

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego pt.

**"PROJEKT TERMOMODERNIZACJI SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 1
PRZY UL. KRAKOWSKIEJ 28 W BIERUNIU"**

Adres budynku:	<i>ulica:</i> Krakowska 28 <i>kod:</i> 43-150 <i>miejsowość:</i> Bieruń <i>powiat:</i> bieruńsko-lędziński <i>województwo:</i> Śląskie
Wykonawca audytu:	<i>imię i nazwisko :</i> Anna Gut <i>tytuł zawodowy:</i> mgr inż. <i>nr opracowania:</i> 1/10/2015

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1.	Dane identyfikacyjne budynku: Budynek użyteczności publicznej: Szkoła Podstawowa nr 1 ul. Krakowska 28 w Bieruniu			
1.1	Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2.	Rok ukończenia budowy <small>b/d, najmłodsza część obiektu oddana do użytkowania w latach 60' XX wieku</small>
1.3.	Inwestor:	Urząd Miejski Bieruń ul. Rynek 14 43-150 Bieruń	1.4. Adres budynku	ul. Krakowska 28 kod 43-150 Bieruń powiat bieruńsko-lędzkiński woj. Śląskie
2. Nazwa i adres firmy wykonującej audyt:				
 <p style="text-align: center;">EkoProBud S. C. Tomasz Muzyczuk, Barbara Muzyczuk 43-190 Mikołów, ul. Żwirki i Wigury 65 Tel. 501 053 972, REGON: 240588591</p>				
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Anna Gut, 90021213040, 43-190 Mikołów, ul. Plebiscytowa 63, tel. 513 635 293				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1				
2				
3				
5.	Miejscowość Mikołów	Data wykonania opracowania	październik 2015	
6. Spis treści				
1. Strona tytułowa.				
2. Karta audytu energetycznego.				
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.				
4. Ocena stanu technicznego budynku.				
5. Opis wariantu optymalnego.				

2.

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNOGO OBIEKTU

A	Dane ogólne	
1	Wnioskodawca	Urząd Miasta w Bieruniu
2	Nazwa zadania	Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej Szkoły Podstawowej nr 1 w Bieruniu
3	Adres obiektu	ul. Krakowska 28, 43-150 Bieruń
4	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna
5	Rok oddania obiektu do użytkowania	brak dokładnych danych, najmłodsza część obiektu oddana do użytkowania w latach 60' XX wieku
6	Liczba kondygnacji	2 / 3 (+piwnice), sala gimnastyczna: 1
7	Kubatura części ogrzewanej [m3]	13 906
8	Powierzchnia części ogrzewanej [m2]	3 700,00

B	System grzewczy	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Charakterystyka źródła ciepła (rodzaj źródła ciepła-kotłownia/wymiennikownia wbudowana, źródło zdalcyjne, liczba sztuk, producent, typ, moc, rok produkcji, wysokość komina)	Źródłem ciepła jest nowy kocioł gazowy zlokalizowany w kotłowni w poziomie piwnic. Rok produkcji kotła 2013 r; moc kotła - 500kW.	Bez zmian.
2	Charakterystyka instalacji c.o. (grzejniki, zawory termostatyczne, przewody)	Elementami grzejnymi są grzejniki stalowe. Cała instalacja wykonana jest z rur stalowych. Instalacja wyposażona w zawory termostatyczne, regulacyjne zawory podopionowe, odpowietrzniki automatyczne, uzupełniona izolacja przewodów c.o. w piwnicy.	Bez zmian.
3	Zapotrzebowanie mocy [kW]	424,58	189,27
4	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	3 855,98	1 805,41
5	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
6	Sprawność przesyłu	0,90	0,90
7	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
8	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,89	0,89
9	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	0,76	0,76
10	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	0,95	0,95
11	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia	0,85	0,85
12	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	4 091,86	1 915,85

C	Przegrody budowlane oddzielające część ogrzewaną od powietrza zewnętrznego i części nieogrzewanej	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji		
		Powierzchnia przegrody [m2]	Wsp. przen. ciepła przegrody [W/m2K]	Grubość izolacji [cm]	Wsp. przew. ciepła izolacji [W/mK]	Wsp. przen. ciepła przegrody [W/m2K]
1	Ściany zewnętrzne	2678,3	1,152	12,00	0,038	0,248
2	Ściany zewnętrzne łącznika	144,8	2,180	12,00	0,031	0,231
3	Ściany piwnic	936,2	1,152	12,00	0,038	0,248
4	Dach	1179,6	1,644	17,00	0,038	0,197
5	Stropodach łącznika	79,94	3,372	19,00	0,040	0,198
6	Strop nad przejazdem	72,44	2,652	18,00	0,036	0,186
7	Strop zewnętrzny łącznika	88,36	2,876	18,00	0,036	0,187
8	Okna części ogrzewanej	723,09	2,600	-	-	1,300
9	Okna części ogrzewanej - zamurowanie	0,54	2,600	12,00	0,038	0,250
10	Okna w piwnicy (drewniane)	6,34	3,800	-	-	1,800
11	Okna w piwnicy (drewniane) - zamurowanie	0,76	3,800	12,00	0,038	0,250
12	Drzwi zewnętrzne	28,70	2,900	-	-	1,700
13	Drzwi zewnętrzne piwnicy	1,84	2,900	-	-	1,700
14	Strop nad piwnicą części trzykondygnacyjnej	843,94	2,185	-	-	2,185
15	Strop nad piwnicą części dwukondygnacyjnej	279,50	1,667	-	-	1,667
16	Podłoga na gruncie (sala gimnastyczna)	218,76	0,394	-	-	0,394
17	Kryterium wyboru zaproponowanej grubości izolacji	SPBT				

D	Wentylacja mechaniczna	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Liczba wymian [l/h]	-	-
2	Strumień powietrza [m3/h]	15636	15636

E	Ciepła woda użytkowa	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Charakterystyka źródła ciepła dla potrzeb c.w.u. (rodzaj źródła ciepła-kotłownia/wymiennikownia wbudowana, źródło zdalczynne, liczba sztuk, producent, typ, moc, rok produkcji, wysokość kominu)	Ciepła woda użytkowa przygotowywana centralnie z lokalnej kotłowni.	Bez zmian.
2	Liczba jednostek odniesienia (Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza [m ²])	3 700,0	3 700,0
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. [m ³ /d]	2,96	2,96
4	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u. [m ³ /a]	594,22	594,22
5	Zapotrzebowanie mocy [kW]	12,20	12,20
6	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	112,04	112,04
7	Sprawność wytwarzania	0,88	0,88
8	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
9	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
10	Sprawność regulacji	1,00	1,00
11	Zapotrzebowanie energii brutto [GJ/a]	187,23	187,23

J	Zestawienie zbiorcze	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Zapotrzebowanie mocy [kW]	436,78	201,47
2	Zapotrzebowanie energii netto [GJ/a]	3 968,02	1 917,45
3	Zapotrzebowanie energii brutto loco obiekt (z uwzględnieniem oszczędności uzyskanej dzięki zastosowaniu instalacji solarnej) [GJ/a]	4 279,10	2 103,09
4	Rodzaj paliwa (węgiel, koks, gaz, olej, biomasa, itd.) ¹⁾	gaz	gaz
5	Wartość opałowa paliwa MJ/m ³	35,87	35,87
6	Ilość paliwa m ³ 10 ⁶	0,119	0,059
7	Zawartość siarki w gazie [mg/m ³]	0,94	0,94
8	Zawartość popiołu w paliwie [kg/a]	1,73	0,85
9	Moc zamówiona	-	-
10	Rzeczywiste roczne zużycie paliwa uśrednione za okres ostatniego roku [m ³]	b/d - kotłownia zasila więcej budynków niż budynki szkoły	x
11	Cena jednostkowa paliwa / opłata zmienna w przypadku zasilania z sieci ciepłowniczej [zł/GJ]	48,00	48,00
12	Roczny koszt paliwa / roczny koszt opłaty zmiennej w przypadku zasilania z sieci ciepłowniczej	205 396,65	100 948,14
13	Opłata stała (dotyczy zasilania z sieci ciepłowniczej) [zł/MW·m-c]	-	-
14	Roczny koszt opłaty stałej (dotyczy zasilania z sieci ciepłowniczej)	-	-
15	Roczny koszt obsługi	0,00	0,00
16	Roczny całkowity koszt eksploatacji (12+14+15)	205 396,65	100 948,14
17	Roczna oszczędność kosztów eksploatacji [zł/a]		122 881
18	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]		2 401 169
19	Prosty czas zwrotu (SPBT) [lata]		19,5
20	Wartość bieżąca netto (NPV) określona przy następujących założeniach: - szacowany wzrost kosztu energii 4,5% w skali roku - finansowanie wyłącznie ze środków własnych - stopa dyskonta = 2,76% - okres analizy = 20 lat		417 206
21	Wartość bieżąca netto (NPV) określona przy następujących założeniach: - szacowany wzrost kosztu energii 4,5% w skali roku - finansowanie ze środków własnych (20%) oraz ze źródeł zewnętrznych, w tym - pożyczka - 1 920 935,07 zł, oprocentowana 3,00% w stosunku rocznym - stopa dyskonta = 2,76% - okres analizy = 20 lat		646 855

1) - należy wybrać właściwą jednostkę

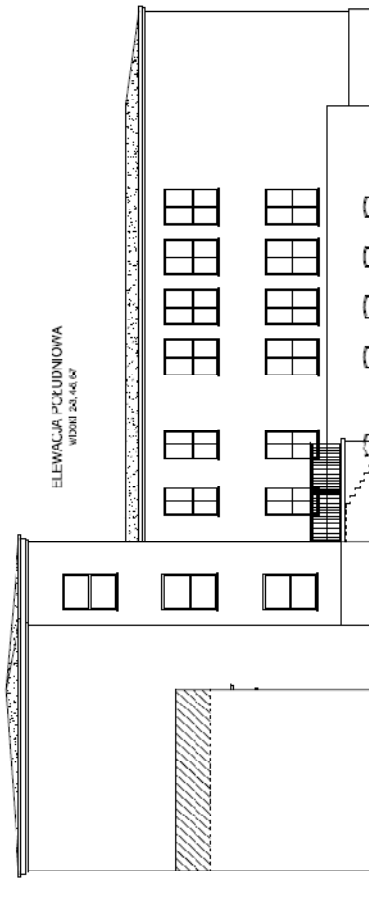
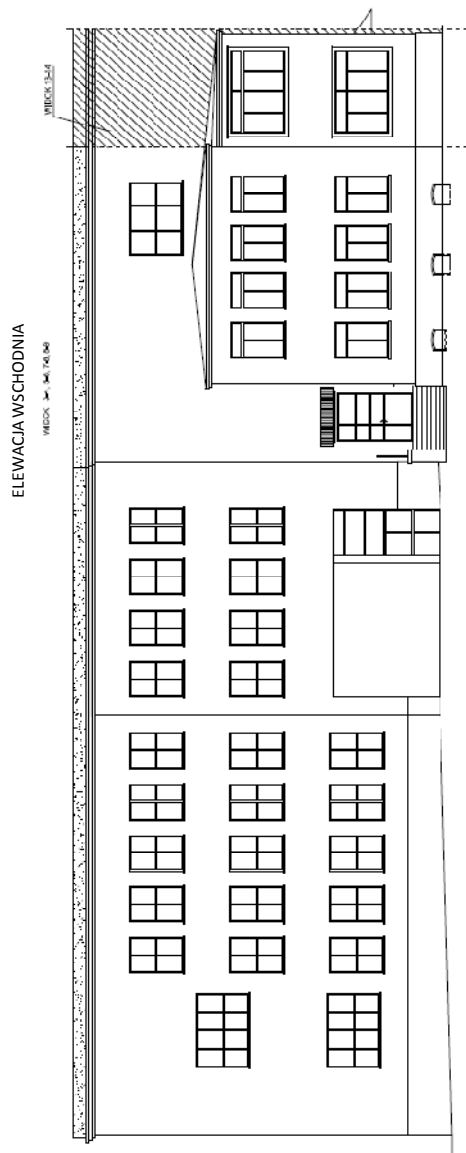
UWAGA: spośród pozycji B, E, F, G, H, I należy wypełniać tylko pozycje dotyczące elementów przewidzianych do modernizacji w ramach zadania.

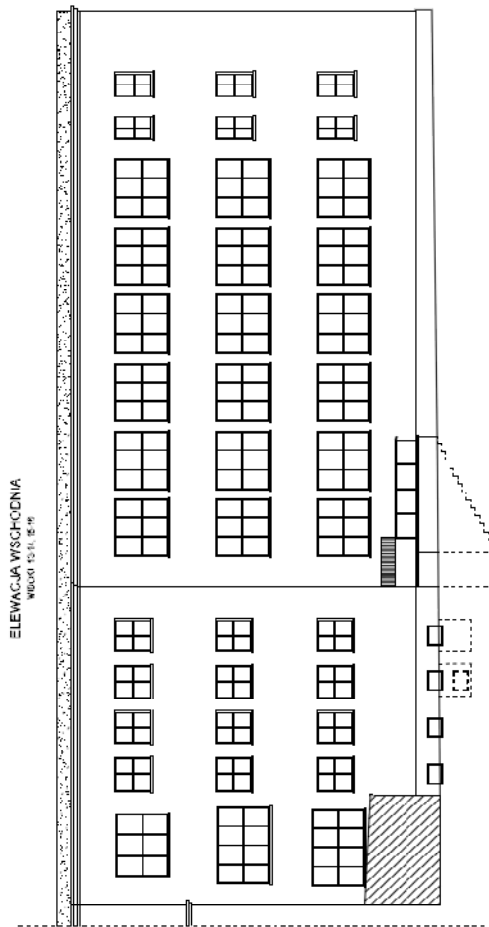
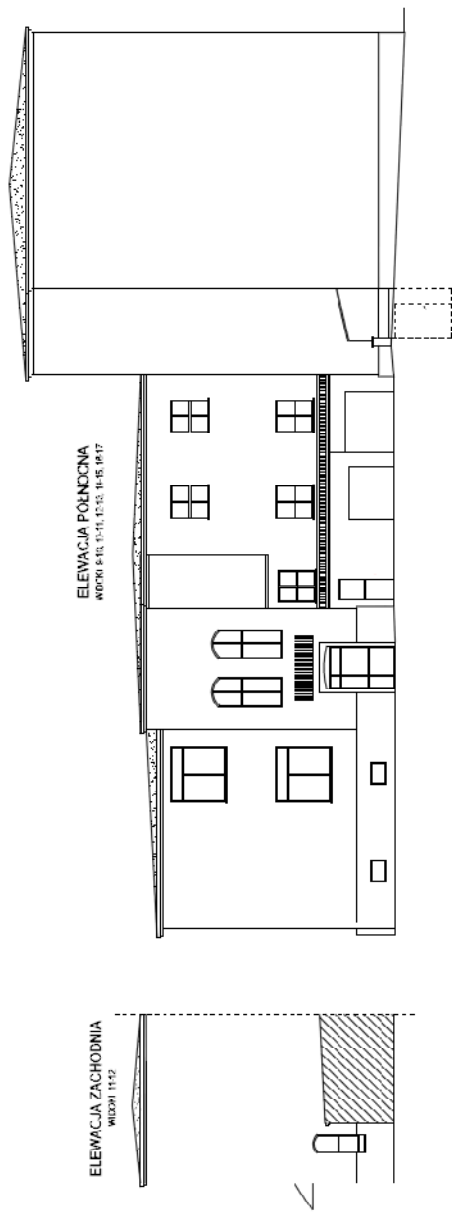
Oświadczam, że dane przedstawione w karcie audytu są zgodne z danymi zawartymi w audycie energetycznym

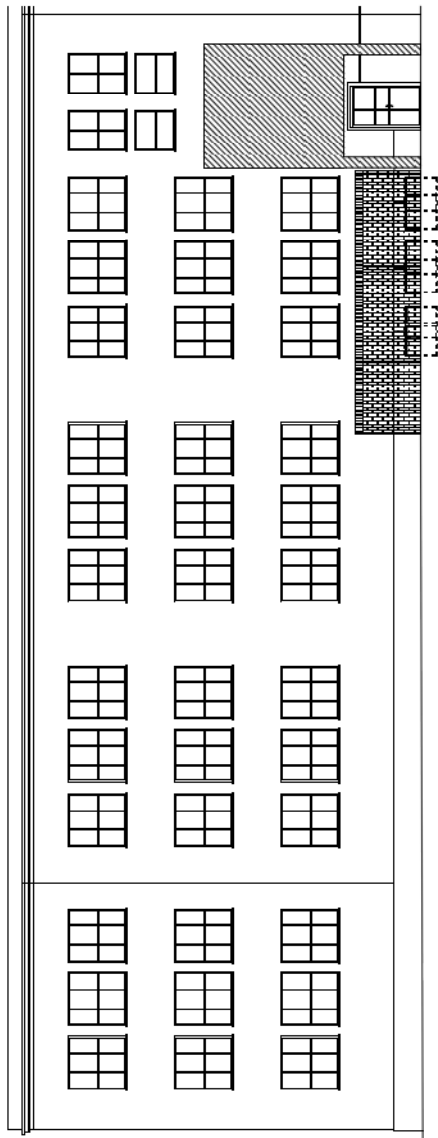
.....
podpis osoby sporządzającej kartę audytu

.....
pieczęć i podpis osób upoważnionych do zaciągania zobowiązań finansowych

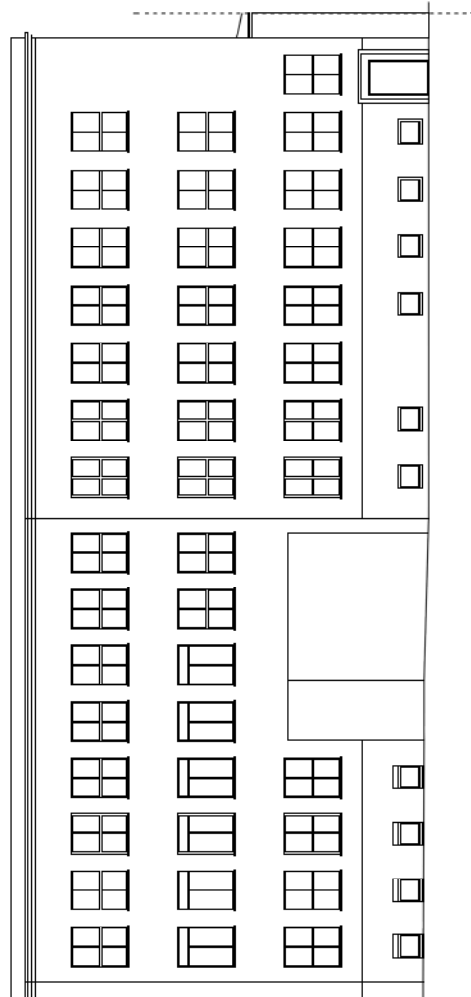
3. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku



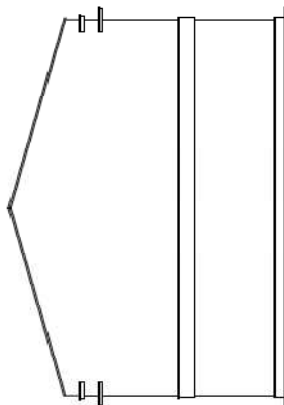




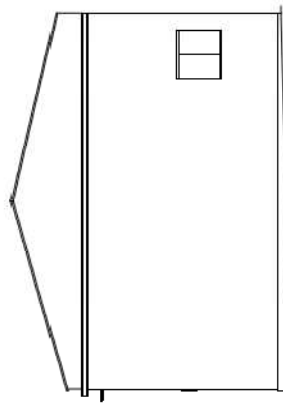
ELEWACJA ZACHODNIA
widok 17-18



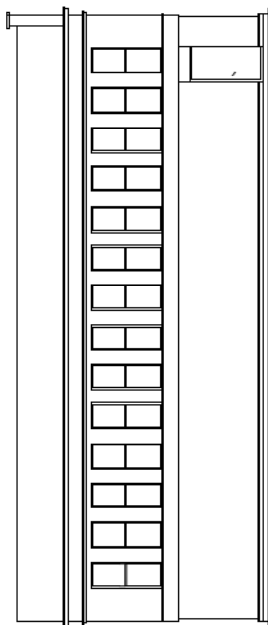
ELEWACJA WSCHODNIA
widok 13-20



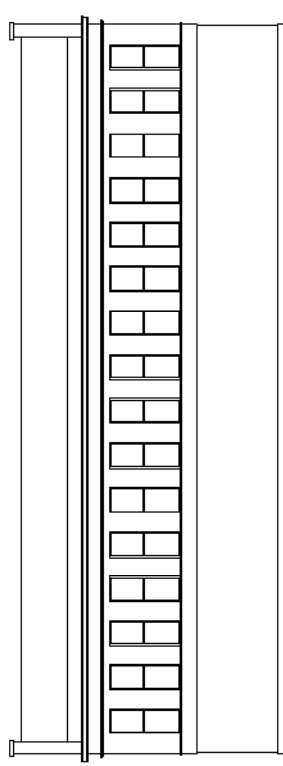
ELEWACJA ZACHODNIA
widok 12



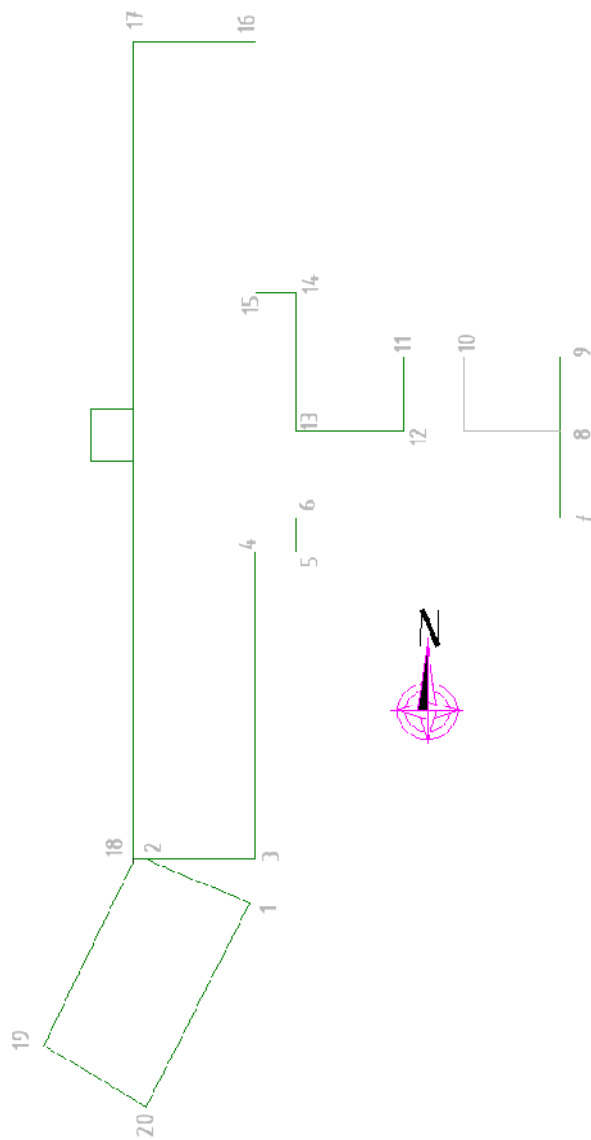
ELEWACJA PÓŁNOCNA
widok 18-19



ELEWACJA PÓŁDNIOWA
widok 20-1



LOKALIZACJA



3.2. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Kompleks szkolny składa się z trzech części realizowanych w różnych okresach czasu oraz łącznika, stanowiącego dojście do krytej pływalni. Najstarsza część, w której znajduje się m.in. kuchnia i muzeum szkolne, posiada dwie kondygnacje nadziemne, jest w całości podpiwniczona. W późniejszym czasie dobudowano segment, w którym znajdują się sale lekcyjne oraz sanitariaty, część ta posiada trzy kondygnacje nadziemne, jest w całości podpiwniczona. W najmłodszej części, dobudowanej w latach sześćdziesiątych, znajduje się sala gimnastyczna, niepodpiwniczona. Budynek szkolny wykonano w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne z cegły pełnej. Stropy żelbetowe oraz Akermans. Dach sali gimnastycznej z blachy trapezowej ocieplony wełną mineralną. Dach pozostałej części w konstrukcji drewnianej. Ściany zewnętrzne łącznika z bloczków betonowych, strop żelbetowy, stropodach wentylowany. Odwodnienie dachu zewnętrzne.

Źródłem ciepła dla instalacji c.o. jest kocioł gazowy.

3.3. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	424,58
2.	Moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	436,78
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	3855,98
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	90,42
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	4 091,9
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	48,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	

3.4. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło z lokalnej kotłowni gazowej w budynku.
2.	Parametry pracy instalacji	70/55
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane.
4.	Rodzaje grzejników	Stalowe.
5.	Ostonięcie grzejników	Nie.
6.	Zawory termostatyczne	Tak.
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_d = 0,90$ $\eta_e = 0,89$ $\eta_g = 0,95$ $\eta_s = 1,00$
8.	Modernizacja instalacji c.o. po 1984 r.	Tak - wymiana kotła w 2013r.

3.5. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	c.w.u. przygotowywana centralnie w lokalnej kotłowni
2.	Piony i ich izolacja	izolacja termiczna przewodów
3.	Opomiarowanie	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	-

3.6. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	15 636

3.7. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

W pomieszczeniu kotłowni mieści się kocioł gazowy. Kocioł jest nowy, o wysokiej sprawności. Instalacja wyposażona w zawory termostatyczne, regulacyjne zawory podpionowe, odpowietrzniki automatyczne. Izolacja przewodów c.o. w piwnicy jest uzupełniona.

4. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

4.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest zadowalający. Widoczne są miejscowe ubytki tynków.

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym głównie z powodu niewystarczającej izolacji termicznej ścian zewnętrznych, dachu, stropodachu, stropu nad przejazdem, stropu łącznika. Okna z PCW. Stan techniczny stolarki okiennej i drzwiowej jest niezadowalający, widać znaczne uchybienia, a współczynniki przewodzenia ciepła są wyższe niż obecnie wymagane.

4.2. System grzewczy

Źródłem ciepła dla instalacji c.o. jest kocioł gazowy. Kocioł jest nowy, o wysokiej sprawności. Instalacja wyposażona w zawory termostatyczne, regulacyjne zawory podpionowe, odpowietrzniki automatyczne. Izolacja przewodów c.o. w piwnicy jest uzupełniona. Stan systemu grzewczego jest w bardzo dobrym stanie, nie wymaga modernizacji. Przewiduje się jedynie regulację hydrauliczną instalacji c.o. po przeprowadzonej termomodernizacji.

4.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana centralnie, poprzez kocioł gazowy.

4.4. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p>Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne U= 1,15 - ściany zewnętrzne łącznika U= 2,18 - ściany piwnic U= 1,15 - dach sali gimnastycznej U= 0,19 - dach U= 1,64 - dach łącznika U= 3,37 - strop nad przejazdem U= 2,65 - strop zewnętrzny łącznika U= 2,88 	<p>Docieplić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian $R \geq 4$ - dla (stropo)dachu $R \geq 5$
2	<p>Okna zewnętrzne stare z PCW U = 2,60</p> <p>Okna zewnętrzne piwnic drewniane U = 3,80</p> <p>Drzwi zewnętrzne U = 2,90</p>	<p>Możliwe oszczędności przez wymianę stolarki okiennej i drzwiowej.</p> <p>Zamontowane okna powinny mieć współczynnik U nie większy niż 1,3, okna piwnic nie większy niż 1,8, a drzwi nie większy niż 1,7.</p>
3	<p>Wentylacja grawitacyjna - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania.</p>	<p>Wentylacja grawitacyjna działa poprawnie i nie wymaga modernizacji.</p>
4	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej - cwu przygotowana centralnie w lokalnej kotłowni.</p>	<p>System jest sprawny, nie wymaga modernizacji.</p>
5	<p>System grzewczy Węzeł indywidualny (kocioł gazowy).</p>	<p>Regulacja hydrauliczna instalacji c.o.</p>

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne *)	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą BSO na bazie styropianu.
		Ocieplenie ścian zewnętrznych łącznika metodą BSO na bazie styropianu.
		Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic metodą BSO na bazie styropianu wodoodpornego do poziomu łąw fundamentowych.
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach (dach) *)	Ocieplenie dachu części trzykondygnacyjnej oraz części dwukondygnacyjnej poprzez wykonanie izolacji na bazie styropapy.
		Ocieplenie stropodachu łącznika na bazie granulatu z wełny mineralnej.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez strop nad przejazdem	Ocieplenie stropu nad przejazdem na bazie wełny mineralnej.
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez strop zewnętrznego łącznika.	Ocieplenie stropu zewnętrznego łącznika na bazie wełny mineralnej.
5.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej na nową, bardziej szczelną z PCW. Zamurowanie części otworów okiennych oraz zamurowanie otworu okiennego w piwnicy.
6.	Regulacja instalacji c.o.	Regulacja hydrauliczna instalacji c.o.

5. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

5.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne *)	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą BSO na bazie styropianu.
		Ocieplenie ścian zewnętrznych łącznika metodą BSO na bazie styropianu.
		Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic metodą BSO na bazie styropianu wodoodpornego do poziomu ław fundamentowych.
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropodach (dach) *)	Ocieplenie dachu części trzykondygnacyjnej oraz części dwukondygnacyjnej poprzez wykonanie izolacji na bazie styropapy.
		Ocieplenie stropodachu łącznika na bazie granulatu z wełny mineralnej.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez strop nad przejazdem	Ocieplenie stropu nad przejazdem na bazie wełny mineralnej.
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez strop zewnętrznego łącznika.	Ocieplenie stropu zewnętrznego łącznika na bazie wełny mineralnej.
5.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej na nową, bardziej szczelną z PCW. Zamurowanie części otworów okiennych oraz zamurowanie otworu okiennego w piwnicy.
6.	Regulacja instalacji c.o.	Regulacja hydrauliczna instalacji c.o.

*) - Oznaczone usprawnienia rozpatruje się jako oddzielne warianty ze względu na różną konstrukcję przegród (a co za tym idzie różne parametry termiczne), oraz różne technologie wykonania ocieplenia, jak i różnice jednostkowych kosztów usprawnień.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^*	dla przegród zewnętrznych	3 797,8	3 797,8	dzień K'a
	dla okien i ścian piwnic **	1 817,8	1 817,8	dzień K'a
ceny dla ogrzewania gazowego				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$ średnio		48,00	48,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$		0,00	0,00	zł/m-c

* liczbę stopniocdni przyjęto dla Katowic

** Do obliczeń stopnioni dla przegród zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych (piwnice) przyjęto $t_{wo}=11^{\circ}\text{C}$, na podstawie obliczeń bilansu cieplnego wykonanego w programie OZC

5.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 2434,8 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 2678,3 \text{ m}^2$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych kompleksu za wyjątkiem ścian łącznika metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności: $\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$.</p> <p>Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji spełniającej wymagania WT2014 wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Opis wariantu	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		3,16	3,68	4,21
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,87	4,03	4,55	5,08
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	920,3	198,4	175,5	157,3
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,112	0,024	0,021	0,019
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		34 651	35 750	36 624
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		225,00	235,00	245,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		617 101	643 883	670 666
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		17,8	18,0	18,3
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,15	0,25	0,22	0,20
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Cenę jednostkową 1 m^2 docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	617 101 zł	SPBT=	17,8 lat	

5.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne łącznika		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A = 131,6 m ²			
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} = 144,8 m ²			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych łącznika metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności $\lambda \leq 0,031$ W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1:		o grubości warstwy izolacji spełniającej wymagania WT2014				
wariant 2:		o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1				
wariant 3:		o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,87	4,52	5,16
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,46	4,33	4,97	5,62
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	94,2	10,0	8,7	7,7
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,011	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		4 042	4 104	4 152
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		250,00	260,00	270,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		50 691	52 139	53 587
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		12,5	12,7	12,9
10	U_0, U_1	W/m ² K	2,18	0,23	0,20	0,18
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	50 691 zł	SPBT=	12,5 lat	

5.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne piwnic		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 248,4 m² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 936,2 m²</p>						
<p>Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ścian cokołowych sali gimnastycznej do poziomu 1,5 m poniżej gruntu oraz pozostałych ścian piwnic do poziomu ław fundamentowych tj. ok. 2,2 m poniżej poziomu gruntu, metodą bezspoinową z użyciem styropianu wodoodpornego o współczynniku przewodności: $\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK .}$</p> <p>Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji spełniającej wymagania WT2014 wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,16	3,68	4,21
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,87	4,03	4,55	5,08
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	44,9	9,7	8,6	7,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,009	0,002	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 690	1 742	1 786
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		300,00	310,00	320,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		295 358	304 720	314 082
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		174,8	174,9	175,9
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,15	0,25	0,22	0,20
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Cenę jednostkową 1m² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych. Cena obejmuje również wykonanie wykopów wokół budynku - warstwa izolacji powinna być ułożona do poziomu ław fundamentowych tj. ok. 1,5 m poniżej poziomu gruntu dla sali gimnastycznej oraz ok. 2,2 m poniżej poziomu gruntu dla pozostałej - podpiwniczonej części szkoły.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 295 358 zł	SPBT=	174,8 lat		

5.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				dach		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 1123,4 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 1179,6 \text{ m}^2$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie dachu segmentu budynku dwu- i trzykondygnacyjnego poprzez wykonanie izolacji ze styropianu laminowanego papą o współczynniku przewodności:</p> $\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK.}$ <p>Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji spełniającej wymagania WT2014 wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,17	0,19	0,21
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,47	5,00	5,53
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	0,61	5,08	5,61	6,13
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	606,1	72,5	65,7	60,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,074	0,009	0,008	0,007
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		25 613	25 939	26 208
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		170,00	180,00	190,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		200 534	212 330	224 126
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		7,8	8,2	8,6
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	1,64	0,20	0,18	0,16
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m² wg średnich cen rynkowych.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 200 534 zł	SPBT=	7,8 lat		

5.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach łącznika zewnętrznego		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 84,2 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 79,9 \text{ m}^2$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie stropodachu łącznika zewnętrznego poprzez wdmuchanie granulatu z wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda \leq 0,040 \text{ W/mK}$.</p> <p>Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji spełniającej wymagania WT2014 wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;	m		0,19	0,21	0,23
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		4,75	5,25	5,75
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,30	5,05	5,55	6,05
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	93,1	5,5	5,0	4,6
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,011	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	zł/a		4 205	4 229	4 248
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		140,00	150,00	160,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		11 192	11 991	12 791
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		2,7	2,8	3,0
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,37	0,20	0,18	0,17
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m^2 wg średnich cen rynkowych.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 11 192 zł		SPBT= 2,7 lat		

5.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				strop nad przejazdem		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	76,3 m ²		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} =	72,4 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu nad przejazdem od spodu na bazie wełny mineralnej o współczynniku przewodności: $\lambda \leq 0,036 \text{ W/mK}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji spełniającej wymagania WT2014						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		5,00	5,56	6,11
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,38	5,38	5,93	6,49
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	66,4	4,7	4,2	3,9
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,008	0,001	0,001	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		2 962	2 986	3 000
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		260,00	270,00	280,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		18 834	19 558	20 283
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		6,4	6,6	6,8
10	U_0, U_1	W/m ² K	2,65	0,19	0,17	0,15
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	18 834 zł	SPBT=	6,4 lat	

5.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				strop zewnętrzny łącznika		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 84,2 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 88,4 \text{ m}^2$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie stropu nad przejazdem (strop zewnętrzny łącznika) od spodu na bazie wełny mineralnej o współczynniku przewodności: $\lambda \leq 0,036 \text{ W/mK}$.</p> <p>Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji spełniającej wymagania WT2014 wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		5,00	5,56	6,11
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,35	5,35	5,90	6,46
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	79,4	5,2	4,7	4,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,010	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		3 562	3 586	3 605
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		260,00	270,00	280,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		22 973	23 857	24 740
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		6,5	6,7	6,9
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,88	0,19	0,17	0,15
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m^2 wg średnich cen rynkowych.</p> <p>Przed ociepleniem stropu należy zdemontować blachę trapezową. Opór cieplny blachy trapezowej nie jest wliczany do całkowitego oporu dla wariantów 1-3.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	22 973 zł	SPBT=	6,5 lat	

5.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien.					Przedsięwzięcie		
					wymiana okien części ogrzewanej		
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 723,63 \text{ m}^2$ $A1_{ok} = 723,09$ $V_{nom} = \Psi \cdot A_{ok} = 15\,350 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi \cdot C_m$ $C_w = 1$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę stolarki okiennej części ogrzewanej na nową bardziej szczelną.</p> <p>wariant 1 : okna $U = 1,3$ $a = 0,8$ wariant 2: okna $U = 1,1$ $a = 0,8$ wariant 3: okna $U = 0,9$ $a = 0,8$</p>							
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	2,60	1,3	1,1	0,9	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,1	1,00	1,00	1,00
		C_m	-	1,3	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	617,4	308,7	261,2	213,7	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	1885,3	1713,9	1713,9	1713,9	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	2502,7	2022,6	1975,1	1927,6	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0753	0,0376	0,0318	0,0261	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,2714	0,2088	0,2088	0,2088	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,3467	0,2464	0,2406	0,2349	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		23 045	25 325	27 605	
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		1 085 445	1 230 171	1 374 897	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-	
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		47,10	48,60	49,80	
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u</p> <p>Ceny jednostkowe wymiany stolarki okiennej 1m² przyjęto wg średnich cen rynkowych.</p> <p>wariant 1: wymiana okien ($U=1,3$) 723,6 m² okien* 1500 zł/m² = 1 085 445 zł wariant 2: wymiana okien ($U=1,1$) 723,6 m² okien* 1700 zł/m² = 1 230 171 zł wariant 3: wymiana okien ($U=0,9$) 723,6 m² okien* 1900 zł/m² = 1 374 897 zł</p>							
Wybrany wariant : 1		Koszt :	1 085 445 zł	SPBT=	47,1	lat	

5.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				zamurowanie części otworów okiennych		
Dane:				powierzchnia przegrody $A = 0,54 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się częściowe zamurowanie łukowych otworów okiennych części ogrzewanej cegłą pełną o grubości 50 cm i oporze cieplnym $R = 0,65 \text{ m}^2\text{K/W}$ i ocieplenie tych zamurowań metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności:						
$\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$						
Ze względów technologicznych docieplenie należy wykonać taką samą grubością styropianu jak dla ścian zewnętrznych tj. 12 cm.						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,12		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		3,16		
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,38	4,00		
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	0,5	0,000		
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,000	0,000		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z + 12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/a		24		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		400,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		216		
9	$SPBT = N_U/\Delta O_{ru}$	lata		9,0		
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,60	0,25		
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Cenę jednostkową 1 m^2 docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
W obliczeniach całkowitego oporu cieplnego uwzględniono również 2 cm warstwy tynku cementowo-wapiennego.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	216 zł	SPBT=	9,0 lat	
Zestawienie kosztów, oszczędności i SPBT łączące warianty wymiany okien oraz częściowego zamurowania i ocieplenia części otworów.						

punkt	koszt	oszcz.	SPBT
5.2.8.	1 085 445	23 045	47,1
5.2.9.	216	24,00	9,0
	1 085 661	23 069	47,1

5.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien.				Przedsięwzięcie		
				wymiana okien piwnicznych (drewniane)		
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 7,10 \text{ m}^2$</p> <p>$A1_{ok} = 6,34$</p> <p>$V_{nom} = \Psi = 286 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$</p> <p>$C_w = 1$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę drewnianej stolarki okiennej piwnic na nową bardziej szczelną.</p> <p>wariant 1 : okna U= 1,8 a= 0,8</p> <p>wariant 2: okna U= 1,6 a= 0,8</p> <p>wariant 3: okna U= 1,4 a= 0,8</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	3,80	1,8	1,6	1,4
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	1,1	1,00	1,00	1,00
		Cm	1,3	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * Sd * A_{ok} * U$	GJ/a	4,2	2,0	1,8	1,6
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * Sd$	GJ/a	16,8	15,3	15,3	15,3
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	21,0	17,3	17,1	16,9
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0008	0,0004	0,0004	0,0003
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0039	0,003	0,003	0,003
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0047	0,0034	0,0034	0,0033
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		178	187	197
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		7 810	9 230	10 650
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
12	SPBT = $(N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		44,00	49,30	54,10
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Ceny jednostkowe wymiany stolarki okiennej 1m² przyjęto wg średnich cen rynkowych.</p> <p>wariant 1: wymiana okien (U=1,8) 7,1 m² okien* 1100 zł/m² = 7 810 zł</p> <p>wariant 2: wymiana okien (U=1,6) 7,1 m² okien* 1300 zł/m² = 9 230 zł</p> <p>wariant 3: wymiana okien (U=1,4) 7,1 m² okien* 1500 zł/m² = 10 650 zł</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 7 810 zł	SPBT= 44,0 lat			

5.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				zamurowanie części otworów okiennych piwnic		
Dane: powierzchnia przegrody				A = 0,76 m ²		
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się częściowe zamurowanie łukowych otworów okiennych piwnic oraz całkowite zamurowanie okna elewacji wschodniej zlokalizowanego poniżej poziomu gruntu. Zamurowanie cegłą pełną o grubości 50 cm i oporze cieplnym R = 0,65 m²K/W oraz ocieplenie tych zamurowań metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności</p> $\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK .}$ <p>Ze względów technologicznych docieplenie należy wykonać taką samą grubością izolacji jak dla ścian zewnętrznych piwnic 12 cm.</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,16		
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,26	4,00		
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	0,5	0,0		
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,000	0,000		
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		24		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		500,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		380		
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		15,8		
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	3,80	0,25		
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Cenę jednostkową 1m² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.</p> <p>W obliczeniach całkowitego oporu cieplnego uwzględniono również 2 cm warstwy tynku cementowo-wapiennego.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	380 zł	SPBT=	15,8 lat	
Zestawienie kosztów, oszczędności i SPBT łączące warianty wymiany okien segmentu B i C oraz zamurowania i ocieplenia części otworów.						

punkt	koszt	oszcz.	SPBT
5.2.10.	7 810	178	44,0
5.2.11.	380	24,00	15,8
	8 190	202	40,6

5.2.12. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi.					Przedsięwzięcie		
					wymiana drzwi zewnętrznych		
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 28,70 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 15\,350 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1$</p>							
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę stolarki drzwiowej na nową bardziej szczelną.</p> <p>wariant 1 : drzwi $U = 1,7$ $a = 0,8$ wariant 2: drzwi $U = 1,5$ $a = 0,8$ wariant 3: drzwi $U = 1,3$ $a = 0,8$</p>							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$W/m^2 \cdot K$	2,90	1,7	1,5	1,3	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,1	1,00	1,00	
		C_m	-	1,3	1,00	1,00	
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_d * U$	GJ/a	27,3	16,0	14,1	12,2	
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	1885,3	1713,9	1713,9	1713,9	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	1912,6	1729,9	1728,0	1726,1	
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,0033	0,0020	0,0017	0,0015	
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,2714	0,2088	0,2088	0,2088	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,2747	0,2108	0,2105	0,2103	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_2 + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		8 770	8 861	8 952	
10	Koszt wymiany drzwi N_d	zł		51 660	57 400	63 140	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-	
12	$SPBT = (N_d + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		5,90	6,50	7,10	
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Ceny jednostkowe wymiany stolarki drzwiowej 1 m^2 przyjęto wg średnich cen rynkowych.</p> <p>wariant 1: wymiana drzwi ($U=1,7$) $28,7 \text{ m}^2 \text{ drzwi} * 1800 \text{ zł/m}^2 = 51\,660 \text{ zł}$ wariant 2 : wymiana drzwi ($U=1,5$) $28,7 \text{ m}^2 \text{ drzwi} * 2000 \text{ zł/m}^2 = 57\,400 \text{ zł}$ wariant 3 : wymiana drzwi ($U=1,3$) $28,7 \text{ m}^2 \text{ drzwi} * 2200 \text{ zł/m}^2 = 63\,140 \text{ zł}$</p>							
Wybrany wariant : 1		Koszt :	51 660 zł	SPBT=	5,9	lat	

5.2.13. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi.					Przedsięwzięcie		
					wymiana drzwi zewnętrznych piwnicy		
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 1,84 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi \cdot C_w = 286 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = \Psi \cdot C_m$ $C_w = 1$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę stolarki drzwiowej piwnicy na nową bardziej szczelną.</p> <p>wariant 1 : drzwi $U = 1,7$ $a = 0,8$ wariant 2: drzwi $U = 1,5$ $a = 0,8$ wariant 3: drzwi $U = 1,3$ $a = 0,8$</p>							
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	2,90	1,7	1,5	1,3	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	1,00	1,00	1,00	
		C_m	1,3	1,00	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_d \cdot U$	GJ/a	0,8	0,5	0,4	0,4	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	16,8	15,3	15,3	15,3	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	17,6	15,8	15,7	15,7	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0039	0,003	0,003	0,003	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0041	0,0031	0,0031	0,0031	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_2 + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		86	91	91	
10	Koszt wymiany drzwi N_d	zł		3 312	3 680	4 048	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-	
12	$SPBT = (N_d + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		38,30	40,40	44,40	
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Ceny jednostkowe wymiany stolarki drzwiowej 1m² przyjęto wg średnich cen rynkowych.</p> <p>wariant 1: wymiana drzwi (U=1,7) $1,8 \text{ m}^2 \text{ drzwi} \cdot 1800 \text{ zł/m}^2 = 3 312 \text{ zł}$ wariant 2 : wymiana drzwi (U=1,5) $1,8 \text{ m}^2 \text{ drzwi} \cdot 2000 \text{ zł/m}^2 = 3 680 \text{ zł}$ wariant 3 : wymiana drzwi (U=1,3) $1,8 \text{ m}^2 \text{ drzwi} \cdot 2200 \text{ zł/m}^2 = 4 048 \text{ zł}$</p>							
Wybrany wariant : 1		Koszt :	3 312 zł	SPBT=	38,3	lat	

5.2.14. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
0	Regulacja instalacji c.o.	15 000	-
1	Ocieplenie stropodachu łącznika zewnętrznego	11 192	2,7
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	51 660	5,9
3	Ocieplenie stropu nad przejazdem	18 834	6,4
4	Ocieplenie stropu zewnętrznego łącznika	22 973	6,5
5	Ocieplenie dachu części dwu i trzykondygnacyjnej	200 534	7,8
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych łącznika	50 691	12,5
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych	617 101	17,8
8	Wymiana drzwi zewnętrznych piwnicy	3 312	38,3
9	Wymiana drewnianych okien w piwnicy wraz z częściowym zamurowaniem	8 190	40,6
10	Wymiana okien PCW części ogrzewanej wraz z częściowym zamurowaniem	1 085 661	47,1
11	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicznych	295 358	174,8

5.2.15. Zestawienie kosztów dla pełnego zakresu usprawnień wraz z kosztami dokumentacji projektowej		
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł
1	Modernizacja struktury budowlanej.	2 380 505
2	Dokumentacja projektowa z wykonaniem audytu	20 664
Łączny koszt usprawnień		2 401 169

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

Dane: $Q_{0co} = 3\,855,98 \text{ GJ/a}$ $w_{t0} = 0,85$ $w_{d0} = 0,95$ $\eta_0 = 0,76$

Instalacja c.o. modernizowana w ostatnich latach, jako usprawnienie przewiduje się regulację całej instalacji z dostosowaniem do zapotrzebowania na ciepło po termomodernizacji budynku.

W tym przypadku nie występują oszczędności kosztów.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_g = 0,95$	$\eta_g = 0,95$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = 0,90$
3	regulacja	$\eta_e = 0,89$	$\eta_e = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,76$	$\eta = 0,76$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia -	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby -	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,76	0,76
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	0,85	0,85
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	0,95	0,95
4	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		-
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		15 000,00
6	SPBT	lata		-

Szacunkowy koszt regulacji hydraulicznej instalacji c.o.

RAZEM

15 000,00

7. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w punkcie oraz w punkcie 8.1.

- instalacja co - regulacja instalacji centralnego ogrzewania
- stropodach łącznika - ocieplenie stropodachu łącznika zewnętrznego
- drzwi zewnętrzne - wymiana drzwi zewnętrznych części ogrzewanej
- strop nad przejazdem - ocieplenie stropu nad przejazdem
- strop zewnętrzny łącznika - ocieplenie stropu zewnętrznego łącznika
- dach części dwu i trzykondygnacyjnej - ocieplenie dachu
- ściany zewnętrzne łącznika - ocieplenie ścian zewnętrznych łącznika
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- drzwi zewnętrzne piwnicy - wymiana drzwi zewnętrznych piwnicy
- drewniane okna piwniczne - wymiana drewnianych okien piwnicznych na nowe z PCW wraz z częściowym zamurowaniem okien łukowych
- okna części ogrzewanej - wymiana nieszczelnych okien części ogrzewanej na nowe z PCW wraz z częściowym zamurowaniem okien łukowych
- ocieplenie ścian cokołowych sali gimnastycznej oraz ścian piwnicznych pozostałej części obiektu.

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

	Zakres	Nr wariantu										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	Instalacja c.o.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1	Ocieplenie stropodachu łącznika zewnętrznego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie stropu nad przejazdem	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Ocieplenie stropu zewnętrznego łącznika	X	X	X	X	X	X	X	X			
5	Ocieplenie dachu części dwu i trzykondygnacyjnej	X	X	X	X	X	X	X				
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych łącznika	X	X	X	X	X	X					
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X	X						
8	Wymiana drzwi zewnętrznych piwnicy	X	X	X	X							
9	Wymiana drewnianych okien w piwnicy wraz z częściowym zamurowaniem	X	X	X								
10	Wymiana okien PCW części ogrzewanej wraz z częściowym zamurowaniem	X	X									
11	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnicznych	X										
Nakłady na realizację poszczególnych wariantów		2 380 505	2 085 147	999 486	991 296	987 984	370 884	320 193	119 659	96 686	77 852	26 192

Audyt energetyczny budynku użyteczności publicznej Szkoły Podstawowej nr 1 w Bieruniu

7.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego															
Lp		Jedn	stan istn.	wariant											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Sezonowe zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	Q_{co}	GJ	3 855,98	1 805,41	1 858,93	2 176,97	2 178,94	2 179,25	2 939,90	3 027,61	3 601,24	3 681,54	3 748,38	3 760,92
2	Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie	q_{co}	kW	424,58	189,27	195,19	232,50	232,79	232,84	320,87	330,89	395,94	404,99	412,51	413,89
3	Sprawność systemu ogrzewania	η	-	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
4	Współczynnik przew. dobowych	w_d	-	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
	Współczynnik przew. tygodniowych	w_t	-	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
5	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie	O_{co}	zł	231 069,96	108 189,36	111 396,55	130 455,13	130 573,18	130 591,76	176 173,78	181 429,81	215 804,64	220 616,63	224 622,02	225 373,48
6	Zapotrzebowanie ciepła dla c.w.u z uwzgl. sprawności	Q_{cw}	GJ	187,23	187,23	187,23	187,23	187,23	187,23	187,23	187,23	187,23	187,23	187,23	187,23
7	Zapotrzebowanie mocy na c.w.u	q_{cw}	kW	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20
8	Roczny koszt ciepła na c.w.u.	O_{cw}	zł	8 987,18	8 987,18	8 987,18	8 987,18	8 987,18	8 987,18	8 987,18	8 987,18	8 987,18	8 987,18	8 987,18	8 987,18
9	Sumaryczne zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	Q	GJ	4 279,10	2 103,09	2 159,88	2 497,38	2 499,47	2 499,80	3 306,98	3 400,05	4 008,77	4 093,99	4 164,91	4 178,22
10	Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego	$\Delta Q/Q$	%	-	50,9%	49,5%	41,6%	41,6%	41,6%	22,7%	20,5%	6,3%	4,3%	2,7%	2,4%
11	Sumaryczne zapotrzebowanie mocy	q	kW	436,78	201,47	207,39	244,70	244,99	245,04	333,07	343,09	408,14	417,19	424,71	426,09
12	Sumaryczny koszt ogrzewania i przygotowanie ciepłej wody	O_r	zł	240 057,14	117 176,54	120 383,73	139 442,31	139 560,36	139 578,94	185 160,96	190 416,99	224 791,82	229 603,81	233 609,20	234 360,66
13	Oszczędność kosztu w stosunku do stanu istniejącego	ΔQ_r	zł	-	122 880,60	119 673,41	100 614,83	100 496,78	100 478,20	54 896,18	49 640,15	15 265,32	10 453,33	6 447,94	5 696,48
14	Koszt wykonania modernizacji	N_w	zł	-	2 380 504,84	2 085 147,22	999 486,22	991 296,22	987 984,22	370 883,69	320 192,69	119 658,65	96 685,70	77 851,95	26 191,95
15	Koszt audytu i inne koszty	N_a	zł	-	20 664,00	20 664,00	20 664,00	20 664,00	20 664,00	20 664,00	20 664,00	20 664,00	20 664,00	20 664,00	20 664,00
16	Koszt całkowity	N	zł	-	2 401 168,84	2 105 811,22	1 020 150,22	1 011 960,22	1 008 648,22	391 547,69	340 856,69	140 322,65	117 349,70	98 515,95	46 855,95

7.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię % [[Q0-Q1)/Q0]*100%	Optymalna kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
					[zł,%]		20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
					[zł,%]		[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6		7.	8.	9.
1	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne • strop nad przejazdem • strop zewn. łącznika • dach • ściany zewnętrzne łącznika • ściany zewnętrzne • drzwi piwnicy • drewniane okna piwnic • okna części ogrzewanej • ściany piwnic 	2 401 168,84	122 880,60	50,9%	0,00 0%	2 401 168,84 100%	480 233,77	384 187,01	245 761,20
2	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne • strop nad przejazdem • strop zewn. łącznika • dach • ściany zewnętrzne łącznika • ściany zewnętrzne • drzwi piwnicy • drewniane okna piwnic • okna części ogrzewanej 	2 105 811,22	119 673,41	49,5%	0,00 0%	2 105 811,22 100%	421 162,24	336 929,79	239 346,82
3	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne • strop nad przejazdem • strop zewn. łącznika • dach • ściany zewnętrzne łącznika • ściany zewnętrzne • drzwi piwnicy • drewniane okna piwnic 	1 020 150,22	100 614,83	41,6%	0,00 0%	1 020 150,22 100%	204 030,04	163 224,03	201 229,66

4	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne • strop nad przejazdem • strop zewn. łącznika • dach • ściany zewnętrzne łącznika • ściany zewnętrzne • drzwi piwnicy 	1 011 960,22	100 496,78	41,6%	0,00	0%	202 392,04	161 913,63	200 993,56
					1 011 960,22	100%			
5	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne • strop nad przejazdem • strop zewn. łącznika • dach • ściany zewnętrzne łącznika • ściany zewnętrzne 	1 008 648,22	100 478,20	41,6%	0,00	0%	201 729,64	161 383,71	200 956,40
					1 008 648,22	100%			
6	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne • strop nad przejazdem • strop zewn. łącznika • dach • ściany zewnętrzne łącznika 	391 547,69	54 896,18	22,7%	0,00	0%	78 309,54	62 647,63	109 792,36
					391 547,69	100%			
7	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne • strop nad przejazdem • strop zewn. łącznika • dach 	340 856,69	49 640,15	20,5%	0,00	0%	68 171,34	54 537,07	99 280,30
					340 856,69	100%			
8	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne • strop nad przejazdem • strop zewn. łącznika 	140 322,65	15 265,32	6,3%	0,00	0%	28 064,53	22 451,62	30 530,64
					140 322,65	100%			
9	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne • strop nad przejazdem 	117 349,70	10 453,33	4,3%	0,00	0%	23 469,94	18 775,95	20 906,67
					117 349,70	100%			
10	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika • drzwi zewnętrzne 	98 515,95	6 447,94	2,7%	0,00	0%	19 703,19	15 762,55	12 895,88
					98 515,95	100%			
11	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja c.o. • stropodach łącznika 	46 855,95	5 696,48	2,4%	0,00	0%	9 371,19	7 496,95	11 392,96
					46 855,95	100%			

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1 Opis robót

W ramach wskazanego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

0. Regulacja instalacji centralnego ogrzewania.
1. Ocieplenie stropodachu łącznika zewnętrznego poprzez wdmuchanie do przestrzeni stropodachu granulatu z wełny mineralnej o gr. 19 cm ($\lambda \leq 0,040$ W/mK).
2. Wymiana starych drzwi części ogrzewanej na nowe ($U = 1,7$ W/m²K).
3. Ocieplenie stropu nad przejazdem wełną mineralną o grubości 18 cm ($\lambda \leq 0,036$ W/mK).
4. Ocieplenie stropu zewnętrznego łącznika wełną mineralną o grubości 18 cm ($\lambda \leq 0,036$ W/mK). Przed wykonaniem ocieplenia należy zdemontować blachę trapezową.
5. Ocieplenie dachu części dwu i trzykondygnacyjnej styropianem laminowanym papą o grubości 17 cm ($\lambda \leq 0,038$ W/mK).
6. Ocieplenie ścian zewnętrznych łącznika poprzez wykonanie izolacji na bazie styropianu o grubości 12 cm ($\lambda \leq 0,031$ W/mK).
7. Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez wykonanie izolacji na bazie styropianu o grubości 12 cm ($\lambda \leq 0,038$ W/mK).
8. Wymiana starych drzwi piwnicznych na nowe ($U = 1,7$ W/m²K).
9. Wymiana nieszczelnych drewnianych okien piwnicznych na nowe z PCW ($U = 1,8$ W/m²K), wraz z częściowym zamurowaniem okien łukowych.
10. Wymiana nieszczelnych okien części ogrzewanej na nowe z PCW ($U = 1,3$ W/m²K), wraz z częściowym zamurowaniem okien łukowych.
11. Ocieplenie ścian piwnic części dwu i trzykondygnacyjnej do głębokości 2,2 m poniżej poziomu gruntu oraz ścian cokołowych sali gimnastycznej do głębokości 1,5 m poniżej poziomu gruntu z użyciem styropianu wodoodpornego o grubości 12 cm ($\lambda \leq 0,038$ W/mK).

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1. Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)
- Załącznik 2. Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 3. Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym
- Załącznik 4. Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym
- Załącznik 5. Wyniki zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu Purmo - Polska OZC
- Załącznik 6. Obliczenia emisji zanieczyszczeń - spalanie gazem ziemnym - stan istniejący
- Załącznik 6.1. Obliczenia emisji zanieczyszczeń - spalanie gazem ziemnym - stan projektowany
- Załącznik 6.2. Zestawienie obliczeń emisji zanieczyszczeń dla stanu przed i po termomodernizacji
- Załącznik 7. Analiza finansowa - finansowanie modernizacji przy pomocy środków własnych
- Załącznik 7.1. Analiza finansowa - finansowanie modernizacji przy pomocy środków pomocowych (80% pożyczki preferencyjnej bez umorzenia)
- Załącznik 7.2. Analiza finansowa - finansowanie modernizacji przy pomocy środków pomocowych (80% pożyczki preferencyjnej z umorzeniem 20%)

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość	λ	R	U, ΔU , U_k
						m
1	ściany zewnętrzne	tynk cem-wap. cegła pełna tynk cem-wap. $R_{si}+R_{se}$	0,020 0,500 0,020	0,820 0,770 0,820	0,02	$U= 1,15$
					0,65	
					0,02	
					0,17	
					0,87	
2	ściany zewnętrzne łącznika	tynk cem-wap. bloczek betonowy tynk cem-wap. $R_{si}+R_{se}$	0,020 0,240 0,020	0,820 1,000 0,820	0,02	$U= 2,18$
					0,24	
					0,02	
					0,17	
					0,46	
3	ściany zewnętrzne piwnic	tynk cem-wap. cegła pełna tynk cem-wap. $R_{si}+R_{se}$	0,020 0,500 0,020	0,820 0,770 0,820	0,02	$U= 1,15$
					0,65	
					0,02	
					0,17	
					0,87	
4	dach sali gimnastycznej	papa-asf wełna mineralna blacha trapezowa $R_{si}+R_{se}$	0,007 0,200 0,007	0,180 0,040 58,000	0,04	$U= 0,19$
					5,00	
					0,00	
					0,14	
					5,18	
5	dach	papa asfaltowa deskowanie warstwa powietrza niewentylowana żelbet tynk cem.-wap. $R_{si}+R_{se}$	0,007 0,040 0,500 0,200 0,015	0,180 0,300 - 1,700 0,820	0,04	$U= 1,64$
					0,13	
					0,16	
					0,12	
					0,02	
					0,14	
					0,61	
6	dach łącznika	papa asfaltowa tynk cem żelbet warstwa powietrza żelbet tynk cem.-wap. $R_{si}+R_{se}$	0,007 0,020 0,060 0,500 0,150 0,015	0,180 1,000 1,700 - 1,700 0,820	0,04	$U= 3,37$
					0,02	
					0,04	
					0,16	
					0,09	
					0,02	
					0,19	
					0,30	
7	strop nad przejazdem	PCW żelbet tynk cem-wap $R_{si}+R_{se}$	0,005 0,200 0,020	0,200 1,700 0,820	0,03	$U= 2,65$
					0,12	
					0,02	
					0,21	
					0,38	
8	strop zewnętrzny łącznika	PCW żelbet tynk cem-wap blacha trapezowa $R_{si}+R_{se}$	0,005 0,150 0,020 0,007	0,200 1,700 0,820 58,000	0,03	$U= 2,88$
					0,09	
					0,02	
					0,00	
					0,21	
					0,21	
					0,35	

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	kubatura m ³ / ilość osób	Norma, m ³ /h lub krotność wymian h ⁻¹	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Kuchnia	1,0	70	70,0
2	Umywalnia	6,0	50	300,0
3	WC	6,0	30	180,0
4	Uczniowie i personel	740	20	14 800,0
Razem budynek				15 350,0
5	Piwnice	954,9	0,3	286,5
Ogółem			Ψ =	15 636,5

Załącznik 3

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_g = 0,95$$

2. Sprawność przesyłu (dystrybucji)

$$\eta_d = 0,90$$

3. Sprawność regulacji

$$\eta_e = 0,89$$

4. Sprawność akumulacji

$$\eta_s = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 0,85$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 0,95$$

Sprawności przyjęto na podstawie tabel z RMI z dnia 27 lutego 2015 roku w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków.

Załącznik nr 4

$$Q_{w,nd} = V_{cwi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) * k_R * t_R / (1000 * 3600)$$

Kwh/rok

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę	$V_{cw} = 0,8$	dm ³ / (m ²)*dzień
2	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza	$A_f = 3\,700,0$	m ²
3	Liczba dni w roku	$t_R = 365$	dni
4	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej	$k_R = 0,55$	-
5	ciepło właściwe wody	$c_w = 4,19$	kJ/(kg*K)
6	gęstość wody	$\rho_w = 1\,000,00$	kg/m ³
7	temperatura ciepłej wody w zaworze czterpalnym	$\theta_{cw} = 55$	°C
8	temperatura wody zimnej	$\theta_o = 10,00$	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe	$Q_{w,nd} = 31\,122,27$ $Q_{w,nd} = 112,04$	kWh/rok GJ
10	Sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w,tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e = 0,60$	-
11	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} = 52\,009,15$ $187,23$	kWh/rok GJ
12	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = A_f * V_{cw} = 2,96$	m ³ /d
13	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 = 0,16$	m ³ /h
14	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) / (\eta_g * \eta_d) = 0,27$	GJ/m ³
15	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * k_R * N_h * 278 = 12,20$	kW
16	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * (365 * k_R) = 594,2$	m ³
17	Koszt przygotowanie cwu	8 987,18	zł
18	Koszt wody zimnej przy cenie 12 zł	$V_{cw} * 12 = 7\,131,00$	zł
19	Sumaryczny koszt roczny cwu	16 118,18	zł
20	Średni koszt 1 m ³ cwu	27,12	zł/m ³

stan istn.

Sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,88$
Sprawność przesyłu (dystrybucji)	$\eta_d = 0,80$
Sprawność akumulacji	$\eta_s = 0,85$
Sprawność wykorzystania	$\eta_e = 1,00$
współczynnik nierównomierności rozbiór ciepłej wody	$N_h = 1,86$

Załącznik nr 5

**Wyniki zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu
Aquatherm - Polska OZC**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	189,27	1 805,41
2	195,19	1 858,93
3	232,50	2 176,97
4	232,79	2 178,94
5	232,84	2 179,25
6	320,87	2 939,90
7	330,89	3 027,61
8	395,94	3 601,24
9	404,99	3 681,54
10	412,51	3 748,38
11	413,89	3 760,92
stan istniejący	424,58	3 855,98

Załącznik nr 6

**OBLICZENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ - GAZ
STAN ISTNIEJĄCY**

Przeliczono na podstawie Mat.inf-instr. MOŚZNIŁ 1/96

Ilość ciepła przed termomodernizacją
 Klasa paliwa (gaz) - przelicznik
 Wskaźnik unosu pyłu (gaz)
 Wskaźnik unosu tlenków siarki (gaz)
 Średnia zawartość części palnych w emitowanym pyłe
 Wskaźnik unosu tlenków azotu
 Wskaźnik unosu tlenu węgla
 Wskaźnik unosu dwutlenku węgla
 Wskaźnik emisji dla pyłu PM10

Wartość opałowa gazu

Q =	4279,1	GJ
	0,1193	10 ⁶ *m ³ /a
wp =	14,5	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
wso2=	1,884	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
a pl =	22	%At
wNox=	3700	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
w CO =	270	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
w CO2 =	1964000	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
w PM10	0,5	g/GJ
	35,865	MJ/m ³

Obliczenie emisji pyłu* :

pył Ep = B*a pl
 SO2 ESO2= B * wso2
 NOx ENox= B* wNOx
 CO ECO= B*wCO
 CO2 E CO2= B*wCO2
 PM10 E PM10= Q*wPM10

Ep =	1,73	kg/a
Eso2=	0,22	kg/a
Enox=	441,45	kg/a
Eco=	32,21	kg/a
Eco2=	234327,23	kg/a
EPM10=	2,14	kg/a

Załącznik nr 6.1

**OBLICZENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ - GAZ
STAN PROJEKTOWANY**

Ilość ciepła po termomodernizacji	Q =	2103,1	GJ
Klasa paliwa (gaz) - umownie	Bp =	0,0586	106*m3/a
Wskaźnik unosu pyłu (węgiel)	wp =	14,5	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
Wskaźnik unosu tlenków siarki (węgiel)	wso2=	0	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
Średnia zawartość części palnych w emitowanym pyłu	a pl =	22	%At
Wskaźnik unosu tlenków azotu	wNox=	3700	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
Wskaźnik unosu tlenku węgla	w CO =	270	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
Wskaźnik unosu dwutlenku węgla	w CO2 =	1964000	kg/10 ⁶ *m ³ paliwa
Wskaźnik emisji dla pyłu PM10	w PM10	0,5	g/GJ
Wartość opałowa gazu	MJ/m ³	35,865	MJ/m ³

Obliczenie emisji pyłu* :

pył	Ep = B*a pl	0,85	kg/a
SO2	ESo2= B * wso2	0,00	kg/a
NOx	ENox= B* wNOx	216,96	kg/a
CO	ECO= B*wCO	15,83	kg/a
CO2	E CO2= B*wCO2	115166,91	kg/a
PM10	E PM10= Q*wPM10	1,05	kg/a

Załącznik nr 6.2

ZESTAWIENIE

ZANIECZYSZCZENIE ŚRODOWISKA

WARIANT OBLICZEŃ

Zanieczyszczenie	Jedn.	Wielkość dotychcz.	Wielkość plan.	zmiana	%
-	-	a	b	c=a-b	d=c/a*100
SO2	kg/a	0,22	0,00	0,22	100,0
Pył	kg/a	1,73	0,85	0,88	50,9
NOx	kg/a	441,45	216,96	224,49	50,9
CO	kg/a	32,21	15,83	16,38	50,9
CO2	kg/a	234327,2	115166,9	119160,3	50,9
PM10	kg/a	2,1	1,1	1,1	50,9

Zmniejszenie zużycia energii końcowej w wyniku realizacji projektu 604,45 MWh/rok
 Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych 664,89 MWh/rok

Efektywność kosztowa zmniejszenia zużycia energii użytkowej 4 215,52 zł/MWh/rok

Stopień redukcji CO2 odprowadzanego do atmosfery 119,16 t CO2/rok

Efektywność kosztowa redukcji CO2 20 150,74 zł/t CO2

Stopień redukcji emisji pyłu PM10 0,001088005 t PM10/rok

Efektywność kosztowa redukcji PM10 2 206 945 887,17 zł/t PM10

Załącznik nr 7

Analiza finansowa - finansowanie modernizacji przy pomocy środków własnych

Stopa dysk	Lata	Nakłady	Wydatki	Wydatki zdyskontowane	Przychody z uwzględnieniem wzrostu kosztu energii	Suma zdyskontowanych przepływów pieniężnych	NPV	Szacunkowy wzrost kosztu energii	NPVR	SPBT
2,76%		2 401 169			122 881			4,5%		
	0	2 401 169		2 401 169		-2 401 169				
2,76%	1				122 881	119 580	-2 281 589	4,5%	-0,950	19,5
2,76%	2				128 410	121 605	-2 159 984	4,5%	-0,900	
2,76%	3				134 189	123 664	-2 036 320	4,5%	-0,848	
2,76%	4				140 227	125 758	-1 910 562	4,5%	-0,796	
2,76%	5				146 537	127 887	-1 782 674	4,5%	-0,742	
2,76%	6				153 132	130 053	-1 652 621	4,5%	-0,688	
2,76%	7				160 023	132 255	-1 520 366	4,5%	-0,633	
2,76%	8				167 224	134 495	-1 385 871	4,5%	-0,577	
2,76%	9				174 749	136 772	-1 249 100	4,5%	-0,520	
2,76%	10				182 612	139 088	-1 110 012	4,5%	-0,462	
2,76%	11				190 830	141 443	-968 569	4,5%	-0,403	
2,76%	12				199 417	143 838	-824 731	4,5%	-0,343	
2,76%	13				208 391	146 273	-678 458	4,5%	-0,283	
2,76%	14				217 769	148 750	-529 707	4,5%	-0,221	
2,76%	15				227 568	151 269	-378 438	4,5%	-0,158	
2,76%	16				237 809	153 830	-224 608	4,5%	-0,094	
2,76%	17				248 510	156 435	-68 173	4,5%	-0,028	
2,76%	18				259 693	159 084	90 911	4,5%	0,038	
2,76%	19				271 379	161 778	252 689	4,5%	0,105	
2,76%	20				283 591	164 517	417 206	4,5%	0,174	

Załącznik nr 7.1

Analiza finansowa - finansowanie modernizacji przy pomocy środków pomocowych (80% pożyczki preferencyjnej bez umorzenia)

Stopa dysk	Lata	Nakłady	Dotacja	Pożyczka	Rata kapitałowa	Odsetki	Wydatki	Przychody z uwzględnieniem wzrostu kosztu energii	Suma zdyskontowanych przepływów pieniężnych	NPV	Szacunkowy wzrost kosztu energii	NPVR	SPBT
2,76%		2 401 168,84	0%	80%		3,00%		122 880,60			4,5%		
	0	2 401 168,84	-	1 920 935,07		57 628,05	537 861,82		-537 861,82				
2,76%	1				192 093,51	57 628,05	249 721,56	122 880,60	-123 434,18	-661 296	4,5%	-0,275	19,5
2,76%	2				192 093,51	51 865,25	243 958,75	128 410,23	-109 424,92	-770 721	4,5%	-0,321	
2,76%	3				192 093,51	46 102,44	238 195,95	134 188,69	-95 849,84	-866 571	4,5%	-0,361	
2,76%	4				192 093,51	40 339,64	232 433,14	140 227,18	-82 691,84	-949 263	4,5%	-0,395	
2,76%	5				192 093,51	34 576,83	226 670,34	146 537,40	-69 934,36	-1 019 197	4,5%	-0,424	
2,76%	6				192 093,51	28 814,03	220 907,53	153 131,58	-57 561,36	-1 076 758	4,5%	-0,448	
2,76%	7				192 093,51	23 051,22	215 144,73	160 022,50	-45 557,31	-1 122 316	4,5%	-0,467	
2,76%	8				192 093,51	17 288,42	209 381,92	167 223,52	-33 907,16	-1 156 223	4,5%	-0,482	
2,76%	9				192 093,51	11 525,61	203 619,12	174 748,58	-22 596,34	-1 178 819	4,5%	-0,491	
2,76%	10				192 093,51	5 762,81	197 856,31	182 612,26	-11 610,73	-1 190 430	4,5%	-0,496	
2,76%	11							190 829,81	141 442,91	-1 048 987	4,5%	-0,437	
2,76%	12							199 417,15	143 837,91	-905 149	4,5%	-0,377	
2,76%	13							208 390,93	146 273,47	-758 876	4,5%	-0,316	
2,76%	14							217 768,52	148 750,27	-610 125	4,5%	-0,254	
2,76%	15							227 568,10	151 269,01	-458 856	4,5%	-0,191	
2,76%	16							237 808,67	153 830,39	-305 026	4,5%	-0,127	
2,76%	17							248 510,06	156 435,15	-148 591	4,5%	-0,062	
2,76%	18							259 693,01	159 084,01	10 493	4,5%	0,004	
2,76%	19							271 379,19	161 777,73	172 271	4,5%	0,072	
2,76%	20							283 591,26	164 517,06	336 788	4,5%	0,140	

Załącznik nr 7.2

Analiza finansowa - finansowanie modernizacji przy pomocy środków pomocowych (80% pożyczki preferencyjnej z umorzeniem 20%)

Stopa dysk	Lata	Nakłady	Dotacja	Pożyczka	Rata kapitałowa	Odsetki	Wydatki	Przychody z uwzględnieniem wzrostu kosztu energii	Suma zdyskontowanych przepływów pieniężnych	NPV	Szacunkowy wzrost kosztu energii	NPVR	SPBT
2,76%		2 401 168,84	0%	80%		3,00%		122 880,60			4,5%		
	0	2 401 168,84	-	1 920 935,07		57 628,05	537 861,82		-537 861,82				
2,76%	1				192 093,51	57 628,05	249 721,56	122 880,60	-123 434,18	-661 296	4,5%	-0,275	15,6
2,76%	2				192 093,51	51 865,25	243 958,75	128 410,23	-109 424,92	-770 721	4,5%	-0,321	
2,76%	3				192 093,51	46 102,44	238 195,95	134 188,69	-95 849,84	-866 571	4,5%	-0,361	
2,76%	4				192 093,51	40 339,64	232 433,14	140 227,18	-82 691,84	-949 263	4,5%	-0,395	
2,76%	5				192 093,51	34 576,83	226 670,34	146 537,40	-69 934,36	-1 019 197	4,5%	-0,424	
2,76%	6				192 093,51	28 814,03	220 907,53	153 131,58	-57 561,36	-1 076 758	4,5%	-0,448	
2,76%	7				192 093,51	23 051,22	215 144,73	160 022,50	-45 557,31	-1 122 316	4,5%	-0,467	
2,76%	8				192 093,51	17 288,42	209 381,92	167 223,52	-33 907,16	-1 156 223	4,5%	-0,482	
2,76%	9							174 748,58	136 771,87	-1 019 451	4,5%	-0,425	
2,76%	10							182 612,26	139 087,78	-880 363	4,5%	-0,367	
2,76%	11							190 829,81	141 442,91	-738 920	4,5%	-0,308	
2,76%	12							199 417,15	143 837,91	-595 082	4,5%	-0,248	
2,76%	13							208 390,93	146 273,47	-448 809	4,5%	-0,187	
2,76%	14							217 768,52	148 750,27	-300 059	4,5%	-0,125	
2,76%	15							227 568,10	151 269,01	-148 790	4,5%	-0,062	
2,76%	16							237 808,67	153 830,39	5 041	4,5%	0,002	
2,76%	17							248 510,06	156 435,15	161 476	4,5%	0,067	
2,76%	18							259 693,01	159 084,01	320 560	4,5%	0,134	
2,76%	19							271 379,19	161 777,73	482 338	4,5%	0,201	
2,76%	20							283 591,26	164 517,06	646 855	4,5%	0,269	