

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

DLA BUDYNKU PODLEGAJĄCEGO GŁĘBOKIEJ MODERNIZACJI ENERGETYCZNEJ W RAMACH
REGIONALNEGO PROGRAMU OPERACYJNEGO WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO NA LATA 2014-2020.

Zespół Szkół Podstawowo-Gimnazjalnych

Podegrodzie 6

33-386 Podegrodzie

województwo: małopolskie

Wykonawca:

E-SPIN s.c.
ul. Mogilska 25
31-542 Kraków
www.espin.pl



1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1.	Dane identyfikacyjne budynku		
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1952, 2000
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji) tel. / fax.: PESEL*	Gmina Podegrodzie Podegrodzie 248 33-386 Podegrodzie woj.: małopolskie 18 445-90-66	1.4 Adres budynku Podegrodzie 6 33-386 Podegrodzie powiat: nowosądecki woj.: małopolskie	
2.	Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt		
	E-SPIN s.c. ul. Mogilska 25 31-542 Kraków woj. małopolskie tel.: 12 341 59 16 REGON 120559958		
3.	Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis		
1.	mgr inż. Łukasz KRUK Smardzowice 59B 32-077 Smardzowice woj. małopolskie PESEL 78101506811	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185	
4.	Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje		
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
2.	mgr inż. Łukasz KOWALCZYK	wykonanie bilansu ciepła	mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce Audytor Energetyczny KAPE nr 0158
3.	mgr inż. Magda OKULSKA	sprawdzenie	mgr inż. Inżynierii Środowiska, spec. ds. Urządzeń i Instalacji Ciepłych i Zdrowotnych Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1815
5.	Miejscowość i data wykonania opracowania	Kraków, 04.05.2016r.	

6.	Spis treści	
1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2.	Karta audytu energetycznego budynku	4
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	5
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana	7
5.	Charakterystyka energetyczna istniejącego budynku	8
6.	Ocena stanu technicznego budynku	10
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	11
8.	Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego.	19
9.	Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT	21
10.	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	22
11.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	24
12.	Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego	25
13.	Obliczenie efektu ekologicznego	26
14.	Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego	27
15.	Załączniki	28

2. Karta audytu energetycznego budynku				
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna		tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2 + piwnice		2 + piwnice
3.	Kubatura części ogrzewanej [m³]	11400,0		11400,0
4.	Powierzchnia netto budynku [m²]	3256,2		3256,2
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej, [m²]	0,0		0,0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²]	3216,0		3216,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0		0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	567		567
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kotłownia olejowa/podgrzewacze elektryczne		kotłownia olejowa/podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny, kotłownia olejowa		centralny, kotłownia olejowa
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,44		0,44
12.	Inne dane charakteryzujące budynek			
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]				
1.	Ściany zewnętrzne, ściany w gruncie, ściny wewnętrzne	1,24 0,43	1,01 0,70	0,22 0,16 0,25 0,22
2.	Dach / stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,88		0,18
3.	Strop na piwnicą	1,07		1,07
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,41 0,39		0,41 0,39
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,60 1,60		1,10 1,60
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy wejściowe	2,00		2,00
7.	Inne			
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,94		0,94
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96		0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,85		0,85
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 [-]	1,00		1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,94		0,94
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70		0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00		1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85		0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	grawitacyjna		grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.		stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	12956,0		11400,0
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,14		1,00

6.	Charakterystyka energetyczna budynku		
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	277,400	183,932
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	13,251	13,251
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	901,30	341,33
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1175,04	445,00
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	131,24	131,24
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1137,14 *łączne zużycie dla c.o i c.w.u.	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	j.w	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	77,849	29,482
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	101,492	38,436
7.	Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1.	Koszt za 1 GJ ciepła na ogrzewanie budynku [zł/GJ]	75,95	75,95
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	29,91	29,91
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowania ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	7164,75	7164,75
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	2,31	0,88
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Miesięczna opłata abonamentowa cwu [zł/m-c]	7,63	7,63
8.	Wskaźniki efektywności - po przeprowadzonej modernizacji - podsumowanie wyników dla wariantu optymalnego		
1.	Całkowite koszty realizacji optymalnego wariantu [zł]	1 235 220,48 zł	-----
2.	Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu energii końcowej [%]	0,00	0,00
3.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok]	730,04	
4.	(c.o. + wentylacja + c.w.u.) [kWh/rok]	202787,73	
5.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [GJ/rok]	0,00	
6.	[MWh/rok]	0,00	
7.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku [GJ/rok]	803,04	
8.	[kWh/rok]	223066,60	
9.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej [GJ/rok]	730,04	
10.	[kWh/rok]	202787,73	
11.	Zmniejszenie rocznej emisji gazów cieplarnianych [ton CO ₂ /rok]	56,51	
12.	Redukcja emisji pyłów PM10 [kg/rok]	2,19	
13.	Redukcja emisji pyłów PM2,5 [kg/rok]	2,19	

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

3.1. Rozporządzenia i Normy techniczne

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422 j.t.)
2. 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).
3. 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 (Dz.U. z 2009 Nr 43 poz.346 z późn. zm.).
4. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.
5. PN-EN ISO 6946:2008 Elementy budowlane i części budynku.
Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
6. PN-EN 13831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach.
Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
7. PN EN ISO 13370:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków.
Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania.
8. PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków.
Współczynniki wymiany ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
9. PN-EN ISO 10077:2007 Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi, żaluzji.
Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. (Cz.1, Cz.2).
10. PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła.
Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
11. PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Cz.1.
12. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
13. PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków.
Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.

3.2. Dokumentacja projektowa i inne dokumenty przekazane przez inwestora

- dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora
- ankieta wypełniona przez Inwestora
- faktury za zużyte ciepło lub paliwo

3.3. Osoby udzielające informacji

Pani Magdalena Górczyk

3.4. Wytyczne, sugestie i uwagi zlecniodawcy (inwestora)

- wzrost komfortu cieplnego
- obniżenie kosztów ogrzewania
- zmniejszenie emisji substancji zanieczyszczających do atmosfery
- wzrost efektywności energetycznej
- wykorzystanie środków z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020
- aktualne pozwolenie na budowę wydane przed 08.04.2016 r

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

4.1. Dane ogólne budynku

1.	Przeznaczenie budynku	edukacja	9.	Liczba użytkowników	567
2.	Technologia budynku	tradycyjna	10.	Rok budowy	1952, 2000
3.	Liczba kondygnacji	2 + piwnice	11.	Liczba klatek schodowych	-
4.	Budynek - szeregowy - wolnostojący	wolnostojący	12.	Powierzchnia pom. chłodzonych	-
5.	Budynek podpiwniczony	tak	13.	Liczba mieszkań /lokali	0
6.	Wysokość kondygnacji netto	3,3 m			
7.	Powierzchnia pom. ogrzewanych	3216,0			
8.	Kubatura pom. ogrzewanych	11400,0			

4.2. Opis techniczny podstawowych elementów konstrukcyjnych budynku

Ściany zewnętrzne szkoły podstawowej murowane z cegły ceramicznej o grubości 46 cm. Ściany budynku tynkowane obustronnie. Ściany zewnętrzne piwnic murowane z cegły ceramicznej o grubości 60 cm. Ściany zewnętrzne gimnazjum wykonane z pustaków o grubości 44 cm. Ściany obustronnie tynkowane.

Nad budynkiem Szkoły Podstawowej strop pod dachem drewniany, o nie wystarczającej izolacji termicznej. Nad salą gimnastyczną oraz budynkiem Gimnazjum stropy pod dachem ocieplone wełną mineralną.

Okna zewnętrzne Szkoły Podstawowej wymienione na nowe PCV, w dobrym stanie technicznym. Okno zewnętrzne w budynku Gimnazjum oraz w sali gimnastycznej stare, drewniane, podwójnie szklone, w złym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne nowe, PCV z szybą zespoloną w bardzo dobrym stanie technicznym.

4.3. Zestawienie danych dotyczących istniejących przegród budowlanych

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m ² K	POWIERZCHNIA, m ²
Przegroda 1	SZ_SP	ściana zewnętrzna szkoła	1,24	1 143,74
Przegroda 2	SZ_GIM	ściana zewnętrzna gimnazjum	0,43	1 540,25
Przegroda 3	SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	1,01	142,27
Przegroda 4	SG	ściana przy gruncie	0,70	374,18
Przegroda 5	STRPD	strop pod dachem szkoła	0,88	609,88
Przegroda 6	STRPD-GIM	strop pod dachem gimnazjum	0,25	1 394,90
Okno 1	OZS	okna zewnętrzne stare	2,60	447,46
Okno 2	OZN	okna zewnętrzne nowe	1,60	182,26
Drzwi 1	DZ	drzwi zewnętrzne	2,00	25,94

5. Charakterystyka energetyczna istniejącego budynku

Lp.	Rodzaj danych	Jednostka	Dane
1.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby c.o.	kW	ND
2.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby c.w.u. (Q_{wu})	kW	ND
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną c.o.	kW	277,40
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną c.w.u.	kW	13,25
5.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby wentylacji	kW	0,00
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego	GJ/rok	901,30
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego	GJ/rok	1175,04
8.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	GJ/rok	131,24
9.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/rok	1137,14
10.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/rok	j.w

5.1 Charakterystyka techniczna instalacji ogrzewania - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Typ instalacji	centralna
2.	Parametry pracy instalacji	80/60 °C
3.	Przewody w instalacji	stalowe
4.	Stan izolacji przewodów	dobry
5.	Rodzaj grzejników	aluminiowe, panelowe i żeliwne, członowe
6.	Oslonięcie grzejników	brak
7.	Zawory termostacyjne	tak
8.	Zawory podpionowe	tak
9.	Odpowietrzenie instalacji	centralne
10.	Naczynie wzbiorcze	tak

Wartości współczynników sprawności systemu ogrzewania

1.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,94
2.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła	η_{Hd}	0,96
3.	Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,85
4.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła	η_{Hs}	1,00
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu	η_{Htot}	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,77

5.2 Charakterystyka techniczna instalacji ciepłej wody użytkowej - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	indywidualna (SP), centralna (gimnazjum, sala gimnastyczna)
2.	Parametry pracy instalacji	55/10 °C
3.	Udział OZE	0%
4.	Opis systemu	Podgrzewacze przy punktach poboru c.w.u. (Szkoła Podstawowa). W budynku gimnazjum i sali gimnastycznej instalacja w dobrym stanie technicznym.
5.	Cyrkulacja, ograniczenia cyrkulacji	tak
6.	Zasobnik ciepłej wody (rok, pojemność)	tak
7.	Opomiarowanie instalacji ciepłej wody (wodomierze)	Brak

5.3 Charakterystyka techniczna węzła cieplnego / kotłowni w budynku - stan istniejący

Obiekt zasilany w ciepło z własnej kotłowni olejowej z automatyką pogodową. Dwa kotły firmy Viessmann o mocy 170 kW każdy. W budynku gimnazjum i sali gimnastycznej ciepła woda przygotowywana z kotłowni olejowej. Dla budynku Szkoły Podstawowej ciepła woda przygotowywana indywidualnie, za pomocą elektrycznych podgrzewaczy wody. Udział danego paliwa: olej opałowy 43,4%, energia elektryczna 56,6%.

5.4 Charakterystyka techniczna systemu wentylacji - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieszczelną stolarką okienną.
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	12956,0

6. Ocena stanu technicznego budynku		
l.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
1.	przegrody zewnętrzne	
	P1 ściana zewnętrzna szkoła U= 1,24 W/(m ² K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m ² K)
	P2 ściana zewnętrzna gimnazjum U= 0,43 W/(m ² K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,23 W/(m ² K)
	P3 ściana zewnętrzna piwnic U= 1,01 W/(m ² K)	Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic styropianem ekstrudowanym technologia lekka mokra. U=0,45 W/(m ² K)
	P4 ściana przy gruncie U= 0,70 W/(m ² K)	Docieplenie ścian w gruncie styropianem hydrofobowym - technologia lekka mokra. U=0,45 W/(m ² K)
	P5 strop pod dachem szkoła U= 0,88 W/(m ² K)	Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. U=0,18 W/(m ² K)
2.	okna i drzwi	
	Okna zewnętrzne Szkoły Podstawowej wymienione na nowe PCV, w dobrym stanie technicznym. Okno zewnętrzne w budynku Gimnazjum oraz w sali gimnastycznej stare, drewniane, podwójnie szklone, w złym stanie technicznym.	Wymiana starych okien na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
	Drzwi zewnętrzne nowe, PCV z szybą zespoloną w bardzo dobrym stanie technicznym.	Bez zmian.
3.	wentylacja	
	Wentylacja grawitacyjna sprawna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie spowodowane nieuszczelną stolarką okienną.	Wymiana starych okien na nowe spełniające warunki techniczne WT2017.
4.	instalacja ciepłej wody użytkowej	
	Dla budynku Gimnazjum i sali gimnastycznej ciepła woda przygotowywana z kotłowni olejowej. Dla budynku Szkoły Podstawowej ciepła woda przygotowywana indywidualnie, za pomocą elektrycznych podgrzewaczy wody.	Bez zmian.
5.	instalacja grzewcza	
	Obiekt zasilany w ciepło z własnej kotłowni olejowej z automatyką pogodową. Dwa kotły firmy Viessmann o mocy 170 kW każdy. Instalacja centralnego ogrzewania stalowa. Grzejniki nowe aluminiowe, panelowe oraz żeliwne, członowe. Zainstalowane przygrzejnikowe zawory termostatyczne i zawory podpionowe.	Bez zmian.
6.	Oświetlenie	Inwestor nie przewiduje modernizacji instalacji oświetleniowej.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W rozdziale dokonano:

- a) określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w rozdziale 6 dotyczącego zmniejszenia strat ciepła
- b) zestawienia optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wg wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzujące każde usprawnienie oraz nakłady finansowe

7.1. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

	symbol	przed termomodernizacją	po termomodernizacji
obliczeniowa temperatura wewnętrzna, [°C]	t_{wo}	19,10	19,10
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	t_{zo}	-20,00	-20,00
liczba stopniodni dla pomieszczeń kondygnacji nadziemnych	SD_1	3387,70	3387,70
liczba stopniodni dla pomieszczeń piwnicznych	SD_2	923,50	923,50
opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ]	O_{0z}, O_{1z}	75,95	75,95
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	O_{0m}, O_{1m}	0,00	0,00
miesięczna opłata abonamentowa, [zł]	Ab_0, Ab_1	0,00	0,00
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	x_0, x_1	1	1
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	y_0, y_1	1	1

7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	SZ_SP	
			ściana zewnętrzna szkoła		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,24	Materiał izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,80	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	886,62	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	322,832
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	1143,74	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,043126
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3387,7			

optymalizacja	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	3,80	3,00	0,26	0,009114	68,223	222343,06	19337,54	11,50
	14	4,30	3,50	0,23	0,008055	60,297	234237,95	19939,51	11,75
	15	4,55	3,75	0,22	0,007613	56,987	240185,40	20190,92	11,90
	16	4,80	4,00	0,21	0,007216	54,021	246132,85	20416,16	12,06
	18	5,30	4,50	0,19	0,006536	48,929	258027,74	20802,95	12,40

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	15	4,55	3,75	0,22	0,007613	56,987	240185,40	20190,92	11,90

7.2.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	SZ_GIM	
			ściana zewnętrzna gimnazjum		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,43	Materiał izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	2,34	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	1212,17	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	151,499
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	1540,25	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,020238
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3387,7			

optymalizacja	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² ×K/W	m ² ×K/W	W/m ² ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	5,34	3,00	0,19	0,008872	66,418	299424,60	6461,92	46,34
	14	5,84	3,50	0,17	0,008113	60,733	315443,20	6893,67	45,76
	15	6,09	3,75	0,16	0,007780	58,241	323452,50	7082,96	45,67
	16	6,34	4,00	0,16	0,007473	55,945	331461,80	7257,33	45,67
	18	6,84	4,50	0,15	0,006927	51,857	347480,40	7567,85	45,92

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² ×K/W	m ² ×K/W	W/m ² ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	15	6,09	3,75	0,16	0,007780	58,241	323452,50	7082,96	45,67

7.2.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	SZPIW	
			ściana zewnętrzna piwnic		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,01	Materiał izolacyjny	styropian	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,99	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	123,61	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	10,001
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	142,27	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,004901
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	923,5			

optymalizacja	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² ×K/W	m ² ×K/W	W/m ² ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	2,99	2,00	0,33	0,001618	3,303	30730,32	508,72	60,41
	10	3,49	2,50	0,29	0,001386	2,829	32010,75	544,70	58,77
	12	3,99	3,00	0,25	0,001212	2,474	33291,18	571,65	58,24
	14	4,49	3,50	0,22	0,001077	2,198	34571,61	592,60	58,34
	16	4,99	4,00	0,20	0,000969	1,978	35852,04	609,34	58,84

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² ×K/W	m ² ×K/W	W/m ² ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	3,99	3,00	0,25	0,001212	2,474	33291,18	571,65	58,24

7.2.4. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda :	SG	
			ściana przy gruncie		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody po usunięciu izolacji	U [W/(m²K)]	0,70	Materiał izolacyjny	styropian hydrofobowy	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,43	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,038
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	325,1	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	18,183
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	374,2	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,008910
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	923,5			

optymalizacja	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	3,53	2,11	0,28	0,003599	7,344	85313,04	823,21	103,63
	10	4,06	2,63	0,25	0,003132	6,392	89803,20	895,56	100,28
	12	4,58	3,16	0,22	0,002773	5,658	94293,36	951,29	99,12
	14	5,11	3,68	0,20	0,002487	5,075	98783,52	995,54	99,23
	16	5,64	4,21	0,18	0,002255	4,602	103273,68	1031,53	100,12

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	4,58	3,16	0,22	0,002773	5,658	94293,36	951,29	99,12

7.2.5. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	STRPD	
			strop pod dachem szkoła		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	0,88	Materiał izolacyjny	wełna mineralna	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	1,14	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	704,0	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q _{0u} [GJ/rok]	181,538
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} [m²]	609,9	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q _{0u} [MW]	0,024251
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	3387,7			

optymalizacja	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	4,64	3,50	0,22	0,005939	44,456	39764,18	10411,34	3,82
	16	5,14	4,00	0,19	0,005360	40,128	41959,74	10740,10	3,91
	18	5,64	4,50	0,18	0,004885	36,567	44155,31	11010,52	4,01
	20	6,14	5,00	0,16	0,004487	33,587	46350,88	11236,87	4,12
	22	6,64	5,50	0,15	0,004149	31,056	48546,45	11429,10	4,25

Wartość N_u przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	DR	U	q _{1u}	Q _{1u}	N _u	DO _{rU}	SPBT
	cm	m ² *K/W	m ² *K/W	W/m ² *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	18	5,64	4,50	0,18	0,004885	36,567	44155,31	11010,52	4,01

7.3.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZS				
Powierzchnia całkowita okien	A_{ok} m^2	447,46	wymiana starych okien zewnętrznych		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	U_0 $W/(m^2K)$	2,60	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q_0 GJ/rok	1363,360
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	V_{nom} m^3/h	7780,0	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q_0 MW	0,169602

Usprawnienie	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	1,10	980,00	447,46	1073,920	0,122673	21983,02	438510,80	19,95
2	0,90	1075,00	447,46	1047,725	0,119174	23972,46	481019,50	20,07

Wariant wybrany	U_1	N_{ok} jednostkowe	A_{ok}	Q_1	q_1	$\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}$	$N_{ok} + N_w$	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	$zł/m^2$	m^2	GJ/rok	MW	$zł/rok$	$zł$	lata
1	1,10	980,00	447,46	1073,920	0,122673	21983,02	438510,80	19,95

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m^3/h	vobl	9336,0	7780,0	7780,0
współczynnik przepływu, $m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{(2/3)})$	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	c_r	1,1	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_m	1,2	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	c_w	1,2	1,2	1,2

7.4. Określenie optymalnych usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

opis	jednostka	stan przed modernizacją		stan po modernizacji	
ciepło właściwe wody, c_w	kJ/kg*K	4,19		4,19	
gęstość wody, ρ_w	kg/dm ³	1		1	
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u., k_R	-	0,55		0,55	
powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych, A_f	m ²	3 216		3 216	
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, V_{wi}	dm ³ /m ² *doba	0,80		0,80	
ilość osób, L_i	os	567		567	
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, θ_w	°C	55		55	
temperatura wody zimnej, θ_0	°C	10		10	
czas użytkowania, t_R	doba	365		365	
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R*t_R/*3600$	kWh/rok	27 051,1		27 051,1	
Źródła energii do przygotowania c.w.u.	-	Nieodnawialne	OZE	Nieodnawialne	OZE
Udział odnawialnych źródeł energii	%	-		-	
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	olej opałowy 43,4%	0,94	-	0,94	-
	en. elektryczna 56,6%	0,99	-	0,99	-
sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	olej opałowy 43,4%	0,70	-	0,70	-
	en. elektryczna 56,6%	1,00	-	1,00	-
sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	olej opałowy 43,4%	0,85	-	0,85	-
	en. elektryczna 56,6%	1,00	-	1,00	-
sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	olej opałowy 43,4%	1,00	-	1,00	-
	en. elektryczna 56,6%	1,00	-	1,00	-
sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	olej opałowy 43,4%	0,56	-	0,56	-
	en. elektryczna 56,6%	0,99	-	0,99	-
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	kWh/rok	36 456,5	0,0	36 456,5	0,0
	GJ/rok	131,2	0,0	131,2	0,0
sumaryczne roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	kWh/rok	36 456,5		36 456,5	
	GJ/rok	131,2		131,2	
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\dot{s}r}=(A_f*V_{cw})/(10*1000)$	m ³ /h	0,26		0,26	
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32*L_i^{-0,244}$	-	1,98		1,98	
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m ³ wody $Q_{cwu}=c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_p/\eta_{w,tot}/10^6$	GJ/m ³	0,19		0,19	
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{max}=V_{h\dot{s}r}*Q_{cwj}*N_h*10^6/3600$	kW	26,29		26,29	
średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr}=q_{cwu}^{max}/N_h$	kW	13,25		13,25	
koszty zmienne c.w.u.	zł/GJ	108,33		108,33	
koszty stałe c.w.u.	zł/MW*mc	7 164,75		7 164,75	
abonament c.w.u.	zł/mc	7,63		7,63	
koszty wytworzenia c.w.u.	zł/rok	15 448,43		15 448,43	

8. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego.

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	h_g	0,94
sprawność przesyłania ciepła	h_d	0,96
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	h_e	0,85
sprawność akumulacji ciepła	h_s	1,00
uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	w_t	1,00
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00
sprawność całkowita systemu grzewczego	$h_g h_d h_e h_s$	0,77

8.1. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność ciepłą systemu grzewczego

L.p.	opis wariantu	$h_w h_p h_r h_e$	w_t	w_d	SZE	DO_{ro}	N_{co}	SPBT
		-	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł	lata
1	stan istniejący	0,77	1,00	1,00	901,3	-	-	-

8.2. Zestawienie usprawnień składający się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania.

L.p.	Rodzaj usprawnień	Zmiana wartości współczynników sprawności		
1	Wytwarzanie ciepła	$h_g =$	0,94 → 0,94	
	bez zmian			
2	Przesyłanie ciepła	$h_d =$	0,96 → 0,96	
	bez zmian			
3	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$h_e =$	0,85 → 0,85	
	bez zmian			
4	Akumulacja ciepła	$h_s =$	1,00 → 1,00	
	bez zmian			
5	Przerwy w czasie tygodnia	$w_t =$	1,00 → 1,00	
	bez zmian			
6	Przerwy w czasie doby	$w_d =$	1,00 → 1,00	
	bez zmian			
Sprawność całkowita systemu : $h_g h_d h_e h_s =$		$h_{\text{całk}}$	0,77 → 0,77	

9. Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres usprawnień termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
strop pod dachem szkoła	44 155,31	4,0
ściana zewnętrzna szkoła	240 185,40	11,9
okna zewnętrzne stare	438 510,80	19,9
ściana zewnętrzna gimnazjum	323 452,50	45,7
ściana zewnętrzna piwnic	33 291,18	58,2
ściana przy gruncie	94 293,36	99,1

10. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
2. Ocenę wariantów pod względem oszczędności energii i kosztów
3. Wskazanie wariantu optymalnego do realizacji

10.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W niniejszym podrozdziale uszeregowano przedsięwzięcia termomodernizacyjne wg rosnącego czasu zwrotu i sformułowano warianty termomodernizacji

WARIANT 6	+					
WARIANT 5	+	+				
WARIANT 4	+	+	+			
WARIANT 3	+	+	+	+		
WARIANT 2	+	+	+	+	+	
WARIANT 1	+	+	+	+	+	+
	strop pod dachem szkola	ściana zewnętrzna szkola	okna zewnętrzne stare	ściana zewnętrzna gimnazjum	ściana zewnętrzna piwnic	ściana przy gruncie

10.2. Zestawienie wszystkich wariantów i dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite, [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej), [%]
1	WARIANT 1	1 235 220,48	55 446,55	54,11%
2	WARIANT 2	1 140 927,12	54 790,07	53,47%
3	WARIANT 3	1 107 635,94	54 313,80	53,01%
4	WARIANT 4	784 183,44	48 252,96	47,09%
5	WARIANT 5	345 672,64	35 592,65	34,74%
6	WARIANT 6	105 487,24	12 929,64	12,62%

11. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej analizy, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku wybrano wariant nr 1

Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Należy wykonać następujące prace:

1. Docieplić ściany zewnętrzne styropianem o grubości 15 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$.
2. Docieplić ściany zewnętrzne piwnic styropianem o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$.
3. Docieplić ściany w gruncie styropianem hydrofobowym o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu $\lambda=0,038 \text{ W/(mK)}$.
4. Docieplić strop poddasza matami wełny mineralnej o grubości 18 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$.
5. Wymienić stare okna zewnętrzne na nowe spełniające warunki techniczne WT2017. Współczynnik przenikania ciepła dla całego okna $U=1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Zastosować nawiewniki powietrza.

12. Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego

		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	1175,04	445,00
	kWh/rok	326397,8	123610,1
	Koszty zł	89244,02	33797,47
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	131,24	131,24
	kWh/rok	36 456,5	36 456,5
	Koszty zł	20093,03	20093,03
Energia elektryczna - chłodzenie	GJ/rok	nie dotyczy	nie dotyczy
	kWh/rok		
	Koszty zł		
Energia elektryczna - fotowoltaika	GJ/rok	nie dotyczy	nie dotyczy
	kWh/rok		
	Koszty zł		
Energia elektryczna - oświetlenie	GJ/rok	nie dotyczy	nie dotyczy
	kWh/rok		
	Koszty zł		
Energia elektryczna - pomocnicza	GJ/rok	22,03	22,03
	kWh/rok	6120,0	6120,0
	Koszty zł	3488,4	3488,4
Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku	GJ/rok	1 328,31	598,27
	kWh/rok	368974,3	166 186,6
	Koszty zł	112825,45	57 378,90
Oszczędność energii końcowej	%	----	54,96%

13. Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźniki emisji dwutlenku węgla przyjęte w oparciu o dokument "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2013 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016", opublikowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania emisjami (KOBiZE).

Wskaźniki emisji dwutlenku węgla dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE) przyjęte zgodnie z komunikatem Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania emisjami (KOBiZE).

Wskaźniki redukcji pyłów PM₁₀ i PM_{2,5} przyjęte w oparciu o dokument Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) oparty na programie EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) pod nazwą „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013” – Part B, 1.A.4 Small combustion.

Stan przed modernizacją			
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji kgCO ₂ /GJ lub MgCO ₂ /MWh	Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok
olej opałowy	77,40	1175,04	90,95
prąd elektryczny	0,83	20,63	17,16
olej opałowy	77,40	15,82	1,22

Stan po modernizacji			
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji kgCO ₂ /GJ lub MgCO ₂ /MWh	Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji MgCO ₂ /rok
olej opałowy	77,40	445,00	34,44
prąd elektryczny	0,83	20,63	17,16
olej opałowy	77,40	15,82	1,22

Redukcja emisji gazów cieplarnianych						
Zanieczyszczenie	Redukcja emisji Mg/rok			Redukcja emisji %		
	c.o.	c.w.u.	razem	c.o.	c.w.u.	razem
CO ₂	56,51	0,00	56,51	62,13	0,00	52,27

Stan przed modernizacją					
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji		Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji	
	Pył PM ₁₀ g/GJ	Pył PM _{2,5} g/GJ		kg PM ₁₀ /rok	kg PM _{2,5} /rok
olej opałowy	3,0	3,0	1232,00	3,70	3,70

Stan po modernizacji					
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji		Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji	
	Pył PM ₁₀ g/GJ	Pył PM _{2,5} g/GJ		kg PM ₁₀ /rok	kg PM _{2,5} /rok
olej opałowy	3,0	3,0	501,96	1,51	1,51

Redukcja emisji pyłów				
Zanieczyszczenie	Redukcja emisji kg/rok		Redukcja emisji %	
	c.o.+c.w.u.		c.o.+c.w.u.	
Pył PM ₁₀	2,19		59,26	
Pył PM _{2,5}	2,19		59,26	

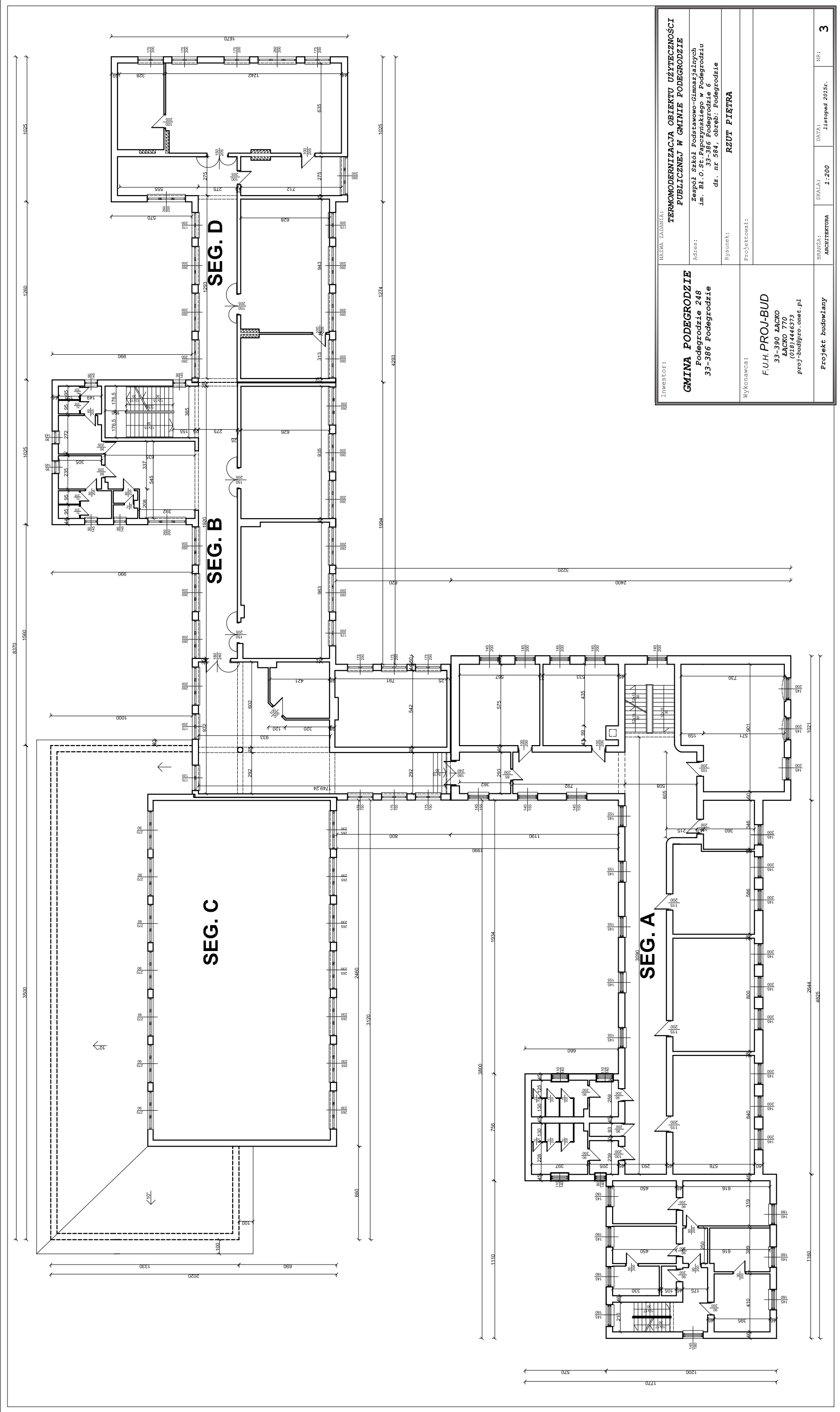
14. Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego

	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii/ redukcja zanieczyszczeń
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o.+went+c.w.u.)	GJ/rok	1 306,28	576,24	730,04
	kWh/rok	362 854,3	160 066,6	202787,7
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	GJ/rok	22,03	22,03	0
	kWh/rok	6120	6120	0
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	1608,78	805,74	803,04
	kWh/rok	446884,6	223818	223066,6
Roczna emisja gazów cieplarnianych	tonCO ₂ /rok	109,33	52,82	56,51
	%	-	-	52,27
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	3,70	1,51	2,19
	%	-	-	59,26
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	3,70	1,51	2,19
	%	-	-	59,26

15. Załączniki

15.1. Załącznik nr 1 - Uproszczona dokumentacja techniczna i fotograficzna.







15.2. Załącznik nr 2 - Współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych - wydruk z programu.

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZ	drzwi zewnętrzne	2,000	25,94
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	182,26
 OZS	okna zewnętrzne stare	2,600	447,46
 PG SG	podłoga na gruncie w sali gim.	0,391	617,40
 PGPAR	podłoga na gruncie	0,391	1178,00
 PGPIW	podłoga w piwnicy	0,412	303,50
 SD	ściana dylatacyjna	0,946	69,12
 SD_2	ściana dylatacyjna	1,175	214,42
 SG	ściana przy gruncie	0,701	325,09
 STRPD	strop pod dachem szkoła	0,881	704,00
 STRPD-GIM	strop pod dachem gimnazjum	0,254	1394,90
 STRPIW	strop nad piwnicą	1,066	303,50
 SZ_GIM	ściana zewnętrzna gimnazjum	0,427	1212,17
 SZ_SP	ściana zewnętrzna szkoła	1,244	886,62
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	1,014	123,61

Symbol	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
 DZ	drzwi zewnętrzne	2,000	25,94
 OZN	okna zewnętrzne nowe	1,600	182,26
 OZS	okna zewnętrzne stare	1,100	447,46
 PG SG	podłoga na gruncie w sali gim.	0,379	617,40
 PGPAR	podłoga na gruncie	0,379	1178,00
 PGPIW	podłoga w piwnicy	0,412	303,50
 SD	ściana dylatacyjna	0,946	69,12
 SD_2	ściana dylatacyjna	1,175	214,42
 SG	ściana przy gruncie	0,194	325,09
 STRPD	strop pod dachem szkoła	0,177	704,00
 STRPD-GIM	strop pod dachem gimnazjum	0,254	1394,90
 STRPIW	strop nad piwnicą	1,066	303,50
 SZ_GIM	ściana zewnętrzna gimnazjum	0,164	1212,17
 SZ_SP	ściana zewnętrzna szkoła	0,220	886,62
 SZPIW	ściana zewnętrzna piwnic	0,251	123,61

15.3. Załącznik nr 3 - Zestawienie wyników obliczeń komputerowych zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów modernizacyjnych.

		Zapotrzebowanie	
		Zapotrzebowanie mocy	Zapotrzebowanie na ciepło
		MW	GJ/rok kWh/rok
STAN ISTNIEJĄCY		0,2774	901,30 250360,2
Wariant			GJ/rok kWh/rok
w6	strop pod dachem szkoła	0,2601	770,72 214087,90
w5	ściana zewnętrzna szkoła	0,2232	541,84 150512,00
w4	okna zewnętrzne stare	0,1972	413,98 114993,70
w3	ściana zewnętrzna gimnazjum	0,1850	352,77 97990,60
w2	ściana zewnętrzna piwnic	0,1841	347,96 96656,20
w1	ściana przy gruncie	0,1839	341,33 94813,90

15.4. Załącznik nr 4 - Obliczenie zapotrzebowania na energię na potrzeby systemu chłodzenia.

W budynku nie występuje system chłodzenia.

15.5. Załącznik nr 5 - Określenie kosztów dla wariantu optymalnego.

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Docieplenie przegród zewnętrznych budynku (ścian, stropów, stropodachów)

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Przegroda 1 SZ_SP Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 15 cm	1 143,74	210,00	240 185,40
Przegroda 2 SZ_GIM Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 15 cm	1 540,25	210,00	323 452,50
Przegroda 3 SZPIW Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 12 cm	142,27	234,00	33 291,18
Przegroda 4 SG Ocieplenie ścian w gruncie poprzez przyklejenie płyt styropianu hydrofobowego metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 12 cm	374,18	252,00	94 293,36
Przegroda 5 STRPD Ocieplenie stropu pod dachem poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Grubość izolacji: 18 cm	609,88	72,40	44 155,31
RAZEM			735 377,75

	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Ocieplenie ościeży okiennych i drzwiowych styropianem, metodą lekką-mokrą	330,47	185,59	61 331,93

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych

OPIS	POWIERZCHNIA, m ²	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m ²	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Okno 1 okna zewnętrzne stare Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe. Współczynnik U= 1,10 W/(m ² K)	447,46	980,00	438 510,80
RAZEM			438 510,80