

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

<b>Dane budynku</b>	Nazwa budynku:	<b>Zespół Szkół w Wielogłowach</b>	
	Adres:		
	ulica:	<b>Wielogłowy 56</b>	
	kod pocztowy:	<b>33-311</b>	<b>miejsowość: Wielogłowy</b>
	powiat:	<b>nowosądecki</b>	
	województwo:	<b>małopolskie</b>	

Wykonawca:

E-SPIN s.c.  
ul. Mogilska 25  
31-542 Kraków  
[www.espin.pl](http://www.espin.pl)



Kraków, 29.06.2016r.

<b>1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku</b>			
<b>1.</b>	<b>Dane identyfikacyjne budynku</b>		
1.1. Rodzaj budynku	użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1952, 2001
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)  tel. / fax.: PESEL*	Gmina Chełmec  ul. Papieska 2 33-395 Chełmec woj.: małopolskie 18 414 56 40	1.4 Adres budynku  Wielogłowy 56 33-311 Wielogłowy powiat: nowosądecki woj.: małopolskie	
<b>2.</b>	<b>Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b>		
	E-SPIN s.c. ul. Mogilska 25 31-542 Kraków woj. małopolskie tel.: 12 341 59 16 REGON 120559958		
<b>3.</b>	<b>Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>		
1.	mgr inż. Magda OKULSKA  ul.W.Warneńczyka 13/36 39-300 Mielec woj. Podkarpackie PESEL 88041012426	mgr inż. Inżynierii Środowiska, spec. ds. Urządzeń i Instalacji Ciepłych i Zdrowotnych   Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1815	
<b>4.</b>	<b>Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac przy opracowaniu, posiadane kwalifikacje</b>		
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. Łukasz KRUK	sprawdzenie	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią  Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185
<b>Miejscowość i data wykonania opracowania</b>		Kraków, 29.06.2016r.	

5.	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 budynku	7
5.	Charakterystyka energetyczna istniejącego budynku	8
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć modernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	10
7.	Określenie optymalnego wariantu modernizacyjnego	11
8.	Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego	24
9.	Obliczenie zaoszczędzonej energii elektrycznej - modernizacja systemu oświetlenia	25
10.	Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dostarczaną do budynku dla systemów technicznych	27
11.	Zestawienie optymalnych usprawnień modernizacyjnych	28
12.	Zestawienie wszystkich wariantów i wybór optymalnego przedsięwzięcia modernizacyjnego dla budynku	29
13.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia	30
14.	Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego	31
15.	Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego	32
16.	Załączniki	33

2. Karta audytu energetycznego budynku				
1. Dane ogólne budynku		Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja budynku / technologia wykonania budynku	tradycyjna		tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2 + piwnice		2 + piwnice
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	11887,9		11887,9
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	3480,5		3480,5
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0,0		0,0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	3395,6		3395,6
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0		0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	556		556
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralny, kotłownia gazowa		centralny, kotłownia gazowa/ kolektory słoneczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny, kotłownia gazowa		centralny, kotłownia gazowa
11.	Współczynnik kształtu A/V <sub>e</sub> [1/m]	0,22		0,22
12.	Inne dane charakteryzujące budynek			
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U [W/(m <sup>2</sup> K)]				
1.	Ściany zewnętrzne	1,33 0,51 0,74	1,13 0,56 0,34	0,19 0,15 0,19 0,19 0,18 0,16
2.	Dach / stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,81 0,43		0,15 0,15
3.	Strop na piwnicą	-		-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,40 0,28	0,25 0,41	0,40 0,28 0,25 0,41
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,90 1,60		1,10 1,60
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy wejściowe	1,80		1,30
7.	Inne			
3. Sprawności składowe systemu grzewczego, współczynniki przerw w ogrzewaniu $\eta_{Htot}$				
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_{Hg}$	0,94		0,98
2.	Sprawność przesyłania $\eta_{Hd}$	0,96		0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{He}$	0,82		0,88
4.	Sprawność akumulacji $\eta_{Hs}$	1,00		1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	1,00		1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	1,00		1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $\eta_{Wtot}$				
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_{Wg}$	0,88		0,93
2.	Sprawność przesyłania $\eta_{Wd}$	0,80		0,80
3.	Sprawność akumulacji $\eta_{Ws}$	0,80		0,85
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{We}$	1,00		1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna) i inna	grawitacyjna		grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.		stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	16586,9		11888,0
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,40		1,00

6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1552,28 * łączne zużycie dla c.o. i c.w.u.	
2.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	j.w.	
3.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	328,994	239,964
4.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	13,894	12,374
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) $Q_{Hnd}$ [GJ/rok]	869,50	301,03
6.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1175,05	363,60
7.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	182,57	136,97
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku - bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m²rok)]	71,130	24,626
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m²rok)]	96,125	29,745
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku (opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem ciepła) [zł/GJ]	52,42	52,42
2.	Koszt 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc (stała opłata związana z dystrybucją i przesylem energii) [zł/(MW/m-c)]	5258,44	5258,44
3.	Miesięczna opłata abonamentowa na ogrzewanie [zł/m-c]	148,83	148,83
	Miesięczna opłata abonamentowa cwu [zł/m-c]	0,00	0,00
4.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m² pow. użytkowej [zł/(m²m-c)]	2,06	0,88
5.	Koszt przygotowania 1m³ ciepłej wody użytkowej - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem energii [zł/m³]	19,16	14,60
6.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowania ciepłej wody użytkowej na miesiąc - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesylem [zł/(MW m-c)]	5258,44	5258,44
<b>8. Wskaźniki efektywności - po przeprowadzonej modernizacji - podsumowanie wyników dla wariantu optymalnego</b>			
1.	Całkowite koszty realizacji optymalnego wariantu [zł]	1 475 267,78 zł	-----
2.	Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu energii końcowej [%]	0,00	4,62
3.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok]	831,42	
4.	(c.o. + wentylacja + c.w.u.) [kWh/rok]	230950,31	
5.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [GJ/rok]	-5,61	
6.	[MWh/rok]	-1,56	
7.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku [GJ/rok]	909,79	
8.	[kWh/rok]	252719,50	
9.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektu [GJ/rok]	825,81	
10.	[kWh/rok]	229391,73	
11.	Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych [ton równoważnika CO <sub>2</sub> /rok]	46,64	
12.	Redukcja emisji pyłów PM10 [kg/rok]	0,42	
13.	Redukcja emisji pyłów PM2,5 [kg/rok]	0,42	

### **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 CO<sub>2</sub> 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 podczas wizji lokalnej
- zestawienie faktur za zużyte paliwo przekazane przez Inwestora

#### **3.3. Osoby udzielające informacji**

Dyrekcja obiektu

#### **3.4. Data wizytacji terenowej**

25.02.2016r.

#### **3.5. Wytyczne, sugestie i uwagi zlecniodawcy (inwestora)**

- wzrost komfortu cieplnego
- obniżenie kosztów ogrzewania
- zmniejszenie emisji substancji zanieczyszczających do atmosfery
- wzrost efektywności energetycznej
- wykonanie dokumentu zgodnie z metodyką sporządzania audytu energetycznego dla budynków użyteczności publicznej podlegających głębokiej modernizacji energetycznej w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020
- wykorzystanie środków z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020

**4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku**

<b>4.1. Dane ogólne budynku</b>					
1.	Przeznaczenie budynku	edukacja	9.	Liczba użytkowników	556
2.	Technologia budynku	tradycyjna	10.	Rok budowy	1952, 2001
3.	Liczba kondygnacji	2 + piwnice	11.	Liczba klatek schodowych	-
4.	Budynek - szeregowy - wolnostojący	wolnostojący	12.	Powierzchnia pom. chłodzonych	-
5.	Budynek podpiwniczony	tak częściowo	13.	Liczba mieszkań / lokali	0
6.	Wysokość kondygnacji netto	3,1 m			
7.	Powierzchnia pom. ogrzewanych	3395,6			
8.	Kubatura pom. ogrzewanych	11887,9			

**4.2. Opis techniczny podstawowych elementów konstrukcyjnych budynku**

Ściany zewnętrzne starej części obiektu wykonane w technologii tradycyjnej, murowane z cegły ceramicznej o grubości 42 cm. Ściany przyziemia murowane z cegły ceramicznej o grubości 52 cm. Ściany zewnętrzne nowej części obiektu wykonane w technologii trójwarstwowej. Ściany obustronnie tynkowane.

Strop pod dachem starej części obiektu drewniany. Strop pod dachem nowej części obiektu gęstożebrowy. Stropy pod dachem o niewystarczającej izolacji termicznej.

Okna zewnętrzne drewniane z szybą zespoloną, w złym stanie technicznym. Okna dachowe w dobrym stanie technicznym.

Drzwi zewnętrzne w budynku aluminiowe z szybą zespoloną, nieszczelne.

**4.3. Zestawienie danych dotyczących istniejących przegród budowlanych**

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	Współczynnik przenikania ciepła U, W/m <sup>2</sup> K	POWIERZCHNIA m <sup>2</sup>
Przegroda 1	SZ SB	ściana zewnętrzna - stary budynek	1,33	860,99
Przegroda 2	SZ NB	ściana zewnętrzna - nowy budynek	0,51	1 091,07
Przegroda 3	SZPRZ SB	ściana zewnętrzna przyziemia - stary	1,13	54,96
Przegroda 4	SZP NB	ściana zew. przyziemia - nowy budynek	0,56	52,38
Przegroda 5	SG SB	ściana w gruncie - stary budynek	0,74	78,05
Przegroda 6	SG NB	ściana w gruncie - nowy budynek	0,34	122,99
Przegroda 7	STRPD SB	strop pod dachem - stary budynek	0,81	615,47
Przegroda 8	STRPD NB	strop pod dachem - nowy budynek	0,43	579,64
Okno 1	OZ DR	okna zewnętrzne drewniane z szybą	1,90	516,78
Okno 2	OZ DACH	okna dachowe	1,60	12,32
Drzwi 1	DZ	drzwi zewnętrzne alu	1,80	23,12

**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. ( $q_{\text{cwu}}$ )	kW	ND
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o.	kW	328,99
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	kW	13,89
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	869,50
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego	GJ/rok	1175,05
8.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	GJ/rok	182,57
9.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	GJ/rok	1552,28
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 (stary budynek); PCV (nowy budynek)	
4.	Stan izolacji przewodów	zły (stary budynek); dobry (nowy budynek)	
5.	Rodzaj grzejników	stare, stalowe (stary budynek); stalowe panelowe	
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	$\eta_{Hg}$	0,94
2.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła	$\eta_{Hd}$	0,96
3.	Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{He}$	0,82
4.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{Hs}$	1,00
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu	$\eta_{Htot}$	0,74
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t$	1,00
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	1,00



<b>5.2 Charakterystyka techniczna instalacji ciepłej wody użytkowej - stan istniejący</b>		
Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	centralna
2.	Parametry pracy instalacji	55/10 °C
3.	Udział OZE	0
4.	Opis systemu	Ciepła woda użytkowa przygotowywana w kotłowni gazowej. Instalacja w dobrym stanie technicznym.
5.	Cyrkulacja, ograniczenia cyrkulacji	tak
6.	Zasobnik ciepłej wody (rok, pojemność)	500 l
7.	Opomiarowanie instalacji ciepłej wody (wodomierze)	brak

<b>5.3 Charakterystyka techniczna węzła cieplnego / kotłowni w budynku - stan istniejący</b>
<p>Obiekt ogrzewany za pomocą własnej kotłowni gazowej. Dwa kotły gazowe Viessmann o mocy 170 kW każdy, z automatyką pogodową. Ciepła woda użytkowa przygotowywana w kotłowni gazowej. Kocioł gazowy o mocy 64,4 kW.</p>

<b>5.4 Charakterystyka techniczna systemu wentylacji - stan istniejący</b>		
Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj wentylacji	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	16586,9

<b>5.5 Charakterystyka techniczna instalacji oświetlenia - stan istniejący</b>
Obszar nie objęty projektem.

6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć modernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego		
L.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
1.	<b>przegrody zewnętrzne</b>	
	P1 ściana zewnętrzna - stary budynek U= 1,33 W/(m <sup>2</sup> K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,20 W/(m <sup>2</sup> K)
	P2 ściana zewnętrzna - nowy budynek U= 0,51 W/(m <sup>2</sup> K)	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,20 W/(m <sup>2</sup> K)
	P3 ściana zewnętrzna przyziemia - stary bud U= 1,13 W/(m <sup>2</sup> K)	Docieplenie ścian zewnętrznych przyziemia styropianem - technologia lekka mokra. U=0,20 W/(m <sup>2</sup> K)
	P4 ściana zew. przyziemia - nowy budynek U= 0,56 W/(m <sup>2</sup> K)	Docieplenie ścian zewnętrznych przyziemia styropianem - technologia lekka mokra. U=0,20 W/(m <sup>2</sup> K)
	P5 ściana w gruncie - stary budynek U= 0,74 W/(m <sup>2</sup> K)	Docieplenie ścian w gruncie styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. U=0,20 W/(m <sup>2</sup> K)
	P6 ściana w gruncie - nowy budynek U= 0,34 W/(m <sup>2</sup> K)	Docieplenie ścian w gruncie styropianem ekstrudowanym - technologia lekka mokra. U=0,20 W/(m <sup>2</sup> K)
	P7 strop pod dachem - stary budynek U= 0,81 W/(m <sup>2</sup> K)	Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. U=0,15 W/(m <sup>2</sup> K)
	P8 strop pod dachem - nowy budynek U= 0,43 W/(m <sup>2</sup> K)	Docieplenie stropu pod dachem matami wełny mineralnej. U=0,15 W/(m <sup>2</sup> K)
2.	<b>okna i drzwi</b>	
	Okna zewnętrzne drewniane z szybą zespoloną, w złym stanie technicznym. Okna dachowe w dobrym stanie technicznym.	Wymiana okien zewnętrznych drewnianych na nowe okna wraz z nawiewnikami powietrza, spełniające warunki techniczne WT2017.
3.	Drzwi zewnętrzne w budynku aluminiowe z szybą zespoloną, nieszczelne.	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2021.
4.	<b>system grzewczy</b>	
	Obiekt ogrzewany za pomocą własnej kotłowni gazowej. Dwa kotły gazowe Viessmann o mocy 170 kW każdy, z automatyką pogodową. W starej części obiektu instalacja stara, stalowa z grzejnikami starymi, stalowymi o dużej bezwładności cieplnej. W nowym budynku instalacja PCV z grzejnikami stalowymi, panelowymi o znikomej bezwładności cieplnej. Zainstalowane zawory termostatyczne.	Wymiana źródła ciepła na nowoczesną kondensacyjną kotłownię gazową z automatyką pogodową. Kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami w starym budynku, zastosowanie zaworów termostatycznych i podpionowych. Zainstalowanie liczników ciepła do opomiarowania budynku.
5.	<b>instalacja ciepłej wody użytkowej</b>	
	Ciepła woda użytkowa przygotowywana w kotłowni gazowej. Kocioł gazowy o mocy 64,4 kW. Zasobnik o pojemności 500 litrów. Instalacja w dobrym stanie technicznym.	Wymiana źródła ciepła na nowoczesny kocioł gazowy wraz z zasobnikiem c.w.u. Instalacja liczników c.w.u. Montaż kolektorów słonecznych do wspomagania przygotowania c.w.u. wraz z automatyką i licznikiem pozyskanego ciepła.
6.	<b>wentylacja</b>	
	Wentylacja grawitacyjna. Stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Bez zmian.
7.	<b>instalacja oświetlenia wbudowanego</b>	
	Oświetlenie wbudowane	Inwestor nie przewiduje modernizacji instalacji oświetleniowej.

**7. Określenie optymalnego wariantu modernizacyjnego****7.1. Do obliczeń przyjęto następujące dane:**

		Symbol	Jednostki	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
1.	obliczeniowa temperatura zewnętrzna	$t_{zo}$	°C	-20,00	-20,00
2.	obliczeniowa temperatura wewnętrzna	$t_{wo}$	°C	19,39	19,39
3.	liczba stopniodni dla pomieszczeń kondygnacji nadziemnych	$SD_1$	dzień K/rok	3452,08	3452,08
4.	liczba stopniodni dla pomieszczeń piwnicznych	$SD_2$	dzień K/rok	3452,08	3452,08
5.	udział n-tego źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po termomodernizacji	$x_0, x_1$	-	1	1
6.	udział n-tego źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po termomodernizacji	$y_0, y_1$	-	1	1

**7.1.1 Jednostkowe opłaty za moc zamówioną i zużyte ciepło**

Opłaty przed modernizacją		Cena brutto
Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył), [zł/GJ]		52,42
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył), [zł/(MW×miesiąc)]		5258,44
Opłata abonamentowa, [zł/m-c]		148,83
Opłaty po modernizacji		Cena brutto
Opłata zmienna za ciepło (dystrybucja + przesył), [zł/GJ]		52,42
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył), [zł/(MW×miesiąc)]		5258,44
Opłata abonamentowa, [zł/m-c]		148,83

**7.1.2 Inne opłaty i taryfy (kalkulacja kosztów zmiennych i stałych)**

Nie dotyczy.

Tabele optymalizacji odbiegają od wzoru przedstawionego w "Metodyce sporządzania audytu energetycznego dla budynków użyteczności publicznej podlegających głębokiej modernizacji energetycznej w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020" jednak nie ma to wpływu na wyniki. Sposób przeprowadzenia obliczeń jest tożsamy z metodyką. Do obliczeń przyjęto wszystkie wymagane parametry.

7.2.1. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku			Przegroda (symbol):	SZ SB	
			ściana zewnętrzna - stary budynek		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²K)]	1,33	Materiał izolacyjny	styropian lambda 0,031W/(mK)	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²×K)/W]	0,75	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,031
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	748,69	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q <sub>0u</sub> [GJ/rok]	296,994
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> [m²]	860,99	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q <sub>0u</sub> [MW]	0,039223
Liczba stopniodni	S <sub>d</sub> [dzień×K/rok]	3452,1			

optymalizacja	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	3,98	3,23	0,25	0,007414	56,139	172198,00	14632,81	11,77
	12	4,62	3,87	0,22	0,006379	48,304	180807,90	15108,80	11,97
	14	5,27	4,52	0,19	0,005598	42,389	189417,80	15468,20	12,25
	16	5,91	5,16	0,17	0,004987	37,764	198027,70	15749,17	12,57
	18	6,56	5,81	0,15	0,004497	34,049	206637,60	15974,87	12,94

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	5,27	4,52	0,19	0,005598	42,389	189417,80	15468,20	12,25

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Wariant wybrany - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość  $U_{max}$  zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021, przy najniższym SPBT

Pozostałe warianty - o grubości warstwy izolacji, mniejszej i większej niż w wariantcie wybranym

7.2.2. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol):	SZ NB
				ściana zewnętrzna - nowy budynek	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,51	Material izolacyjny	styropian lambda 0,031W/(mK)	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	$R$ [(m <sup>2</sup> *K)/W]	1,96	Współczynnik przewodzenia ciepła	$\lambda$ [W/(mK)]	0,031
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A$ [m <sup>2</sup> ]	948,76	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_{0u}$ [GJ/rok]	144,035
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{koszt}$ [m <sup>2</sup> ]	1091,07	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0u}$ [MW]	0,019022
Liczba stopniodni	$S_d$ [dzień*K/rok]	3452,1			

optymalizacja	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	5,19	3,23	0,19	0,007200	54,519	218214,00	5438,44	40,12
	12	5,84	3,87	0,17	0,006404	48,491	229124,70	5804,62	39,47
	14	6,48	4,52	0,15	0,005767	43,664	240035,40	6097,90	39,36
	16	7,13	5,16	0,14	0,005244	39,711	250946,10	6338,07	39,59
	18	7,77	5,81	0,13	0,004809	36,414	261856,80	6538,37	40,05

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	6,48	4,52	0,15	0,005767	43,664	240035,40	6097,90	39,36

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Wariant wybrany - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość  $U_{max}$  zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021, przy najniższym SPBT

Pozostałe warianty - o grubości warstwy izolacji, mniejszej i większej niż w wariantcie wybranym

7.2.3. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol):	SZPRZ SB
				ściana zewnętrzna przyziemia - stary bud	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,13	Material izolacyjny	styropian lambda 0,031W/(mK)	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	$R$ [(m <sup>2</sup> *K)/W]	0,88	Współczynnik przewodzenia ciepła	$\lambda$ [W/(mK)]	0,031
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A$ [m <sup>2</sup> ]	49,96	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_{0u}$ [GJ/rok]	16,898
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{koszt}$ [m <sup>2</sup> ]	54,96	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0u}$ [MW]	0,002232
Liczba stopniodni	$S_d$ [dzień*K/rok]	3452,1			

optymalizacja	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	4,11	3,23	0,24	0,000479	3,628	10992,00	806,21	13,63
	12	4,75	3,87	0,21	0,000414	3,135	11541,60	836,13	13,80
	14	5,40	4,52	0,19	0,000365	2,760	12091,20	858,89	14,08
	16	6,04	5,16	0,17	0,000326	2,466	12640,80	876,80	14,42
	18	6,69	5,81	0,15	0,000294	2,228	13190,40	891,25	14,80

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	5,40	4,52	0,19	0,000365	2,760	12091,20	858,89	14,08

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Wariant wybrany - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość  $U_{max}$  zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021, przy najniższym SPBT

Pozostałe warianty - o grubości warstwy izolacji, mniejszej i większej niż w wariantcie wybranym

7.2.4. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda :	SZP NB
				ściana zew. przyziemia - nowy budynek	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,56	Material izolacyjny	styropian lambda 0,031W/(mK)	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	$R$ [(m <sup>2</sup> *K)/W]	1,80	Współczynnik przewodzenia ciepła	$\lambda$ [W/(mK)]	0,031
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A$ [m <sup>2</sup> ]	47,6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_{0u}$ [GJ/rok]	7,897
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{koszt}$ [m <sup>2</sup> ]	52,4	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0u}$ [MW]	0,001043
Liczba stopniodni	$S_d$ [dzień*K/rok]	3452,1			

optymalizacja	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	4,38	2,58	0,23	0,000428	3,243	9952,20	282,72	35,20
	10	5,02	3,23	0,20	0,000373	2,827	10476,00	308,03	34,01
	12	5,67	3,87	0,18	0,000331	2,505	10999,80	327,57	33,58
	14	6,31	4,52	0,16	0,000297	2,249	11523,60	343,12	33,58
	16	6,96	5,16	0,14	0,000270	2,041	12047,40	355,79	33,86

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	5,67	3,87	0,18	0,000331	2,505	10999,80	327,57	33,58

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Wariant wybrany - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość  $U_{max}$  zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021, przy najniższym SPBT

Pozostałe warianty - o grubości warstwy izolacji, mniejszej i większej niż w wariantcie wybranym

7.2.5. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku			Przegroda (symbol):	SG SB	
			ściana w gruncie - stary budynek		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m²·K)]	0,74	Materiał izolacyjny	styropian ekstrudowany	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m²·K)/W]	1,36	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m²]	72,3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q <sub>0u</sub> [GJ/rok]	15,843
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A <sub>koszt</sub> [m²]	78,1	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q <sub>0u</sub> [MW]	0,002092
Liczba stopniodni	S <sub>d</sub> [dzień×K/rok]	3452,1			

optymalizacja	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	10	4,14	2,78	0,24	0,000688	5,209	22244,25	646,08	34,43
	12	4,69	3,33	0,21	0,000606	4,592	23258,90	683,53	34,03
	14	5,25	3,89	0,19	0,000542	4,106	24273,55	713,06	34,04
	16	5,80	4,44	0,17	0,000490	3,713	25288,20	736,93	34,32
	18	6,36	5,00	0,16	0,000448	3,389	26302,85	756,64	34,76

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
14	5,25	3,89	0,19	0,000542	4,106	24273,55	713,06	34,04

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Wariant wybrany - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość  $U_{max}$  zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021, przy najniższym SPBT

Pozostałe warianty - o grubości warstwy izolacji, mniejszej i większej niż w wariantie wybranym



7.2.6. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol):	SG NB
				ściana w gruncie - nowy budynek	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,34	Material izolacyjny	styropian ekstrudowany	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	$R$ [(m <sup>2</sup> *K)/W]	2,92	Współczynnik przewodzenia ciepła	$\lambda$ [W/(mK)]	0,036
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A$ [m <sup>2</sup> ]	113,9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_{0u}$ [GJ/rok]	11,650
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{koszt}$ [m <sup>2</sup> ]	123,0	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0u}$ [MW]	0,001539
Liczba stopniodni	$S_d$ [dzień*K/rok]	3452,1			

optymalizacja	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	5,14	2,22	0,19	0,000873	6,611	31239,46	306,15	102,04
	10	5,69	2,78	0,18	0,000788	5,966	33945,24	345,34	98,30
	12	6,25	3,33	0,16	0,000718	5,436	36651,02	377,56	97,07
	14	6,80	3,89	0,15	0,000659	4,992	39356,80	404,53	97,29
	16	7,36	4,44	0,14	0,000609	4,615	42062,58	427,42	98,41

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
12	6,25	3,33	0,16	0,000718	5,436	36651,02	377,56	97,07

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Wariant wybrany - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość  $U_{max}$  zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021, przy najniższym SPBT

Pozostałe warianty - o grubości warstwy izolacji, mniejszej i większej niż w wariantcie wybranym

7.2.7. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol):	STRPD SB
				strop pod dachem - stary budynek	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,81	Material izolacyjny	wełna mineralna	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	$R$ [(m <sup>2</sup> ×K)/W]	1,23	Współczynnik przewodzenia ciepła	$\lambda$ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A$ [m <sup>2</sup> ]	647,9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_{0u}$ [GJ/rok]	157,096
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{koszt}$ [m <sup>2</sup> ]	615,5	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0u}$ [MW]	0,020747
Liczba stopniodni	$S_d$ [dzień×K/rok]	3452,1			

optymalizacja	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	18	5,73	4,50	0,17	0,004454	33,723	46160,25	7495,40	6,16
	20	6,23	5,00	0,16	0,004096	31,016	48622,13	7659,83	6,35
	22	6,73	5,50	0,15	0,003792	28,712	51084,01	7799,82	6,55
	24	7,23	6,00	0,14	0,003530	26,726	53545,89	7920,45	6,76
	26	7,73	6,50	0,13	0,003301	24,997	56007,77	8025,48	6,98

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	22	6,73	5,5	0,15	0,003792	28,712	51084,01	7799,82	6,55

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Wariant wybrany - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość  $U_{max}$  zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021, przy najniższym SPBT

Pozostałe warianty - o grubości warstwy izolacji, mniejszej i większej niż w wariantcie wybranym

7.2.8. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol):	STRPD NB
				strop pod dachem - nowy budynek	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,43	Material izolacyjny	wełna mineralna	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	$R$ [(m <sup>2</sup> ×K)/W]	2,32	Współczynnik przewodzenia ciepła	$\lambda$ [W/(mK)]	0,040
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A$ [m <sup>2</sup> ]	610,2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_{0u}$ [GJ/rok]	78,435
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{koszt}$ [m <sup>2</sup> ]	579,6	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_{0u}$ [MW]	0,010359
Liczba stopniodni	$S_d$ [dzień×K/rok]	3452,1			

optymalizacja	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	5,82	3,50	0,17	0,004129	31,268	38835,88	2865,57	13,55
	16	6,32	4,00	0,16	0,003803	28,794	41154,44	3015,85	13,65
	18	6,82	4,50	0,15	0,003524	26,683	43473,00	3144,10	13,83
	20	7,32	5,00	0,14	0,003283	24,860	45791,56	3254,83	14,07
	22	7,82	5,50	0,13	0,003073	23,271	48110,12	3351,40	14,36

Wartość  $N_u$  przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	$\Delta R$	U	$q_{1u}$	$Q_{1u}$	$N_u$	$\Delta O_{rU}$	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> *K/W	m <sup>2</sup> *K/W	W/m <sup>2</sup> *K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	18	6,82	4,50	0,15	0,003524	26,683	43473,00	3144,10	13,83

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

Wariant wybrany - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość  $U_{max}$  zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021, przy najniższym SPBT

Pozostałe warianty - o grubości warstwy izolacji, mniejszej i większej niż w wariantie wybranym

7.3.1. Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacyjnego					
Przegroda (symbol):	OZ DR				
Powierzchnia całkowita okien	$A_{ok}$ $m^2$	516,78	wymiana okien zewnętrznych, montaż nawiewników powietrza		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	$U_0$ $W/(m^2K)$	1,90	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_0$ $GJ/rok$	1918,753
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	$V_{nom}$ $m^3/h$	11125,1	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_0$ $MW$	0,247267

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	750,00	516,78	1321,225	0,171385	36110,66	387585,00	10,73
2	0,90	950,00	516,78	1290,398	0,167314	37983,51	490941,00	12,93

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	750,00	516,78	1321,225	0,171385	36110,66	387585,00	10,73

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, $m^3/h$	vobl	15575,1	11125,1	11125,1
współczynnik przepływu, $m^3/(m^2 \cdot h \cdot daPa^{(2/3)})$	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	$c_r$	1,2	0,85	0,85
współczynnik korekcyjny	$c_m$	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_w$	1,2	1,2	1,2

Rozpatrywane warianty usprawniania:

Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na okna szczelne, o lepszych współczynnikach  $U_k$  z nawiewnikami.

Wariant 1- okna o współczynniku przenikania ciepła  $U_{bk}$  zgodnie z wymaganiami WT 2017

Wariant 2 - okna o lepszym współczynniku przenikania ciepła  $U_{bk}$

7.4.1. Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacyjnego					
Przegroda (symbol):	DZ				
Powierzchnia całkowita drzwi	$A_{ok}$ $m^2$	23,12	wymiana drzwi zewnętrznych		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	$U_0$ $W/(m^2K)$	1,80	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	$Q_0$ $GJ/rok$	91,214
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	$V_{nom}$ $m^3/h$	497,7	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	$q_0$ $MW$	0,011638

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	1,30	1600,00	23,12	69,581	0,007850	1373,04	36992,00	26,94
2	1,10	1800,00	23,12	68,202	0,007668	1456,83	41616,00	28,57

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	1,30	1600,00	23,12	69,581	0,007850	1373,04	36992,00	26,94

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, $m^3/h$	vobl	746,6	497,7	497,7
współczynnik przepływu, $m^3/(m^2 \cdot Pa^{2/3})$	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	$c_r$	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_m$	1,5	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	$c_w$	1,2	1,2	1,2

#### Rozpatrywane warianty usprawniania:

Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach  $U_d$ .

Wariant 1 - drzwi o współczynniku przenikania ciepła  $U_d$  zgodnie z wymaganiami WT 2021

Wariant 2 - drzwi o lepszym współczynniku przenikania ciepła  $U_d$

<b>7.5. Przedsięwzięcie modernizacyjne prowadzące do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku</b>					
System zaopatrzenia w c.w.u.	Jednostki	Stan istniejący		Stan po modernizacji	
ciepło właściwe wody, $c_w$	$\text{kJ/kg}^\circ\text{K}$	4,19		4,19	
gęstość wody, $\rho_w$	$\text{kg/dm}^3$	1		1	
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u., $k_R$	-	0,55		0,55	
powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych, $A_f$	$\text{m}^2$	3 396		3 396	
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, $V_{wi}$	$\text{dm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{doba}$	0,80		0,80	
ilość osób, $L_i$	os	556		556	
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, $\theta_w$	$^\circ\text{C}$	55		55	
temperatura wody zimnej, $\theta_0$	$^\circ\text{C}$	10		10	
czas użytkowania, $t_R$	doba	365		365	
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową pozyskaną z instalacji solarnej	$\text{kWh/rok}$	-		4 500,0	
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	$\text{kWh/rok}$	28 561,8		24 061,8	
Źródła energii do przygotowania c.w.u.	-	Nieodnawialne	OZE	Nieodnawialne	OZE
Udział odnawialnych źródeł energii	%	100,0	0,0	84,2	15,8
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,88	-	0,93	0,93
sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	-	0,80	-	0,80	0,80
sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	-	0,80	-	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	-	1,00	-	1,00	1,00
sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	-	0,56	-	0,63	0,63
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	$\text{kWh/rok}$	50 713,5	0,0	38 048,4	7 115,7
	$\text{GJ/rok}$	182,6	0,0	137,0	25,6
sumaryczne roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	$\text{kWh/rok}$	50 713,5		45 164,2	
	$\text{GJ/rok}$	182,6		162,6	
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\text{sr}}=(A_f \cdot V_{cw})/(10 \cdot 1000)$	$\text{m}^3/\text{h}$	0,27		0,27	
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32 \cdot L_i^{-0,244}$	-	1,99		1,99	
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie $1\text{m}^3$ wody $Q_{cwi}=c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R / \eta_{w,tot} / 10^6$	$\text{GJ/m}^3$	0,18		0,16	
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwu}^{\text{max}}=V_{h\text{sr}} \cdot Q_{cwi} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	$\text{kW}$	27,70		24,67	
średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\text{sr}}=q_{cwu}^{\text{max}}/N_h$	$\text{kW}$	13,89		12,37	

**7.5.1. Ocena przedsięwzięcia modernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej**Dane do obliczeń - stan istniejący

- |  |                        |        |        |
|--|------------------------|--------|--------|
| 1. Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego | $Q_{KW} =$             | 182,57 | GJ/rok |
| 2. Średnia moc na potrzeby c.w.u.          | $q_{CW\ \acute{s}r} =$ | 0,0139 | MW     |

Rozpatrywane są następujące usprawnienia instalacji c.w.u.

Wymiana źródła ciepła na nowoczesny kocioł gazowy wraz z zasobnikiem c.w.u. Instalacja liczników c.w.u. Montaż kolektorów słonecznych

Energia pozyskana z 1 kolektora	900	[kWh/rok]
Ilość dobranych kolektorów	5	[sztuk]
Ilość energii pozyskanej przez system	4500	[kWh/rok]

Powierzchnia jednego panelu wynosi 2,05 m<sup>2</sup>. Powierzchnia absorbera wynosi: 10,25 m<sup>2</sup>

Lp.		Jednostki	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Średnia moc na potrzeby c.w.u. $q_{CW\ \acute{s}r}$	MW	0,0139	0,0124
2.	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{KW}$	GJ./rok	182,57	162,59
3.	Oplata zmienna c.w.u. $Q_{bz}$	zł/GJ	52,42	52,42
4.	Roczna opłata stała za moc $O_{om}$	zł/MW/rok	63 101,28	63 101,28
5.	Roczny abonament c.w.u. $A_b$	zł/rok	0,00	0,00
6.	Roczny koszt przygotowania c.w.u. $O_{cw}$	zł/rok	10 446,98	7 961,00
7.	Roczne oszczędności kosztów przygotowania c.w.u. $\Delta O_{rcw}$	zł/rok	-----	2 485,98
8.	Koszt modernizacji instalacji c.w.u. $N_{cw}$	zł	-----	37 500,00
9.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-----	15,1
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	%	0,00	15,76

Podstawa przyjętych wartości  $N_{cw}$

Wartość  $N_{cw}$  przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Koszt modernizacji $N_{cw} =$	37 500,00	zł	SPBT =	15,1	lat
-------------------------------	-----------	----	--------	------	-----

**8. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu grzewczego**Dane do obliczeń - stan istniejący

- |   |             |        |        |
|---|-------------|--------|--------|
| 1. Zapotrzebowanie mocy do ogrzewania budynku | $q_{Hco} =$ | 328,99 | kW     |
| 2. Sezonowe zapotrzebowanie ciepła            | $Q_{Hco} =$ | 869,50 | GJ/rok |

Instalacja c.o. - stan istniejący

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Typ instalacji             | centralna                      |
| 2. Parametry pracy instalacji | 80/60 °C                       |
| 3. Przewody w instalacji      | stalowe (stary budynek); PC    |
| 4. Stan izolacji przewodów    | zły (stary budynek); dobry (   |
| 5. Rodzaj grzejników          | stare, stalowe (stary budynek) |
| 6. Oslonięcie grzejników      | brak                           |
| 7. Zawory termostacyjne       | tak                            |
| 8. Zawory podpionowe          | tak                            |
| 9. Odpowietrzenie instalacji  | centralne                      |
| 10. Naczynie wzbiorcze        | tak                            |

**Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu ogrzewania**

Lp.	Opis usprawnienia	Ilość	Cena jednostkowa	Koszt
1.	Wymiana kotłowni na nowoczesną, kondensacyjną kotłownię gazową z automatyką pogodową i licznikiem ciepła.	1	192 000,00	192 000,00
2.	Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Montaż przygrzejnikowych zaworów termostacyjnych, zaworów odcinających, równoważących oraz automatycznych odpowietrzników na pionach.	63	2 000,00	126 000,00

**Zestawienie współczynników sprawności systemu ogrzewania związanych z modernizacją**

Lp.		Współczynniki sprawności			
		Stan istniejący		Stan po modernizacji	
1.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania	$\eta_{Hg}$	0,94	$\eta_{Hg}$	0,98
2.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu	$\eta_{Hd}$	0,96	$\eta_{Hd}$	0,96
3.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji	$\eta_{Hs}$	1,00	$\eta_{Hs}$	1,00
4.	Średnia sezonowa sprawność regulacji	$\eta_{He}$	0,82	$\eta_{He}$	0,88
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita	$\eta_{Htot}$	0,74	$\eta_{Htot}$	0,83
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu tygodnia	$w_t$	1,00	$w_t$	1,00
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników	$w_d$	1,00	$w_d$	1,00



<b>8.1. Ocena finansowa przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania</b>				
Lp.		Jednostki	stan istniejący	stan po modernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna instalacji $q_{co}$	MW	0,33	0,33
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ/rok	869,5	869,50
3.	Średnia sezonowa sprawność całkowita $\eta_{Htot}$	-----	0,74	0,83
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	1 175,05	1050,24
5.	Oплата zmienna za zużyte ciepło $O_{COz}$	zł/GJ	52,42	52,42
6.	Roczna оплата stała za moc $O_{Com}$	zł/MW/rok	63 101,28	63 101,28
7.	Roczny abonament $A_b$	zł/rok	1 785,96	1 785,96
8.	Roczny koszt ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym $O_{CO}$	zł/rok	84 142,07	77 599,62
9.	Roczne oszczędności kosztów ogrzewania $\Delta Or_{CO}$	zł/rok	-----	6 542,45
10.	Całkowite koszty usprawnień systemu ogrzewania $N_{CO}$	zł	-----	318000,00
11.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	-----	48,6

**9. Obliczenia zaoszczędzonej energii elektrycznej - modernizacja systemu oświetlenia**

Obszar nie objęty projektem.

<b>10.1 System ogrzewania</b>			
	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych w systemie ogrzewania, $q_{el,H}$	$W/m^2$	0,15	0,15
		0,15	0,15
Czas działania urządzenia pomocniczego w systemie ogrzewania w ciągu roku, $t_{el}$	h/rok	4700	4700
		3900	3900
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze, $A$	$m^2$	3395,6	3395,6
Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dostarczoną do budynku dla systemu ogrzewania, $E_{el,pom,H}$	kWh/rok	4380,32	4380,32
<b>10.2 System przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych w systemie przygotowania c.w.u., $q_{el,W}$	$W/m^2$	0,04	0,04
		0,20	0,20
		0,50	0,50
		0	0,30
Czas działania urządzenia pomocniczego w systemie przygotowania c.w.u. w ciągu roku, $t_{el}$	h/rok	5840	5840
		580	580
		410	410
		0	1530
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze, $A$	$m^2$	3395,6	3395,6
Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dostarczoną do budynku dla systemu c.w.u., $E_{el,pom,W}$	kWh/rok	1883,20	3441,78
<b>10.3 System chłodzenia</b>			
W budynku nie występuje system chłodzenia.			

**11. Zestawienie optymalnych usprawnień modernizacyjnych**

(zestawienie wybranych wariantów we wszystkich obszarach opracowywanych dla projektu, w tym: zmierzających do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji, modernizacji systemu przygotowania c.w.u., modernizacji systemu oświetlenia uszerokowane wg rosnącej wartości SPBT)

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	strop pod dachem - stary budynek	51 084,01	6,5
2.	okna zewnętrzne drewniane z szybą zesp.	387 585,00	10,7
3.	ściana zewnętrzna - stary budynek	189 417,80	12,2
4.	strop pod dachem - nowy budynek	43 473,00	13,8
5.	ściana zewnętrzna przyziemia - stary bud	12 091,20	14,1
6.	CWU	37 500,00	15,1
7.	drzwi zewnętrzne alu	36 992,00	26,9
8.	ściana zew. przyziemia - nowy budynek	10 999,80	33,6
9.	ściana w gruncie - stary budynek	24 273,55	34,0
10.	ściana zewnętrzna - nowy budynek	240 035,40	39,4
11.	ściana w gruncie - nowy budynek	36 651,02	97,1

**12. Zestawienie wszystkich wariantów i wybór optymalnego przedsięwzięcia modernizacyjnego dla budynku**

Wybór optymalnego wariantu obejmuje:

1. Oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
2. Wskazanie optymalnego wariantu do realizacji

**Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych**

	Przedsięwzięcie modernizacyjne	W1, ..., Wn											
		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
1.	strop pod dachem - stary budynek	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2.	okna zewnętrzne drewniane z szybą zespoloną	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
3.	ściana zewnętrzna - stary budynek	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
4.	strop pod dachem - nowy budynek	+	+	+	+	+	+	+	+				
5.	ściana zewnętrzna przyziemia - stary bud	+	+	+	+	+	+	+					
6.	CWU	+	+	+	+	+	+						
7.	drzwi zewnętrzne alu	+	+	+	+	+							
8.	ściana zew. przyziemia - nowy budynek	+	+	+	+								
9.	ściana w gruncie - stary budynek	+	+	+									
10.	ściana zewnętrzna - nowy budynek	+	+										
11.	ściana w gruncie - nowy budynek	+											
12.	system grzewczy	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Planowane koszty całkowite, zł		1475267,78	1438616,76	1198581,36	1174307,81	1163308,01	1126316,01	1088816,01	1076724,81	1033251,81	843834,01	456249,01	405165,00
Roczna oszczędność kosztów energii, zł/rok		50639,88	50260,14	45225,86	44712,99	44397,64	44205,13	41719,15	40862,51	38032,33	22690,67	14872,26	6542,45
Oszczędność zapotrzebowania na energię, %		63,13%	62,64%	56,77%	56,10%	55,72%	55,49%	52,13%	51,09%	47,64%	29,11%	19,60%	9,19%

**13. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia**

Na podstawie przeprowadzonej analizy został wybrany jako optymalny wariant przedsięwzięcia modernizacyjnego dla ocenianego budynku.

Wariant ten obejmuje następujące usprawnienia modernizacyjne przewidziane do realizacji w budynku:

1. Docieplić ściany zewnętrzne nowego i starego budynku styropianem o polepszonych właściwościach termicznych o grubości 14 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu o polepszonych właściwościach  $\lambda=0,031 \text{ W/(mK)}$ . Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń.
2. Docieplić ściany zewnętrzne przyziemia starego budynku styropianem o polepszonych właściwościach termicznych o grubości 14 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu o polepszonych właściwościach termicznych  $\lambda=0,031 \text{ W/(mK)}$ . Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń.
3. Docieplić ściany zewnętrzne przyziemia nowego budynku styropianem o polepszonych właściwościach termicznych o grubości 12 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu o polepszonych właściwościach termicznych  $\lambda=0,031 \text{ W/(mK)}$ . Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń.
4. Docieplić ściany w gruncie starego budynku styropianem ekstrudowanym o grubości 14 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu ekstrudowanego  $\lambda=0,036 \text{ W/(mK)}$ . Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń.
5. Docieplić ściany w gruncie nowego budynku styropianem ekstrudowanym o grubości 12 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła styropianu ekstrudowanego  $\lambda=0,036 \text{ W/(mK)}$ . Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń.
6. Docieplić strop pod dachem nad starym budynkiem matami z wełny mineralnej o grubości 22 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej  $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$ .
7. Docieplić strop pod dachem nad nowym budynkiem matami z wełny mineralnej o grubości 18 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej  $\lambda=0,040 \text{ W/(mK)}$ .
8. Wymienić stare okna zewnętrzne na nowe PCV, spełniające warunki techniczne WT2017. Współczynnik przenikania ciepła  $U=1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  dla całego okna. Zastosować nawiewniki powietrza.
9. Wymienić drzwi zewnętrzne na nowe, spełniające warunki techniczne WT2021. Współczynnik przenikania ciepła drzwi  $U=1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .
10. Wymienić kotłownię gazową na nowoczesną kondensacyjną kotłownię gazową z automatyką pogodową. W starym budynku wymienić starą wewnętrzną instalację centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Zastosować przygrzejnikowe zawory termostatyczne, zawory odcinające, regulacyjne zawory podpionowe oraz automatyczne odpowietrzniki na pionach. Zainstalować liczniki ciepła do opomiarowania budynku.
11. W zakresie modernizacji systemu ciepłej wody użytkowej należy wymienić kocioł gazowy na nowoczesny kondensacyjny kocioł gazowy z automatyką pogodową i zasobnikiem. Zainstalować liczniki c.w.u. Zastosować kolektory słoneczne (5 płyt) do wspomagania przygotowania c.w.u. wraz z automatyką i licznikiem pozyskanego ciepła.

**13.1 Dalsze działania inwestora**

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
3. Realizacja robót i odbiór techniczny.
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną.
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem mocy.
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

<b>14. Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego</b>			
		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1	2	3	4
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	1175,05	363,60
	kWh/rok	326403,3	101002,3
	Koszty zł	84142,07	35988,17
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	182,57	162,59
	kWh/rok	50 713,5	45 164,2
	Koszty zł	10446,98	7961,00
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	22,55	28,16
	kWh/rok	6263,52	7822,10
	Koszty zł	3570,21	4458,6
<b>Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku</b>	GJ/rok	1 380,17	554,36
	kWh/rok	383380,3	153 988,6
	Koszty zł	98159,26	48 407,76
<b>Oszczędność energii końcowej</b>	%	----	59,83%

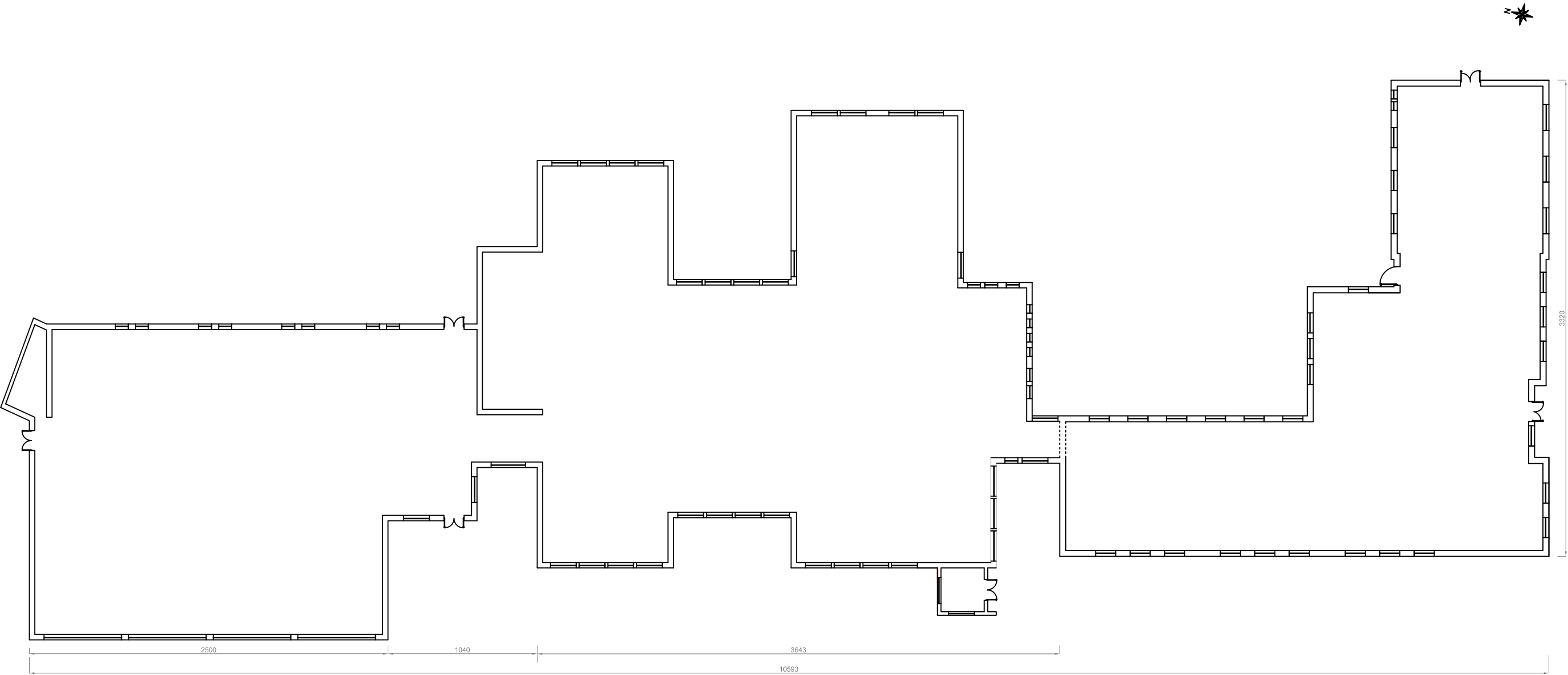
<b>15. Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego</b>				
	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii/ redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o.+went+c.w.u.)	GJ/rok	1 357,62	526,20	831,42
	kWh/rok	377 116,8	146 166,5	230950,3
Zapotrzebowanie na energię elektryczną ( $E_{el,pom}$ )	GJ/rok	22,55	28,16	-5,61
	kWh/rok	6263,52376	7822,10416	-1558,6
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	1539,74	629,95	909,79
	kWh/rok	427706,5	174987	252719,5
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton równoważnika CO <sub>2</sub> /rok	76,16	29,52	46,64
	%	-	-	61,24
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	0,68	0,263	0,42
	%	-	-	61,24
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	0,68	0,263	0,42
	%	-	-	61,24



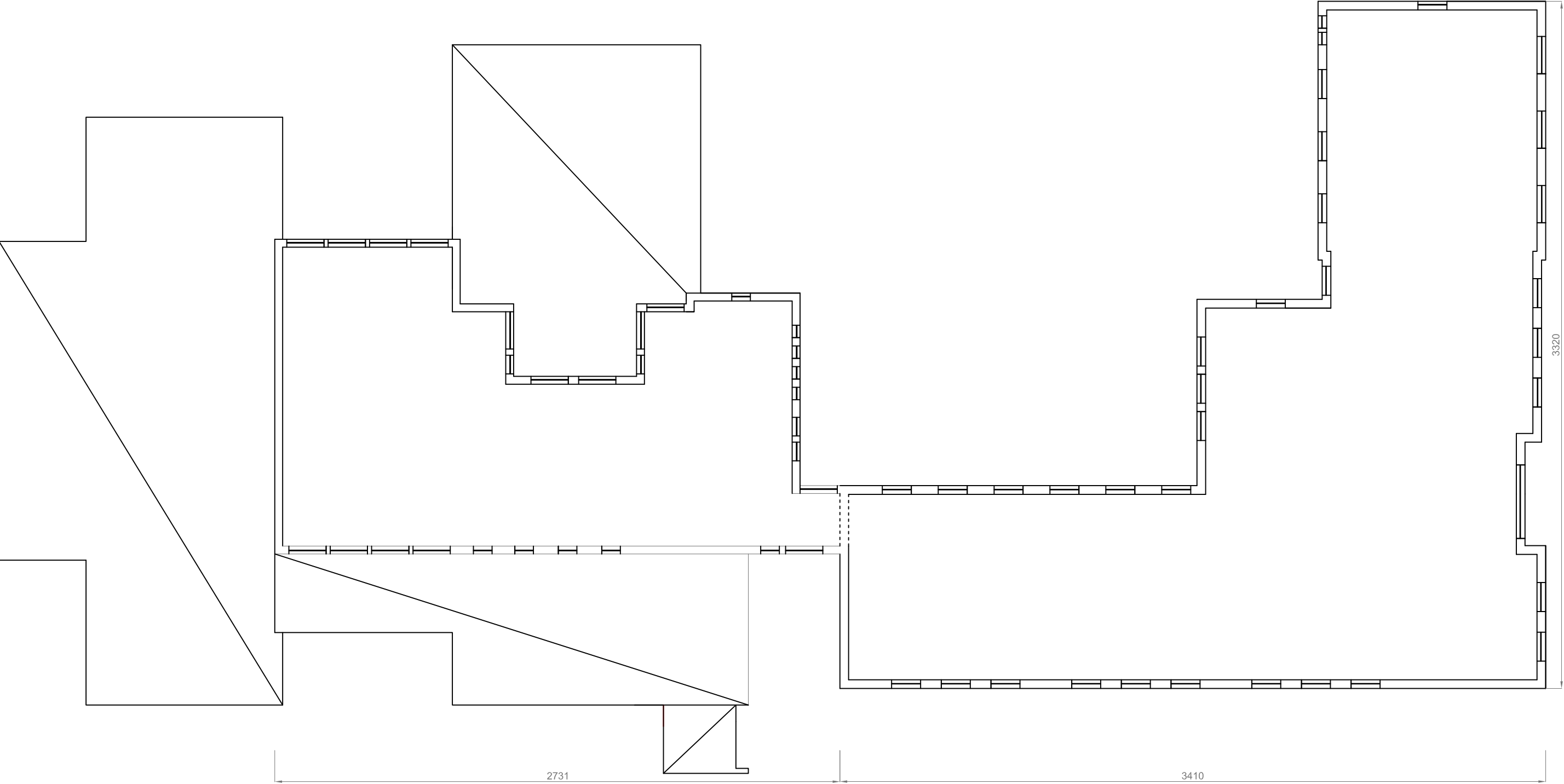
## **16. Załączniki**

### **16.1. Załącznik nr 1 - Uproszczona dokumentacja techniczna i fotograficzna na potrzeby audytu**





Typ:	INWENTARYZACJA UPROSZCZONA		Branża:	BUDOWLANA	
Nazwa adres obiektu budowlanego:	Zespół Szkół w Wielogłowach, Wielogłowy 56			Skala:	1:300
Przedmiot rysunku:	RZUT PARTERU			Data:	05.2016
Wykonał:	ESPIN s.c. ul.Mogilska 25, Kraków			Nr rysunku:	1



Typ:	INWENTARYZACJA UPROSZCZONA		Branża:	BUDOWLANA	
Nazwa adres obiektu budowlanego:	Zespół Szkół w Wielogłowach, Wielogłowy 56			Skala:	1:200
Przedmiot rysunku:	RZUT PIĘTRA			Data:	05.2016
Wykonał:	ESPIN s.c. ul.Mogilska 25, Kraków			Nr rysunku:	2


















**16.2. Załącznik nr 2 - Współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych - wydruki z programu komputerowego (przed i po modernizacji)**

Symbol	Opis	U	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
 DACH NB	dach - nowy budynek	0,318	635,23
 DACH SGIM	dach sala gimnastyczna - nowy budynek	0,423	422,50
 DZ	drzwi zewnętrzne alu	1,800	23,12
 OZ DACH	okna dachowe	1,600	12,32
 OZ DR	okna zewnętrzne drewniane z szybą zesp.	1,900	516,78
 PG SGIM	podłoga sali gimnastycznej	0,254	325,00
 PGPAR NB	podłoga na parterze - nowy budynek	0,280	723,75
 PGPAR SB	podłoga na parterze - stary budynek	0,397	409,52
 PGP NB	podłoga w piwnicy - nowy budynek	0,280	375,90
 PGPRZ SB	podłoga w przyziemiu - stary budynek	0,406	238,34
 STRPD NB	strop pod dachem - nowy budynek	0,431	610,15
 STRPD SB	strop pod dachem - stary budynek	0,813	647,86
 SZ NB	ściana zewnętrzna - nowy budynek	0,509	948,76
 SZ SB	ściana zewnętrzna - stary budynek	1,330	748,69
 SZP NB	ściana zew. przyziemia - nowy budynek	0,556	47,62
 SZPRZ SB	ściana zewnętrzna przyziemia - stary bud	1,134	49,96
 SG NB	ściana w gruncie - nowy budynek	0,343	113,88
 SG SB	ściana w gruncie - stary budynek	0,735	72,27



Symbol	Opis	U	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
 DACH NB	dach - nowy budynek	0,318	635,23
 DACH SGIM	dach sala gimnastyczna - nowy budynek	0,423	422,50
 DZ	drzwi zewnętrzne alu	1,300	23,12
 OZ DACH	okna dachowe	1,600	12,32
 OZ DR	okna zewnętrzne drewniane z szybą zesp.	1,100	516,78
 PG SGIM	podłoga sali gimnastycznej	0,254	325,00
 PGPAR NB	podłoga na parterze - nowy budynek	0,280	723,75
 PGPAR SB	podłoga na parterze - stary budynek	0,397	409,52
 PGP NB	podłoga w piwnicy - nowy budynek	0,280	375,90
 PGPRZ SB	podłoga w przyziemiu - stary budynek	0,406	238,34
 STRPD NB	strop pod dachem - nowy budynek	0,147	610,15
 STRPD SB	strop pod dachem - stary budynek	0,149	647,86
 SZ NB	ściana zewnętrzna - nowy budynek	0,154	948,76
 SZ SB	ściana zewnętrzna - stary budynek	0,190	748,69
 SZP NB	ściana zew. przyziemia - nowy budynek	0,176	47,62
 SZPRZ SB	ściana zewnętrzna przyziemia - stary bud	0,185	49,96
 SG NB	ściana w gruncie - nowy budynek	0,144	113,88
 SG SB	ściana w gruncie - stary budynek	0,167	72,27

**16.3. 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		0,3290	869,50
Wariant			241528
			GJ/rok
			kWh/rok
w11	strop pod dachem - stary budynek	0,3144	752,52
w10	okna zewnętrzne drewniane z szybą zesp.	0,2977	645,64
w9	ściana zewnętrzna - stary budynek	0,2636	437,36
w8	strop pod dachem - nowy budynek	0,2577	398,54
w7	ściana zewnętrzna przyziemia - stary bud	0,2558	386,90
w6	CWU	0,2558	386,90
w5	drzwi zewnętrzne alu	0,2553	384,32
w4	ściana zew. przyziemia - nowy budynek	0,2546	380,06
w3	ściana w gruncie - stary budynek	0,2540	372,55
w2	ściana zewnętrzna - nowy budynek	0,2404	306,57
w1	ściana w gruncie - nowy budynek	0,2400	301,03

#### **16.4. Załącznik nr 4 - Obliczenie zapotrzebowania na energię na potrzeby systemu chłodzenia**

W budynku nie występuje system chłodzenia.

**16.5. Załącznik nr 5 - Określenie kosztów dla poszczególnych wariantów modernizacji**

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Modernizacja systemu grzewczego**

OPIS	ILOŚĆ, pkt.	CENA JEDNOSTKOWA, zł/pkt.	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Wymiana kotłowni na nowoczesną, kondensacyjną kotłownię gazową z automatyką pogodową i licznikiem ciepła.	1	192 000,00	192 000,00
Wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami na nową o znikomej bezwładności cieplnej. Montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, zaworów odcinających, równoważących oraz automatycznych odpowietrzników na pionach.	63	2 000,00	126 000,00
RAZEM			318 000,00

**Zakres: Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody**

OPIS	ILOŚĆ, szt	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m <sup>2</sup>	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Zastosowanie płaskich kolektorów słonecznych do wspomagania przygotowania ciepłej wody użytkowej wraz automatyką i licznikiem pozyskanego ciepła.	5	3 500,00	17 500,00
Wymiana kotła na nowoczesny, kondensacyjny kocioł gazowy z automatyką pogodową, zasobnikiem i licznikiem ciepłej wody.	1	20000,00	20 000,00
RAZEM			37 500,00

Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Projekt wymiany kotłowni, instalacji centralnego ogrzewania oraz instalacji solarnej wraz z dokumentacją kosztorysową.	36 000,00

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)
<b>Przegroda 1 SZ SB</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 14 cm	860,99	220,00	189 417,80
<b>Przegroda 2 SZ NB</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt ze styropianu metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 14 cm	1 091,07	220,00	240 035,40
<b>Przegroda 3 SZPRZ SB</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych przyziemia poprzez przyklejenie płyt styropianu metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 14 cm	54,96	220,00	12 091,20
<b>Przegroda 4 SZP NB</b> Ocieplenie ścian zewnętrznych przyziemia poprzez przyklejenie płyt styropianu metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 12 cm	52,38	210,00	10 999,80
<b>Przegroda 5 SG SB</b> Ocieplenie ścian w gruncie poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 14 cm	78,05	311,00	24 273,55
<b>Przegroda 6 SG NB</b> Ocieplenie ścian w gruncie poprzez przyklejenie płyt styropianu ekstrudowanego metodą lekką mokrą. Grubość izolacji: 12 cm	122,99	298,00	36 651,02
<b>Przegroda 7 STRPD SB</b> Ocieplenie stropu pod dachem poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Grubość izolacji: 22 cm	615,47	83,00	51 084,01
<b>Przegroda 8 STRPD NB</b> Ocieplenie stropu pod dachem poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej. Grubość izolacji: 18 cm	579,64	75,00	43 473,00
<b>RAZEM</b>			608 025,78

	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Ocieplenie ościeży okiennych i drzwiowych styropianem, metodą lekką-mokrą	261,10	150,00	39 165,00

Przewidywane koszty sporządzenia dokumentacji projektowej	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Wykonanie projektu termomodernizacji wraz z dokumentacją kosztorysową.	12 000,00

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Wymiana okien i drzwi zewnętrznych**

OPIS	POWIERZCHNIA, m <sup>2</sup>	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m <sup>2</sup>	WARTOŚĆ, zł (brutto)
<b>Okno 1</b> <b>okna zewnętrzne drewniane z szybą zesp.</b>  Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe. Montaż nawiewników powietrza.  Współczynnik U= 1,10 W/(m <sup>2</sup> K)	516,78	750,00	387 585,00
<b>Drzwi 1</b> <b>drzwi zewnętrzne alu</b>  Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe.  Współczynnik U= 1,30 W/(m <sup>2</sup> K)	23,12	1 600,00	36 992,00
<b>RAZEM</b>			424 577,00

**16.6. Załącznik nr 6 - Obliczenie efektu ekologicznego**

Wskaźniki emisji dwutlenku węgla przyjęte w oparciu o dokument "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (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 PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> 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 <sub>2</sub> /GJ lub MgCO <sub>2</sub> /MWh	Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji tony równoważnika CO <sub>2</sub> /rok
gaz ziemny - c.o.	56,10	1175,05	65,92
gaz ziemny - c.w.u.	56,10	182,57	10,24

Stan po modernizacji			
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji kgCO <sub>2</sub> /GJ lub MgCO <sub>2</sub> /MWh	Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji tony równoważnika CO <sub>2</sub> /rok
gaz ziemny - c.o.	56,10	363,60	20,40
gaz ziemny - c.w.u.	56,10	162,59	9,12

Redukcja emisji gazów cieplarnianych						
Zanieczyszczenie	Redukcja emisji tony równoważnika CO <sub>2</sub> /rok			Redukcja emisji %		
	c.o.	c.w.u.	razem	c.o.	c.w.u.	razem
CO <sub>2</sub>	45,52	1,12	46,64	69,06	10,94	61,24

Stan przed modernizacją					
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji		Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji	
	Pył PM <sub>10</sub> g/GJ	Pył PM <sub>2,5</sub> g/GJ		kg PM <sub>10</sub> /rok	kg PM <sub>2,5</sub> /rok
gaz ziemny c.o.+c.w.u.	0,5	0,5	1357,62	0,68	0,68

Stan po modernizacji					
Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji		Zapotrzebowanie na energię końcową GJ/rok lub MWh/rok	Wielkość emisji	
	Pył PM <sub>10</sub> g/GJ	Pył PM <sub>2,5</sub> g/GJ		kg PM <sub>10</sub> /rok	kg PM <sub>2,5</sub> /rok
gaz ziemny - c.o.+c.w.u.	0,5	0,5	526,20	0,26	0,26

Redukcja emisji pyłów						
Zanieczyszczenie	Redukcja emisji kg/rok			Redukcja emisji %		
	c.o.+ c.w.u.			c.o.+ c.w.u.		
Pył PM <sub>10</sub>	0,42			61,24		
Pył PM <sub>2,5</sub>	0,42			61,24		