacji i przekroje budynku			
Załącznik 2 wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród			
Załącznik 3 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło – stan przed termomodernizacją			
Załącznik 4 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło – stan po termomodernizacji			

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termo- modernizacją	Stan po termo- modernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3 w tym 2 naziemne	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m³]	10 220	10 220
4.	Powierzchnia netto obiektu [m²]	3 247	3 247
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m²]	70	70
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²]	3 177	3 177
7.	Liczba lokali mieszkalnych	2	2
8.	Liczba osób użytkujących budynek	ok. 260	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	przy punktach poboru	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	wodny dwururowy pompowy z dolnym rozdziałem, otwarty	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,618	0,618
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²/K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,15; 1,43	0,20
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,31; 1,01	0,15
3.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,27; 0,41	0,27; 0,41
4.	Okna, drzwi balkonowe	1,5; 2,6	0,9
5.	Drzwi zewnętrzne, bramy	2,6; 5,1	1,3
6.	Inne: ściana przy gruncie	0,79	0,79
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,65	0,95
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,97	0,97
2.	Sprawność przesyłu	0,99	0,99

3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,95	0,95
4.	Sprawność akumulacji	1,0	1,0
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna/mechaniczna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna-infiltracja/kanały wentylacyjne i nawiewne, wentylatory wyciągowe w sali gimnastycznej	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	5 889,1	5 889,1
4.	Krotność wymian powietrza	0,6	0,6
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	267,1	128,9
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	17,7	17,7
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 877,9	757,8
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 764,1	862,0
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	113,2	113,2
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie, przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 915	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak danych – w obiekcie nie jest prowadzony monitoring zużycia ciepła do przygotowania c.w.u. dla budynku szkoły podstawowej	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	160,6	64,8
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	324,8	73,7
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	2,0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾	20,98	30,91

	[zł/GJ]		
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	6 207,22	6 216,1
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	39,44	39,44
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	b.d.	b.d.
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	30,40	11,20
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	121,00
7.	Inne [zł]	0	0
7.	Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z uwzględnieniem instalacji PV– kwoty netto		
Planowana kwota kredytu (pożyczki/dotacji) [zł]	756 384,82	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	75,9
Planowane koszty całkowite [zł]	1 375 245,13	Premia termomodernizacyjna [zł]	nie dotyczy
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]			66 248,93

¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.

²⁾ U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

3. MATERIAŁY I DANE DO AUDYTU

1. Osoby informujące ze strony Inwestora:
 - mgr Mariusz Kwiecień – dyrektor PSP nr 3 w Paczkowie,
 - mgr Sebastian Kornaś – naczelnik Wydziału Gospodarki Komunalnej i Inwestycji Urzędu Miejskiego w Prószkowie.
2. *Aktualizacja audytu energetycznego budynku Publicznej Szkoły Podstawowej nr 3 w Paczkowie*, wykonana przez Norberta Szmolke w 2014r.
3. *Przedmiar robót termomodernizacyjnych w PSP nr 3 w Paczkowie*, wykonany przez GreenProjekt z Gruszewni w 2016r.
4. *Kosztorysy robót termomodernizacyjnych w PSP nr 3 w Paczkowie*, wykonany przez GreenProjekt z Gruszewni w 2016r.
5. *Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów* (Dz. U. 223/2008, poz. 1459).
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 17 marca 2009 w sprawie *szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego* (Dz.U. 43/09, poz. 346).
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015r. *zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego* (Dz.U. z 2015r., poz. 1606).
8. 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. z 2015 r., poz. 376).
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. *w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz. U. nr 75/02, poz. 690 z późn. zm.).
10. Wybrane przepisy normatywne:
 - PN – EN ISO 6946: 2004 Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania,
 - PN – EN 12831: 2006: Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego,
 - PN-EN ISO 13790: 2009: Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia,
 - PN – EN ISO 13370: Ciepłota właściwości użytkowe. Przenoszenie ciepła przez grunt,
 - PN – 83 – B 03430: Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej,
 - PN – 82 – B – 02403: Temperatury obliczeniowe zewnętrzne,
 - PN – 82 – B – 02402: Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach,
 - PN – ISO 9836: 1997 Właściwości użytkowe w budownictwie,
 - PN – EN 12524: 2003 Materiały i wyroby budowlane. Własności cieplno-wilgotnościowe,
 - PN – EN ISO 14683: 2008 Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
11. Biuletyn cen robót remontowo-budowlanych oraz zabytkowych SEKOCENBUD III kwartał 2016r.

12. Informacja o cenach materiałów budowlanych SEKOCENBUD III kwartał 2016r.
13. Wizja lokalna, przeprowadzona przez audytora w dniu 17-12-2016, uaktualnienie informacji zawartych w aktualizowanym audycie energetycznym.
14. Obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło wykonano z wykorzystaniem programu Audytor OZC 6.6 Pro – licencja N. Szmolke. Zgodnie z aktualnymi normami zastosowano wymiary zewnętrzne.

Uwagi Inwestora:

1. Cel aktualizacji audytu: obliczenie efektów energetycznych oraz ekologicznych, wynikających z termomodernizacji budynku Publicznej Szkoły Podstawowej nr 3 w Paczkowie.
2. Maksymalne współczynniki przenikania ciepła przegród powinny spełniać WT 2021.
3. Udział własny inwestora – 45% całkowitej kwoty netto.

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA OBIEKTU

- Ogólne dane o budynku:
 1. właściciel: *Urząd Miejski w Paczkowie*,
 2. budynek: *użyteczności publicznej - szkoła*,
 3. adres: *Paczków, ul. 1 Maja 2.*
 - Rok oddania do użytku: 1962.
 - Technologia budynku: *tradycyjna murowana*.
- Poniżej pokazano zdjęcia budynku szkoły.



Ściana północno-zachodnia z głównym wejściem do budynku



Widok na lokale mieszkalne; ściany północno-zachodnia (z przodu) oraz południowo-zachodnia (z boku)



Ściana północno-zachodnia (zaplecze sali gimnastycznej)



Widok fragmentów ścian szkoły oraz sali gimnastycznej; ściany południowo-wschodnie

4.1. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły nr 3 w Paczkowie został oddany do użytku w 1962 roku. Jest to obiekt wybudowany jako typowa „tysiąclatka” w technologii tradycyjnej murowanej. Jest w całości podpiwniczony. W budynku znajdują się dwa mieszkania lokatorskie, które z powodu znikomego udziału w kubaturze obiektu będą poddane obliczeniom w ramach niniejszego opracowania – nie będzie opracowany osobny audyt dla tych lokali.

Fundamenty, podobnie jak ściany zewnętrzne, są murowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości 38 i 51 cm. Ściany wewnętrzne nośne oraz działowe wykonane są również z cegły ceramicznej (25, 12, 6 cm). Na niektórych ścianach zewnętrznych,

szczególnie przy gruncie, występują ślady pleśni i nadmiernego zawilgocenia (p. zdjęcie poniżej).



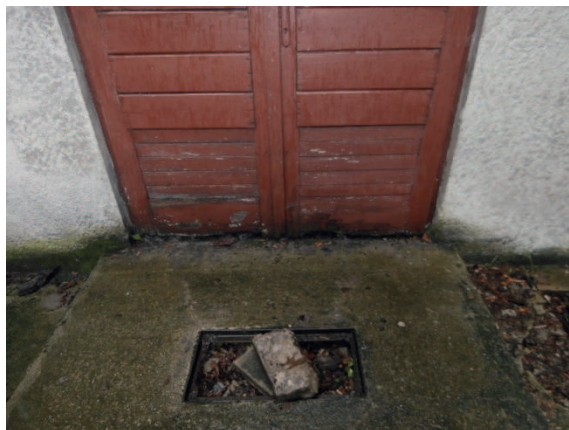
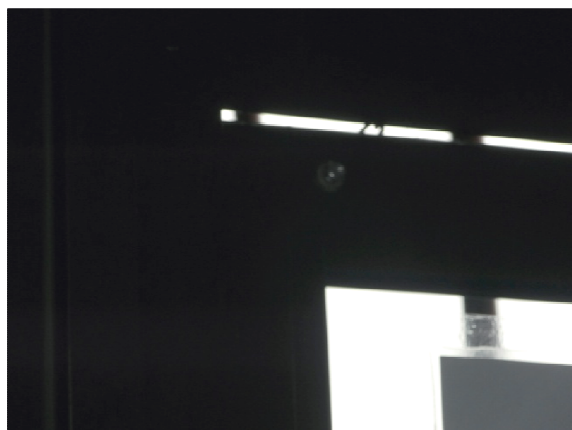
Ślady zawilgocenia ściany przy gruncie

Stropy prefabrykowane, o grubości 30 cm, wykonane są w technologii DHS. Stropodach nad budynkiem szkoły jest słabowentylowany, pokryty płytami prefabrykowanymi o gr.6 cm. Z zewnątrz pokryty jest papą na lepiku.

Nad salą gimnastyczną dach jest żebrowy, pokryty 10 cm warstwą styropapy i papą na lepiku. Ocieplenie wykonano w 2010 roku.

Podłogę na gruncie w piwnicy stanowi warstwa betonu z izolacją wilgotnościową na podłożu naturalnym. Zależnie od przeznaczenia pomieszczenia ostatnią warstwę podłogi stanowi lastriko lub linoleum.

Główne drzwi wejściowe do budynku, wykonane są z PVC. Pozostałe drzwi zewnętrzne, za wyjątkiem pojedynczych drewnianych są także wykonane z PVC. Stan techniczny wszystkich drzwi zewnętrznych jest zły (p. rys. poniżej).



Widoczna szczelina nad i pod drzwiami zewnętrznymi.

Stolarka okienna jest drewniana; są to okna podwójne szklone szkłem litym. Występują również okna szklone pojedynczo (w piwnicy). Stolarka jest mocno uszkodzona w wyniku postępującej korozji biologicznej jak również odkształceń. Okna są nieszczelne o dużym współczynniku infiltracji ($\alpha > 4$).

W obiekcie w ostatnich latach sukcesywnie wymieniano część okien drewnianych na okna wykonane z PVC o szacowanym wsp. $U = 1,5 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$. Okucia nowych okien pozwalają na ich kontrolowane rozszczelnienie.

W poniższej tabeli przedstawiono współczynniki przenikania ciepła dla przegród, wyznaczone zgodnie z normą PN – EN ISO 6946: 2004 *Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania* oraz PN – EN ISO 13370: *Cieplne właściwości użytkowe. Przenoszenie ciepła przez grunt*.

Lp.	Przegroda	U , [W/(m ² K)]	U_{WT2021} , [W/(m ² K)]	Powierzchnia do obliczania strat ciepła, [m ²]
1	Ściany zewnętrzne	1,15; 1,43	0,20	1 395
2	Stropodachy	1,01; 1,23	0,15	1 464
3	Stropodach nad salą gimnastyczną	0,31	0,15	201
4	Okna zewnętrzne drewniane/PVC	2,6/1,5	0,9	628
5	Podłoga w piwnicy	0,36	0,3	1 132
6	Podłoga w sali gimnastycznej	0,27	0,3	183
7	Drzwi zewnętrzne drewniane/PVC	2,6; 5,1	1,5	17,3
8	Ściany przy gruncie	0,75	-	218

Dodatkowe informacje na temat konstrukcji przegród znajdują się w załączniku do niniejszego opracowania.

Budynek zaopatrzonej jest w instalację elektryczną, wodno-kanalizacyjną oraz gazową.

5. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU

Kondygnacje naziemne użytkowe są w całości ogrzewane zaś pomieszczenia piwniczne w ok. 90% powierzchni tej kondygnacji. Nie są ogrzewane piwnice lokatorskie. Obiekt ogrzewany jest z kotłowni, znajdującej się w budynku.

5.1. Charakterystyka instalacji centralnego ogrzewania

W tabeli zestawiono podstawowe informacje o instalacji c.o., istniejącej w budynku Publicznej Szkoły podstawowej nr 3 w Paczkowie.

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
Kotłownia		
1	Rodzaj kotłów	2 kotły wodne niskotemperaturowe; szacowana moc kotłów 2 x 150 kW; nie posiadają sterowania
2	Producent kotłów	nieznany
3	Rodzaj paliwa	Węgiel kamienny, $W_d = 27,9 \text{ GJ/t}$; $S = 0,58\%$ $A^r = 6,6\%$.
4	Stan techniczny	Zły (nieszczelne pokrywy zasypowe powodują okresowe uwalnianie się spalin do pomieszczenia kotłowni)
Instalacja c.o.		
1	Typ instalacji	dwururowa w systemie otwartym, grawitacyjna z górnym rozdziałem czynnika grzewczego
2	Źródło ciepła	2 kotły węglowe w kotłowni, zlokalizowanej w budynku
3	Parametry pracy instalacji	80/60 °C
4	Rodzaje grzejników	grzejniki żeliwne, członowe starego typu, stalowe oraz Faviera;
5	Oslonięcie grzejników	nieosłonięte
6	Zawory/głowice termostaticzne	brak
7	Rok budowy instalacji	1962
8	Rok zakończenia modernizacji instalacji	nie modernizowano
8	Zakres modernizacji	nie dotyczy
9	Stan techniczny instalacji	Zły – liczne awarie i wycieki wody z instalacji
10	Sprawności składowe systemu grzewczego*	wytwarzania $\eta_{H,g} =$ 0,65
		przesyłu (dystrybucji) $\eta_{H,d} =$ 0,90
		regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e} =$ 0,77
		akumulacji $\eta_{H,s} =$ 1,00
		całkowita $\eta_{H,Tot} =$ 0,45
11	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24 z nocnym oraz weekendowym obniżeniem temperatury
12	Współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby W_d /w okresie tygodnia W_t	0,91/1,0
13	Sposób rozliczania zużycia ciepła	na podstawie zużycia paliwa
14	Moc zamówiona	brak

*) 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. z 2015 r., poz. 376).

Elementy składowe instalacji grzewczej zostały pokazane na rysunku, zamieszczonym poniżej.



Kotły węglowe



Przykład awarii instalacji CO



Grzejniki w użytkowanych pomieszczeniach

5.2. Charakterystyka systemu wentylacji

System działa skutecznie. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono nieprawidłowości. Nawiew powietrza odbywa się poprzez nieszczelności w stolarnie otworowej, infiltrację oraz dzięki funkcji mikrouchyłu w okuciach okien. Wywiew przez kratki wentylacyjne, zamontowane w kanałach wentylacyjnych. W sali gimnastycznej znajdują się wentylatory wyciągowe (typ, moc i wydajność – nieznane), rzadko używane.

W obliczeniach minimalnego strumienia wentylacyjnego zastosowano wytyczne normy PN – 83 – B 03430: *Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej*, a w szczególności:

- 20 m³/h na 1 osobę,
- 30 m³/h w sanitariatach na 1 pisuar/sedes,
- 0,2 wymiany/h dla pomieszczeń piwnicznych bez kanałów wentylacyjnych,
- 0,3 wymiany/h dla pomieszczeń piwnicznych z kanałami wentylacyjnymi,
- 0,5 wymiany/h dla pozostałych pomieszczeń.

Wyniki obliczeń podano w poniższej tabeli.

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj wentylacji	Naturalna/mechaniczna wywiewna
2	Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	5 889,1
3	Średnia dobowa liczba wymian 1/h	0,6

5.3. Charakterystyka energetyczna instalacji c.o. oraz systemu wentylacji – podsumowanie

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania, wyznaczone zgodnie z PN EN 13790	Q_H [GJ]	1 877,9
2	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E_{v,H}=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	
3	Przerwy w ogrzewaniu	występuje okresowe obniżanie temperatury	
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania i przerw wyznaczone zgodnie z PN EN 13790	Q_s [GJ]	3 764,1
5	Roczne obliczeniowe zużycie paliwa – węgla kamiennego	[t/rok]	116,7

5.4. Obliczenie opłat za aktualnie dostarczane nośniki energii

5.4.1. Koszty ciepła z kotłowni węglowej

W 2 kotłach wodnych (2x150 kW) spalany jest węgiel o wartości opałowej $W_d = 27,9$ GJ/t. Biorąc pod uwagę cenę paliwa w dniu sporządzania audytu, wynoszącą 585 zł/t netto, uzyskuje się **wartość jednostki ciepła w wysokości 20,98 zł/GJ netto** (bez uwzględnienia sprawności kotła oraz instalacji).

Na podstawie informacji pozyskanych w PSP nr 3 w Paczkowie ustalono, że koszty stałe wynoszą rocznie 22 346 zł. Biorąc pod uwagę łączną moc kotłów (300 kW) uzyskuje się **koszty stałe dla tej instalacji wynoszące 6 207,22 zł/MW/m-c** (74 486,67 zł/MW/rok).

5.4.2. Koszty energii elektrycznej

Budynek Publicznej Szkoły podstawowej w Paczkowie zasilany jest w energię elektryczną, której dystrybutorem jest Tauron Polska Energia SA z siedzibą w Krakowie. Zakwalifikowany jest do grupy taryfowej C21 (całodobowa) z mocą umowną 50 kW.

Średnia cena 1 kWh energii elektrycznej w taryfie C21 dla tego odbiorcy **wynosi 0,64 zł/kWh** (0,22 zł/MJ) netto z uwzględnieniem opłat dystrybucyjnych. Podane wartości obliczono na podstawie rocznego (XI 2015 – X 2016r.) zużycia en. elektrycznej w obiekcie oraz rocznych jej kosztów.

5.5. Charakterystyka instalacji chłodzenia

W budynku nie występuje instalacja chłodzenia.

5.6. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

W obiekcie brak instalacji ciepłej wody użytkowej. Jest ona wytwarzana lokalnie, bezpośrednio przy punktach poboru. Do tego celu wykorzystuje się ogrzewacze elektryczne zbiornikowe firmy PPUH ELMET o mocy 2 kW i poj. 100 dm³, zbiornikowe firm Fer o mocy 1,5 kW i pojemności 80 dm³ oraz przepływowe Perfect1 firmy Wijas o mocy nominalnej 3,5 kW. Liczba punktów poboru - 6. Urządzenia grzewcze wyprodukowano po 2005r.

W związku z powyższym do obliczeń zużycia c.w.u. przyjęto następujące sprawności:

Składnik sprawności	Oznaczenie	Wartość
wytwarzania	$\eta_{w,g} =$	0,97
przesyłu	$\eta_{w,g} =$	0,99
akumulacji	$\eta_{w,s} =$	0,89
wykorzystania	$\eta_{w,e} =$	1,0
całkowita	$\eta_{w,tot} =$	0,85

Dostawcą zimnej wody jest Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Paczkowie. Wg obowiązującej obecnie taryfy za dostawę wody koszt 1m³ wynosi 3,30 zł netto.

5.6.1. Zapotrzebowanie na energię do przygotowania ciepłej wody użytkowej

5.6.1.	Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący
1.	ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*DK)	4,19
2.	gęstość wody ρ	kg/m ³	1000
3.	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,8
4.	powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	3177,0
5.	temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55
6.	temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10
7.	współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,55
8.	liczba dni w roku t_R	dzień	365
9.	roczne zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową	m ³ /rok	510,2
10.	roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	26 723
11.	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,97
12.	sprawność przesylu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,99
13.	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00
14.	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,89
15.	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,85
16.	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	31 438,8
17.	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	113,2
18.	koszt jednostkowy wody zimnej	zł/m ³	3,30
19.	koszt 1 m³ ciepłej wody netto	zł/m ³	39,44

5.6.2. Zapotrzebowanie na moc do przygotowania ciepłej wody użytkowej

5.6.2.	Opis	Jednostka	Wartości dla obiektu - stan istniejący
1.	Ilość użytkowników L	os.	260
2.	Dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw} = V_{wi} * A_f$	dm ³ /doba	2 541
3.	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku	m ³ /h	0,141
4.	$V_{h\bar{s}} = V_{cw} / (18 * 1000)$		
5.	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u.	-	2,400
6.	$N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$		
7.	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	GJ/m ³	0,189
8.	$Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$		
9.	Max. moc c.w.u.	kW	17,7
10.	$q_{cwu}^{max} = V_{h\bar{s}} * Q_{cwj} * N_h \cdot 10^6 / 3600$		
11.	Średnia moc c.w.u.	kW	7,4
12.	$q_{cwu}^{\bar{s}} = q_{cwu}^{max} / N_h$		

6. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU I WYKAZ MOŻLIWYCH USPRAWNIENÍ

Z punktu widzenia konstrukcji budynku obiekt jest w stanie dostatecznym, jednakże straty ciepła przez przegrody budowlane kilkakrotnie przekraczają wartości dopuszczalne.

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody konstrukcyjne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2K)$] - ściany zewnętrzne $U = 1,15 - 1,43$ - stropodachy $U = 0,31 - 1,01$	Ocieplenie przegród zewnętrznych w celu uzyskania wartości wsp. $U \leq 0,20$ $W/(m^2 K)$ dla ścian zewnętrznych oraz $U \leq 0,15$ $W/(m^2 K)$ dla stropodachu
2.	Stolarka otworowa nie spełnia WT_{2021}	Wymiana wszystkich okien na wykonane z PVC o wsp. $U \leq 0,9$ $W/(m^2 K)$; wymiana drzwi na wykonane z Alu o wsp. $U \leq 1,3$ $W/(m^2 K)$; konieczne jest zastosowanie nawiewników okiennych
3.	Wentylacja spełnia wymagania normatywne; nie obserwuje się negatywnych skutków jej działania	Nie przewiduje się modernizacji systemu wentylacji
4.	Instalacja wewnętrzna centralnego ogrzewania charakteryzuje się złym stanem technicznym	Całkowita wymiana rur oraz grzejników
5.	Wymiana źródła ciepła	Wymiana kotłów węglowych na gazowe kondensacyjne
6.	Instalacja ciepłej wody użytkowej charakteryzuje się dobrym stanem technicznym	Nie przewiduje się modernizacji tej instalacji

WNIOSEK: Wyraźne efekty zmniejszenia energochłonności budynku zostaną osiągnięte po wykonaniu jego termomodernizacji, polegającej przede wszystkim na ociepleniu przegród konstrukcyjnych, wymianie stolarki otworowej i gruntowną modernizację instalacji c.o.

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

Lp.	Rodzaj głównych usprawnień	Sposób realizacji
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian systemem BSO – styropian EPS 70-040 Fasada z tynkiem akrylowym oraz tynkiem żywicznym
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodachy	Ocieplenie stropodachu granulatami z wełny mineralnej oraz styropapą (sala gimn.)
3.	Zmniejszenie strat przez stolarkę otworową	Wymiana istniejących okien drewnianych oraz PVC na wykonane z PVC o wsp. $U \leq 1,3$ $W/(m^2 K)$ - okna z nawiewnikami ciśnieniowymi; wymiana drzwi zewnętrznych na wykonane w PVC o wsp. $U \leq 1,7$ $W/(m^2 K)$
4.	Poprawa sprawności instalacji c.o.	Wymiana instalacji wewnętrznej na wykonaną z rur miedzianych z grzejnikami stalowymi płytowymi, wyposażonymi w zawory z głowicami termostatycznymi; zmiana źródła ciepła z kotłów węglowych na kotły gazowe kondensacyjne

7. ANALIZA TECHNICZNO-EKONOMICZNA REALIZACJI PROPONOWANYCH USPRAWNIENÍ

W dalszej części, w kolejnych tabelach, dokonuje się:

- 1. oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody*
- 2. zestawienia optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.*

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Parametr	Wartość	Jednostka
t_{wo}^*	16, 18, 19, 20, 21	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d	2 866, 3 310, 3 532, 3 754, 3 976	dzień·K·a
O_{z0}, O_{z1}	20,98	zł/GJ
O_{m0}, O_{m1}	6 207,22	zł/(MW m-c)
Ab_0, Ab_1	-	zł/m-c

*dotyczy średnich temperatur w strefie

Obliczenia przeprowadzono dla standardowego użytkownika budynku tj. zgodnie z WT 2008 oraz obowiązującymi po roku 2021 wymaganiami co do izolacyjności przegród.

Wszystkie obliczenia przeprowadzono dla cen netto.

7.1.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne budynku; grubość 38 cm		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia liczba stopniodni dla stacji meteorologicznej - Kłodzko Temperatury				A = 990 A _{kosz} = 1079 m ² S _d = 3532 dzień K/rok t _{wo} = 19 °C t _{zo} = -20 °C		
Opis wariantów usprawnienia						
Polega na ociepleniu ściany zewnętrznej styropianem EPS 70-040 FASADA o współczynniku λ = 0,04 W/(mK) zrealizowane wg technologii systemowej BSO. Zastosowany zostanie tynk akrylowy. Zostaną również zamontowane pookienniki zewnętrzne, wykonane z blachy malowanej proszkowo.						
Rozpatruje się:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniona będzie wymagana wielkość współczynnika U _c ≤ 0,20 W / (m ² ·K)						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,2	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,70	5,20	5,70	6,20
4	Q _{0ur} Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	432,0	58,1	53,0	48,7
5	q _{0ur} q _{1u} = 10 ⁻⁶ ·A*(t _{wo} -t _{zo})·U _c	MW	0,0552	0,0074	0,0068	0,0062
6	Roczna oszczędność kosztów z uwzględnieniem sprawności instalacji ΔQ _r i przerw w ogrzewaniu	zł/a		19 423,63	19 684,69	19 911,82
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		198,60	205,60	211,50
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u *	zł		222 881,63	230 737,48	237 358,84
9	SPBT= N _u /ΔO _{ru}	lata		11,5	11,7	11,9
10	U _c **	W/m ² ·K	1,43	0,20	0,19	0,17
Podstawa przyjętych wartości N _u						
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m ² ocieplenia, wykorzystując dane z biuletynu SEKOCENBUDu						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ścian zewnętrznych do ocieplenia, pomniejszonej o powierzchnie otworów okiennych i drzwiowych.						
*Ponadto uwzględniono koszt podokienników zewnętrznych w cenie 106,40 zł/m ² .						
**Uwzględniono dodatek na mostki termiczne, wynikające z zastosowania łączników w izolacji.						
Wybrany wariant :1		Koszt :	222 881,63 zł	SPBT=	11,5 lat	

7.1.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne sali gimnastycznej; grubość 38 cm		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia liczba stopniodni dla stacji meteorologicznej - Kłodzko				A =	205	
Temperatury				A _{kosz} =	223 m ²	
Opis wariantów usprawnienia				Sd =	2866 dzień K/rok	
				t _{wo} =	16 °C	
				t _{zo} =	-20 °C	
Polega na ociepleniu ściany zewnętrznej styropianem EPS 70-040 FASADA o współczynniku $\lambda =$ zrealizowane wg technologii systemowej BSO. Zastosowany zostanie tynk akrylowy. Zostaną również zamontowane pookienniki zewnętrzne, wykonane z blachy malowanej proszkowo.				0,04	W/(mK)	
Rozpatruje się:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniona będzie wymagana wielkość współczynnika $U_c \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 1						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,2	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,70	5,20	5,70	6,20
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	72,6	9,8	8,9	8,2
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0106	0,0014	0,0013	0,0012
6	Roczna oszczędność kosztów z uwzględnieniem sprawności instalacji ΔQ_r i przerw w ogrzewaniu	zł/a		3 349,64	3 395,28	3 432,42
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		198,60	205,60	211,50
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U^*	zł		46 152,26	47 778,97	49 150,06
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		13,8	14,1	14,3
10	U_c^{**}	W/m ² ·K	1,43	0,20	0,19	0,17
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m ² ocieplenia, wykorzystując dane z biuletynu SEKOCENBUDu						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ścian zewnętrznych do ocieplenia, pomniejszonej o powierzchnie otworów okiennych i drzwiowych.						
*Ponadto uwzględniono koszt podokienników zewnętrznych w cenie 106,40 zł/m ² .						
**Uwzględniono dodatek na mostki termiczne, wynikające z zastosowania łączników w izolacji.						
Wybrany wariant :1		Koszt : 46 152,26 zł		SPBT= 13,8 lat		

7.1.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne zaplecza sali gimnastycznej i przedsionka; grubość 38 cm		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia liczba stopniodni dla stacji meteorologicznej - Kłodzko Temperatury				A = 112 A_{kosz} = 122 m ² Sd = 3754 dzień K/rok t_{wo} = 20 °C t_{zo} = -20 °C		
Opis wariantów usprawnienia						
Polega na ociepleniu ściany zewnętrznej styropianem EPS 70-040 FASADA o współczynniku λ = zrealizowane wg technologii systemowej BSO. Zastosowany zostanie tynk akrylowy. Zostaną również zamontowane pookienniki zewnętrzne, wykonane z blachy malowanej proszkowo.				0,04	W/(mK)	
Rozpatruje się:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniona będzie wymagana wielkość współczynnika U_c ≤ 0,20 W/(m² K)						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,2	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,70	5,20	5,70	6,20
4	Q _{0ur} Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A·U _C	GJ/a	51,9	7,0	6,4	5,9
5	q _{0ur} q _{1u} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{wo} -t _{zo})·U _C	MW	0,0064	0,0009	0,0008	0,0007
6	Roczna oszczędność kosztów z uwzględnieniem sprawności instalacji ΔQ _r i przerw w ogrzewaniu	zł/a		2 314,61	2 347,52	2 376,18
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		198,60	205,60	211,50
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u [*]	zł		25 214,89	26 103,63	26 852,72
9	SPBT= N _u /ΔO _{ru}	lata		10,9	11,1	11,3
10	U _c ^{**}	W/m ² K	1,43	0,20	0,19	0,17
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m ² ocieplenia, wykorzystując dane z biuletynu SEKOCENBUDu						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ścian zewnętrznych do ocieplenia, pomniejszonej o powierzchnie otworów okiennych i drzwiowych.						
*Ponadto uwzględniono koszt podokienników zewnętrznych w cenie 106,40 zł/m ² .						
**Uwzględniono dodatek na mostki termiczne, wynikające z zastosowania łączników w izolacji.						
Wybrany wariant :1		Koszt :	25 214.89 zł	SPBT=	10.9 lat	

7.1.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne piwnicy; grubość 50 cm		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia liczba stopniodni dla stacji meteorologicznej - Kłodzko Temperatury				A = 88 A _{kosz} = 96 m ² S _d = 2866 dzień K/rok t _{wo} = 16 °C t _{zo} = -20 °C		
Opis wariantów usprawnienia						
Polega na ociepleniu ściany zewnętrznej styropianem EPS 70-040 FASADA o współczynniku λ = 0,04 W/(mK) zrealizowane wg technologii systemowej BSO. Izolacja, przed wpływem otoczenia, zostanie zabezpieczona tynkiem mozaikowym. Zostaną również zamontowane pookienniki zewnętrzne, wykonane z blachy malowanej proszkowo.						
Rozpatruje się:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniona będzie wymagana wielkość współczynnika U _c ≤ 0,20 W/(m ² ·K)						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,2	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,87	5,37	5,87	6,37
4	Q _{0ur} Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	25,1	4,1	3,7	3,4
5	q _{0ur} q _{1u} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{wo} -t _{zo})·U _c	MW	0,0036	0,0006	0,0005	0,0005
6	Roczna oszczędność kosztów z uwzględnieniem sprawności instalacji ΔQ _r i przerw w ogrzewaniu	zł/a		1 114,41	1 138,83	1 151,56
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		203,60	208,50	215,90
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u *	zł		20 310,48	20 799,29	21 537,49
9	SPBT= N _u /ΔO _{ru}	lata		18,2	18,3	18,7
10	U _c **	W/m ² ·K	1,15	0,20	0,18	0,17
Podstawa przyjętych wartości N _u						
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m ² ocieplenia, wykorzystując dane z biuletynu SEKOCENBUDu						
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ścian zewnętrznych do ocieplenia, pomniejszonej o powierzchnie otworów okiennych i drzwiowych.						
*Ponadto uwzględniono koszt podokienników zewnętrznych w cenie 106,40 zł/m ² .						
**Uwzględniono dodatek na mostki termiczne, wynikające z zastosowania łączników w izolacji.						
Wybrany wariant :1		Koszt :	20 310,48 zł	SPBT=	18,2 lat	

7.1.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach budynku szkoły		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia liczba stopniodni dla stacji meteorologicznej - Kłodzko 						

7.1.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach zaplecza sali gimnastycznej i przedsionka		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia liczba stopniodni dla stacji meteorologicznej - Kłodzko Temperatury				A = 165 A _{kosz} = 157 m ² S _d = 3976 dzień K/rok t _{wo} = 21 °C t _{zo} = -20 °C		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu nad zapleczem sali gimnast. warstwą wełny mineralnej o wsp. λ = 0,04 W/(mK) metodą wdmuchiwania.						
Rozpatruje się:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełniona będzie wymagana wielkość współczynnika $U_c \leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariantie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantie 1						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,24	0,25	0,28
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		6,00	6,25	7,00
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,81	6,81	7,06	7,81
4	$Q_{0ur} Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	69,7	8,3	8,0	7,3
5	$q_{0ur} q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U_c$	MW	0,0083	0,0010	0,0010	0,0009
6	Roczna oszczędność kosztów z uwzględnieniem sprawności instalacji ΔQ _r i przerw w ogrzewaniu	zł/a		3 148,72	3 161,45	3 198,60
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		90,60	96,50	102,60
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		14 769,61	15 731,43	16 725,85
9	SPBT= N _u /ΔO _{ru}	lata		4,7	5,0	5,2
10	U _c	W/m ² K	1,23	0,15	0,14	0,13
Podstawa przyjętych wartości N _u						
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m ² ocieplenia, wykorzystując dane z biuletynu SEKOCENBUDu, zweryfikowanych w oparciu o ceny rynkowe. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni stropodachu do ocieplenia. Uwzględnia koszt niezbędnych obróbek blacharskich, odtworzenia instalacji ogromowej oraz wykonania orynnowania.						
Wybrany wariant :1 Koszt : 14 769.61 zł SPBT= 4.7 lat						

7.1.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach sali gimnastycznej		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia liczba stopniodni dla stacji meteorologicznej - Kłodzko 						

7.1.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie stolarki okiennej				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien drewnianych w piwnicy		
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 75 \text{ m}^2$ Stacja meteorologiczna Kłodzko						
				$S_d = 3310 \text{ dzień K/rok}$		
$V_{nom} = \Psi = 785 \text{ m}^3/\text{h}$				$t_{wo} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$		
$C_w = 1$				$t_{zo} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna bardziej szczelne, o niższych współczynnikach U, W/(m²K):						
wariant 1 : okna PVC		$U = 0,90$	$a = 0,8$			
wariant 2 : okna PVC		$U = 0,85$	$a = 0,8$			
wariant 3 : okna PVC		$U = 0,80$	$a = 0,8$			
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m²K	2,6	0,90	0,85	0,80
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,2	1,00	1,00	1,00
	C_m	-	1,4	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	55,8	19,3	18,2	17,2
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	128,3	76,4	76,4	76,4
5	$Q_{or} \text{ } Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	184,1	95,7	94,6	93,6
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,00741	0,00260	0,00242	0,00228
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,01420	0,01010	0,01010	0,01010
8	$q_{or} \text{ } q_1 = (6) + (7)$	MW	0,02161	0,01270	0,01252	0,01238
9	Roczna oszczędność kosztów z uwzględnieniem sprawności instalacji ΔQ_r i przerw w ogrzewaniu	zł/rok		4 414,20	4 474,20	4 527,10
10	Koszt zakupu stolarki z montażem N_{ok}	zł		47 625	53 625	59 625
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		7 350	7 350	7 350
12	Koszt całkowity	zł		54 975	60 975	66 975
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		12,5	13,6	14,8
Podstawa przyjętych wartości N_{ok}						
Podstawą są średnie wartości z ofert 5 firm opolskich. W ofertach uwzględniono również kompletny demontaz oraz montaż okien.						
			C_j		N_{ok}	
wariant 1: zakup okien PVC	75 m² okien		635	zł/m² =	47 625	zł
wariant 2: zakup okien PVC	75 m² okien		715	zł/m² =	53 625	zł
wariant 3: zakup okien PVC	75 m² okien		795	zł/m² =	59 625	zł
Montaż obejmuje wykucie z muru istniejących okien i osadzenie nowych wraz z wykonaniem podstawowej obróbki murarskiej.						
Podstawa przyjętych wartości N_w						
			C_j		N_w	
Wariant 1: Liczba nawiewników z montażem	30 szt.		245	zł/szt. =	7 350	zł
Wybrany wariant: 1		Koszt :	54 975 zł	SPBT =	12,5	lat

7.1.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie stolarki okiennej				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien drewnianych w budynku szkoły i sali gimnastycznej		
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 225 \text{ m}^2$ Stacja meteorologiczna Kłodzko						
				$S_d = 3532 \text{ dzień K/rok}$		
$V_{nom} = \Psi = 2950 \text{ m}^3/\text{h}$				$t_{wo} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$		
$C_w = 1$				$t_{zo} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna bardziej szczelne, o niższych współczynnikach U, W/(m²K):						
wariant 1 : okna PVC		$U = 0,90$		$a = 0,8$		
wariant 2 : okna PVC		$U = 0,85$		$a = 0,8$		
wariant 3 : okna PVC		$U = 0,80$		$a = 0,8$		
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m²K	2,6	0,90	0,85	0,80
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,2	1,00	1,00	1,00
	C_m	-	1,4	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	178,5	61,8	58,4	54,9
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	514,6	306,3	306,3	306,3
5	$Q_{or} \text{ } Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	693,1	368,1	364,7	361,2
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,02282	0,00790	0,00746	0,00702
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,05480	0,03910	0,03910	0,03910
8	$q_{or} \text{ } q_1 = (6) + (7)$	MW	0,07762	0,04700	0,04656	0,04612
9	Roczna oszczędność kosztów z uwzględnieniem sprawności instalacji ΔQ_r i przerw w ogrzewaniu	zł/rok		16 069,30	16 246,30	16 427,60
10	Koszt zakupu stolarki z montażem N_{ok}	zł		142 875	160 875	178 875
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		15 925	15 925	15 925
12	Koszt całkowity	zł		158 800	176 800	194 800
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		9,9	10,9	11,9
Podstawa przyjętych wartości N_{ok}						
Podstawą są średnie wartości z ofert 5 firm opolskich. W ofertach uwzględniono również kompletny demontaz oraz montaż okien						
			C_j		N_{ok}	
wariant 1: zakup okien PVC	225 m² okien		635	zł/m² =	142 875	zł
wariant 2: zakup okien PVC	225 m² okien		715	zł/m² =	160 875	zł
wariant 3: zakup okien PVC	225 m² okien		795	zł/m² =	178 875	zł
Montaż obejmuje wykucie z muru istniejących okien i osadzenie nowych wraz z wykonaniem podstawowej obróbki murarskiej.						
Podstawa przyjętych wartości N_w						
			C_j		N_w	
Wariant 1: Liczba nawiewników z montażem	65 szt.		245	zł/szt. =	15 925	zł
Wybrany wariant: 1		Koszt :	158 800 zł	SPBT =	9,9	lat

7.1.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie stolarki okiennej				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien PVC		
Dane:				Stacja meteorologiczna Kłodzko		
powierzchnia okien $A_{ok} = 328 \text{ m}^2$				$S_d = 3532 \text{ dzień K/rok}$		
$V_{nom} = \Psi = 2200 \text{ m}^3/\text{h}$				$t_{wo} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$		
$C_w = 1$				$t_{zo} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna bardziej szczelne, o niższych współczynnikach U, W/(m²K):						
wariant 1 : okna PVC		$U = 0,90$	$a = 0,8$			
wariant 2 : okna PVC		$U = 0,85$	$a = 0,8$			
wariant 3 : okna PVC		$U = 0,80$	$a = 0,8$			
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m²K	1,5	0,90	0,85	0,80
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,1	1,00	1,00	1,00
	C_m	-	1,2	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	150,1	90,1	85,1	80,1
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	301,5	228,4	228,4	228,4
5	$Q_{or} \text{ } Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	451,6	318,5	313,5	308,5
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,01919	0,01150	0,01087	0,01023
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,03500	0,02920	0,02920	0,02920
8	$q_{or} \text{ } q_1 = (6) + (7)$	MW	0,05419	0,04070	0,04007	0,03943
9	Roczna oszczędność kosztów z uwzględnieniem sprawności instalacji ΔQ_r i przerw w ogrzewaniu	zł/rok		6 651,80	6 910,80	7 170,60
10	Koszt zakupu stolarki z montażem N_{ok}	zł		208 280	234 520	260 760
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		15 925	15 925	15 925
12	Koszt całkowity	zł		224 205	250 445	276 685
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		33,7	36,2	38,6
Podstawa przyjętych wartości N_{ok}						
Podstawą są średnie wartości z ofert 5 firm opolskich. W ofertach uwzględniono również kompletny demontaz oraz montaż okien.						
			C_j		N_{ok}	
wariant 1: zakup okien PVC	328 m² okien		635	zł/m² =	208 280	zł
wariant 2: zakup okien PVC	328 m² okien		715	zł/m² =	234 520	zł
wariant 3: zakup okien PVC	328 m² okien		795	zł/m² =	260 760	zł
Montaż obejmuje wykucie z muru istniejących okien i osadzenie nowych wraz z wykonaniem podstawowej obróbki murarskiej.						
Podstawa przyjętych wartości N_w						
			C_j		N_w	
Wariant 1: Liczba nawiewników z montażem	65 szt.		245	zł/szt. =	15 925	zł
Wybrany wariant: 1		Koszt : 224 205 zł	SPBT =	33,7	lat	

7.1.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie stolarki drzwiowej				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi zewnętrznych		
Dane: powierzchnia drzwi $A_{drz} = 17,3 \text{ m}^2$ Stacja meteorologiczna Opole						
				$S_d = 3532$ dzień K/rok		
$V_{nom} = \psi = 350 \text{ m}^3/\text{h}$				$t_{wo} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$		
$C_w = 1$				$t_{zo} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$		
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi wejściowych wykonane z aluminium U, W/(m²K):						
wariant 1 : drzwi ALU		U= 1,30	a= 0,8			
wariant 2 : drzwi ALU		U= 1,20	a= 0,8			
wariant 3 : drzwi Alu		U= 1,15	a= 0,8			
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m²·K	3,7	1,30	1,20	1,15
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,2	1,00	1,00	1,00
	C_m	-	1,4	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$	GJ/a	19,5	6,9	6,3	6,1
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	61,1	36,3	36,3	36,3
5	$Q_{or} \text{ } Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	80,6	43,2	42,6	42,4
6	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,00250	0,00088	0,00081	0,00078
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,00650	0,00460	0,00460	0,00460
8	$q_{or} \text{ } q_1 = (6) + (7)$	MW	0,00900	0,00548	0,00541	0,00538
9	Roczna oszczędność kosztów z uwzględnieniem sprawności instalacji ogrzewczej ΔQ_r i przerw w ogrzewaniu	zł/rok		1 848,93	1 879,60	1 890,30
10	Koszt zakupu stolarki z montażem N_{drz}	zł		33 562	35 690	46 883
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0	0
12	Koszt całkowity	zł		33 562	35 690	46 883
13	$SPBT = N_{drz} / \Delta O_{ru}$	lata		18,2	19,0	24,8
Podstawa przyjętych wartości N_{drz}						
Zebranie ofert rynkowych z 4 firm lokalnych						
		Cj		N_{drz}		
wariant 1: zakup drzwi ALU	17,3 m² drzwi	1 940	zł/m² =	33 562 zł		
z montażem						
wariant 2: zakup drzwi ALU	17,3 m² drzwi	2 063	zł/m² =	35 690 zł		
z montażem						
wariant 3: zakup drzwi ALU	17,3 m² drzwi	2 710	zł/m² =	46 883 zł		
z montażem						
Montaż obejmuje wykucie z muru istniejących drzwi i osadzenie nowych wraz z wykonaniem podstawowej obróbki murarskiej.						
Wybrany wariant: 1		Koszt :	33 562 zł	SPBT=	18,2	lat

7.2. Modernizacja instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania

Modernizacja instalacji wewnętrznej c.o. będzie polegać na całkowitej wymianie pionów i gałęzek, montażu grzejników stalowych płytowych wyposażonych w zawory z głowicami termostatycznymi. Przewody zostaną zaizolowane cieplnie i będą położone w bruzdach ściennych. Instalacja będzie pracować w systemie zamkniętym.

Zostanie również wymienione źródło ciepła tj. kotły węglowe zostaną zastąpione kotłami gazowymi kondensacyjnymi, które powinny charakteryzować się minimalnym poziomem efektywności energetycznej i normami zanieczyszczeń określonych w środkach wykonawczych do dyrektywy 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r.

Zakładane parametry pracy instalacji 65/50°C.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015r. *zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego* (Dz.U. z 2015r., poz. 1606) obliczenia, przedstawione poniżej, dotyczą przypadku modernizacji instalacji CO bez termomodernizacji obiektu.

7.2.1. Obliczenia godzinowej mocy zamówionej

Sprawność nowej instalacji, obliczona zgodnie z ROZPORZĄDZENIEM MINISTRA INFRASTRUKTURY I ROZWOJU z dnia 3 czerwca 2014r. *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* (Dz. U. z 2014r. poz.888) wyniesie $\eta_{H,Tot} = 0,80$, a po uwzględnieniu przerw w ogrzewaniu wyniesie ona $\eta_{H,TOT,co} = 0,88$.

Przy średniorocznym zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzewania, wynoszącym 1 877,9 GJ/rok oraz po uwzględnieniu sprawności instalacji i wartości opałowej gazu ziemnego wysokometanowego ($W_d = 34,5 \text{ MJ/m}^3$) otrzymuje się **maksymalne roczne zużycie gazu na poziomie 61 854,4 m³/rok.**

Maksymalna godzinowa moc paliwa gazowego wynosi

$$q_{moc} = 0,267 \text{ MW} * 3600 / (0,8 * 34,5 \text{ MJ/m}^3) = 34,8 \text{ m}^3/\text{h}.$$

7.2.2. Wybór taryfy gazowej

Dostawcą paliwa gazowego będzie PGNiG, oddział w Zabrze. Zgodnie z aktualnie obowiązującą taryfą odbiorca gazu (PSP nr 3 w Paczkowie) zostanie zakwalifikowany do grupy taryfowej oznaczonej jako W5.

Po ustaleniu taryfy jako W.5.2 jej poszczególne składniki są następujące (wartości netto, po uwzględnieniu współczynnika konwersji równego 11,150 kWh/m³):

- cena za paliwo gazowe – 1,0666 zł/m³,
- stawka opłaty abonamentowej – 148,83 zł/m-c,
- stawka opłaty stałej – 0,1371 zł/(m³/h) za h,
- stawka opłaty zmiennej – 0,1955 zł/m³.

Po uwzględnieniu zmiany jednostek miary uzyskuje się następujące wartości

- cena 1 GJ energii, zawartej w paliwie gazowym – 30,91 zł/GJ,

- koszt opłat stałych – 6 216,09 zł/(MW m-c),
- stawka opłaty abonamentowej – 121,00 zł/m-c.

7.2.3. Ocena opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - modernizacja instalacji ogrzewczej			Przedsięwzięcie	
			wymiana instalacji CO wraz ze zmianą źródła ciepła	
Dane: $Q_{co,O}$ = 1 877,90 GJ/rok				

8. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU

8.1. Zestawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Zestawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych, mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania budynku na ciepło do ogrzewania i na pokrycie strat wentylacyjnych

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT, lata
1.	Ocieplenie stropodachu zaplecza sali gimnastycznej i przedsionka	14 769,61	4,7
2.	Ocieplenie stropodachu budynku szkoły	116 277,13	6,5
3.	Wymiana okien drewnianych w budynku szkoły i sali gimnastycznej (bez okien w piwnicy)	158 800,00	9,9
4.	Ocieplenie ścian zewnętrznych zaplecza sali gimnastycznej i przedsionka (38 cm)	25 214,89	10,9
5.	Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku szkoły (38 cm)	222 881,63	11,5
6.	Wymiana okien drewnianych w piwnicy	54 925,00	12,5
7.	Ocieplenie ścian zewnętrznych sali gimnastycznej (38 cm)	46 152,26	13,8
8.	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (50 cm)	20 310,48	18,2
9.	Wymiana drzwi zewnętrznych	33 562,00	18,2
10.	Wymiana okien PVC	224 205,00	33,7
11.	Docieplenie stropodachu sali gimnastycznej	30 619,13	72,7
12.	Wymiana kotłów oraz instalacji CO	343 128,00	29,9
Łączne koszty robót netto		1 290 845,13	

8.2. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych, zgodnie z cz.4 załącznika nr 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego...

Zestawienie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Nr wariantu											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Ocieplenie stropodachu zaplecza sali gimnastycznej i przedsionka	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2.	Ocieplenie stropodachu budynku szkoły	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
3.	Wymiana okien drewnianych w budynku szkoły i sali gimnastycznej (bez okien w piwnicy)	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
4.	Ocieplenie ścian zewnętrznych zaplecza sali gimnastycznej i przedsionka (38 cm)	X	X	X	X	X	X	X	X				
5.	Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku szkoły (38 cm)	X	X	X	X	X	X	X					
6.	Wymiana okien drewnianych w piwnicy	X	X	X	X	X	X						
7.	Ocieplenie ścian zewnętrznych sali gimnastycznej (38 cm)	X	X	X	X	X							
8.	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy (50 cm)	X	X	X	X								
9.	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X									
10.	Wymiana okien PVC	X	X										
11.	Docieplenie stropodachu sali gimnastycznej	X											
12.	Wymiana kotłów oraz instalacji CO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Koszt usprawnienia netto, zł	1 290 845,13	1 260 226,00	1 036 021,00	1 002 459,00	982 148,52	953 996,26	881 071,26	658 189,63	632 974,74	474 174,74	357 897,61	343 128,00

8.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dla budynku Publicznej Szkoły Podstawowej nr 3 w Paczkowie

Poniżej przedstawiono syntetyczne informacje o wyborze optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dla budynku Publicznej Szkoły Podstawowej nr 3 w Paczkowie

Wybór optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wariant	c.o.						c.w.u.		
	q _{co}	Q _{co}	η	W _d *W _t	Q _{co} *W _d / η	Oplata c.o.	q _{cwu}	Q _{cwu}	Oplata c.w.u.
	kW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	kW	GJ/rok	zł/rok
0-stan istniejący	267,1	1 877,9	0,45	0,91	3 764,1	98 866,20	17,7	113,2	20 122,29
1	128,9	757,8	0,80	0,91	862,0	36 380,47	17,7	113,2	20 122,29
2	135,7	820,4	0,80	0,91	933,2	39 088,49	17,7	113,2	20 122,29
3	162,9	1042,0	0,80	0,91	1 185,3	48 909,84	17,7	113,2	20 122,29
4	178,2	1162,1	0,80	0,91	1 321,9	54 273,42	17,7	113,2	20 122,29
5	182,6	1205,7	0,80	0,91	1 371,5	56 134,76	17,7	113,2	20 122,29
6	234,8	1642,7	0,80	0,91	1 868,6	75 393,88	17,7	113,2	20 122,29
7	239,5	1677,9	0,80	0,91	1 908,6	76 980,87	17,7	113,2	20 122,29
8	250,8	1750,6	0,80	0,91	1 991,3	80 380,03	17,7	113,2	20 122,29
9	256,4	1794,4	0,80	0,91	2 041,1	82 337,07	17,7	113,2	20 122,29
10	258,3	1811,6	0,80	0,91	2 060,7	83 084,63	17,7	113,2	20 122,29
11	266,0	1872,1	0,80	0,91	2 129,5	85 785,60	17,7	113,2	20 122,29
12	267,1	1877,9	0,80	0,91	2 136,1	87 402,66	17,7	113,2	20 122,29

Wariant	c.o. + c.w.u.			Zmiana	
	q _{co} + q _{cwu}	Q _{co} + Q _{cwu}	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ _{co+cwu}	Oszczędn.
	kW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
0-stan istniejący	284,8	3 877,3	118 988,49		
1	146,6	975,2	56 502,76	2 902,1	62 485,73
2	153,4	1 046,4	59 210,78	2 830,9	59 777,71
3	180,6	1 298,5	69 032,13	2 578,8	49 956,36
4	195,9	1 435,1	74 395,71	2 442,2	44 592,78
5	200,3	1 484,7	76 257,05	2 392,6	42 731,44
6	252,5	1 981,8	95 516,17	1 895,5	23 472,32
7	257,2	2 021,8	97 103,16	1 855,5	21 885,33
8	268,5	2 104,5	100 502,32	1 772,8	18 486,17
9	274,1	2 154,3	102 459,36	1 723,0	16 529,13
10	276,0	2 173,9	103 206,92	1 703,4	15 781,57
11	283,7	2 242,7	105 907,89	1 634,6	13 080,60
12	284,8	2 249,3	107 524,95	1 628,0	11 463,54

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Proc. oszczędność zapotrz. na energię	Planowana kwota środków własnych i dotacji/kredytu (pożyczki)		Premia termomodernizacyjna [zł]		
				[zł,%]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
	zł	zł	%	[zł,%]				
1	1 274 995,61	62 485,73	74,85%	573 748,02	45,0%	nie dotyczy		
				701 247,59	55,0%			
2	1 260 226,00	59 777,71	73,01%	567 101,70	45,0%			
				693 124,30	55,0%			
3	1 036 021,00	49 956,36	66,51%	466 209,45	45,0%			
				569 811,55	55,0%			
4	1 002 459,00	44 592,78	62,99%	451 106,55	45,0%			
				551 352,45	55,0%			
5	982 148,52	42 731,44	61,71%	441 966,83	45,0%			
				540 181,69	55,0%			
6	953 996,26	23 472,32	48,89%	429 298,32	45,0%			
				524 697,94	55,0%			
7	881 071,26	21 885,33	47,86%	396 482,07	45,0%			
				484 589,19	55,0%			
8	658 189,63	18 486,17	45,72%	296 185,33	45,0%			
				362 004,30	55,0%			
9	632 974,74	16 529,13	44,44%	284 838,63	45,0%			
				348 136,11	55,0%			
10	474 174,74	15 781,57	43,93%	213 378,63	45,0%			
				260 796,11	55,0%			
11	357 897,61	13 080,60	42,16%	161 053,92	45,0%			
				196 843,69	55,0%			
12	343 128,00	11 463,54	41,99%	154 407,60	45,0%			
				188 720,40	55,0%			

Zgodnie z pkt.4.2. rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego... jako wariant optymalny należy przyjąć wariant nr 1, obejmujący:

- wymianę wszystkich okien w budynku,
- wymianę wszystkich drzwi zewnętrznych w budynku,
- ocieplenie wszystkich stropodachów w budynku,
- ocieplenie wszystkich ścian zewnętrznych budynku,
- ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicy,
- wymianę instalacji wewnętrznej CO wraz z wymianą kotłów węglowych na gazowe kondensacyjne.

Realizacja pełnego zakresu prac pozwoli na osiągnięcie oszczędności na poziomie 74,85% (obliczeniowo). Zmniejszy się również zapotrzebowanie mocy – wskazany jest montaż 2 kotłów kondensacyjnych o mocy 2x 70 kW; zmniejszy się również moc zamówiona gazu do wartości 19 (m3/h/h).

9. OPIS PRAC PRZEWIDZIANYCH DO REALIZACJI

- A. Wymiana wszystkich okien w budynku głównym i sali gimnastycznej wraz z zapleczem sanitarnym. Należy zastosować okna wykonane z PVC o wsp. $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. W stolarce należy zamontować 130 nawiewników okiennych ciśnieniowych o $V = 20 \text{ m}^3/\text{h}$.
- B. Wymiana okien drewnianych w piwnicy. Należy zastosować okna wykonane z PVC o wsp. $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. W stolarce należy zamontować 30 nawiewników okiennych ciśnieniowych o $V = 20 \text{ m}^3/\text{h}$.
- C. Wymiana wszystkich drzwi zewnętrznych na wykonane z Alu o wsp. $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.
- D. Ocieplenie wszystkich ścian zewnętrznych naziemnych budynku styropianem EPS 70-040 Fasada o wsp. $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m K})$ i grubości 18 cm. Należy zastosować Bezspoinowy System Ocieplania. Tynk powinien być cienkowarstewkowy akrylowy. Pod oknami należy zamontować zewnętrzne podokienniki metalowe powlekane.
- E. Ocieplenie ściany zewnętrznej piwnicy styropianem EPS 70-040 Fasada o wsp. $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m K})$ i grubości 18 cm. Należy zastosować Bezspoinowy System Ocieplania. Tynk powinien być cienkowarstewkowy mozaikowy. Pod oknami należy zamontować podokienniki metalowe powlekane.
- F. Docieplenie stropodachu nad salą gimnastyczną styropapą EPS 100-040 Dach/Podłoga o wsp. $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m K})$ i grubości 14 cm. Należy wykonać odpowiednie obróbki blacharskie, wymienić orynnowanie i odtworzyć instalacje odgromowe.
- G. Ocieplenie pozostałych stropodachów granulatem skalnej wełny mineralnej, stosując metodę wdmuchiwania. Materiał ociepleniowy powinien mieć wsp. $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m K})$. Końcowa grubość ocieplenia powinna wynieść 24 cm co oznacza, że ze względu na osiadanie granulatu należy wprowadzić do stropu co najmniej 28 cm warstwę materiału izolacyjnego. Należy wykonać odpowiednie obróbki blacharskie i zamontować kominki wentylacyjne.
- H. Przewiduje się demontaż istniejącej instalacji i zastąpienie jej instalacją, wykonaną z rur miedzianych z grzejnikami stalowymi dwupłytowymi wyposażonymi w zawory z głowicami termostatycznymi. Istniejące kotły węglowe zostaną zastąpione dwoma kotłami gazowymi kondensacyjnymi o mocy znamionowej co najmniej 70 kW każdy, połączone w kaskadę. Ustawienie krzywej grzewczej powinno umożliwiać wprowadzenie co najmniej 8 godzinnych przerw w ogrzewaniu w nocy i ewentualne obniżenie temperatury w weekendy.

Dopuszcza się niewielkie odstępstwa w zakresie zalecanych prac pod warunkiem zachowania wyznaczonego stanu energetycznego budynku.

Wszystkie prace muszą być zrealizowane z zachowaniem obowiązujących przepisów budowlanych i norm, wg technologii zalecanych przez producentów materiałów oraz z zachowaniem tzw. sztuki budowlanej.

9.1. Uproszczony przedmiar robót

- Powierzchnia okien do wymiany 628 m^2 ;
- Powierzchnia drzwi zewnętrznych do wymiany – $17,3 \text{ m}^2$;
- Powierzchnia ścian zewnętrznych do ocieplenia – $1 520 \text{ m}^2$;
- Powierzchnia stropodachów do ocieplenia – $1 602 \text{ m}^2$;
- Modernizacja instalacji c.o. – wg osobnego projektu.

10. EFEKTY ENERGETYCZNE PRZEPROWADZENIA KOMPLEKSOWEJ TERMOMODERNIZACJI

W poniższej tabeli zestawiono informacje nt. efektów energetycznych przeprowadzenia kompleksowej termomodernizacji wraz ze zmianą sposobu ogrzewania budynku. Wyniki dotyczą jedynie energii cieplnej.

Stan budynku	Zapotrzebowanie energii użytkowej GJ/rok	Zapotrzebowanie energii użytkowej MWh/rok	Zapotrzebowanie energii końcowej GJ/rok	Zapotrzebowanie energii końcowej MWh/rok
Przed termomodernizacją	1 877,9	521,6	3 764,1	1 045,6
Stan po termomodernizacji i zmianie sposobu ogrzewania	757,8	210,5	862,0	239,4
Zmniejszenie zapotrzebowania energii końcowej			2 902,1 GJ/rok	
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej			2 902,1 GJ/rok	
Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej			3 192,3 GJ/rok	
Koszt całkowity wykonania kompleksowej termomodernizacji wraz z modernizacją instalacji ogrzewczej			1 290 845,13 zł	
Roczna obliczeniowa oszczędność kosztów energii			62 485,73 zł	
SPBT			20,7 lat	

11. ZASTOSOWANIE OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH

W zakresie prac, przewidzianych do realizacji zgodnie z projektem firmy GreenProject z Częstochowy (kwiecień 2016r) – branża elektryczna cz. III, znajduje się także budowa instalacji odnawialnych źródeł energii w postaci ogniw fotowoltaicznych. Zostaną one zamontowane na stropodachu obiektu w liczbie 18 szt. o łącznej mocy 5,85 kWe. Zaprojektowany układ wytworzy 5,89 MWh/rok energii elektrycznej. Kosztorysowy koszt tej inwestycji (montaż instalacji PV, instalacji odgromowej, uziemienia i prace uzupełniające) wyniesie 84 400 zł netto.

12. ZESTAWIENIE EMISJI I EFEKTÓW EKOLOGICZNYCH DLA KOMPLEKSOWEJ TERMOMODERNIZACJI ORAZ MONTAŻU OGNIW PV

W tej części obliczenia wykonano w oparciu o *Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016*, przedstawione przez KOBIZE.

Uwaga: Wielkość unikniętej emisji, wyznaczona poniżej, jest możliwa do uzyskania jedynie po przeprowadzeniu wszystkich prac termomodernizacyjnych, zalecanych do realizacji w niniejszym audycie oraz zastosowania ogniw fotowoltaicznych o mocy nominalnej 5,85 kWp.

12. 1. Wielkość emisji CO₂ – stan przed termomodernizacją

Emiterzy: 2 kotły węglowe rusztowe z zasypem ręcznym; moc nominalna 150 kW każdy.
Ilość wyprodukowanego ciepła w sezonie ogrzewczym 3 764,1 GJ/rok.
Wskaźnik emisji WE wynosi 93,96 kg/GJ (tabela 11 opracowania KOBIZE).

Wielkość emisji CO₂ – stan przed termomodernizacją – wynosi 353 674,8 kg.

12.2. Wielkość emisji CO₂ – stan po przeprowadzeniu termomodernizacji i modernizacji instalacji CO

Emiter: 2 kotły gazowe kondensacyjne o mocy 70 kW każdy, które powinny charakteryzować się minimalnym poziomem efektywności energetycznej i normami zanieczyszczeń określonych w środkach wykonawczych do dyrektywy 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r.

Ilość wyprodukowanego ciepła w sezonie ogrzewczym 862,0 GJ/rok.

Wskaźnik emisji WE wynosi 56,10 kg/GJ (tabela 14 opracowania KOBIZE).

Wielkość emisji CO₂ – stan po przeprowadzeniu termomodernizacji i modernizacji instalacji CO – wyniesie 48 358,2 kg.

W efekcie końcowym, po wykonaniu wszystkich prac termomodernizacyjnych emisja CO₂ do atmosfery zmniejszy się o 305 316,6 kg CO₂ (305,3 t/rok).

12.3. Zmniejszenie emisji, spowodowane wykorzystaniem ogniw PN

Aby obliczyć szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych, wynikający z zabudowy ogniw PV, należy uwzględnić 10% straty energii elektrycznej na liniach przesyłowych pomiędzy wytwórcą energii elektrycznej (elektrownia) a odbiorcą (szkoła). Tak więc wyprodukowanie 5,89 MWh/rok energii w ogniwach fotowoltaicznych skutkuje zmniejszeniem o 6,48 MWh ilości energii wytworzonej w elektrowni.

Korzystając z tabeli 1 opracowania pt. *Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016* uzyskuje się wskaźnik emisji CO₂ w wysokości 93,08 kg/GJ (26,06 kg/MWh).

Szacowana wielkość zmniejszenia emisji CO₂ – po zamontowaniu instalacji PV – wyniesie 168,9 kg CO₂/rok.

12.4. Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych

Wartość szacowanego spadku emisji gazów cieplarnianych wyniesie 305 485,5 kg CO₂/rok tj. 305,5 t CO₂/rok.

13. INFORMACJE DODATKOWE

Poniżej przedstawiono zbiorcze zestawienie informacji, pomocnych przy tworzeniu wniosku o dofinansowanie inwestycji kompleksowej, polegającej na termomodernizacji budynku wraz z modernizacją

instalacji CO oraz montażu instalacji PV.

Lp.	Wskaźniki	Energia cieplna	Energia elektryczna	Razem
1.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	2 902,1 GJ/rok	0	2 902,1 GJ/rok
2.	Zmniejszenie zużycia energii końcowej	2 902,1 GJ/rok	21,2 GJ/rok	2 923,3 GJ/rok
3.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej*	886 750 kWh/rok ($w_i = 1,1$)	19 440 kWh/rok ($w_i = 3,0$)	906 190 kWh/rok
4.	Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych	305,32 t CO ₂ /rok	0,169 t CO ₂ /rok	305,5 t CO₂/rok
5.	Dodatkowa zdolność wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych	0	5,85 MWe	5,85 MWe
6.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	0	5,89 MWh	5,89 MWh
7.	Liczba wybudowanych jednostek wytwarzania energii elektrycznej z OZE	0	1	1
8.	<u>Całkowite zapotrzebowanie budynku na końcową energię cieplną i elektryczną</u>			1 100,3 GJ/rok 305,6 MWh/rok
9.	<u>Całkowity udział OZE w wytworzeniu energii cieplnej i elektrycznej dla potrzeb budynku</u>			2,0 %

*wyznaczone zgodnie z Rozporządzeniem Ministra infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

Średnioroczne zużycie energii elektrycznej przez obiekt, ustalone na podstawie informacji pochodzących od inwestora, wynosi aktualnie 66,2 MWh.

Koszty całkowite realizacji inwestycji kompleksowej (termomodernizacja oraz PV) wynoszą 1 375 245,13 zł netto; planowana kwota dotacji wyniesie 756 384,82; roczna oszczędność kosztów energii wyniesie 66 248,93 zł a zmniejszenie zapotrzebowania na energię wyniesie 75,9 %.

13. PODSUMOWANIE

Jak wynika z analizy energetyczno-ekonomicznej, zamieszczonej w niniejszym opracowaniu, proponowana inwestycja może być atrakcyjną z punktu widzenia Inwestora i ma duże znaczenie z punktu widzenia ochrony środowiska naturalnego.

Opole 21-12-2014

.....

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1

Przekroje pionowe i rzuty kondygnacji

Załącznik 2

Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród

Załącznik 3

Wydruk z programu Audytor OZC 6.6 Pro

Stan przed termomodernizacją

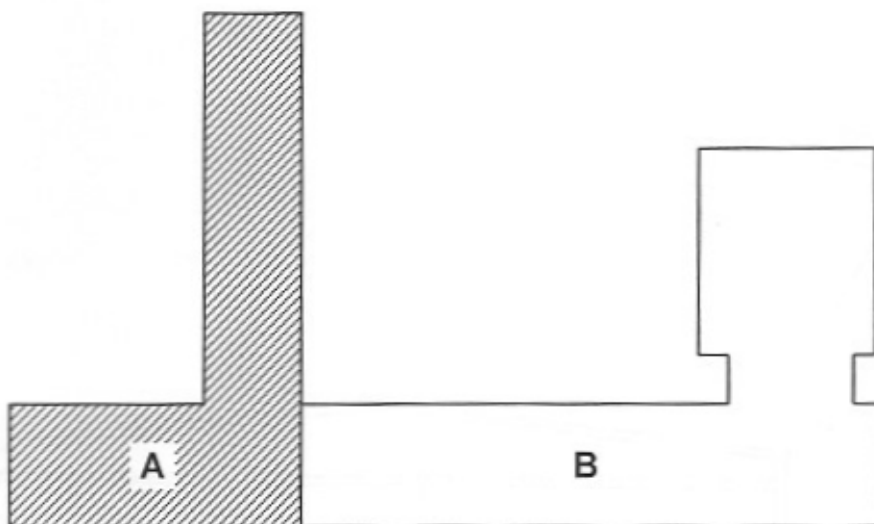
Załącznik 4

Wydruk z programu Audytor OZC 6.6 Pro

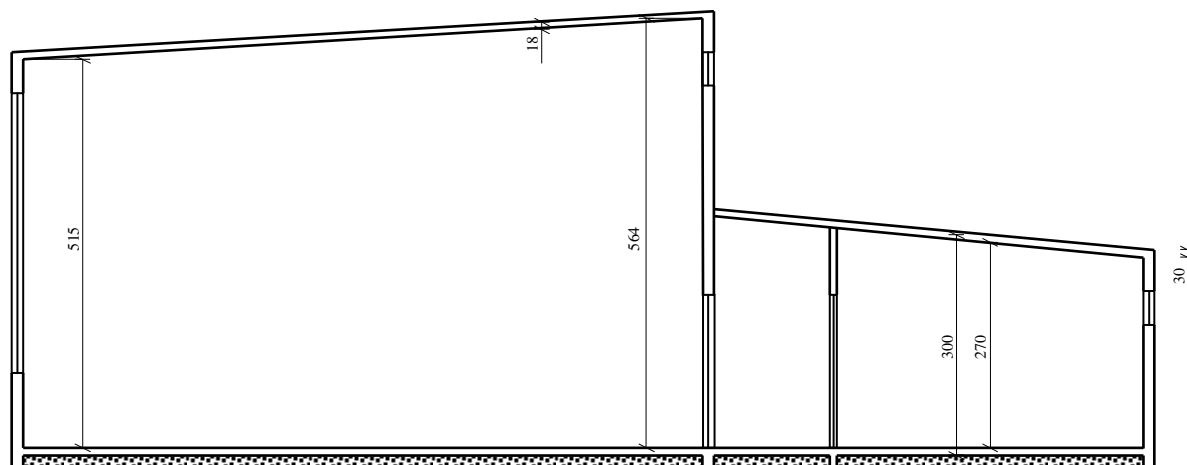
Stan po wykonaniu kompleksowej termomodernizacji

Załącznik 1

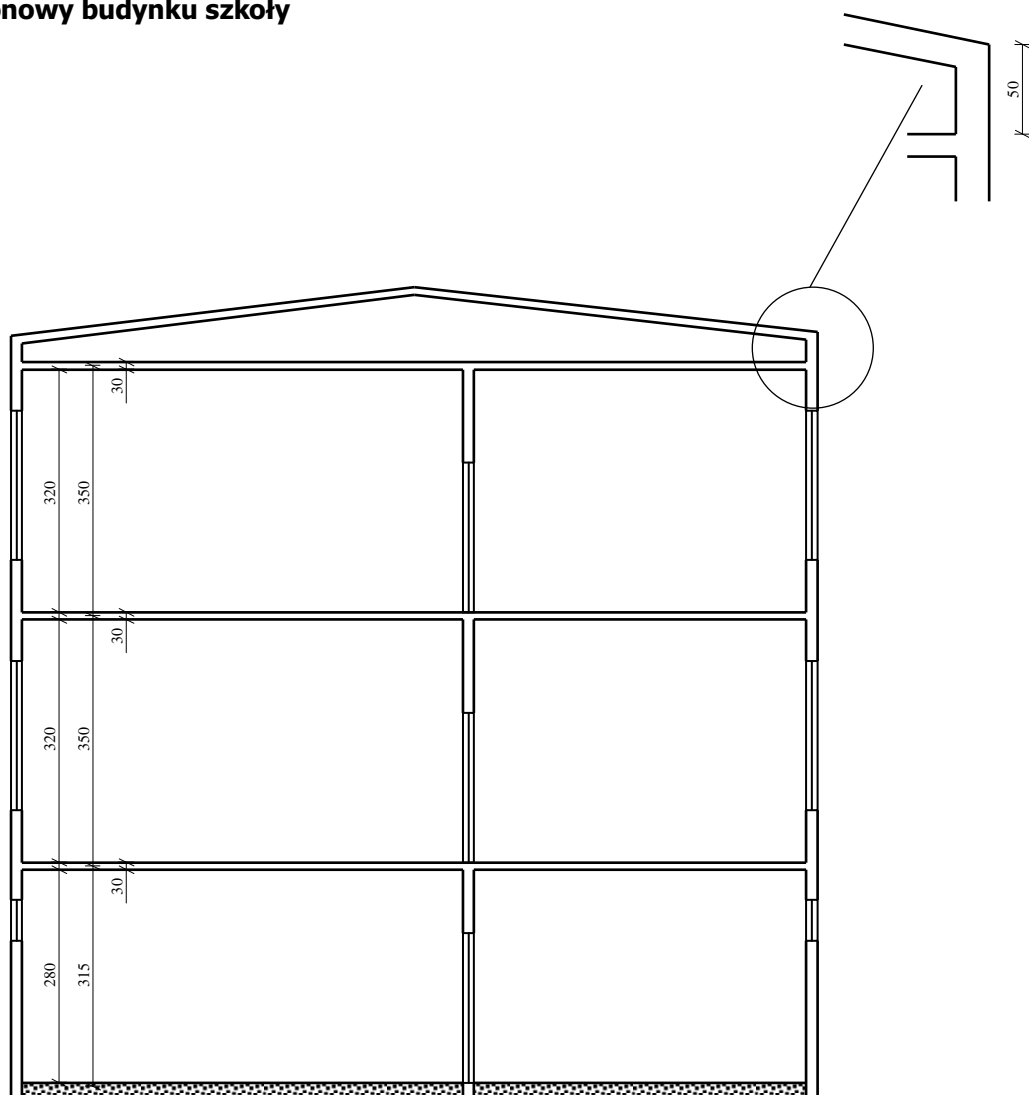
Przekroje pionowe i rzuty kondygnacji



Przekrój pionowy sali gimnastycznej i jej zaplecza

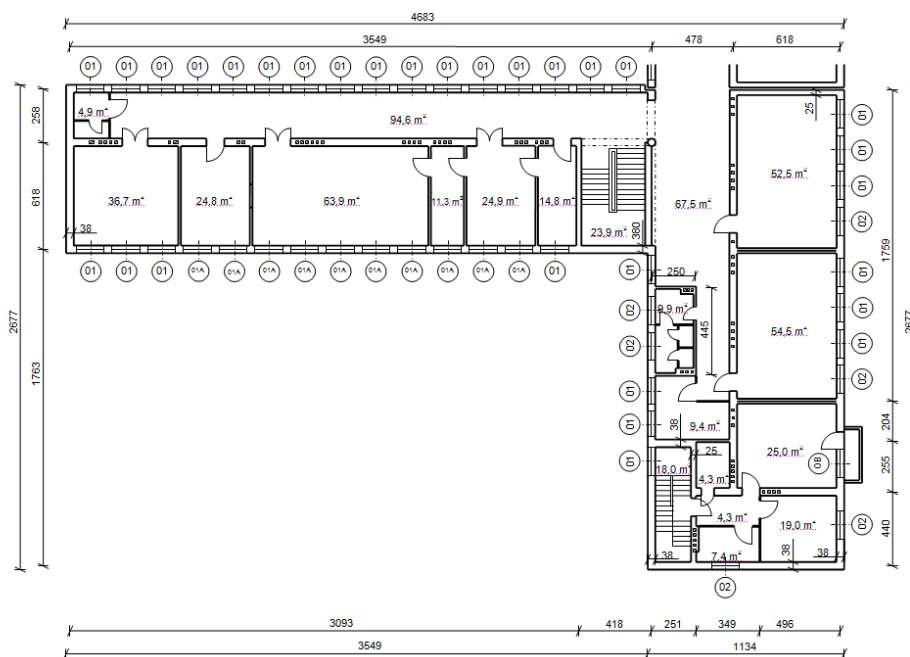


Przekrój pionowy budynku szkoły

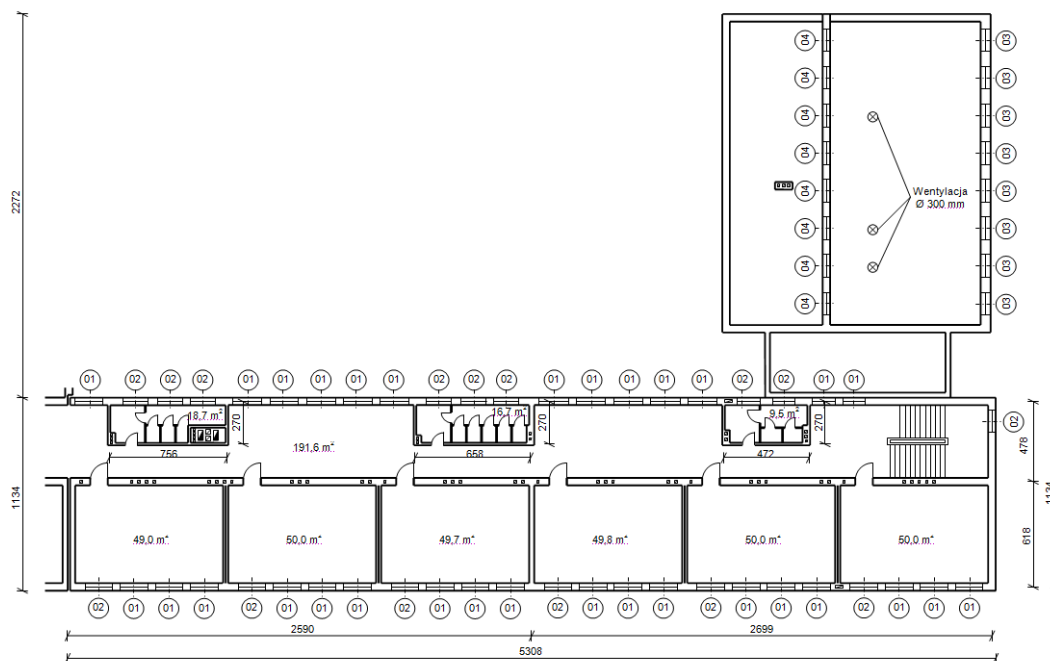


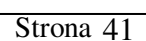
Rzuty kondygnacji

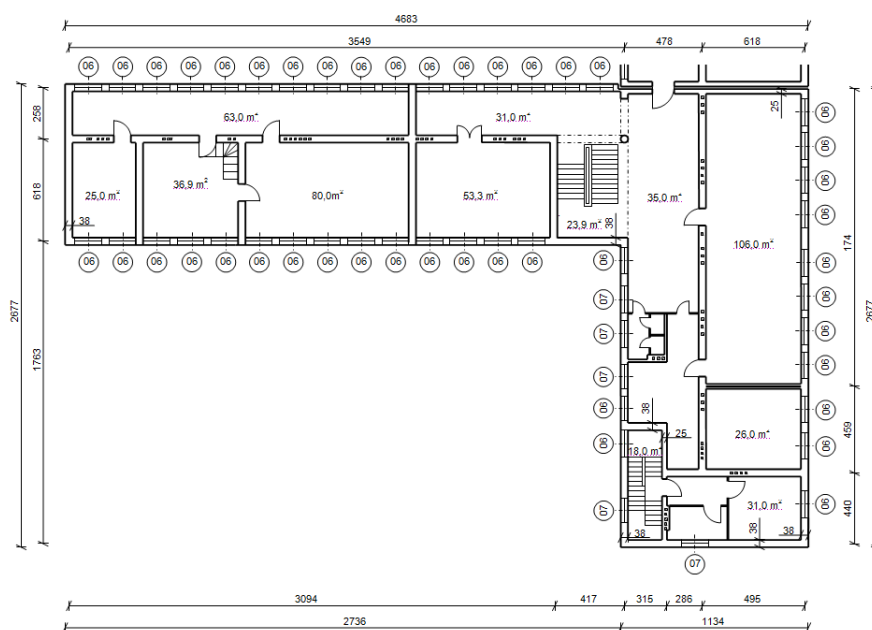
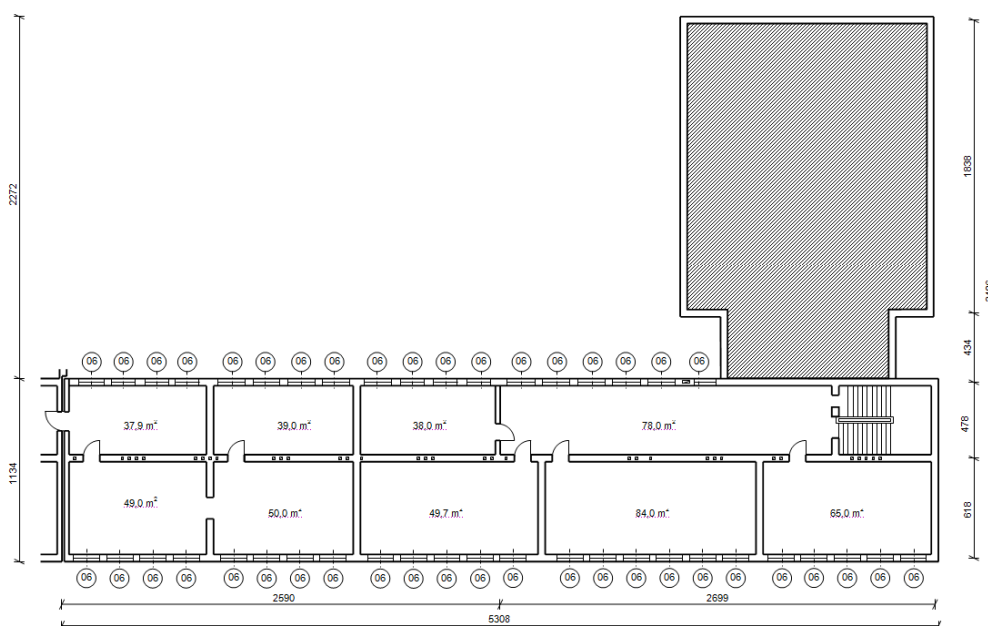
PIĘTRO A



PIĘTRO B





PIWNICA A

PIWNICA B


Załącznik 2**Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród**

Załącznik do rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. (poz. 926)

WYMAGANIA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ I INNE WYMAGANIA ZWIĄZANE Z OSZCZĘDNOŚCIĄ ENERGII

1. Izolacyjność cieplna przegród

1.1. Wartości współczynnika przenikania ciepła U_c ścian, dachów, stropów i stropodachów dla wszystkich rodzajów budynków, uwzględniające poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną oraz opady na dach o odwróconym układzie warstw, obliczone zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła oraz przenoszenia ciepła przez grunt, nie mogą być większe niż wartości $U_{c(max)}$ określone w poniższej tabeli:

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² · K)]		
		od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r. *)
1	2	3		
1	Ściany zewnętrzne:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,23	0,20
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45	0,45	0,45
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,90	0,90	0,90
2	Ściany wewnętrzne:			
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1,00	1,00	1,00
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,30	0,30	0,30
3	Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości:			
	a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokości co najmniej 20 cm	1,00	1,00	1,00
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,70	0,70	0,70
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań
5	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,20	0,18	0,15
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30	0,30
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,70	0,70	0,70
6	Podłogi na gruncie:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30	0,30
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	1,20	1,20	1,20
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,50	1,50	1,50
7	Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25	0,25	0,25
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30	0,30	0,30
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	1,00	1,00	1,00

1	2	3		
8	Stropy nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropy międzykondygnacyjne:			
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,00	1,00	1,00
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,25	0,25	0,25
Pomieszczenie ogrzewane – pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia. t_i – Temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia. *) Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.				

1.2. Wartości współczynnika przenikania ciepła U okien, drzwi balkonowych i drzwi zewnętrznych nie mogą być większe niż wartości $U_{(\max)}$ określone w poniższej tabeli:

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(\max)}$ [W/(m ² · K)]		
		od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r. *)
1	2	3		
1	Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,3	1,1	0,9
	b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	1,4
2	Okna połaciowe:			
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,1
	b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8	1,6	1,4
3	Okna w ścianach wewnętrznych:			
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,5	1,3	1,1
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,5	1,3	1,1
4	Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	1,7	1,5	1,3
5	Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań
Pomieszczenie ogrzewane – pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia. t_i – Temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia. *) Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.				

Załącznik 3

Wydruk z programu Audytor OZC 6.1 Pro
Stan aktualny – przed termomodernizacją

Wyniki ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Publiczna Szkoła Podstawowa nr 3	
	aktualizacja audytu - stan przed termomod.	
Miejscowość:	Paczków, ul. 1 Maja 2	
Adres:	ul. 1 Maja 2	
Projektant:	Norbert Szmolke	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3247,4	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	10220,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	205287	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	61816	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	267103	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	267103	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		

Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	82,3	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	26,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1242,9	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	4646,2	m ³ /h
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	6631,8	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	1877,87	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	521631	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3247	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	10220,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	578,3	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	160,6	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	183,7	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	51,0	kWh/ (m ³ ·rok)

Zestawienie przegród

Opis	U	Q _T
	W/m ² ·K	GJ/rok
Drzwi zewnętrzne PVC 3,4x2	2,600	7,60
Drzwi zewnętrzne drewniane	5,100	21,50
Okno drewniane	2,600	246,75
Okno drewniane w piwnicy	2,600	68,46
Okno PVC	1,500	229,72
Podłoga w piwnicy	0,362	105,65
Podłoga zaplecza sali gimnastycznej	0,406	29,51
Podłoga w sali gimn.	0,273	23,60
Stropodach nad salą gimn.	0,310	14,11
Stropodach na część główną szkoły	1,013	337,37
Strop - podłoga w mieszkaniu	1,429	18,27
Stropodach nad częścią sanitarną sali g.	1,232	90,70
Ściana zewnętrzna 38 cm	1,428	575,13
Ściana zewnętrzna 38 cm sala	1,428	83,18
Ściana zewnętrzna 38 cm zaplecze sali g.	1,428	53,34
Ściana zewnętrzna 50 cm przy gruncie	0,785	35,60
Ściana zewnętrzna piwnicy 50 cm	1,151	51,30

Konstrukcje przegród

Symbol	D	Opis materiału	λ
	m		W/(m·K)
P_PIW	Podłoga w piwnicy		
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wil			
Ściana przy podłodze: SZ 50 GR			
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 3,00 m			
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,90 m			
PIASEK-PL	0,2000	Piasek pylasty.	0,550
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180
BETON-2200	0,0600	Beton zwykły z kruszywa kamiennego – gęs	1,300
LINOLEUM	0,0050	Linoleum.	0,170
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:			2,169
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:			2,759
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:			0,362
P_ZAPL	Podłoga zaplecza sali gimnastycznej		
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wi			
Ściana przy podłodze: SZ 38			
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z_{gw} : 3,00 m			
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d_{nh} = m i długości D_h = m			
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d_{nv} = m i długości D_v = m			
PIASEK-PL	0,2000	Piasek pylasty.	0,550
BET-CHUDY	0,1000	Podkład z betonu chudego.	1,050
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180
BETON-2200	0,0600	Beton zwykły z kruszywa kamiennego – gęs	1,300
LASTRIKO	0,0300	Lastriko.	0,720
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:			1,858

Symbol	D	Opis materiału	λ
	m		W/(m·K)
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			2,461
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,406
PG_SG	Podłoga w sali gimn.		
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotna przy podłodze: SZ 38 SG			
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 3,00 m			
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d _{nh} = m i długości D _h = m			
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d _{nv} = m i długości D _v = m			
PIASEK-PL	0,2000	Piasek pylasty.	0,550
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180
WAR.POW.SW	0,2500	Warstwa powietrzna słabo wentylowana.	
SOSNA-WZDŁ	0,3200	Drewno sosnowe wzdłuż włókien.	0,300
DĄB	0,0300	Drewno dębowe w poprzek włókien.	0,220
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:			1,924
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			3,660
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			0,273
STR_DACH	Stropodach na częścią główną szkoły		
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotna			
TYNK-CEM	0,2000	Tynk lub gładź cementowa.	1,000
STR-DMS-27	0,2700	Strop DMS 27 cm	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m ² ·K/W]:			0,160
Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:			0,690
BETON-2200	0,0600	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęsty	1,300
PAPA-ASF	0,0200	Papa asfaltowa.	0,180

Symbol	D	Opis materiału	λ
	m		W/(m·K)
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:			0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:			0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:			0,987
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:			1,013
STR_M	Strop - podłoga w mieszkaniu		
Rodzaj przegrody: Strop ciepło do dołu, Warunki wilgotności: Średnio			
PANEL MDF	0,0090	Panele podłogowe na MDF	0,450
BETON-2200	0,0800	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300
 STR-AKER22	0,2200	Strop gęstożebrowy z wypełnieniem pustak	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:			0,170
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:			0,170
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:			0,700
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:			1,429
STR_S	Stropodach nad częścią sanitarną sali g.		
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Śre			
TYNK-CW	0,0200	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
 STR-DMS-27	0,2700	Strop DMS 27 cm	
warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. $H = 0$ m, [m ² ·K/W]:			0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:			0,514
BETON-2200	0,0600	Beton zwykły z kruszywa kamiennego - gęś	1,300
PAPA-ASF	0,0200	Papa asfaltowa.	0,180
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:			0,100
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:			0,040

Symbol	D	Opis materiału	λ
	m		W/(m·K)
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			0,812
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			1,232
SZ 38	Ściana zewnętrzna 38 cm		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wil			
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
CEGLA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:			0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:			0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			1,428
SZ 38 SG	Ściana zewnętrzna 38 cm sala		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wil			
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
CEGLA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
Opór przejmowania wewnątrz R _i , [m ² ·K/W]:			0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:			0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:			0,700
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:			1,428
SZ 38 ZAPL	Ściana zewnętrzna 38 cm zaplecze sali g.		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wil			
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820

Symbol	D	Opis materiału	λ
	m		W/(m·K)
CEGLA-PEŁN	0,3800	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:			0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:			0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:			0,700
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:			1,428
SZ 50 GR	Ściana zewnętrzna 50 cm przy gruncie		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności			
Podłoga przyległa do ściany: P_PIW			
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,90 m			
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
CEGLA-PEŁN	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R_g , [m ² ·K/W]:			0,575
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:			1,274
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:			0,785
SZ 50_PIW	Ściana zewnętrzna piwnicy 50 cm		
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wil			
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
CEGLA-PEŁN	0,5100	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zapraw	0,770
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820
Opór przejmowania wewnątrz R_i , [m ² ·K/W]:			0,130
Opór przejmowania na zewnątrz R_e , [m ² ·K/W]:			0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R , [m ² ·K/W]:			0,869
Symbol	D	Opis materiału	λ
	m		W/(m·K)
Współczynnik przenikania ciepła U , [W/(m ² ·K)]:			1,15

Załącznik 4

Wydruk z programu Audytor OZC 6.1 Pro
Stan po kompleksowej termomodernizacji

Wyniki ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Publiczna Szkoła Podstawowa nr 3	
	aktualizacja audytu - stan po termomod.	
Miejscowość:	Paczków,	
Adres:	ul. 1 Maja 2	
Projektant:	Norbert Szmolke	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3247,4	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	10220,0	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	67100	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	61816	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	128915	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	128915	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		

Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	39,7	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	12,6	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	1242,9	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	4646,2	m ³ /h
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	6631,8	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	757,81	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	210504	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3247	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	10220,0	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	233,4	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	64,8	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	74,2	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	20,6	kWh/ (m ³ ·rok)

Zestawienie przegród

Opis	U	Q _T
	W/m ² ·K	GJ/rok
Drzwi zewnętrzne PVC 3,4x2	1,300	4,19
Drzwi zewnętrzne drewniane	1,300	6,65
Okno drewniane	0,900	106,67
Okno drewniane w piwnicy	0,900	30,92
Okno PVC	0,900	156,38
Podłoga w piwnicy	0,362	105,65
Podłoga zaplecza sali gimnastycznej	0,391	29,31
Podłoga w sali gimn.	0,267	23,28
Stropodach nad salą gimn.	0,150	6,83
Stropodach na częścią główną szkoły	0,146	80,82
Strop w mieszkaniu	1,429	14,09
Stropodach nad częścią sanitarną sali g.	0,147	21,97
Ściana zewnętrzna 38 cm	0,197	79,34
Ściana zewnętrzna 38 cm sala	0,197	11,47
Ściana zewnętrzna 38 cm zaplecze sali g.	0,196	7,32
Ściana zewnętrzna 50 cm przy gruncie	0,785	35,60
Ściana zewnętrzna piwnicy 50 cm	0,196	8,75