

1. STRONA TYTUŁOWA

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1985 – rozbudowa szkoły (budynek główny dydaktyczny), 1995 – sala gimnastyczna
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)	Miasto Bielsk Podlaski ul. Kopernika 1 17-100 Bielsk Podlaski województwo: podlaskie tel. 85 731 81 00	1.4 Adres budynku	
		Zespół Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego im. Jarosława Kostycewicza w Bielsku Podlaskim ul. Poniatowskiego 9 kod : 17-100 miejscowość: Bielsk Podlaski województwo: podlaskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20 Oddział w Białymstoku 15-337 Białystok, ul. Pułaskiego 17 lok. U2 tel./fax /85/ 743 58 45 REGON: 010691500 NIP: 526-00-40-341			
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
dr inż. Wiesław Sarosiek ul. Skrzatów 27 15-151 Białystok Pesel: 57022101699 tel. /85/ 74 35 845 kom. 0603 740 876 audytor KAPE S.A. nr 007			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp	Imię i Nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	dr inż. Beata Sadowska	Optymalizacja termomodernizacji przegród budowlanych.	audytor KAPE S.A. nr 0133
2.	dr inż. Jacek Dawidowicz	Obliczenia zapotrzebowania na ciepło.	
3.	mgr inż. Joanna Święcicka	Opis i modernizacja systemu grzewczego i c.w.u.	audytor KAPE S.A. nr 0181
4.	dr inż. Wiesław Sarosiek	Ustalenie zakresu modernizacji.	
5. Miejscowość: Białystok		data wykonania opracowania: sierpień 2015 r.	

6. Spis treści

1. Strona tytułowa	1
2. Karta audytu energetycznego budynku.....	3
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku.....	6
4.1. Dane ogólne o budynku.....	6
4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna.....	7
4.3. Opis techniczny podstawowych elementów	8
4.4. Charakterystyka energetyczna.....	12
4.5. Charakterystyka systemu grzewczego.....	13
4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.	14
4.7. Charakterystyka systemu wentylacji	14
4.8. Charakterystyka źródła ciepła	15
5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku.....	15
5.1. Przegrody zewnętrzne	15
5.2. System grzewczy	15
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	17
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....	18
7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną	18
7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło...	18
7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych.....	18
7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej	23
7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT	26
7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego	26
7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów.....	26
7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania	27
7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania.....	28
7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	28
7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	28
7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych	29
7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”	31
7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	36
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	36
8.1. Opis robót.....	36
8.2. Charakterystyka finansowa	37
8.3. Dalsze działania inwestora.....	38
ZAŁĄCZNIK 1	39
ZAŁĄCZNIK 2	49
ZAŁĄCZNIK 3	71
ZAŁĄCZNIK 4	73

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna murowana z prefabrykowanymi elementami CŻ i szkieletowa	
2.	Liczba kondygnacji	2, 4 + piwnice	
3.	Kubatura części ogrzewanej / pomieszczeń ogrzewanych [m ³]	17 413,3 / 13,930,6	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	3 242,50	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	—	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	3 242,50	
7.	Liczba mieszkań	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	770 uczniów; 90 nauczycieli, obsługi i administracji	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	podgrzewacze elektryczne	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralne, z węzła cieplnego	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,38	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	—	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² ·K)]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych	0,49; 0,56; 0,64; 0,66; śr.=0,58	0,17; 0,18 śr.=0,17
2.	Ściany zewnętrzne piwnic	0,67; 0,85 śr.=0,81	0,17; 0,18 śr.=0,18
3.	Stropodachy (wentylowane) nad budynkiem głównym dydaktycznym (rozbudową) i nad łącznikami	0,37; 0,38; 0,42 śr.=0,41	0,13; 0,14 śr.=0,13
4.	Dach budynku sali gimnastycznej	0,42	0,15
5.	Daszki nad elementami wejściowymi	0,41	0,15
6.	Strop łącznika (nad przejściem)	0,38	0,13
7.	Podłoga na gruncie / w piwnicy	0,51; 0,70; 1,12	0,51; 0,70; 1,12
8.	Okna	1,30; 3,00	0,90; 1,30
9.	Wrota sali gimnastycznej	3,00	1,30
10.	Drzwi zewnętrzne	1,70; 3,00	1,30; 1,70
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	0,93	0,93
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności i mikrowentylacja stolarki / kanały wentylacyjne	mikrowentylacja stolarki, nawiewniki / kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	12 280,3	12 280,3

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

4.	Liczba wymian [1/h]	w zależności od przeznaczenia pomieszczeń (zał. Z1.1)	w zależności od przeznaczenia pomieszczeń (zał. Z1.1)
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	318,06	238,09
2.	Obliczeniowa max. moc cieplna systemu grzewczego na przygotowanie c.w.u. (łącznie szkoła i sala gimnastyczna) [kW]	67,97	67,97
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 479,88	898,14
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu c.o. [GJ/rok]	2 583,14	1 219,30
5.	Obliczeniowe średnie zużycie energii do przygotowania c.w.u. (łącznie szkoła i sala gimnastyczna) [GJ/rok]	121,07	64,47
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	—	—
7.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	126,80	76,90
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	221,33	104,40
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ³ ·rok)]	29,50	24,30
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ na c.o. [zł/GJ]	51,36	51,36
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej [zł/MW/m-c]	12 813,32	12 813,32
3.	Opłata abonamentowa [zł/m-c]	—	—
4.	Opłata za 1 GJ na podgrzew c.w.u. [zł/GJ]	159,05	159,05
5.	Opłata stała stawki sieciowej c.w.u. [zł/MW/m-c]	3 579,30	3 579,30
6.	Opłata przejściowa c.w.u. [zł/MW/m-c]	811,80	811,80
7.	Opłata handlowa c.w.u. [zł/m-c]	—	—
8.	Opłata abonamentowa c.w.u. [zł/m-c]	4,65	4,65
9.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł/m ³]	71,59	43,51
10.	Opłata roczna za c.o. i c.w.u. [zł/rok]	204 469,00	113 124,00
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]		1 486 103,00	
Planowane koszty całkowite [zł]		1 486 103,00	
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]		54,9	
Premia termomodernizacyjna [zł]		182 690,00	
Roczna oszczędność kosztów energii ²⁾ [zł/rok]		91 345,00	

Uwaga:

¹⁾ Brak zmierzonego zużycia ciepła na cele centralnego ogrzewania i przygotowanie c.w.u. na część obiektu.

²⁾ Wielkość oszczędności wynika z zastosowanych do jej wyznaczenia: obliczeniowych mocy cieplnych, obliczeniowych wartości temperatur wewnętrznych w budynku oraz warunków standardowego sezonu grzewczego.

3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA

Dostępna dokumentacja projektowa:

- Projekt techniczny rozbudowy Szkoły Podstawowej Nr 3 (dawniej) w Bielsku Podlaskim przy ul. Poniatowskiego 9, opracowany przez Biuro Projektów Budownictwa Wiejskiego, Białystok 1983 r.,
- Projekt sali gimnastycznej przy budynku Szkoły Podstawowej nr 3 (dawniej) w Bielsku Podlaskim przy ul. Poniatowskiego 9, opracowany przez Spółdzielnię Projektowania i Usług Inwestycyjnych „Inwestprojekt”, Białystok 1986 r.,
- Projekt detali architektonicznych sali gimnastycznej przy budynku Szkoły Podstawowej nr 3 (dawniej) w Bielsku Podlaskim przy ul. Poniatowskiego 9, opracowany przez Spółdzielnię Projektowania i Usług Inwestycyjnych „Inwestprojekt”, Białystok 1987 r.,
- Projekt zamienny architektoniczny ścian osłonowych hali sportowej przy Szkole Podstawowej nr 3 (dawniej) w Bielsku Podlaskim przy ul. Poniatowskiego 9, opracowany przez Zakład Architektury, Białystok 1992 r.,
- Projekt architektoniczny łącznika nr 1 (piętrowego) przy budynku Szkoły Podstawowej nr 3 (dawniej) w Bielsku Podlaskim przy ul. Poniatowskiego 9, opracowany przez Spółdzielnię Projektowania i Usług Inwestycyjnych „Inwestprojekt”, Białystok 1987 r.,
- Projekt techniczny instalacji c.o. rozbudowy szkoły w Bielsku Podlaskim, opracowany przez Biuro Projektów Budownictwa Wiejskiego, Białystok 1983 r.,
- Projekt techniczny instalacji wod.-kan. rozbudowy szkoły w Bielsku Podlaskim, opracowany przez Biuro Projektów Budownictwa Wiejskiego, Białystok 1983 r.,
- Projekt techniczny zamienny instalacji c.o. i ciepła technologicznego w budynku sali gimnastycznej w Szkole Podstawowej Nr 3 (dawniej) w Bielsku Podlaskim, opracowany przez Zakład Architektury Sp. z o.o. Białystok 1992 r.,
- Projekt techniczny instalacji wod.-kan. i c.c.w. Sali gimnastycznej Szkoły Podstawowej Nr 3 (dawniej) w Bielsku Podlaskim, opracowany przez Spółdzielnię Projektowania i Usług Inwestycyjnych „Inwestprojekt”, Białystok 1987 r..

Inne dokumenty:

- aktualne ceny nośnika energii,
- aktualne normy, katalogi i cenniki lokalnych firm budowlano-instalacyjnych,

Osoby udzielające informacji:

- mgr Eugenia Wasiluk – dyrektor Zespołu Szkół.

Data wizji lokalnych:

- sierpień 2015 r..

Wytyczne i uwagi inwestora (zleceniodawcy) stanowiące ograniczenia zakresu możliwych usprawnień:

- ewentualne wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów; sporządzenie audytu energetycznego zgodnego z tą Ustawą,
- spełnienie przez budynek wymagań ochrony cieplnej budynku które będą obowiązywały w Polsce od 1 stycznia 2021 r. (według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie),

- obniżenie kosztów eksploatacji z tytułu ogrzewania budynku oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej,
- nie rozpatrywanie docieplenia podłóg w piwnicy i na gruncie ze względów techniczno-użytkowych (istniejące podłogi w dobrym stanie, zmniejszenie wysokości użytkowej pomieszczeń),
- nie rozpatrywanie wymiany stolarki okiennej i drzwiowej która została już wymieniona na nową, by spełniała wymagania które będą obowiązywały w Polsce od 1 stycznia 2021 r. (według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie).

Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia:

- wkład własny inwestora w wysokości 0 % planowanych kosztów całkowitych,
- wartość kredytu: 100 % (1 486 103,00 zł).

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA BUDYNKU

4.1. Dane ogólne o budynku

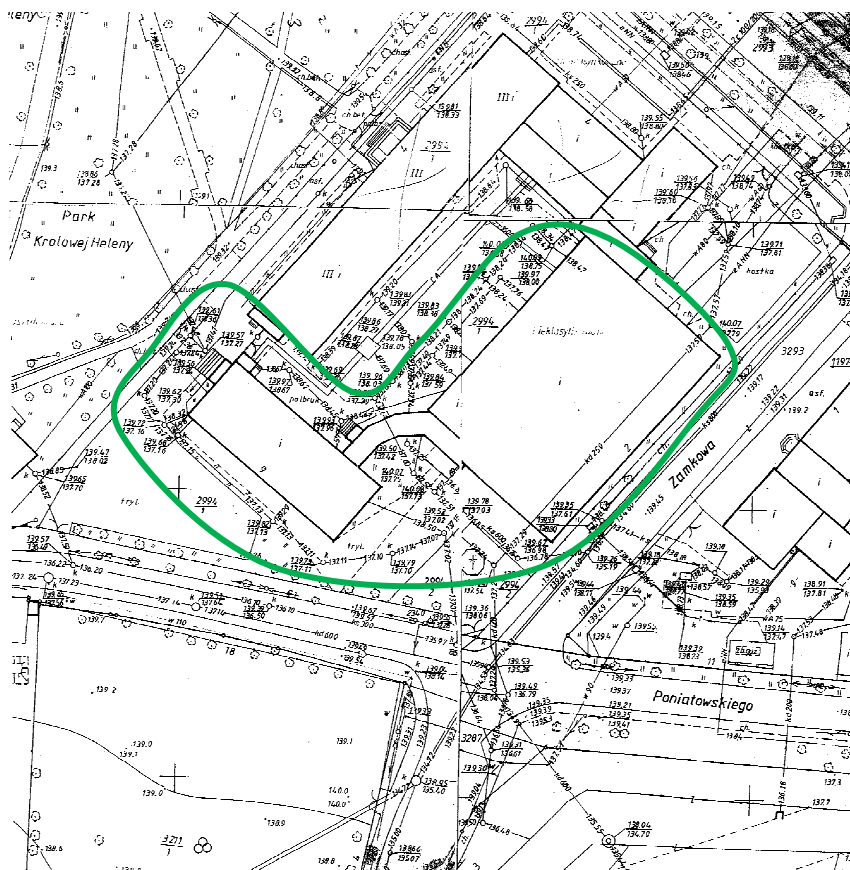
Własność	Miasto Bielsk Podlaski ul. Kopernika 1 17-100 Bielsk Podlaski województwo: podlaskie
Przeznaczenie budynku	szkoła (z salą gimnastyczną)
Adres	Zespół Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego im. Jarosława Kostyczewicza w Bielsku Podlaskim ul. Poniatowskiego 9 17-100 Bielsk Podlaski
Rodzaj budynku	użyteczności publicznej

Rok budowy	1985 – rozbudowa szkoły (budynek główny), 1995 – sala gimnastyczna	Rok zasiedlenia	1986 – rozbudowa szkoły (budynek główny), 1996 – sala gimnastyczna
Technologia budynku	tradycyjna murowana z prefabrykowanymi elementami CŻ i szkieletowa		
1. Powierzchnia zabudowy (m ²)	ok. 1 822	9. Liczba klatek schodowych	3
2. Kubatura obiektu (m ³)	b.d.	10. Liczba kondygnacji	2, 4 + piwnice
3. Kubatura ogrzewanej części obiektu (pomieszczeń ogrzewanych) (m ³)	17 413,3 (13,930,6)	11. Wysokość kondygnacji w świetle	- 2,50 (piwnice i piętro łącznika do starej szkoły) - 2,80 (łącznik do budynku sali gimnastycznej) - 2,90 (pomieszczenia budynku sali gimnastycznej) - 7,80 (sala gimnastyczna) - 3,20 (kondygnacje nadziemne budynku głównego dydaktycznego)

4. Powierzchnia mieszkań (m ²)	—	12. Liczba osób	- 770 uczniów; - 90 nauczycieli, obsługi i administracji	
5. Powierzchnia netto (m ²)	3 242,50	13. Liczba mieszkań	0	
6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m ²)	—	14. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części obiektu	3 242,50	
7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy (m ²)	375,80	15. Obiekt podpiwniczony	częściowo tak	
8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (sklepy, itp.) (m ²)	—			

4.2. Uproszczona dokumentacja techniczna

Uproszczoną dokumentację techniczną (rzuty i przekroje budynku) zawiera załącznik Z3. Poniżej przedstawiony został szkic usytuowania budynku względem stron świata.



Rysunek 1. Usytuowanie obiektu względem stron świata.

4.3. Opis techniczny podstawowych elementów

W audycie analizowano część kompleksu Zespołu Szkół: budynek główny dydaktyczny z 1985 r. z łącznikiem do części starszej, łącznik do budynku sali gimnastycznej i budynek sali gimnastycznej.

Rozbudowa (budynek główny) został wzniesiony w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku w technologii tradycyjnej murowanej z prefabrykowanymi elementami CŻ. Posiada 4 kondygnacje (przyziemie – piwnicę oraz 3 kondygnacje nadziemne). Z częścią starszą szkoły I i II piętro rozbudowy połączone jest łącznikiem.

Budynek sali gimnastycznej (z roku 1995) posiada jednokondygnacyjną halę sportową i dwukondygnacyjną część zapleczową. Dwukondygnacyjne zaplecze sali połączone jest dwukondygnacyjnym łącznikiem z budynkiem głównym (częścią dydaktyczną szkoły – czterokondygnacyjną rozbudową – wchodzącą w zakres opracowania) i z parterowym budynkiem liceum (nie objętym opracowaniem).

Konstrukcję nośną części sportowej sali gimnastycznej stanowią ramy stalowe, zaś części zapleczowej – szkielet stalowy składający się z rygli i słupów. Ściany szczytowe są warstwowe z zewnętrzną warstwą licówki z cegły cem.-wap. drobnowymiarowej. Ściany podłużne osłonowe grubości 41 cm są murowane i składają się z następujących warstw: licówka gr. 12 cm, styropian gr. 5 cm, bloczki gazobetonowe gr. 24 cm i tynk cementowo-wapienny gr. 1,5 cm.

Ściany zewnętrzne piwnic budynku głównego dydaktycznego (rozbudowy) wykonane są z bloczków betonowych i ocieplone styropianem grubości 3 cm ze ścianką dociskową grubości 6,5 cm wykonaną z cegły dziurawki.

Ściany kondygnacji nadziemnych budynku głównego dydaktycznego (rozbudowy) i łącznika do części starszej szkoły są warstwowe z cegły szczelinówki grubości 25 cm, styropianu grubości 4 cm i od zewnątrz z bloków wapienno-piaskowych drażnionych grubości 12 cm.

Ściany zewnętrzne łącznika między salą gimnastyczną a rozbudową składają się z części nośnej w postaci cegły pełnej grubości 25 cm, styropianu grubości 4 cm i licówki z cegły silikatowej grubości 12 cm.

Obiekt sali gimnastycznej przekryty jest płytami z blach stalowych ocynkowanych fałdowych z warstwą styropianu.

Stropodach łącznika między salą gimnastyczną a rozbudową jest jednospadowy, z płyt korytkowych zamkniętych, z warstwą powietrzną i styropianem grubości 11 cm.

Stropodach budynku głównego dydaktycznego (rozbudowy) i łącznika do części starszej szkoły jest wentylowany docieplony styropianem.

Posadzki sali gimnastycznej posiadają izolację obwodową o szerokości 1m w postaci styropianu grubości 5cm.

Okna w budynku głównym w piwnicy, na parterze i I piętrze są wymienione na nowe, z PCV – oprócz korytarzy i łączników. Na II piętrze budynku dydaktycznego oraz na sali gimnastycznej wszystkie okna są nowe, z PCV. W łącznikach, za zapleczu sali gimnastycznej i w salach na balkonach (nad zapleczem) okna są stare, drewniane.

Drzwi zewnętrzne są nowe, jedynie wrota do sali gimnastycznej stare.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych wymienionych w powyższym opisie znajduje się w załączniku nr 1.

Na rysunkach 2÷8 przedstawiono fotografie budynku w stanie istniejącym.



Rysunek 2. Łącznik między budynkiem głównym dydaktycznym (rozbudową) a starszą częścią szkoły (która nie podlega opracowaniu)



Rysunek 3. Elewacja południowo-zachodnia budynku głównego dydaktycznego z widokiem na stronę północno-zachodnią z łącznikiem do starszej części szkoły (która nie podlega opracowaniu)



Rysunek 4. Elewacja północno-zachodnia budynku sali gimnastycznej i łącznika między budynkiem głównym dydaktycznym a budynkiem



Rysunek 5. Elewacja północno-wschodnia budynku sali gimnastycznej z łącznikiem do części Zespołu Szkół nie podlegającej opracowaniu



Rysunek 6. Narożnik elewacji północno-wschodniej i południowo-wschodnie budynku sali gimnastycznej



Rysunek 7. Elewacja południowo-zachodnia budynku sali gimnastycznej z fragmentem łącznika do budynku głównego dydaktycznego



Rysunek 8. Naroże elewacji północno-wschodniej i południowo-wschodniej budynku głównego (dydaktycznego) z fragmentem łącznika do budynku sali gimnastycznej

4.4. Charakterystyka energetyczna

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.

Obliczenia szczytowej mocy grzewczej wykonano zgodnie z obowiązującą normą PE-EN ISO 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”.

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku świadectw charakterystyki energetycznej,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- PN-EN ISO 6946 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń”,
- PN-83/B-03430Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”,

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego Audytor OZC 6.6 Pro, dla danych meteorologicznych ze stacji Białystok.

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej:

- szczytowa moc grzewcza
(zapotrzebowanie na moc cieplną z obliczeń)..... $q_{moc} = 318,06 \text{ kW}$
- roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku $Q_H = 1\,479,88 \text{ GJ/rok}$
- roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku
po uwzględnieniu sprawności systemu c.o. $Q_S = 2\,583,14 \text{ GJ/rok}$

Koszty energii cieplnej

Opłaty ponoszone przez odbiorcę energii cieplnej wynoszą:

- opłata łączna - za dostarczone ciepło i zmienna za przesył ciepła: 51,36 zł/GJ,
 - opłata łączna - za moc zamówioną i stała za przesył ciepła: 12 813,32 zł/MW/m-c.
- Podane ceny są cenami brutto.

4.5. Charakterystyka systemu grzewczego

Skróconą charakterystykę systemu grzewczego przedstawiono poniżej.

Typ instalacji c.o.	- budynek szkoły: instalacja dwururowa, pompowa, z rozdziałem dolnym - budynek sali gimnastycznej: instalacja pompowa z rozdziałem górnym
Parametry pracy instalacji c.o.	95/70 °C
Przewody w instalacji c.o.	stalowe czarne łączone przez spawanie
Odpowietrzenie instalacji	centralna sieć odpowietrzająca
Typ grzejników	członowe żeliwne
Zawory termostatyczne	brak
Ilość dni ogrzewania w tygodniu	7 dni (bez osłabień sob.-niedz.)
Ilość godzin ogrzewania w ciągu doby	24 godziny (bez osłabień)

Istniejącą instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli.

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g0} = 0,93$
Przesyłania ciepła	$\eta_{H,d0} = 0,80$
Regulacji i wykorzystania systemu grzewczego	$\eta_{H,e0} = 0,77$ gdzie: $\eta_{H,e0}' = 0,77$ $X_0 = 1,00$
Akumulacji ciepła	$\eta_{H,s0} = 1,00$
Sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta_{H,0} = 0,5729$

Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_{t0} = 1,00$
Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie doby	$w_{d0} = 1,00$

4.6. Charakterystyka instalacji c.w.u.

Skrócony opis instalacji c.w.u. przedstawiono w tabeli poniżej.

Rodzaj opisu	Stan istniejący
1	2
Sposób przygotowania c.w.u.	- szkoła: jeden podgrzewacz elektryczny pojemnościowy 100 litrowy - sala gimnastyczna: dwa podgrzewacze elektryczne pojemnościowe 1000 litrowe
Przewody w instalacji c.w.u.	stalowe ocynkowane łączone na gwint
Opomiarowanie	brak wodomierza c.w.u. (główny wodomierz zimnej wody)
Średnie roczne zużycie ciepłej wody	około 320,56 m ³ *) (szkoła + sala gimnastyczna)

*) Wartość wyznaczona zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.

Istniejącą instalację c.w.u. można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli poniżej:

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość
1	2
Wytwarzania ciepła	$\eta_{w,g0} = 0,96$
Przesyłania ciepła	$\eta_{w,d0} = 0,80$
Akumulacji ciepła	$\eta_{w,s0} = 0,65$
Sprawność wykorzystania	$\eta_{w,e0} = 1,00$
Sprawność całkowita	$\eta_{w,0} = 0,4992$

4.7. Charakterystyka systemu wentylacji

Wymiana powietrza w budynku odbywa się za pomocą wentylacji grawitacyjnej gdzie napływ powietrza następuje przez mikrowentylację stolarki okiennej, a usuwanie przez kanały wentylacyjne z kratkami.

Strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w PN-83/B-03430/Az3:2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej” i wynosi on 12 280,0 m³/h (obliczenia zamieszczono z załączniku Z1.1).

4.8. Charakterystyka źródła ciepła

Źródłem ciepła na cele centralnego ogrzewania jest grupowy węzeł cieplny Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej S.A. w Bielsku Podlaskim.

5. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

5.1. Przegrody zewnętrzne

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury dotyczącym warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 5 lipca 2013 roku wymagania odnośnie racjonalizacji zużycia energii uznaje się za spełnione, jeśli przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej, zaś dla budynków nowych również powierzchnia okien spełnia odpowiednie wymagania oraz wartość wskaźnika *EP* jest mniejsza od wartości maksymalnej.

Ponieważ współczynniki przenikania ciepła większości przegród niniejszego budynku przekraczają aktualnie wymagane wartości, budynek nie spełnia aktualnych wymagań odnośnie racjonalizacji użytkowania energii.

5.2. System grzewczy

W budynku szkoły instalacja centralnego ogrzewania została wykonana w latach 80-tych ubiegłego wieku jako stalowa, pompowa z rozdziałem dolnym. Jako elementy grzejne w instalacji c.o. zastosowano grzejniki członowe żeliwne. Odpowietrzenie instalacji c.o. odbywa się poprzez sieć centralną (jest to rozwiązanie niekorzystne, bowiem stwarza możliwość krążenia wody pomiędzy pionami oraz rozregulowuje hydraulicznie instalację).

W budynku sali gimnastycznej instalację wykonano w latach 90-tych ubiegłego wieku jako stalową, z rozdziałem górnym. Jako elementy grzejne także zastosowano grzejniki członowe żeliwne.

W obu budynkach brak jest przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, a istniejące stare zawory przygrzejnikowe nie dają możliwości dokonania jakiegokolwiek regulacji. Zwężenie średnic przewodów oraz zanieczyszczenie grzejników w wyniku nagromadzenia kamienia osadowego spowodowało spadek wydajności cieplnej instalacji c.o..

Po uzgodnieniach dokonanych z Inwestorem, w audycie uwzględniono wymianę wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania. Nową instalację c.o. należy wyposażyć w grzejniki stalowe panelowe z zaworami termostatycznymi (tam gdzie jest to konieczne, należy zamontować zawory termostatyczne z zabezpieczeniem przed manipulacją). Nowe przewody należy zaizolować otuliną termoizolacyjną. Do odpowietrzenia instalacji c.o. należy zastosować odpowietrzniki automatyczne. Do prawidłowego rozdziału czynnika grzejnego zaleca się montaż automatycznych zaworów regulacyjnych na głównych odgałęzieniach instalacji c.o..

Zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy.

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u></p> <p>Przegrody zewnętrzne budynku mają wysokie wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany kondygnacji nadz. $U = 0,49; 0,56; 0,64; 0,66$ - ściany piwnic..... $U = 0,67; 0,85$ - stropodachy (wentylowany)..... $U = 0,37; 0,38; 0,42$ - strop łącznika (nad przejściem) $U = 0,38$ - dach (bud. sali gimn.) $U = 0,42$ - podłoga na gruncie/w piwnicy *) $U = 0,51; 0,70; 1,12$ - daszki nad elementami wejściowymi. $U = 0,41$ 	<p>Należy docieplić przegrody zewnętrzne budynku. Maksymalne wartości współczynnika U [$W/(m^2 \cdot K)$] po termomodernizacji wg WT które będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany - $U = 0,20$ (przy $t_i \geq 16^\circ C$), - dachy, stropodachy, stropy nad przejściami, przejazdami - $U = 0,15$ (przy $t_i \geq 16^\circ C$), - podłoga na gruncie - $U = 0,30$ ($t_i \geq 16^\circ C$).
2.	<p><u>Okna</u></p> <p>Część okien jest nowych, z PCV, w dobrym stanie technicznym, przyjęto dla nich $U = 1,30 W/(m^2 \cdot K)$. Okna stare, drewniane, dwuszybowe, są w złym stanie technicznym, przyjęto dla nich $U = 3,00 W/(m^2 \cdot K)$ (15% zużycia).</p>	<p>Wymiana starych okien na nowoczesne okna szczelne, z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych, o niskim współczynniku U, spełniającym wymagania ochrony cieplnej które będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r. ($U_{Cmax} < 0,90 W/(m^2 \cdot K)$ przy $t_i \geq 16^\circ C$) - pod warunkiem opłacalności.</p>
3.	<p><u>Drzwi zewnętrzne</u></p> <p>Część drzwi zewnętrznych jest nowych, w stanie dobrym o $U = 1,70 W/(m^2 \cdot K)$. Drzwi zewnętrzne stare i wrota na salę gimnastyczną są w złym stanie technicznym, o $U = 3,00 W/(m^2 \cdot K)$.</p>	<p>Wymiana starych drzwi zewnętrznych i wrot na salę gimnastyczną na nowoczesne drzwi, o niskim współczynniku U, spełniającym obecne wymagania ochrony cieplnej (wg WT które będą obowiązywać od 1 stycznia 2021 r. $U_{Cmax} < 1,30 W/(m^2 \cdot K)$) - pod warunkiem opłacalności.</p>
4.	<p><u>Wentylacja</u></p> <p>Wentylacja grawitacyjna. W okresie zimowym może okresowo występować nadmierny napływ zimnego powietrza do budynku przez nieszczelności starej stolarki.</p>	<p>Nie przewiduje się modernizacji istniejącego systemu wentylacji.</p> <p>W przypadku wymiany starych okien na nowe, szczelne, należy zapewnić napływ powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych.</p>
5.	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></p> <p>C.w.u. przygotowywana w pojemnościowych podgrzewaczach elektrycznych.</p>	<p>Zmniejszenie kosztów podgrzewu ciepłej wody użytkowej.</p>

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
6.	<p><u>System ogrzewania</u> Instalacja c.o. tradycyjna, zasilana z węzła ciepłego. Brak przygrzejnikowych zaworów termostatycznych, centralna sieć odpowietrzająca.</p>	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania.

*) Nie rozpatrywanie docieplenia podłogi na gruncie i w piwnicy.

6. WYKAZ USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO

l.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku oraz strop łącznika nad przejściem.	Ocieplenie ścian zewnętrznych i stropu łącznika nad przejściem metodą BSO /obecnie ETICS/ (z warstwą np. styropianu), zaś ścian piwnic zagłębionych w gruncie styropianem ekstrudowanym lub innym odpornym na oddziaływanie wody od strony zewnętrznej po ich odkopaniu.
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez stropodachy (wentylowane) nad budynkiem głównym (dydaktycznym i nad łącznikami.	Ocieplenie stropodachu granulem np. z wełny mineralnej.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez dachy (nad budynkiem sali gimnastycznej i elementami wejściowymi).	Ocieplenie dachów matami lub płytami z wełny mineralnej lub styropianu.
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację przez stare okna budynku .	Wymiana starych okien na nowoczesne okna, o niskim współczynniku U , z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych.
5.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stare drzwi zewnętrzne i wrota na salę gimnastyczną.	Wymiana starych drzwi i wrot na salę gimnastyczną na nowe, o niskim współczynniku U
6.	Zmniejszenie kosztów podgrzewu ciepłej wody użytkowej.	Wymiana istniejących elektrycznych podgrzewaczy pojemnościowych na podgrzewacze elektryczne przepływowe.
7.	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania.	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania.

7. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

7.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną

Do usprawnień termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie energetycznym należą:

- 1) Usprawnienia dotyczące bryły budynku (zmniejszające straty ciepła przez przenikanie i wentylację):
 - a) docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych,
 - b) docieplenie ścian zewnętrznych piwnic,
 - c) docieplenie stropu łącznika nad przejściem,
 - d) docieplenie stropodachów wentylowanych (nad budynkiem głównym dydaktycznym – rozbudową),
 - e) docieplenie dachu sali gimnastycznej,
 - f) docieplenie daszków nad elementami wejściowymi,
 - g) wymiana starych okien,
 - h) wymiana starych drzwi zewnętrznych,
 - i) wymiana wrót do sali gimnastycznej.
- 2) Usprawnienia dotyczące przygotowania ciepłej wody użytkowej:
 - a) wymiana elektrycznych podgrzewaczy pojemnościowych na podgrzewacze przepływowe.
- 3) Usprawnienia dotyczące systemu grzewczego budynku (zmniejszające zużycie ciepła):
 - a) wymiana wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania.

7.2. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Przy określaniu optymalnych usprawnień przyjęto następujące dane:

$O_{0,1z}$	55,23 zł/GJ (z uwzględnieniem sprawności wytwarzania)
$O_{0,1m}$	12 813,32 zł/MW/m-c
t_{zo}	-22,00 °C
$t_{wo\ 17,0}$	17,0 °C (temperatura średnia w budynku),
$Sd_{17,0}$	3 399,40 dzień·K/rok.

7.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dodatkowej warstwy izolacji termicznej w przegrodach zewnętrznych

Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych budynku

Stan istniejący: $U_{sr} = 0,58 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (wartość średnia z 0,49; 0,56; 0,64 i 0,66 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: 2 053,3 m^2 .

Powierzchnia do docieplenia: 2 460,4 m^2 .

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ (styropian, metoda ETICS / BSO, dawniej „lekka-mokra”).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	<i>W/(m²·K)</i>
ΔR =	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	<i>(m²·K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	142,5	145	148	151	154	157	160	163	166	169	172	<i>zł/m²</i>
N_u =	350 607	356 758	364 139	371 520	378 902	386 283	393 664	401 045	408 426	415 808	423 189	<i>zł</i>
SPBT =	23,44	22,82	22,42	22,14	21,95	21,82	21,75	21,72	21,73	21,77	21,83	<i>lat</i>

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków. Przy szacowaniu powierzchni do docieplenia uwzględniono dodatek w wysokości 20% ze względu na konieczność docieplenia ościeży, naroży, ścianek attykowych. Uwzględniono koszt niezbędnych robót dodatkowych (np. wymiany rynien, rur spustowych czy instalacji odgromowej).

Optymalna grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła wszystkich przedmiotowych ścian wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., (czyli $U_{Cmax} < 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) wynosi 16 cm (jeśli $\lambda = 0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych wyniesie:
 $2\,460,4 \text{ m}^2 \times 163 \text{ zł/m}^2 = \underline{401\,045 \text{ zł.}}$

Ściany zewnętrzne piwnic budynku

Stan istniejący: $U_{\text{śr.}}$ = 0,81 W/(m²·K) (wartość średnia z 0,67 i 0,85 W/(m²·K)).

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: 212,4 m².

Powierzchnia do docieplenia: 223,0 m².

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ (styropian, cokol metoda ETICS /BSO/, dawniej „lekkamokra” oraz ściany zagłębione w gruncie: styropian ekstrudowany lub inny odporny na oddziaływanie wody).

Wartość N_u przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	<i>W/(m²·K)</i>
ΔR =	2,81	3,13	3,44	3,75	4,06	4,38	4,69	5,00	5,31	5,63	5,94	<i>(m²·K)/W</i>
Koszt jednostkowy =	311,4	316	321,1	326,2	331,3	336,4	341,5	346,6	351,7	356,8	361,9	<i>zł/m²</i>
N_u =	69 442	70 468	71 605	72 743	73 880	75 017	76 155	77 292	78 429	79 566	80 704	<i>zł</i>
SPBT =	26,14	25,72	25,46	25,30	25,20	25,16	25,17	25,21	25,29	25,39	25,50	<i>lat</i>

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach >10 cm, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków. Przy szacowaniu powierzchni do docieplenia uwzględniono dodatek na konieczność docieplenia ościeży, naroży, ścian fundamentowych, cokołów. Uwzględniono koszt niezbędnych robót towarzyszących.

Optymalna grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła wszystkich przedmiotowych ścian wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., (czyli $U_{Cmax} < 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) wynosi 14 cm (jeśli $\lambda = 0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia ścian zewnętrznych piwnic budynku wyniesie:
 $223,0 \text{ m}^2 \times 336,4 \text{ zł/m}^2 = \underline{75\,017 \text{ zł.}}$

Strop łącznika nad przejściem

Stan istniejący: $U = 0,38 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła: $21,5 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $21,5 \text{ m}^2$.

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (styropian, metoda ETICS / BSO, dawniej „lekka-mokra”).

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,19	0,178	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,140	0,14	0,13	0,13	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
ΔR =	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
Koszt jednostkowy =	148	151	154	157	160	163	166	169	172	175	178	zł/m^2
N_U =	3 182	3 247	3 311	3 376	3 440	3 505	3 569	3 634	3 698	3 763	3 827	<i>zł</i>
SPBT =	34,31	33,58	33,01	32,58	32,25	32,01	31,84	31,72	31,66	31,64	31,65	<i>lat</i>

Uwagi: Uwzględniono, przy grubościach $>10 \text{ cm}$, przyrost kosztu jednostkowego spowodowany koniecznością zastosowania dłuższych kołków.

Optymalna grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stropów nad przejściami wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., (czyli $U_{Cmax} < 0,20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) wynosi 16 cm (jeśli $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia stropu łącznika nad przejściem wyniesie:

$$21,5 \text{ m}^2 \times 175 \text{ zł/m}^2 = \underline{3\,763 \text{ zł.}}$$

Stropodachy (wentylowane) nad budynkiem głównym – dydaktycznym i łącznikami

Stan istniejący: $U_{\text{śr}} = 0,41 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ (wartość średnia z $0,37$; $0,38$ i $0,42 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$).

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,042 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (granulat np. z wełny mineralnej).

Powierzchnia przegrody: $555,8 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $555,8 \text{ m}^2$.

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
ΔR =	2,86	3,10	3,33	3,57	3,81	4,05	4,29	4,52	4,76	5,00	5,24	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
Koszt jednostkowy =	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	zł/m^2
N_U =	63 361	64 473	65 584	66 696	67 808	68 919	70 031	71 142	72 254	73 366	74 477	<i>zł</i>
SPBT =	23,20	22,77	22,43	22,17	21,97	21,82	21,70	21,63	21,58	21,560	21,561	<i>lat</i>

Uwagi: Przy ustalaniu kosztów modernizacji uwzględniono cenę materiału oraz robociznę oraz koszt ewentualnej naprawy lub wymiany pokrycia dachowego w celu zabezpieczenia proponowanej warstwy izolacji termicznej przed szkodliwym oddziaływaniem czynników atmosferycznych.

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia zapewniająca wymaganą minimalną wartość współczynnika przenikania ciepła stropodachów wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., czyli $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), wynosi 21 cm (jeśli $\lambda = 0,042 \text{ W/m} \cdot \text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia stropodachów wentylowanych wyniesie:

$$555,8 \text{ m}^2 \times 132 \text{ zł/m}^2 = \underline{73\,366 \text{ zł.}}$$

Dach nad budynkiem sali gimnastycznej

Stan istniejący: $U = 0,42 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,037 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ (płyty z wełny mineralnej lub styropianu).

Powierzchnia przegrody: $1\,323,3 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $1\,323,3 \text{ m}^2$.

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,155	0,149	0,14	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
ΔR =	1,89	2,16	2,43	2,70	2,97	3,24	3,51	3,78	4,05	4,32	4,59	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W</i>
Koszt jednostkowy =	102,9	107,6	112,3	117	121,7	126,4	131,1	135,8	140,5	145,2	149,9	<i>zł/m}^2</i>
N_u =	136 168	142 387	148 607	154 826	161 046	167 265	173 485	179 704	185 924	192 143	198 363	<i>zł</i>
SPBT =	24,91	24,23	23,82	23,58	23,488	23,491	23,57	23,71	23,90	24,13	24,39	<i>lat</i>

Uwagi: Przy ustalaniu kosztów modernizacji uwzględniono cenę materiału oraz robociznę.

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia wynosi 11 cm, jednakże ze względu na konieczność zapewnienia wymaganej minimalnej wartości współczynnika przenikania ciepła dachów wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., czyli $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), przyjęto 16 cm (jeśli $\lambda = 0,037 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia dachu nad budynkiem sali gimnastycznej wyniesie:

$$1\,323,3 \text{ m}^2 \times 145,2 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{192\,143 \text{ zł.}}$$

Daszki nad elementami wejściowymi

Stan istniejący: $U = 0,41 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Dodatkowa izolacja: $\lambda = 0,037 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ (płyty z wełny mineralnej lub styropianu).

Powierzchnia przegrody: $10,5 \text{ m}^2$.

Powierzchnia do docieplenia: $10,5 \text{ m}^2$.

Wartość N_U przyjęto na podstawie oferty lokalnych firm budowlanych.

Grubość opt. =	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	<i>m</i>
$U_{\text{śr.waż.}}$ =	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,154	0,148	0,14	<i>W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</i>
ΔR =	1,89	2,16	2,43	2,70	2,97	3,24	3,51	3,78	4,05	4,32	4,59	<i>(\text{m}^2 \cdot \text{K})/W</i>
Koszt jednostkowy =	102,9	107,6	112,3	117	121,7	126,4	131,1	135,8	140,5	145,2	149,9	<i>zł/m}^2</i>
N_u =	1 080	1 130	1 179	1 229	1 278	1 327	1 377	1 426	1 475	1 525	1 574	<i>zł</i>
SPBT =	25,86	25,14	24,69	24,44	24,32	24,31	24,38	24,52	24,70	24,93	25,19	<i>lat</i>

Uwagi: Przy ustalaniu kosztów modernizacji uwzględniono cenę materiału oraz robociznę.

Opłacalna ekonomicznie grubość docieplenia wynosi 12 cm, jednakże ze względu na konieczność zapewnienia wymaganej minimalnej wartości współczynnika przenikania ciepła dachów wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., czyli $U_{Cmax} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), przyjęto 16 cm (jeśli $\lambda = 0,037 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$).

Koszt całkowity docieplenia daszków nad elementami wejściowymi wyniesie:

$$10,5 \text{ m}^2 \times 145,2 \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{1\,525 \text{ zł.}}$$

Stare okna

Stan istniejący okien: $U = 3,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ($U = 2,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ z przyjęciem 15% zużycia).

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,3 & C_{r1} &= 0,7 \\ C_{m0} &= 1,5 & C_{m1} &= 1,0 \\ C_{w0,1} &= 1,0 \\ V_{\text{norm.}} &= 4\,771 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$U_I =$	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Koszt całkowity =	195 942	218 994	242 046	265 098	288 150	311 202	zł
SPBT =	7,71	8,44	9,15	9,83	10,49	11,12	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu w wysokości 100 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Optymalna ekonomicznie wartość współczynnika przenikania ciepła okien wynosi 1,30 W/(m²·K), jednakże ze względu na konieczność zapewnienia wymagań wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., czyli $U_{Cmax} = 0,90$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), przyjęto $U = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Koszt całkowity wymiany starych okien wyniesie:

$$230,52 \text{ m}^2 \times (1\,150 + 100) \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{288\,150 \text{ zł.}}$$

Stare drzwi zewnętrzne

Stan istniejący drzwi: $U = 3,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ($U = 2,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ z przyjęciem 20% zużycia)..

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,3 & C_{r1} &= 1,0 \\ C_{m0} &= 1,5 & C_{m1} &= 1,0 \\ C_{w0,1} &= 1,0 \\ V_{\text{norm.}} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$U_I =$	1,70	1,60	1,50	1,40	1,30	1,20	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Koszt całkowity =	2 835	3 213	3 591	3 969	4 347	4 725	zł
SPBT =	25,97	27,33	28,51	29,54	30,45	31,26	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu w wysokości 100 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Optymalna ekonomicznie wartość współczynnika przenikania ciepła drzwi wynosi 1,70 W/(m²·K), jednakże ze względu na konieczność zapewnienia wymagań wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., czyli $U_{Cmax} = 1,30$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), przyjęto $U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Koszt całkowity wymiany starych drzwi zewnętrznych wyniesie:

$$3,78 \text{ m}^2 \times (1\,050 + 100) \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{4\,347 \text{ zł.}}$$

Wrota na salę gimnastyczną

Stan istniejący drzwi: $U = 3,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ($U = 2,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ z przyjęciem 20% zużycia)..

$$\begin{aligned} C_{r0} &= 1,3 & C_{r1} &= 1,0 \\ C_{m0} &= 1,5 & C_{m1} &= 1,0 \end{aligned}$$

$$C_{w0,1} = 1,0$$

$$V_{\text{norm}} = 0 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$U_l =$	1,70	1,60	1,50	1,40	1,30	1,20	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Koszt całkowity =	6 000	6 600	7 200	7 800	8 400	9 000	zł
SPBT =	40,60	41,46	42,22	42,88	43,46	43,98	lat

Uwagi: Nakłady jednostkowe zawierają koszt montażu w wysokości 100 zł/m². Ceny przyjęto na podstawie oferty lokalnych dystrybutorów.

Optymalna ekonomicznie wartość współczynnika przenikania ciepła wrót wynosi 1,70 W/(m²·K), jednakże ze względu na konieczność zapewnienia wymagań wg Warunków Technicznych które będą obowiązywały od 1 stycznia 2021 r., czyli $U_{Cmax} = 1,30$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$), przyjęto $U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Koszt całkowity wymiany wrót sali gimnastycznej wyniesie:
 $6,00 \text{ m}^2 \times (1\,300 + 100) \text{ zł}/\text{m}^2 = \underline{8\,400 \text{ zł}}$

7.2.2. Określenie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących przygotowania ciepłej wody użytkowej

W budynku szkoły znajdują się trzy sanitariaty, do których ciepła woda użytkowa dostarczana jest z jednego podgrzewacza elektrycznego o pojemności 100 litrów. W budynku sali gimnastycznej ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w dwóch pojemnościowych podgrzewacza elektrycznych, każdy o pojemności 1000 litrów.

W celu zmniejszenia kosztów podgrzewu ciepłej wody użytkowej, na prośbę inwestora, w audycie uwzględniono wymianę istniejących pojemnościowych podgrzewaczy elektrycznych na podgrzewacze elektryczne przepływowe.

W budynku sali gimnastycznej założono montaż 5 szt. podgrzewaczy kaskadowych, posiadających możliwość obsługi kilku punktów poboru ciepłej wody (prysznice i umywalki).

W budynku szkoły założono montaż podgrzewaczy przepływowych o mniejszych mocach (np. 3,50 kW lub 5,5 kW), montowanych bezpośrednio przy zaworach czerpalnych.

Do montażu podgrzewaczy elektrycznych kaskadowych w budynku sali gimnastycznej niezbędne jest zasilanie 3-fazowe.

Zestawienie nakładów inwestycyjnych na usprawnienia w instalacji c.w.u.

Inwestycja	Całkowity koszt
	zł
Montaż podgrzewaczy elektrycznych przepływowych w szkole – 9 szt.	4 491
Montaż podgrzewaczy elektrycznych przepływowych kaskadowych w sali gimnastycznej – 5 szt.	5 300
Instalacja elektryczna 3-fazowa	15 000
Prace montażowe	2 500
Razem	27 291

Przyjęte współczynniki sprawności instalacji c.w.u. po modernizacji zawiera poniższa tabela:

Wyszczególnienie współczynnika	Wartość (szkoła)	Wartość (sala gimnastyczna)
1	2	
Wytwarzania ciepła	$\eta_{w,g1} = 0,99$	$\eta_{w,g1} = 0,99$
Przesyłania ciepła	$\eta_{w,d1} = 1,00$	$\eta_{w,d1} = 0,80$
Akumulacji ciepła	$\eta_{w,s1} = 1,00$	$\eta_{w,s1} = 1,00$
Sprawność wykorzystania	$\eta_{w,e1} = 1,00$	$\eta_{w,e1} = 1,00$
Sprawność całkowita	$\eta_{w,1sz} = 0,9900$	$\eta_{w,1sg} = 0,7920$

Wykaz opłat za c.w.u. przed modernizacją – budynek szkoły:

- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. 46,89 GJ/rok
- sprawność całkowita 0,4992
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością..... 93,93 GJ/rok
- cena 1 GJ energii 159,05 zł/GJ
- opłata sieciowa stała 3 579,30 zł/MW/m-c
- opłata przejściowa 811,80 zł/MW/m-c
- abonament 4,65 zł/m-c
- max. moc cieplna na cele c.w.u. 55,57 kW
- koszt podgrzewu c.w.u. (z opłatami stałymi)..... 17 908 zł/rok

Wykaz opłat za c.w.u. po modernizacji – budynek szkoły:

- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. 46,89 GJ/rok
- sprawność całkowita 0,9900
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością..... 47,36 GJ/rok
- cena 1 GJ energii 159,05 zł/GJ
- opłata sieciowa stała 3 579,30 zł/MW/m-c
- opłata przejściowa 811,80 zł/MW/m-c
- abonament 4,65 zł/m-c
- max. moc cieplna na cele c.w.u. 55,57 kW
- koszt podgrzewu c.w.u. (z opłatami stałymi)..... 10 501 zł/rok

Według powyższego opisu oszczędności dla budynku szkoły po modernizacji:

$$17\,908 \text{ zł/rok} - 10\,501 \text{ zł/rok} = \underline{7\,407 \text{ zł/rok}}$$

Wykaz opłat za c.w.u. przed modernizacją – budynek sali gimnastycznej:

- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. 13,55 GJ/rok

- sprawność całkowita0,4992
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania
c.w.u. ze sprawnością27,14 GJ/rok
- cena 1 GJ energii159,05 zł/GJ
- opłata sieciowa stała3 579,30 zł/MW/m-c
- opłata przejściowa811,80 zł/MW/m-c
- abonament4,65 zł/m-c
- max. moc cieplna na cele c.w.u.12,70 kW
- koszt podgrzewu c.w.u. (z opłatami stałymi)5 042 zł/rok

Wykaz opłat za c.w.u. po modernizacji – budynek sali gimnastycznej:

- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania
c.w.u.13,55 GJ/rok
- sprawność całkowita0,7920
- zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania
c.w.u. ze sprawnością17,11 GJ/rok
- cena 1 GJ energii159,05 zł/GJ
- opłata sieciowa stała3 579,30 zł/MW/m-c
- opłata przejściowa811,80 zł/MW/m-c
- abonament4,65 zł/m-c
- max. moc cieplna na cele c.w.u.12,70 kW
- koszt podgrzewu c.w.u. (z opłatami stałymi)3 446 zł/rok

Według powyższego opisu oszczędności dla budynku szkoły po modernizacji:

$$5\,042 \text{ zł/rok} - 3\,446 \text{ zł/rok} = \underline{1\,596 \text{ zł/rok}}$$

Całkowite nakłady inwestycyjne na modernizację instalacji c.w.u. będą wynosiły **27 291 zł**.

Oszczędności łącznie wyniosą: **7 407 zł/rok + 1 596 zł/rok = 9 003 zł/rok**

$$\Delta Q_{\text{rcw}} = 9\,003 \text{ zł/rok}$$

$$N_{\text{cw}} = 27\,291 \text{ zł}$$

$$\text{SPBT} = 3\,03 \text{ [lat]}$$

7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień według rosnącej wartości SPBT

Wybrane (w pkt. 7.1.) i zoptymalizowane (w pkt. 7.2.1. i 7.2.2.) ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących modernizacji systemu wentylacji i c.w.u. uszeregowano w tabeli według rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1	Montaż nowych podgrzewczy ciepłej wody użytkowej.	27 291	3,03
2	Wymiana starych okien.	288 150	10,49
3	Docieplenie stropodachów (wentylowanych).	73 366	21,56
4	Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych.	401 045	21,72
5	Docieplenie dachu budynku sali gimnastycznej.	192 143	24,13
6	Docieplenie daszków nad elementami wejściowymi.	1 525	24,93
7	Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic.	75 017	25,16
8	Wymiana starych drzwi zewnętrznych.	4 347	30,45
9	Docieplenie stropu łącznika (od dołu).	3 763	31,64
10	Wymiana wrót na sali gimnastycznej.	8 400	43,46

7.3. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego

7.3.1. Zestawienie usprawnień systemu grzewczego, ich kosztów i efektów

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Koszt [zł]	Zmienione współczynniki sprawności
1	2	3	4
1.	Montaż nowej instalacji c.o.: rur, grzejników płytowych, zaworów termostatycznych, odpowietrzników automatycznych, pozostałej armatury i izolacji.	399 056	$\eta_{H,d} = 0,90$ $\eta_{H,e} = 0,88$

Inwestycja	Cena
	zł
Grzejniki stalowe panelowe	191 400
Zawory termostaticzne	26 100
Odpowietrzniki automatyczne	1 960
Rurociągi	39 390
Armatura i pozostałe materiały	5 500
Zawory regulacyjne	9 500
Izolacje	17 000
Razem materiały:	290 850
Robocizna R (0,15 %)	43 628
Koszty pośrednie Ko (70% do R)	30 540
Zysk Z (5% od Ko i R)	3 708
Płukanie	1 930
Próba szczelności instalacji	1 780
Próba na gorąco z dokonaniem regulacji instalacji	3 620
Prace demontażowe, budowlane i montażowe	8 000
Dokumentacja techniczna	15 000
RAZEM 2	399 056

Koszt realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego wyniesie: **399 056 zł.**

7.3.2. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu ogrzewania

$O_{0,1z} = 51,36 \text{ zł/GJ}$
 $O_{0,1m} = 12\,813,32 \text{ zł/MW/m-c}$
 $Q_{0co} = 1\,479,88 \text{ GJ/rok}$
 $q_{0co} = 318,06 \text{ kW}$

$\eta_o = 0,5729$
 $w_{t0} = 1,00; \quad w_{d0} = 1,00$
 $w_{t1} = 1,00; \quad w_{d1} = 1,00$

l.p.	Opis wariantu (wykaz usprawnień)	η_1	Q_{1co} [GJ/rok]	ΔQ_{rco} [zł/rok]	N_{co} [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4	5	6	7
0.	Stan istniejący	—	2 583,14	—	—	—
1.	Montaż nowej instalacji c.o.: rur, grzejników płytowych, zaworów termostaticznych, odpowietrzników automatycznych, pozostałej armatury i izolacji.	0,7366	2 009,07	29 484	399 056	13,53

Koszt realizacji przedsięwzięcia modernizacyjnego wyniesie około **399 056 zł.**

7.3.3. Zestawienie usprawnień składających się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania

l.p.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności
1	2	3
1.	Wytwarzanie ciepła	$\eta_{H,g} = 0,93$
2.	Przesyłanie ciepła	$\eta_{H,d} = 0,80 \rightarrow 0,90$
3.	Regulacja systemu ogrzewania	$\eta_{H,e} = 0,77 \rightarrow 0,88$ gdzie: $\eta_{H,e1}' = 0,88$ $X_1 = 1,00$
4.	Akumulacji ciepła	$\eta_{H,s} = 1,00$
5.	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,s}$	$\eta_H = 0,5729 \rightarrow 0,7366$
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W punkcie tym zamieszczono:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
2. Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów” z dnia 21 listopada 2008 roku,
3. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tym punkcie zastosowano skrótowe określenia dotyczące usprawnień wymienionych w pkt. 7.2.1., 7.2.2.:

- ściany kondygnacji nadziemnych,
- ściany piwnic,
- strop łącznika nad przejściem,
- stropodachy wentylowane,
- dachy nad salą gimnastyczną,
- daszki nad elementami wejściowymi,
- stare okna,
- stare drzwi zewnętrzne,
- wrota na salą gimnastyczną,
- instalacja c.w.u.
- instalacja c.o.

Rozpatrywane są następujące warianty wymienione w tabeli poniżej.

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
1	2
1	wrota na salą gimnastyczną, strop łącznika nad przejściem, stare drzwi zewnętrzne, ściany piwnic, daszki nad elementami wejściowymi, dachy nad salą gimnastyczną, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodachy wentylowane, stare okna, instalacja c.w.u. instalacja c.o.
2	strop łącznika nad przejściem, stare drzwi zewnętrzne, ściany piwnic, daszki nad elementami wejściowymi, dachy nad salą gimnastyczną, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodachy wentylowane, stare okna, instalacja c.w.u. instalacja c.o.
3	stare drzwi zewnętrzne, ściany piwnic, daszki nad elementami wejściowymi, dachy nad salą gimnastyczną, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodachy wentylowane, stare okna, instalacja c.w.u. instalacja c.o.
4	ściany piwnic, daszki nad elementami wejściowymi, dachy nad salą gimnastyczną, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodachy wentylowane, stare okna, instalacja c.w.u. instalacja c.o.
5	daszki nad elementami wejściowymi, dachy nad salą gimnastyczną, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodachy wentylowane, stare okna, instalacja c.w.u. instalacja c.o.
6	dachy nad salą gimnastyczną, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodachy wentylowane, stare okna, instalacja c.w.u. instalacja c.o.
7	ściany kondygnacji nadziemnych, stropodachy wentylowane, stare okna, instalacja c.w.u. instalacja c.o.
8	stropodachy wentylowane, stare okna, instalacja c.w.u. instalacja c.o.
9	stare okna, instalacja c.w.u. instalacja c.o.
10	instalacja c.o., instalacja c.w.u.
11	instalacja c.o.

7.4.2. Obliczenie zdyskontowanej wartości netto NPV wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

$$O_{0,1z} = 51,36 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{0,1m} = 12\,813,32 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$O_{0,1z\,cw} = 159,05 \text{ zł/GJ}$$

$$O_{0,1s\,cw} = 3\,579,30 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$O_{0,1p\,cw} = 811,80 \text{ zł/MW/m-c}$$

$$Ab_{0,1\,cw} = 4,65 \text{ zł/m-c}$$

$$Q_{0co} = 1\,479,88 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0cwu1} = 93,93 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{0cwu2} = 27,14 \text{ GJ/rok}$$

$$q_{0co} = 0,31806 \text{ MW}$$

$$q_{0,1cwu \max 1} = 0,05527 \text{ MW}$$

$$q_{0,1cwu \max 2} = 0,01270 \text{ MW}$$

$$\eta_o = 0,5729$$

$$w_{t0} = 1,00; \quad w_{d0} = 1,00$$

$$w_{t1} = 1,00; \quad w_{d1} = 1,00$$

$$Q_{0co}' = 2\,583,14 \text{ GJ/rok}$$

$Q_{0r} = \underline{204\,469 \text{ zł/rok}}$ - (koszt eksploatacji budynku ustalono dla mocy obliczeniowych, warunków standardowego sezonu ogrzewczego oraz obliczeniowych wartości temperatur wewnętrznych w budynku)

Nr war.	Q_{1co} [GJ/rok]	Q_{1cw1} [GJ/rok]	Q_{1cw2} [GJ/rok]	η_1	Q_1 [GJ/rok]	q_{1co} [MW]	Q_{1r} [zł/rok]	ΔQ_r [zł/rok]	N * [zł]	SPBT [lat]	NPV [zł]
1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	898,14	47,36	17,11	0,7366	1 219,30	0,23809	113 124	91 345	1 486 103	16,27	-498 316
2	900,93	47,36	17,11	0,7366	1 223,09	0,23849	113 380	91 089	1 477 703	16,22	-492 685
3	902,36	47,36	17,11	0,7366	1 225,03	0,23869	113 510	90 959	1 473 940	16,20	-490 328
4	904,15	47,36	17,11	0,7366	1 227,46	0,23895	113 675	90 794	1 469 593	16,19	-487 765
5	939,56	47,36	17,11	0,7366	1 275,54	0,24366	116 869	87 600	1 394 576	15,92	-447 287
6	940,32	47,36	17,11	0,7366	1 276,57	0,24377	116 938	87 531	1 393 051	15,91	-446 508
7	1 040,41	47,36	17,11	0,7366	1 412,45	0,25789	126 088	78 381	1 200 908	15,32	-353 312
8	1 295,47	47,36	17,11	0,7366	1 758,72	0,29328	149 314	55 155	799 863	14,50	-203 428
9	1 338,52	47,36	17,11	0,7366	1 817,16	0,29918	153 223	51 246	726 497	14,18	-172 333
10	1 479,88	47,36	17,11	0,7366	2 009,07	0,31806	165 982	38 487	438 347	11,39	-22 156
11	1 479,88	93,93	27,14	0,7366	2 009,07	0,31806	174 985	29 484	411 056	13,94	-92 222

* nakład na przedsięwzięcie termomodernizacyjne powiększono o koszt wykonania audytu energetycznego, projektu docieplenia i nadzoru robót w łącznej wysokości 12 000 zł.

7.4.3. Ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna *)		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	$\frac{[zł]}{[%]}$	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<ul style="list-style-type: none"> wrota na salą gimnastyczną, strop łącznika nad przejściem, stare drzwi zewnętrzne, ściany piwnic, daszki nad elementami wejściowymi, dachy nad salą gimnastyczną, ściany kondygnacji nadziemnych, stropodachy wentylowane, stare okna, instalacja c.w.u., instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	1 486 103,00	91 345	54,9%	1 486 103,00 100 %	297 220,60 zł	237 776,48	<u>182 690,00</u>

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna *)		
		[zł]	[zł/rok]	[%]	$\frac{[zł]}{[%]}$	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	$\frac{[zł]}{[%]}$	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	<ul style="list-style-type: none"> – strop łącznika nad przejściem, – stare drzwi zewnętrzne, – ściany piwnic, – daszki nad elementami wejściowymi, – dachy nad salą gimnastyczną, – ściany kondygnacji nadziemnych, – stropodachy wentylowane, – stare okna, – instalacja c.w.u., – instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	1 477 703,00	91 089	54,8%	1 477 703,00 100 %	295 540,60 zł	236 432,48	<u>182 178,00</u>
3.	<ul style="list-style-type: none"> – stare drzwi zewnętrzne, – ściany piwnic, – daszki nad elementami wejściowymi, – dachy nad salą gimnastyczną, – ściany kondygnacji nadziemnych, – stropodachy wentylowane, – stare okna, – instalacja c.w.u., – instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	1 473 940,00	90 959	52,3%	1 473 940,00 100 %	294 788,00 zł	235 830,40	<u>181 918,00</u>

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna *)		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	$\frac{[zł]}{[%]}$	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.	– ściany piwnic, – daszki nad elementami wejściowymi, – dachy nad salą gimnastyczną, – ściany kondygnacji nadziemnych, – stropodachy wentylowane, – stare okna, – instalacja c.w.u., – instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	1 469 593,00	90 794	52,2%	1 469 593,00 100 %	293 918,60 zł	235 134,88	<u>181 588,00</u>
5.	– daszki nad elementami wejściowymi, – dachy nad salą gimnastyczną, – ściany kondygnacji nadziemnych, – stropodachy wentylowane, – stare okna, – instalacja c.w.u., – instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	1 394 576,00	87 600	50,4%	1 394 576,00 100 %	278 915,20 zł	223 132,16	<u>175 200,00</u>

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna *)		
		[zł]	[zł/rok]	[%]	$\frac{[zł]}{[%]}$	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]	$\frac{[zł]}{[%]}$	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6.	– dachy nad salą gimnastyczną, – ściany kondygnacji nadziemnych, – stropodachy wentylowane, – stare okna, – instalacja c.w.u., – instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	1 393 051,00	87 531	50,4%	1 393 051,00 100 %	278 610,20 zł	222 888,16	<u>175 062,00</u>
7.	– ściany kondygnacji nadziemnych, – stropodachy wentylowane, – stare okna, – instalacja c.w.u., – instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	1 200 908,00	78 381	45,4%	1 200 908,00 100 %	240 181,60 zł	192 145,28	<u>156 762,00</u>
8.	– stropodachy wentylowane, – stare okna, – instalacja c.w.u., – instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	799 863,00	55 155,00	32,6%	799 863,00 100 %	159 972,60 zł	127 978,08	<u>110 310,00</u>
9.	– stare okna, – instalacja c.w.u., – instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	726 497,00	51 246,00	30,4%	726 497,00 100 %	145 299,40 zł	116 239,52	<u>102 492,00</u>

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna *)		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł/rok]	[%]		[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.	— instalacja c.w.u., — instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	438 347	38 487	23,3%	438 347,00 100 %	87 669,40	<u>70 135,52</u>	76 974,00
11.	— instalacja c.o. (z kosztem audytu, projektu i nadzoru robót)	411 056	29 484	21,2%	411 056,00 100 %	82 211,20	65 768,96	<u>58 968,00</u>

* wysokość premii termomodernizacyjnej wyznacza się jako minimum z wartości w kolumnach 7, 8, 9.

Optymalnym wariantem, spełniającym wszystkie warunki stawiane przez Ustawę oraz uwzględniającym życzenie inwestora jest **wariant nr 1**.
Możliwymi do realizacji są również pozostałe warianty (nr 2÷12).

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Po uzgodnieniu z inwestorem przyjęto za optymalny **wariant nr 1**, obejmujący następujące usprawnienia:

- docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych,
- docieplenie ścian zewnętrznych piwnic,
- docieplenie stropu łącznika nad przejściem,
- docieplenie stropodachów wentylowanych,
- docieplenie dachu sali gimnastycznej,
- docieplenie daszków nad elementami wejściowymi,
- wymianę starych okien,
- wymianę starych drzwi zewnętrznych,
- wymianę wrót do sali gimnastycznej,
- modernizację instalacji c.w.u.,
- wymianę instalacji centralnego ogrzewania.

8. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

8.1. Opis robót

W ramach **wariantu 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplić ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych budynku warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 4,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (np. metodą ETICS /BSO/, dawniej „lekką-mokłą” z warstwą styropianu grubości 16 cm przy $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia $2\,460,4 \text{ m}^2$ tych ścian wyniesie **401 045 zł**.
2. Ocieplić ściany zewnętrzne piwnic budynku warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 4,38 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (np. cokoł metodą ETICS /BSO/, dawniej „lekką-mokłą” z warstwą styropianu o grubości 14 cm oraz część zagłębioną w gruncie warstwą styropianu ekstrudowanego lub innego odpornego na oddziaływanie wody o grubości 14 cm przy $\lambda = 0,032 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia $223,0 \text{ m}^2$ tych ścian wyniesie **75 017 zł**.
3. Ocieplić strop łącznika między budynkiem głównym – dydaktycznym a częścią starszą Zespołu Szkół warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 5,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (np. metodą ETICS /BSO/, dawniej „lekką-mokłą” z warstwą styropianu grubości 20 cm przy $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia $21,5 \text{ m}^2$ tych ścian wyniesie **3 763 zł**.
4. Ocieplić stropodachy (wentylowane) nad budynkiem głównym dydaktycznym (rozbudową) oraz nad łącznikami warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 5,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (np. granulatem z wełny mineralnej o grubości 21 cm przy $\lambda = 0,042 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia $555,8 \text{ m}^2$ tych stropodachów wyniesie **73 366 zł**.

Uwaga: Przy wykonywaniu docieplenia stropodachu należy sprawdzić stan istniejącego pokrycia dachowego czy nie jest w słabym stanie technicznym i poddać je naprawie lub wymianie w celu zabezpieczenia proponowanej warstwy izolacji termicznej przez szkodliwym oddziaływaniem czynników atmosferycznych.

5. Ocieplić dach nad budynkiem sali gimnastycznej warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 4,32 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. płytami dachowymi z wełny mineralnej lub ewentualnie styropianu o grubości 16 cm przy $\lambda = 0,037 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia $1\,323,3 \text{ m}^2$ tego dachu wyniesie **192 143 zł**.
Uwaga: Przy wykonywaniu docieplenia dachu nad halą sportową należy sprawdzić jego nośność z uwagi na przeniesienie dodatkowego obciążenia od proponowanej warstwy izolacji termicznej.
6. Ocieplić daszki nad elementami wejściowymi warstwą izolacji termicznej o oporze cieplnym $R = 4,32 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (np. płytami dachowymi z wełny mineralnej lub ewentualnie styropianu o grubości 16 cm przy $\lambda = 0,037 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$). Koszt ocieplenia $10,5 \text{ m}^2$ tych daszków wyniesie **1 525 zł**.
7. Wymienić stare okna budynku na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ z napływem powietrza zewnętrznego w ilości niezbędnej dla potrzeb wentylacyjnych przez urządzenia nawiewne umieszczane w oknach lub innych częściach przegród zewnętrznych. Koszt wymiany $230,52 \text{ m}^2$ tych okien wyniesie **288 150 zł**.
8. Wymienić stare drzwi zewnętrzne na nowe, szczelne o współczynniku przenikania ciepła $U=1,30 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. Koszt wymiany $3,78 \text{ m}^2$ tych drzwi wyniesie **4 347 zł**.
9. Wymienić wrota sali gimnastycznej na nowe, szczelne o współczynniku przenikania ciepła $U=1,30 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. Koszt wymiany $6,00 \text{ m}^2$ tych wrót wyniesie **8 400 zł**.
10. Wymienić istniejące pojemnościowe podgrzewacze elektryczne na podgrzewacze elektryczne przepływowe. W budynku szkoły zamontować podgrzewacze elektryczne przepływowe (np. 9 szt.) bezpośrednio przy punktach poboru ciepłej wody użytkowej. W budynku sali gimnastycznej zamontować podgrzewacze elektryczne przepływowe tzw. kaskadowe (np. 5 szt.), umożliwiające jednoczesne zasilanie kilku punktów czerpalnych prysznicowych i umywalkowych. Koszt modernizacji instalacji c.o. wyniesie około **27 291 zł**.
11. Wymienić w budynku szkoły i w budynku sali gimnastycznej istniejącą instalację centralnego ogrzewania na nową: nowe przewody rozprowadzające zaizolować otuliną termoizolacyjną, zamontować grzejniki płytowe, przygrzejnikowe zawory termostatyczne, odpowietrzniki automatyczne, zawory regulacyjne oraz pozostałą armaturę. Wykonać próbę szczelności instalacji oraz próbę na gorąco z regulacją. Koszt modernizacji instalacji c.o. wyniesie około **399 056 zł**.

Uwagi:

1. Do wymienionych wyżej kosztów termomodernizacji należy dodać koszt wykonania audytu energetycznego, projektu oraz nadzoru robót w wysokości **12 000 zł**.
2. Należy zejść z mocy zamówionej budynku do wartości wyliczonej w wybranym wariantcie optymalnym przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
3. Podane kwoty przedsięwzięć termomodernizacyjnych zawierają podatek VAT.

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie	1 486 103,00 zł
Udział środków własnych inwestora	0 zł (0 %)
Kredyt bankowy	1 486 103,00 zł (100 %)
Przewidywana premia termomodernizacyjna	182 690,00 zł

NPV.....(-498 316) zł

8.3. Dalsze działania inwestora

W przypadku korzystania z „Ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów”:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zorganizowanie przetargu (zapytania ofertowego) na wykonanie niezbędnych projektów.
3. Zorganizowanie przetargu (zapytania ofertowego) na wykonanie robót budowlanych i instalacyjnych.
4. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
5. Realizację robót i odbiór techniczny.
6. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną po wykonaniu inwestycji.
7. Ocena rezultatów przedsięwzięcia.
8. Spłata kredytu.

ZAŁĄCZNIK 1

Dane do audytu energetycznego

- Z1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych, strumienia powietrza wentylacyjnego i stref temperaturowych w budynku**
- Z1.2 Zapotrzebowanie na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**
- Z1.3 Jednostkowe koszty energii cieplnej**

Z 1.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych, strumienia powietrza wentylacyjnego i stref temperaturowych w budynku

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	R	Uwagi
	m		W/(m·K)	m ² ·K/W	
DACH S	Dach				
Rodzaj przegrody: Dach, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
BLA-DACH	0,0050	Blacha.	58,000	0,000	
STYROPIAN	0,1000	Styropian.	0,045	2,222	
BLA-DACH	0,0050	Blacha.	58,000	0,000	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,362
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,423
DASZKI	Stropodach niewentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028	
BETON-1900	0,0110	Szlichta	1,000	0,011	
BETON-2400	0,0700	Płyty dachowe.	1,700	0,041	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m ² ·K/W]:					0,160
Suma oporów ciepła połączenia dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:					0,240
STYROPIAN	0,0900	Styropian.	0,045	2,000	
BETON-2400	0,0700	Płyty dachowe.	1,700	0,041	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,012	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:					0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					2,433
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					0,411
PODŁ G	Podłoga w piwnicy				
Rodzaj przegrody: Podłoga w piwnicy, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ PGR G					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,20 m					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,57 m					
PCW	0,0050	PCW.	0,200	0,025	
BET-POSADZ	0,0400	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	0,029	
BETON-2200	0,1200	Beton.	1,300	0,092	
PIASEK-ŚR	0,1000	Piasek średni.	0,400	0,250	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:					0,500
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:					0,896
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:					1,116
PODŁ Ł	Podłoga na gruncie				
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Ściana przy podłodze: SZ Ł					
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,77 m					
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m					
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m					
LASTRIKO	0,0400	Lastriko.	0,720	0,056	
STYROPIAN	0,0200	Styropian.	0,045	0,444	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028	
BET-CHUDY	0,1500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,143	
PIASEK-ŚR	0,1000	Piasek średni.	0,400	0,250	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m ² ·K/W]:					0,500

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				1,421
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:				0,704
PODŁ S HG	Podłoga na gruncie			
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SZ S OSŁ				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,77 m				
Pozioma izol. krawędziowa: STYROPIAN o grubości dnh = 0,05 m i długości Dh = 1,00 m				
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m				
DĄB	0,0240	Drewno dębowe w poprzek włókien.	0,220	0,109
PAPA-ASF	0,0020	Papa asfaltowa.	0,180	0,011
DĄB	0,0240	Drewno dębowe w poprzek włókien.	0,220	0,109
WAR.POW	0,0720	Warstwa powietrzna niewentylowana (między legarami)		0,214
DĄB	0,0400	Drewno dębowe w poprzek włókien.	0,220	0,182
ŻUŻEL-WP9	0,1000	Żużel wielkopiecowy.	0,260	0,385
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
BET-POSADZ	0,0300	Podkład z betonu.	1,400	0,021
BETON-KW14	0,1000	Beton.	0,600	0,167
PIASEK-ŚR	0,1000	Piasek średni.	0,400	0,250
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:				0,500
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				1,976
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:				0,506
PODŁ S ZAP	Podłoga na gruncie			
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
Ściana przy podłodze: SZ S OSŁ				
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,77 m				
Pozioma izol. krawędziowa: STYROPIAN o grubości dnh = 0,05 m i długości Dh = 1,00 m				
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m				
LASTRIKO	0,0400	Lastriko.	0,720	0,056
STYROPIAN	0,0200	Styropian.	0,045	0,444
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
BET-CHUDY	0,1500	Podkład z betonu chudego.	1,050	0,143
PIASEK-ŚR	0,1000	Piasek średni.	0,400	0,250
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:				0,500
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				1,421
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:				0,704
PRZEJŚCIE	Strop zewnętrzny			
Rodzaj przegrody: Strop zewnętrzny, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
BETON-1900	0,0400	Podłoga na podkładzie.	1,000	0,040
STYROPIAN	0,1000	Styropian.	0,045	2,222
BETON-1900	0,0050	Wyrównanie.	1,000	0,005
STR-ŻER-24	0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		0,180
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,012
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:				0,170
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:				0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				2,669
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:				0,375
STROPD G	Stropodach wentylowany			
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne				
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028
BETON-1900	0,0110	Gładź cementowa.	1,000	0,011
BETON-2400	0,0700	Płyty dachowe.	1,700	0,041
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m2·K/W]:				0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m2·K/W]:				0,000
BETON-1900	0,0200	Gładź cementowa.	1,000	0,020

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

STYROPIAN	0,0900	Styropian.	0,045	2,000	
STR-ŻER-24	0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		0,180	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,012	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:				0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:				0,090	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				2,402	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:				0,416	
STROPD Ł	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028	
BETON-1900	0,0110	Gładź cementowa.	1,000	0,011	
BETON-2400	0,0700	Płyty dachowe.	1,700	0,041	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 0 m, [m2·K/W]:				0,160	
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m2·K/W]:				0,000	
STYROPIAN	0,1100	Styropian.	0,045	2,444	
BETON-2400	0,0700	Płyty dachowe.	1,700	0,041	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,012	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:				0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:				0,090	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				2,688	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:				0,372	
STROPD Ł2	Stropodach wentylowany				
Rodzaj przegrody: Stropodach wentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	0,028	
BETON-1900	0,0110	Gładź cementowa.	1,000	0,011	
BETON-2400	0,0700	Płyty dachowe.	1,700	0,041	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m2·K/W]:				0,160	
Suma oporów ciepła połączeni dachowej i war. powietrza, [m2·K/W]:				0,000	
BETON-1900	0,0200	Gładź cementowa.	1,000	0,020	
STYROPIAN	0,1000	Styropian.	0,045	2,222	
STR-ŻER-24	0,2400	Strop z płyty żerańskiej o gr. 24 cm.		0,180	
TYNK-CW	0,0100	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,012	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:				0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:				0,090	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				2,624	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:				0,381	
SZ G	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
CEGLA-PŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,770	0,325	
STYROPIAN	0,0400	Styropian.	0,045	0,889	
CEGLA-SILD	0,1200	Mur z cegły silikatowej drażonej.	0,800	0,150	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:				0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:				0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:				1,570	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:				0,637	
SZ Ł	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
CEGLA-PŁN	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej.	0,770	0,325	
STYROPIAN	0,0400	Styropian.	0,045	0,889	
CEGLA-SILP	0,1200	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	0,120	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:				0,130	

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					1,522
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,657
SZ P G	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
BETON-2200	0,2500	Beton.	1,300	0,192	
STYROPIAN	0,0300	Styropian.	0,045	0,667	
CEGLA-DZIU	0,0650	Mur z cegły dziurawki.	0,620	0,105	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					1,170
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,854
SZ PGR G	Ściana zewnętrzna przy gruncie				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna przy gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
Podłoga przyległa do ściany: PODEŁ G					
Wysokość zagłębienia ściany przyległej do gruntu Z: 0,57 m					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
BETON-2200	0,2500	Beton.	1,300	0,192	
STYROPIAN	0,0300	Styropian.	0,045	0,667	
CEGLA-DZIU	0,0650	Mur z cegły dziurawki.	0,620	0,105	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania Rg, [m2·K/W]:					0,500
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					1,500
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,666
SZ S OSŁ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
BETON-BBK8	0,2400	Ściana z bloczków z betonu komórkowego.	0,380	0,632	
STYROPIAN	0,0500	Styropian.	0,045	1,111	
CEGLA-SILP	0,1200	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	0,120	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					2,051
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,488
SZ S SZCZ	Ściana zewnętrzna				
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne					
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	0,018	
CEGLA-KRAT	0,5100	Mur z cegły kratówki.	0,560	0,911	
STYROPIAN	0,0200	Styropian.	0,045	0,444	
CEGLA-SILP	0,2500	Mur z cegły silikatowej pełnej.	1,000	0,250	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m2·K/W]:					0,130
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m2·K/W]:					0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:					1,793
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m2·K)]:					0,558

Wyniki - Zestawienie przegród

Symbol	Opis	d	R _i	R _e	R	U	A
		m	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	W/m ² ·K	m ²
DACH S	Dach	0,110	0,100	0,040	2,362	0,423	1323,30
DASZKI	Stropodach niewentylowany	0,356	0,100	0,040	2,433	0,411	10,50
DZ	Drzwi zewnętrzne					1,700	14,65
DZ ST	Drzwi zewnętrzne					3,000	3,78
O ST	Okno zewnętrzne					3,000	230,52
ON	Okno zewnętrzne					1,300	362,85
PODŁ G	Podłoga w piwnicy	0,265	0,500		0,896	1,116	421,17
PODŁ Ł	Podłoga na gruncie	0,315	0,500		1,421	0,704	77,65
PODŁ S HG	Podłoga na gruncie	0,497	0,500		1,976	0,506	919,77
PODŁ S ZAP	Podłoga na gruncie	0,315	0,500		1,421	0,704	403,53
PRZEJŚCIE	Strop zewnętrzny	0,395	0,170	0,040	2,669	0,375	21,48
STROPD G	Stropodach wentylowany	1,146	0,100	0,090	2,402	0,416	423,95
STROPD Ł	Stropodach wentylowany	0,576	0,100	0,090	2,688	0,372	99,65
STROPD Ł2	Stropodach wentylowany	1,156	0,100	0,090	2,624	0,381	32,22
SZ G	Ściana zewnętrzna	0,440	0,130	0,040	1,570	0,637	910,13
SZ Ł	Ściana zewnętrzna	0,425	0,130	0,040	1,522	0,657	192,89
SZ P G	Ściana zewnętrzna	0,375	0,130	0,040	1,170	0,854	160,85
SZ PGR G	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,375	0,500		1,500	0,666	51,58
SZ S OSŁ	Ściana zewnętrzna	0,425	0,130	0,040	2,051	0,488	521,53
SZ S SZCZ	Ściana zewnętrzna	0,795	0,130	0,040	1,793	0,558	425,70
WROTA	Drzwi zewnętrzne					3,000	6,00

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Symbol	θ _{int,H}	A	V	Φ _{HL}	n _{min}	V _{min}	V _{infv}
	°C	m ²	m ³	W	1/h	m ³ /h	m ³ /h
CAŁOŚĆ	17,0	3242,50	13930,6	318062	0,88	12280,3	5572,2

Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego

Opis strefy	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]
1	2
temperatura średnia w budynku 17,0°C	
– 30 m ³ /h – WC: – 11 szt. × 30 m ³ /h	330,0
– 50 m ³ /h – łazienki, natryskownie: – 5 szt. × 50 m ³ /h	250,0
– 0,3 wymiany w ciągu godziny (pomieszczenia w piwnicy): 0,3 × 429,5 m ³	128,9
– 0,5 wymiany w ciągu godziny (komunikacja) 0,5 × 3 119,2 m ³	1 559,6
– 1,0 wymiana w ciągu godziny (sale lekcyjne, pokoje, gabinety, sala gimnastyczna) 1,0 × 10 011,8 m ³	10 011,8
Razem	12 280,3

Z1.2 Zapotrzebowanie na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

– jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową (szkoła)	$V_{wi} = 0,80 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ dzień})$
– powierzchnia o regulowanej temperaturze	$A_f = 1\,548,50 \text{ m}^2$
– współczynnik korekcyjny	$k_r = 0,55$
– roczne zużycie c.w.u.	$V_{cw} = 248,69 \text{ m}^3$
– liczba użytkowników	700 osób
– max. moc cieplna na cele c.w.u.	$q_{0,1 \text{ cwu max.}} = 55,27 \text{ kW}$
– średnia moc cieplna na cele c.w.u.	$q_{0,1 \text{ cwu śr.}} = 29,33 \text{ kW}$
– zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie 1 m^3 wody	$Q_{cwj} = c_w \times \rho \times (t_c - t_z)$ $Q_{cwj} = 4,2 \times 1\,000 \times (55 - 10) =$ $= 188\,550 \text{ kJ/m}^3 = 0,18855 \text{ GJ/m}^3$
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	$Q'_{cw} = 46,89 \text{ GJ}$
– sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w,0} = 0,4992$
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością	$Q_{0cw} = 93,93 \text{ GJ}$
– koszt podgrzewu c.w.u.	17 908 zł/rok
– jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową (sala gimnastyczna)	$V_{wi} = 0,25 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ dzień})$
– powierzchnia o regulowanej temperaturze	$A_f = 1\,575,26 \text{ m}^2$
– współczynnik korekcyjny	$k_r = 0,50$
– roczne zużycie c.w.u.	$V_{cw} = 71,90 \text{ m}^3$
– liczba użytkowników	40 osób
– max. moc cieplna na cele c.w.u.	$q_{0,1 \text{ cwu max.}} = 12,70 \text{ kW}$
– średnia moc cieplna na cele c.w.u.	$q_{0,1 \text{ cwu śr.}} = 3,35 \text{ kW}$
– zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie 1 m^3 wody	$Q_{cwj} = c_w \times \rho \times (t_c - t_z)$ $Q_{cwj} = 4,2 \times 1\,000 \times (55 - 10) =$ $= 188\,550 \text{ kJ/m}^3 = 0,18855 \text{ GJ/m}^3$
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	$Q'_{cw} = 13,55 \text{ GJ}$
– sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w,0} = 0,4992$
– zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością	$Q_{0cw} = 27,14 \text{ GJ}$
– koszt podgrzewu c.w.u.	5 042 zł/rok
– łączne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. ze sprawnością	$Q_{0cw} = 121,07 \text{ GJ}$
– łączna max. moc cieplna na cele c.w.u.	$q_{0,1 \text{ cwu max.}} = 67,97 \text{ kW}$
– całkowity koszt podgrzewu c.w.u.	22 950 zł/rok
– średni koszt podgrzewu 1 m^3 c.w.u.	71,59 zł/rok

Z1.3 Jednostkowe koszty energii cieplnej

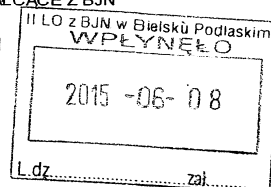
Faktura VAT nr: 00481/15/EC

Data wystawienia 2015-06-02

Oryginał

WCA:
IE PRZEDSIĘBIORSTWO ENERGETYKI CIEPLNEJ S.A.
17-100 BIELSK PODLASKI, ul. 3 MAJA 22
NIP 543-020-04-02
fax 085/730-2492, 730-3999
zarejestrowane w Sądzie Rejonowym w Białymstoku
II Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego
pod Nr KRS: 0000005087
Kapitał zakładowy 9.558.400 zł
Uiszczono wkłady 9.558.400 zł

NABYWCA: KOD NABYWCY:00033
II LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCE Z B.J.N.
ul. KOPERNIKA 4
17-100 BIELSK PODLASKI
NIP 543-16-34-284



NR UMOWY: 48

TERMIN ZAPŁATY: 2015-06-15

MIESIĄC SPRZEDAŻY: Maj 2015

SPOSÓB ZAPŁATY: przelew

Nr rachunku bankowego: Bank Pekao SA I O/Bielsk Podlaski 45 1240 2904 1111 0000 2764 4452

Nazwa towaru lub usługi	PKWiU	JM	Ilość	Cena jedn. netto zł	Wartość netto zł	VAT %
Zamówiona moc cieplna		MW	0,17	8 203,81	1 394,65	23
Usługi przesyłowe opłata stała		MW	0,17	2 213,52	376,30	23
Energia cieplna		GJ	3,2	33,07	105,82	23
Usługi przesyłowe opłata zmienna		GJ	3,2	8,68	27,78	23
Należność wg rozliczenia: Wartość Netto					1 904,55	
Podatek Vat					438,05	23
Wartość Brutto					2 342,60	

Do zapłaty: 2 342,60 zł

Słownie: dwa tysiące trzysta czterdzieści dwa zł sześćdziesiąt gr

KSIĘGOWA

mgr Joanna Zakimiuk
(podpis wystawiającego)

GŁÓWNY KSIĘGOWY
PROKURENT

mgr Anna Dorota Kapińska (pieczęć i podpis)
mgr Mikolaj Szustak

UWAGA: Dokonując zapłaty należności w formie polecenia przelewu, za dzień wykonania zobowiązania uważa się dzień uznania rachunku bankowego wierzyciela.

ROZLICZENIE ZUŻYCIA ENERGII CIEPLNEJ						Maj 2015	
Taryfa	Opis	J.m.	Ilość	Cena jedn. netto zł	Wartość netto zł	VAT %	
Punkt odbioru: P0093		Adres punktu:		Wzrost: 0000012			
Grupa odbiorców: A3 ZS z DNJB i II LO z B.J.N.		Kopernika 4 Lic. z B.J.N.		Kopernika 4 LO i Szk.Podst. nr 3			
Zamówiona moc cieplna CO		2015-05-01	2015-05-31	MW	0,17	8 203,81	1 394,65 23
Usługi przesyłowe opłata stała CO		2015-05-01	2015-05-31	MW	0,17	2 213,52	376,30 23
Energia cieplna				GJ	3,2	33,07	105,82 23
Ciepłomierz: U000389 / I0000134							
15-04-30 wskazanie początkowe: 1700,30							
2015-05-31 wskazanie końcowe: 1703,50							
Zużycie: 3,20							
Usługi przesyłowe opłata zmienna		2015-05-01	2015-05-31	GJ	3,2	8,68	27,78 23
Podsumowanie punktu						1 904,55	-

$$1904,55 \times 26,46\% = 503,94$$

ZAPŁACONO poleceniem
PRZELEWU
Nr.....z dnia 15.06.2015 r.
GŁÓWNY KSIĘGOWY

ZESPÓŁ SZKÓŁ
z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
Im. Józefa Jura-Koniecznego
17-100 Bielsk Podlaski, ul. Poniatowskiego 9
tel. (85) 730-2400, fax (85) 730-2332
REG. 001971356 NIP 543-19-02-315

Stwierdzam zgodność
z oryginałem

Data 08.07.2015 r.

DYREKTOR ZESPOŁU SZKÓŁ

mgr Eugenia Wasiluk

ZAŁĄCZNIK 2

Wydruk obliczeń zapotrzebowania na ciepło

Z 2.1. Zapotrzebowanie na ciepło w stanie istniejącym budynku

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Stan istniejący	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Projektant:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m3·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m2
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	155225	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	318062	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	318062	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	98,1	W/m2
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	22,8	W/m3
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m3/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m3/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m3/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m3/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m3/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m3/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m3/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	12280,3	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1479,88	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	411078	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	456,4	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	126,8	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	106,2	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	29,5	kWh/(m3·rok)

Z 2.2. Zapotrzebowanie na ciepło w poszczególnych wariantach termomodernizacji

WARIANT 1 - OPTYMALNY

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Wariant 1	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	75255	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	238092	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	238092	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	73,4	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	12280,3	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	898,14	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	249483	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	277,0	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	76,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	64,5	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	17,9	kWh/(m ³ ·rok)

WARIANT 2

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Wariant 2	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	75653	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	238490	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	238490	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	73,6	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,1	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m³/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m³/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	12280,3	m³/h

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	900,93	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	250257	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	277,8	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	77,2	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	64,7	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	18,0	kWh/(m3·rok)

WARIANT 3

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Wariant 3	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	75858	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	238694	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	238694	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	73,6	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	12280,3	m ³ /h

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	902,36	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	250655	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	278,3	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	77,3	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	64,8	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	18,0	kWh/(m3·rok)

WARIANT 4

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Wariant 4	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	76108	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	238945	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	238945	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	73,7	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,2	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m³/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m³/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	12280,3	m³/h

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	904,15	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	251152	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	278,8	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	77,5	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	64,9	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	18,0	kWh/(m3·rok)

WARIANT 5

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Wariant 5	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	80821	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	243657	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	243657	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	75,1	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,5	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m³/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m³/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	12280,3	m³/h

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	939,56	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	260990	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	289,8	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	80,5	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	67,4	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	18,7	kWh/(m3·rok)

WARIANT 6

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Wariant 6	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	80928	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	243765	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	243765	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	75,2	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	17,5	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m³/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m³/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	12280,3	m³/h

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	940,32	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	261200	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	290,0	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	80,6	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	67,5	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	18,8	kWh/(m3·rok)

WARIANT 7

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Wariant 7	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	95056	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	257893	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	257893	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	79,5	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	18,5	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m³/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m³/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	12280,3	m³/h

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1040,41	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	289002	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	320,9	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	89,1	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	74,7	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	20,7	kWh/(m3·rok)

WARIANT 8

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Wariant 8	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	130441	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	293278	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	293278	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	90,4	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	21,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	12280,3	m ³ /h

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1295,47	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	359852	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	399,5	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	111,0	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	93,0	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	25,8	kWh/(m3·rok)

WARIANT 9

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	audyt energetyczny	
	Wariant 9	
Miejscowość:	Bielsk Podlaski	
Adres:	Zespół Szkół z dodatkową nauką j. białoruskiego	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	IV	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-22	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	6,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3242,5	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	13930,6	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	136345	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	162837	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	299182	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	299182	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	92,3	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	21,5	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	2786,1	m³/h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m³/h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m³/h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m³/h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m³/h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n :	0,9	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	12280,3	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-22,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Białystok	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	12280,3	m³/h

Audyt energetyczny budynku Zespołu Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego
w Bielsku Podlaskim, ul. Poniatowskiego 9

Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1338,52	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	371812	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	3243	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	13930,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	412,8	MJ/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	114,7	kWh/(m2·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	96,1	MJ/(m3·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	26,7	kWh/(m3·rok)

ZAŁĄCZNIK 3

Modernizacja oświetlenia

Opracowanie dotyczy modernizacji oświetlenia w części Zespół Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego w Bielsku Podlaskim, której dotyczył audyt energetyczny budynku.

Modernizacja oświetlenia nie wpłynie na zużycie energii cieplnej na potrzeby ogrzewania i wentylacji oraz podgrzewu ciepłej wody użytkowej, natomiast będzie miała bezpośredni wpływ na zużycie energii elektrycznej.

Przedsięwzięcia modernizacyjne dotyczące oświetlenia nie podlegają warunkom określonym w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. Nr 223, poz. 1459, dlatego nie rozpatrywano go w zasadniczej części audytu energetycznego budynku lecz jako osobny załącznik, wychodzący poza zapisy Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego .

Zestawienie oświetlenia w stanie istniejącym przedmiotowej części Zespół Szkół z Dodatkową Nauką Języka Białoruskiego w Bielsku Podlaskim (według danych dostarczonych przez Inwestora) przedstawiono w tabeli poniżej.

Typ oświetlenia	Sztuk	Moc jednostkowa W	Moc zainstalowana W
Oprawa żarowa 60 W	11	60	660
Oprawa jarzeniowa 72 W	310	72	22 320
Lampa rtęciowa 400 W	42	60	16 800
RAZEM			39 780

Moc zainstalowanego oświetlenia w stanie istniejącym w rozpatrywanej części Zespołu Szkół wynosi: **39 780 W.**

Możliwa jest modernizacja istniejącego oświetlenia, polegającą na wymianie istniejącego oświetlenia żarowego, rtęciowego oraz oświetlenia tzw. jarzeniówkowego na nowoczesne oświetlenie energooszczędne np. typu LED: tzw.: liniowe – świetlówki LED, żarówki LED oraz nowoczesne oświetlenie sali gimnastycznej. W celu zapewnienia odpowiednich wymaganych parametrów natężenia oświetlenia, wskaźnika ośnienia, oddawania barw i klasy oświetlenia poszczególnych typów pomieszczeń należy wykonać

dokładne obliczenia (PN-EN 12464-1 –Technika Świetlna – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy wewnątrz pomieszczeń; PN-EN 12193 – Oświetlenie stosowane w obiektach sportowych).

Kalkulacje przedstawione poniżej mają jedynie charakter orientacyjny.

Zestawienie oświetlenia po modernizacji przedstawiono w tabeli poniżej.

Typ oświetlenia	Sztuk po modernizacji szt.	Moc jednostkowa po modernizacji W	Moc zainstalowana po modernizacji W	Cena jedn. (LED) (brutto) zł/szt.	Nakłady łącznie zł
Żarówki energooszczędne np. LED 230 V, 9 W	11	9	99	40	440
Oprawa kloszowa typu szkolnego np. LED 36 W	310	36	11 160	110	34 100
Nowoczesne oprawy do sal gimnastycznych np. świetlówkowe	32 (po 4 świetlówki)	55	7 040	150	19 200
RAZEM			18 299		53 740

Moc oświetlenia po modernizacji będzie wynosić: **18 299 W.**

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku świadectw charakterystyki energetycznej zapotrzebowanie na energię na potrzeby oświetlenia należy wyznaczać w oparciu o polskie normy – czyli normę PN-EN 15193. Najważniejszym parametrem jaki trzeba obliczyć jest tzw. Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI (ang. Lighting Energy Numeric Factor) , który wyraża się wzorem:

$$LENI = W/A \text{ [kWh/(m}^2\cdot\text{rok)]}$$

Biorąc pod uwagę standardowe godziny rocznego działania oświetlenia w budynkach na cele edukacyjne ($t_D=2000$ h i $t_N=200$ h) zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosi:

- dla stanu istniejącego: 79 560 kWh

- po modernizacji: 36 598 kWh

Oszczędności energii elektrycznej wyniosą: 42 962 kWh

Koszt jednostkowy opłaty za energię elektryczną wynosi: 159,05 zł/GJ = 0,57 zł/kWh

Oszczędności finansowe związane w wymianą oświetlenia wyniosą:

$$42\,962 \text{ kWh} \times 0,5700 \text{ zł/kWh} = 24\,488 \text{ zł/rok.}$$

Natomiast SPBT wyniesie:

$$53\,740 \text{ zł} : 24\,488 \text{ zł/rok} = \underline{\underline{2,19 \text{ lat.}}}$$

ZAŁĄCZNIK 4

Rzuty i przekroje budynku

- Z3.1 Rzut parteru sali gimnastycznej w skali 1:100,**
- Z3.2 Rzut piętra sali gimnastycznej w skali 1:100,**
- Z3.3 Przekrój pionowy A-A (sali gimnastycznej) w skali 1:100,**
- Z3.4 Elewacja południowo-wschodnia sali gimnastycznej w skali 1:200 (z projektu zamiennego),**
- Z3.5 Elewacja północno-zachodnia sali gimnastycznej w skali 1:200 (z projektu zamiennego),**
- Z3.6 Rzut przyziemia rozbudowy w skali 1:100,**
- Z3.7 Rzut parteru rozbudowy w skali 1:100,**
- Z3.8 Rzut I piętra rozbudowy w skali 1:100,**
- Z3.9 Rzut II piętra rozbudowy w skali 1:100,**
- Z3.10 Przekrój I-I i II-II rozbudowy w skali 1:100,**
- Z3.11 Elewacja północno-wschodnia i przekrój III-III rozbudowy w skali 1:100,**
- Z3.12 Rzut poziomy przyziemia łącznika nr 1 w skali 1:100,**
- Z3.13 Rzut poziomy I piętra łącznika nr 1 w skali 1:100,**
- Z3.14 Przekrój pionowy I-I łącznika nr 1 w skali 1:100.**

