

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

*Nazwa i adres obiektu
budowlanego:*

**Szkoła Podstawowa nr 9
im. Marii Skłodowskiej-Curie
ul. Chemiczna 9, Inowrocław**

*Imię i nazwisko lub nazwa oraz
adres inwestora:*

Miasto Inowrocław - Szkoła Podstawowa nr 9 im. Marii Skłodowskiej-Curie
ul. Chemiczna 9
88-100 Inowrocław

1. Strona tytułowa

1. Dane identyfikacyjne budynku																	
1.1 Rodzaj budynku		użyteczności publicznej		1.2 Rok budowy													
				1938													
1.3 Inwestor																	
Miasto Inowrocław - Szkoła Podstawowa nr 9 im. Marii Skłodowskiej-Curie (nazwa lub imię i nazwisko) <table border="0"> <tr> <td>Chemiczna</td> <td>9</td> <td>88 - 100</td> <td>Inowrocław</td> <td>52 353 72 17</td> <td>sp9inowroclaw@poczta.onet.pl</td> </tr> <tr> <td>ulica</td> <td>nr domu</td> <td>kod</td> <td>mięscowość</td> <td>telefon</td> <td>e-mail</td> </tr> </table> PESEL Nazwa i numer dokumentu tożsamości						Chemiczna	9	88 - 100	Inowrocław	52 353 72 17	sp9inowroclaw@poczta.onet.pl	ulica	nr domu	kod	mięscowość	telefon	e-mail
Chemiczna	9	88 - 100	Inowrocław	52 353 72 17	sp9inowroclaw@poczta.onet.pl												
ulica	nr domu	kod	mięscowość	telefon	e-mail												
1.4 Adres budynku																	
Chemiczna	9	88 - 100	Inowrocław	inowrocławski	kujaw.-pomorskie												
ulica	nr domu	kod	mięscowość	powiat	województwo												
2. Firma wykonująca audyt energetyczny																	
Zakład Inżynierii Środowiska Jacek Miklas NIP 556-218-99-33 REGON 092992501			ul. Roosevelta 15/3c 88-100 Inowrocław  52 355 22 15 e-mail sekretariat@zis.net.pl														
3. Audytor koordynujący wykonanie audytu																	
mgr inż. Jacek Miklas 88-100 Inowrocław, ul. Roosevelta 15/3c podpis		Audytor energetyczny z listy Krajowej Agencji Poszanowania Energii nr 0130 Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: wodociągowych i kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych nr ewid.: 39/2001															
4. Współautorzy audytu																	
Imię i nazwisko		Zakres udziału w opracowaniu		Posiadane kwalifikacje													
4.1																	
4.2																	
5. Miejscowość, data wykonania opracowania			Inowrocław, dnia 27.X.2015.														
6. Spis treści																	
1. Strona tytułowa					1												
2. Karta audytu energetycznego budynku					2												
3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych					6												
4. Inwentaryzacja techniczno – budowlana					7												
5. Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych					18												
6. Wykaz wskazanych do oceny efektywności i dokonania wyboru usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych.					20												
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					21												
8. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego efektywność energetyczną w zakresie oświetlenia wbudowanego					35												
9. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia zwiększającego wykorzystanie OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej					36												
10. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnych, poprawy efektywności energetycznej oświetlenia wbudowanego i wzrostu OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej.					37												
11. Załączniki					39												

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne:		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.1	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna murowana	tradycyjna murowana
1.2	Liczba kondygnacji nadziemnych	3	3
1.3	Kubatura części ogrzewanej budynku [m ³]	12 520,10	12 520,10
1.4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	3 381,64	3 381,64
1.5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	-	-
1.6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	3 109,27	3 109,27
1.7	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
1.8	Liczba osób użytkujących budynek	252	252
1.9	Sposób przygotowania ciepłej wody	elektryczne pojemnościowe podgrzewacze cwu	centralnie z węzła ciepłego wspomagane kolektorami słonecznymi
1.10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny z węzła ciepłego	centralny z węzła ciepłego
1.11	Współczynnik kształtu A / V [m ⁻¹]	0,36	0,36
1.12	Rodzaj zasilanie elektroenergetycznego	energia elektryczna z sieci produkcja mieszana	energia elektryczna z sieci produkcja mieszana+prosumencka instalacja PV
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]			
1	Ściana zewnętrzna SZ1	0,242	0,242
2	Ściana zewnętrzna w gruncie SZG	0,177	0,177
3	Dach DSZ	0,204	0,204
4	Stropodach niewentylowany (nad szkołą) STRD1	0,209	0,209
5	Stropodach niewentylowany (nad aulą) STRD2	0,226	0,226
6	Okna z szybą zespoloną z profili PVC 62mm w szkole OK1	1,300	1,300
7	Okna z szybą zespoloną z profili PVC 62mm w piwnicy OK2	1,300	1,300
8	Drzwi zewnętrzne do budynku szkoły DZ1	2,600	1,300
9	Podłoga na gruncie w piwnicy szkoły PG1	0,397	0,397
10	Podłoga na gruncie w sali gimnastycznej PG2	0,341	0,341
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
3.1	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,TOT}$	0,783	0,783
3.2	Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,990	0,990
3.3	Sprawność dystrybucji $\eta_{H,d}$	0,920	0,920
3.4	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	0,860	0,860
3.5	Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,000	1,000
3.6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia wt	1,000	0,950
3.7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby wd	0,950	0,950
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
4.1	Sprawność całkowita instalacji cwu $\eta_{W,tot}$	0,774	0,696
4.2	Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,910	0,910
4.3	Sprawność przesyłania $\eta_{W,d}$	1,000	0,900
4.4	Sprawność wykorzystania $\eta_{W,e}$	1,000	1,000
4.5	Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,850	0,850

5. Charakterystyka systemu wentylacji					
5.1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	mechaniczna i naturalna		mechaniczna i naturalna	
5.2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Nawiew przez przewietrzanie; w pom.przedszkola mechaniczna N-W z odzyskiwaniem ciepła		Nawiew do sal lekcyjnych modułami nawiewnymi sterowanymi stężeniem CO ₂ z recyrkulacją powietrza; w pom. przedszkola istniejąca went. mech.wspomagana modułami nawiewnymi, w sali gimnastycznej nawiewno wywiewna z odzyskiwaniem ciepła, w pozostałych pomieszczeniach przewietrzanie	
		Wywiew kanałami grawitacyjnymi i kanałami wentylacji mechanicznej		Wywiew kanałami wyciągowymi - sterowanie czujnikami CO ₂ , oraz kanałami grawitacyjnymi	
5.3	Strumień powietrza wentylacyjnego	[m ³ /h]	4 361	16 134	
5.4	Liczba wymian	[h ⁻¹]	0,35	1,29	
6. Charakterystyka energetyczna budynku		Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji	Efekt termomodernizacji	
6.1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	112,926	94,651	18,275
6.2	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej	[kW]	5,072	5,072	-
6.3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) Q _{H,nd}	[GJ/rok]	731,60	595,20	136,41
		[MWh/rok]	203,22	165,33	37,89
6.4	Roczne obliczeniowe zużycie energii końcowej do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) Q _{H,K}	[GJ/rok]	887,32	685,78	201,53
		[MWh/rok]	246,48	190,50	55,98
6.5	Roczne obliczeniowe zużycie energii końcowej do przygotowania ciepłej wody użytkowej Q _{W,K}	[GJ/rok]	64,08	49,24	14,84
		[MWh/rok]	17,80	13,68	4,12
6.6	Redukcja zużycia energii końcowej Q _{H,K} +Q _{W,K}	22,7%			
6.7	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	893,61		
		[MWh/rok]	248,22		
6.8	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-		
		[MWh/rok]	-		
6.9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/ m²rok]]	65,36	53,17	12,19
6.10	Wskaźnik rocznego obliczeniowego zużycia energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/ m²rok]]	79,27	42,85	36,42
6.11	Ilość energii cieplnej wytworzona w instalacji OZE (kolektory słoneczne)	[MWh/rok]	-	6,10	6,10
6.12	Udział odnawialnych źródeł energii U _{oZE} w bilansie energii cieplnej	[%]	0,0%	3,0%	3,0%
6.13	Moc elektryczna przyłączeniowa	[kW]	27,000	27,000	-
6.14	Zmierzone roczne całkowite zużycie energii elektrycznej w budynku	[kWh/rok]	57 000		
6.15	Roczne zużycie energii końcowej na potrzeby oświetlenia wbudowanego E _{K,L}	[kWh/rok]	38 869	24 181	14 689
6.17	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby oświetlenia wbudowanego LENI	[kWh/ m²rok]]	11,87	7,39	4,49

6.18	Redukcja zużycia energii końcowej na potrzeby oświetlenia wbudowanego w wyniku poprawy efektywności energetycznej	37,8%		
6.19	Roczna ilość energii elektrycznej wytworzonej w instalacji fotowoltaicznej (PV) [kWh/rok]	-	22 760	22 760
6.20	Roczne zużycie energii elektrycznej z uwzględnieniem energii wykorzystanej z instalacji PV [MWh/rok]	57,00	22,51	34,49
6.21	Udział odnawialnych źródeł energii U_{OZE} w bilansie energii elektrycznej [%]	0,0%	39,9%	39,9%
6.22 Bilans energii końcowej przed i po termomodernizacji				
350,00 300,00 250,00 200,00 150,00 100,00 50,00 -				

9.3	Planowane koszty całkowite budowy instalacji PV	223 600 zł	9.4	Planowane koszty całkowite przedsięwzięć objętych audytem (9.1+9.2+9.3) wraz z kosztami audytu, dokumentacji projektowej, nadzoru i monitoringu efektów	1 299 714 zł
9.5	Udział środków własnych	15%	9.6	Środki własne	194 957 zł
9.7	Udział środków zewnętrznych	85%	9.8	Środki zewnętrzne	1 104 757 zł
9.9	Czas zwrotu nakładów (łącznie ze środkami własnymi) (lata)	42,2	9.10	Czas zwrotu nakładów (środków własnych) (lata)	6,3
10. Charakterystyka wykorzystywanych nośników energii końcowej					
Przed termomodernizacją					
Cel wykorzystania energii:	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa		Oświetlenie i urządzenia elektryczne	
Rodzaj nośnika	CP	EM	SOL	EM	PV
Udział nośnika	100%	100%	0%	100%	0%
WE [MgCO ₂ /MWh]	0,342	0,812	0,000	0,812	0,000
Po termomodernizacji					
Cel wykorzystania energii:	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa		Oświetlenie i urządzenia elektryczne	
Rodzaj nośnika	CP	EM	SOL	EM	PV
Udział nośnika	100%	55%	45%	6%	94%
WE [MgCO ₂ /MWh]	0,342	0,342	0,000	0,812	0,000
11. Charakterystyka ekologiczna			Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji	Efekt
11.1	Dwutlenek węgla CO ₂	[Mg/ rok]	145,03	68,89	76,14 52%
11.2	Jednostkowy wskaźnik emisji CO ₂ odniesiony do powierzchni ogrzewanej budynku E _{CO2}	[kg CO ₂ /m ² rok]	46,65	36,34	10,30

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1 Dokumentacja techniczna

3.1.1 Dokumentacja archiwalna budynku.

3.1.2 Inwentaryzacja własna architektoniczno - budowlana i instalacyjna dla potrzeb sporządzenia audytu energetycznego.

3.2 Pozostałe dokumenty

3.2.1 Dane przekazane przez właściciela budynku dotyczące zużycia i kosztów energii i wody.

3.2.2 Dane przekazane przez właściciela budynku dotyczące ilości użytkowników i przeprowadzonych dotychczas prac termomodernizacyjnych

3.2.3 Wizja lokalna przeprowadzona w kwietniu 2015r.

3.3 Sugestie Inwestora

3.3.1 Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.

3.3.2 Określenie zakresu prac poprawiających efektywność energetyczną, kosztu przedsięwzięcia i oczekiwanych efektów w celu ubiegania się o środki finansowe na przeprowadzenie inwestycji.

3.4 Zadeklarowany maksymalny wkład własny inwestora na pokrycie kosztów termomodernizacji i zdolność kredytowa

3.4.1 Kwota zobowiązań możliwych do zaciągnięcia przez inwestora **1 500 000 zł**

3.4.2 Zadeklarowany przez inwestora maksymalny wkład własny wynosi **500 000 zł**

3.5 Uwagi

3.5.1 Koszt opracowania audytu energetycznego budynku **4 305 zł**

3.5.2 Koszt opracowania dokumentacji projektowej **55 965 zł**

3.6 Podstawa prawna

Audyt energetyczny sporządzony został w oparciu o:

3.6.1 *Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U.2008 Nr 223 poz.1459 z póź. zmianami) [1]*

3.6.2 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346) [2]*

3.6.3 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U.2015 nr 0 poz.1606) [2a]*

3.6.4 *Ustawa Prawo budowlane (Dz.U.1994 Nr 89 poz.414 z póź. zmianami) [3]*

3.6.5 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami) [4]*

3.6.6 *Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. 2011 nr 94 poz. 551 z póź. zmianami) [5]*

3.6.7 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz. 376) [6]*

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana

4a. Ogólne dane techniczne					
Adres budynku		ul. Chemiczna 9, Inowrocław			
Rok budowy		1938			
Technologia budowy		☐ RWB ☐ WUF-62 ☐ "SZCZECIN" 1-warstwowy ☐ BSK ☐ WUF-T ☐ "SZCZECIN" 3-warstwowy ☐ RBM-73 ☐ OWT-67 ☐ "Stolica" ☐ RWP-75 ☐ OWT-67NB ☐ wielki blok ☐ PBU-59 ☐ OWT-75 ☐ monolityczna ☐ PBU-62 ☐ W-70 ☒ tradycyjna murowana ☐ RUW 2-J ☐ Wk-70 ☐ ramowa ☐ SBM-75 ☐ Wk-70 ☐ szkieletowa ☐ inna ☐ OWT - R1			
Własność		☐ spółdzielcza ☒ komunalna ☐ prywatna			
Charakter zabudowy		☒ wolnostojący ☐ bliźniaczy ☐ szeregowy			
Przeznaczenie budynku		☐ mieszkalny ☒ użyteczności publicznej ☐ zamieszkania zbiorowego			
Podpiwniczenie		☐ tak ☐ nie ☒ częściowo			
Klatka schodowa ogrzewana		☒ tak ☐ nie			
Powierzchnia zabudowy	[m ²]	1 045,50	Kubatura budynku	[m ³]	13 200,00
Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej	[m ²]	-	Kubatura ogrzewana budynków	[m ³]	12 520,10
Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	[m ²]	3 109,27	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów wind, otwartych wnęk, logii i galerii	[m ³]	12 520,10
Powierzchnia netto budynku	[m ²]	3 381,64			
Powierzchnia wspólnego użytku	[m ²]	-			
Powierzchnia ogrzewana	[m ²]	3 273,90			
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu	[m ²]	-			
Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy	[m ²]	-	Powierzchnia przegród zewnętrznych	[m ²]	4 460,00
Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (handel, usługi)	[m ²]	-	Współczynnik kształtu budynku A/V	[-]	0,36
Liczba osób użytkujących budynek	U	252	Stopień wyeksponowania budynku	c _w [-]	1,00

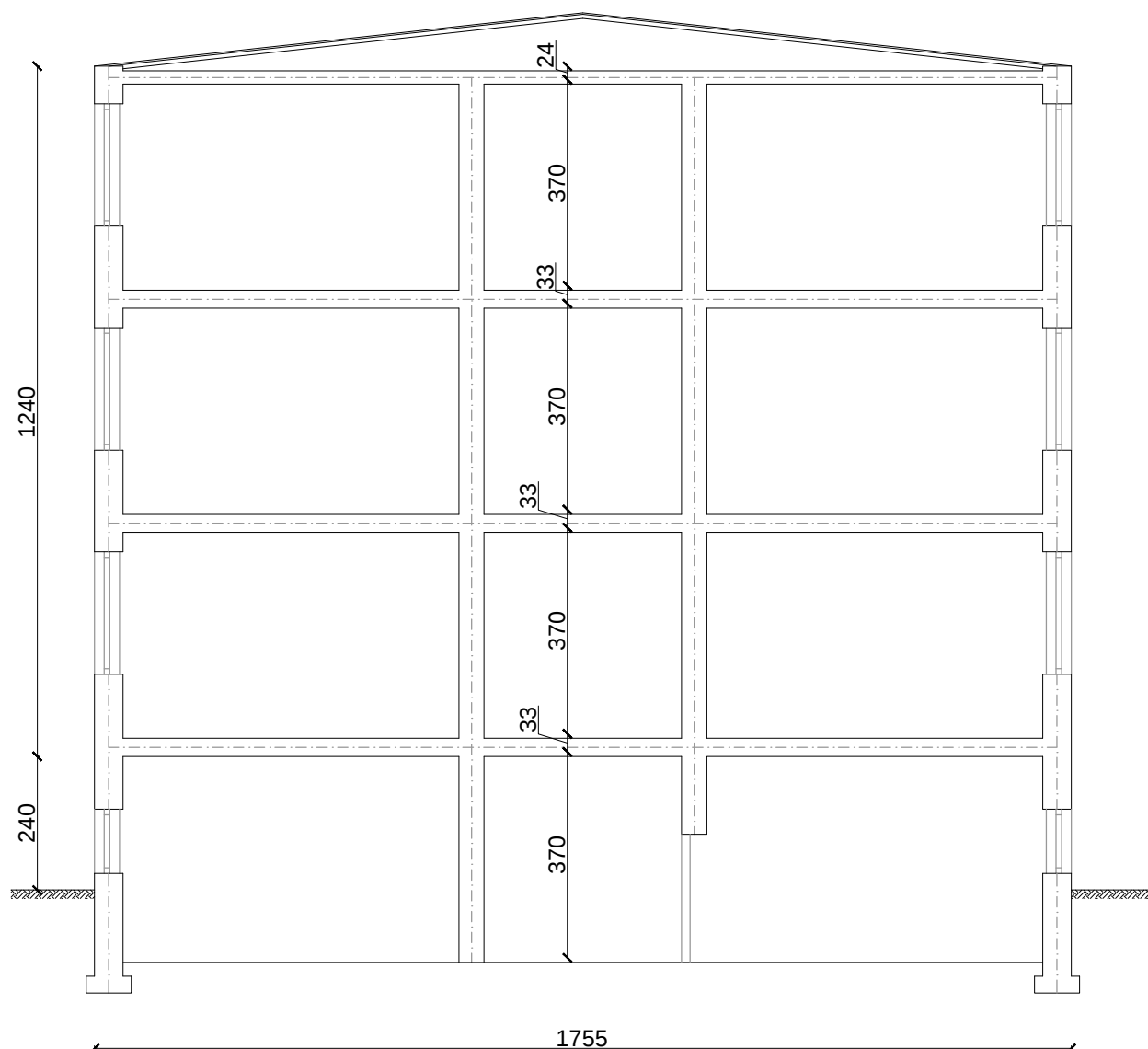
Rzut parteru (1:250)



- 8 -

4b. Inwentaryzacja techniczno - budowlana

Przekrój podłużny (1:125)



4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Przedmiotem opracowania jest budynek szkoły podstawowej zlokalizowany w Inowrocławiu przy ulicy Chemicznej 9. Budynek 3-kondygnacyjny zrealizowany w technologii tradycyjnej murowanej w roku 1938.

Obecnie część pomieszczeń parteru zaadaptowana została na pomieszczenia przedszkola.

Budynek został poddany termomodernizacji w roku 2008 w zakresie docieplenie przegród zewnętrznych, wymiany stolarki okiennej i drzwiowej, wymiany instalacji centralnego ogrzewania.

1. Ściany zewnętrzne budynku szkoły

Ściany zewnętrzne szkoły murowane z cegły ceramicznej pełnej, jednostronnie otynkowane tynkiem wapiennym. Grubość ścian 51cm. Ocieplenie metodą lekką mokrą (2008r.) - styropian gr. 13cm.

2. Stropy budynku szkoły

Stropy międzykondygnacyjne - gęstożebrowe z pustaków Akermana.

3. Stropodach

Stropodach nad budynkiem szkoły z niewentylowaną pustką powietrzną. Strop Akermana, izolacja z wełny mineralnej o gr.15cm (wykonana podczas termomodernizacji w 2008r.), pustka powietrzna niewentylowana, deski, papa termozgrzewalna 2x.

Stropodach nad aulą z niewentylowaną pustką powietrzną. Strop Akermana, pustka powietrzna, płyty korytkowe na ściankach ażurowych, styropian gr. 14cm (2008r.), papa termozgrzewalna 2x.

4. Okna i drzwi w budynku szkoły

Stolarka okienna – okna z profili PVC, szkolne podwójnie szybą zespoloną. Wartość średniego współczynnika przenikania ciepła okien – $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Drzwi wejściowe, o współczynniku przenikania ciepła $2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

[illegible]

4d. Charakterystyka energetyczna budynku

L.p.	Opis danych	Symbol	Jednostka	Wartość
1.	Miejscowość		Inowrocław	
2.	Strefa klimatyczna			II
3.	Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	t_{z0}	[°C]	- 18
4.	Temperatura obliczeniowa powietrza nagrzewalnic	t_{n0}	[°C]	16
5.	Temperatura obliczeniowa powietrza zewnętrznego	t_{w0}	[°C]	8
6.	Temperatura obliczeniowa sal lekcyjnych, korytarzy, biur, sanitariatów	t_{w0}	[°C]	20
7.	Temperatura obliczeniowa sali gimnastycznej	t_{w0}	[°C]	16
8.	Temperatura obliczeniowa przedzi	t_{w0}	[°C]	
9.	Temperatura obliczeniowa suszalni	t_{w0}	[°C]	
10.	Stopniodni dla przegród zewnętrznych i pomieszczeń	$Sd_{(20^{\circ}C)}$	[dzień*K/rok]	3 924,20
11.	Stopniodni dla przegród zewnętrznych i pomieszczeń	$Sd_{(16^{\circ}C)}$	[dzień*K/rok]	3 016,20
12.	Stopniodni dla przegród zewnętrznych i pomieszczeń	$Sd_{(16^{\circ}C)}$	[dzień*K/rok]	
13.	Stopniodni dla przegród zewnętrznych i pomieszczeń	$Sd_{(16^{\circ}C)}$	[dzień*K/rok]	
14.	Stopniodni dla powierzchni wentylacyjnej ($t_{w0} = 20^{\circ}C$)	$Sd_{(20^{\circ}C)}$	[dzień*K/rok]	
15.	Długość sezonu grzewczego	LD	[dni /rok]	227,00
16.	Ilość źródeł energii cieplnej w budynku	n	[-]	1
17.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na energię przed termomodernizacją	x_0, x_1	[-]	1,00
18.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed termomodernizacją	y_0, y_1	[-]	1,00
19.	Oplaty za ciepło na potrzeby centralnego ogrzewania:			
20.	Opłata stała za produkcję i przesył mocy (z VAT)	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	8 335,94
21.	Opłata zmienna za produkcję i przesył energii (z VAT)	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	54,49
22.	Opłata stała abonamentowa (z VAT)	A_{b0}, A_{b1}	[zł/(u.p.*m-c)]	-
23.	Opłata za ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej:			
24.	Opłata stała za produkcję i przesył moc (z VAT)	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	-
25.	Opłata zmienna za produkcję i przesył energii (z VAT)	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	131,13
26.	Składnik stały (z VAT):	A_{b0}, A_{b1}	[zł/(m-c)]	-
27.	Projektowane obciążenie cieplne budynku	$q_{obl.co}$	[kW]	112,926
28.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u. – określone na podstawie średniego zużycia c.w.u.	$q_{obl.cw}$	[kW]	5,07
29.	Moc zamówiona całkowita	q_c	[kW]	159,000
30.	Moc zamówiona na potrzeby centralnego ogrzewania	q_{co}	[kW]	159,000
31.	Moc zamówiona na potrzeby ciepłej wody użytkowej	q_{cw}	[kW]	-
32.	Moc zamówiona na potrzeby wentylacji mechanicznej	q_{wen}	[kW]	-
33.	Zmierzone zużycie ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania	$Q_{co 2014}$	[GJ/rok]	765,96
34.	Zmierzone zużycie ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej	$Q_{cw 2014}$	[GJ/rok]	
35.	Zmierzone zużycie ciepła na potrzeby wentylacji mechanicznej	Q_{wen}	[GJ/rok]	
36.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego	$Q_{H,nd}$	[GJ/rok]	731,60
37.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$E=Q_{H,nd}/V$	[kWh/m²rok]	62,07
38.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego	$Q_{HK}=Q_{H,nd}/\eta_{H,TOT}$	[GJ/rok]	934,02
39.	Suma zysków ciepła budynku (w stanie istniejącym)	Q_z	[GJ/rok]	668,29
40.	Suma strat ciepła budynku (w stanie istniejącym)	Q_{str}	[GJ/rok]	1 236,59

4e. Charakterystyka systemu grzewczego			
Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło pomieszczeń / Moc zamówiona u dostawcy ciepła	112,926 [kW]		159,000 [kW]
Rodzaj ogrzewania	☒ wodne pompowe ☐ wodne grawitacyjne ☐ parowe		
Parametry pracy instalacji	90/70	-	-
	Tz / Tp [°C]	Σ H str. [kPa]	V [m³]
Grzejniki	☐ żeliwne członowe ☐ z rur ożebrowanych ☐ ogrzewanie podłogowe ☐ stalowe członowe ☐ z rur gładkich ☐ aluminiowe ☒ stalowe płytowe ☐ konwektorowe ☐ inne:		
	-	<i>Ekran</i> <i>zagrzejnikowe</i> <i>Odpowietrzniki grzejnikowe</i> ☐ tak ☐ nie ☒ tak ☐ nie	
	Ilość grzejników	<i>Zawory termostatyczne</i> <i>Podzielniki kosztów</i> ☒ tak ☐ nie ☐ tak ☒ nie	
Przewody	☒ stalowe ☐ miedziane ☐ tworzywo sztuczne		
	<i>Rodzaj przewodów</i>		
	☒ po wierzchu ☐ w brzdach ściennych ☐ w "szachtach" instalacyjnych		
	<i>Sposób prowadzenie pionów</i>		
	☐ brak ☐ wata szklana ☒ otuliny PE lub PUR		
	<i>Izolacja termiczna przewodów rozprowadzających</i>		
	☐ dobry ☒ dostateczny ☐ niedostateczny		
	<i>Stan izolacji termicznej przewodów rozprowadzających</i>		
	-	<i>Regulacja podpionowa</i> ☐ brak ☐ kryzy	
	Ilość pionów	☐ zawory podpionowe ręczne ☒ zawory podpionowe DP	
☒ odpowietrzniki automatyczne na końcówkach pionów ☐ instalacja odpowietrzająca prowadzona pod stropem ostatniej kondygnacji			
<i>Odpowietrzenie instalacji</i>			
Modernizacja systemu grzewczego po roku 1984:		☒ tak ☐ nie	
Zakres modernizacji			
Wymiana instalacji centralnego ogrzewania.			
UWAGI			

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g} = \mathbf{0,990}$ węzeł cieplny kompaktowy obudowany		
Rodzaj kotła / pieca	węzeł cieplny ▲▼		
Paliwo	▲▼		
Stan techniczny	☒ dobry	☐ dostateczny	☐ niedostateczny

Sprawność przesyłania ciepła	$\eta_{H,d} = \mathbf{0,920}$		
☐ Źródło ciepła w pomieszczeniu			
☒ Instalacja c.o. z przewodami w dobrym stanie technicznym			
☐ Instalacja c.o. z przewodami w złym stanie technicznym			

Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e} = \mathbf{0,860}$		
--	-------------------------------	--	--

Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{H,s} = \mathbf{1,000}$		
------------------------------------	-------------------------------	--	--

Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$\mathbf{wt = 1,000}$		
czas ogrzewania	☐ 5 dni w tygodniu	☒ 7 dni w tygodniu	
typ budynku	☐ lekki	☒ ciężki	

Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	$\mathbf{wd = 0,950}$		
czas przerw w ogrzewaniu	☒ bez przerw	☐ 4 godziny	
☐ 8 godzin	☐ 12 godzin	☐ 16 godzin	
typ budynku	☐ lekki	☒ ciężki	

Całkowita sprawność systemu grzewczego	$\eta_c = \mathbf{0,783}$		
---	---------------------------	--	--

Opis instalacji. Budynek wyposażony jest w instalację c.o. systemu wodnego, pompowego, dwururowego z rozdziałem dolnym. Instalacja zasilana jest z węzła cieplnego. Z rozdzielaczy wyprowadzono pary przewodów, które rozprowadzają czynnik grzewczy do poszczególnych pionów budynku. Przewody rozprowadzające prowadzone są pod stropem piwnic ze spadkiem w kierunku punktów odwadniających. Przewody zaizolowano otulinami z pianki PE. Odpowietrzenie instalacji c.o. za pomocą automatycznych zaworów odpowietrzających i odpowietrzników przygrzejnikowych. Regulację instalacji dokonano za pomocą zaworów przygrzejnikowych, zaworów podpionowych DP. Jako elementy grzejne w pomieszczeniach zastosowano grzejniki stalowe płytowe.

4f.	Charakterystyka instalacji ciepłej wody	
Budynek wyposażony jest w instalację ciepłej wody użytkowej. Woda ciepła przygotowywana jest lokalnie w pojemnościowych elektrycznych podgrzewaczach cwu.		
Rodzaj instalacji ciepłej wody		
Miejscowe przygotowanie ciepłej wody, instalacje bez obiegów cyrkulacyjnych ☒ Miejscowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru ☐ Miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla grupy punktów poboru bezpośrednio przy punktach poboru w jednym pomieszczeniu sanitarnym bez obiegu cyrkulacji ☐ Mieszkaniowe węzły cieplne ☐ Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje bez obiegów cyrkulacyjnych ☐ Instalacje małe, do 30 punktów poboru c.w. ☐ Instalacje średnie, 30 - 100 punktów poboru c.w. ☐ Instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru c.w. ☐ Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne nieizolowane, przewody rozprowadzające izolowane ☐ Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne izolowane, przewody rozprowadzające izolowane ☐ Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, piony instalacyjne izolowane, przewody rozprowadzające izolowane		
Wyposażenie instalacji ciepłej wody		
☐ Wodomierze indywidualne Zamontowane: 0 Do zamontowania: 0 Regulacja obiegu cyrkulacji: ☐ kryzy ☐ termostatyczne zawory podpionowe Liczba pionów c.w.		
Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym. Obliczenie kosztów przygotowania ciepłej wody.		
Liczba użytkowników	U	[j.n.] 252
Średnie roczne zużycie zimnej wody		[m³/rok] 1 293,00
Średnie roczne zużycie ciepłej wody	q_{roczne śr.}	[m³/rok] 262,89
Średnie dobowe zużycie ciepłej wody	q_{dobowe śr.}	[m³/dobe] 0,720
Średnie godzinowe zużycie ciepłej wody	q_{h śr.} = q_{dobowe śr.} / τ	[m³/h] 0,04
Jednostkowe dobowe zużycie c.w. na 1 użytkownika	q_{dobowe śr.}	[dm³/d j.n.] 2,86
Sprawność przesyłu ciepłej wody	η_{wd}	[-] 1,000
Sprawność wytwarzania ciepła	η_{wg}	[-] 0,910
Sprawność akumulacji	η_{ws}	[-] 0,850
Sprawność wykorzystania	η_{we}	[-] 0,960
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego na potrzeby cwu	$Q_{cw} = Q_{cw1} / \eta_{cw}$	[GJ/rok] 66,75
Moc cieplna - wynikająca ze średniego zużycia godzinowego		[kW] 5,07
Moc cieplna zamówiona u dostawcy ciepła	$\Phi_{zamówiona}$	[kW] -
Koszt przygotowania c.w.u.		[zł/rok] 8 753,42
Koszt przygotowania c.w.u.		[zł/m³] 33,30
Stawka za wodę zimną		[zł/m³] 9,545
Koszt wody zimnej		[zł/rok] 2 509,27
Całkowity koszt c.w.u.		[zł/rok] 11 262,70
Średni koszt c.w.u.		[zł/m³] 42,84

4g. Charakterystyka systemu wentylacji						
Budynek wyposażony jest w instalację wentylacji grawitacyjnej. Nawiew powietrza odbywa się poprzez infiltrację przez nieuszczelności stolarki okiennej, wywiew kanałami wentylacji grawitacyjnej. Kratki wentylacyjne wywiewne zlokalizowane są w klasach, sanitariatach, pomieszczeniach kuchennych.						
Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego:						
L.p.	Pomieszczenie	Temperatura [°C]	Powierzchnia pomieszczenia [m ²]	Kubatura pomieszczenia [m ³]	Liczba wymian n ⁻¹	Strumień powietrza wentylacyjnego V [m ³ /h]
SUMA:			3 273,93	12 520,00	0,35	4 361
1	Magazyny	12	167,17	618,50	0,30	186
2	Sala, stolarnia, kuchnia	16	475,41	1 759,00	0,30	528
3	Szatnia	20	65,81	243,50	0,30	73
1	Wiatrołap	16	11,51	42,60	0,30	13
2	Korytarz	20	132,97	492,00	0,30	148
3	Sala	20	53,35	197,40	0,30	59
4	Czytelnia	20	55,39	204,90	0,30	62
5	Sala	20	56,36	208,50	0,30	63
6	Sala	20	56,36	208,50	0,30	63
7	Szatnia	20	14,24	52,70	0,30	16
8	Szatnia	20	10,37	38,40	0,30	12
9	Sala	20	56,18	207,90	0,30	62
10	WC	20	15,80	58,50	0,30	18
11	WC	20	15,74	58,20	0,30	18
12	Kl. schodowa	20	22,07	81,70	0,30	25
13	Sala	20	54,90	203,10	0,30	61
14	Sala	20	54,34	201,10	0,30	60
15	Kl. schodowa	20	32,38	119,80	0,30	36
16	Sala gimnastyczna	20	149,05	864,50	1,00	865
17	Zaplecze	16	9,76	56,60	0,30	17
18 A	Szatnia	24	11,88	68,90	0,30	21
18 B	Szatnia	24	18,55	68,60	0,30	21
19	Szatnia	24	35,38	130,90	0,30	39
101	Korytarz, WC	20	244,70	905,40	0,30	272
102	Sala	20	388,98	1 439,20	0,30	432
103	Aula	20	149,05	737,80	0,30	221
104	Administracja	20	83,54	309,10	0,30	93
201	Korytarz, WC	20	232,85	861,50	0,30	259
202	Sala	20	477,53	1 766,90	0,30	530
301	Strych, kl. schodowa	20	122,31	314,30	0,30	94

4h.

Charakterystyka węzła cieplnego

Węzeł cieplny

- ☒ indywidualny
☐ grupowy

właścicielem węzła jest:

- ☐ właściciel budynku
☒ dostawca ciepła

Typ węzła:
wymennikowy

- ☒ ciepłomierz
☒ regulator różnicy ciśnień
☒ regulator pogodowy
☐ pompy o zmiennej wydajności

- ☐ zespół uzupełniający - stabilizujący
☒ izolacja przewodów i urządzeń

Zabezpieczenie instalacji ogrzewczej

- ☐ naczynie wzbiorcze otwarte
☒ naczynie wzbiorcze zamknięte

UWAGI

Węzeł cieplny kompaktowy obudowany o mocy powyżej 100 kW.

5. Ocena stanu technicznego budynku, wskazanie usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan techniczny budynku określa się jako dobry. Ściany zewnętrzne szkoły i stropodachy zostały docieplone; spełniają wymagania stawiane przez WT dla roku 2014. Analogiczne wnioski można wyciągnąć w stosunku do stolarki okiennej. Podczas prac termomodernizacyjnych (docieplenie ścian w gruncie i opaska wokół budynku) nie uporządkowano niestety gospodarki ściekowej. Po gwałtownych opadach deszczu i spiętrzeniu ścieków w kolektorze ulicznym regularnie zalewane są pomieszczenia piwniczne, co nie zostaje bez znaczenia dla stanu technicznego i zawilgocenia ścian zewnętrznych. Kwestię tę należy bezwzględnie rozwiązać. Pod względem ochrony cieplnej budynek nie spełnia warunków techniczno – budowlanych, tj. warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (WT).

5.2 System grzewczy

Budynek zasilany jest w ciepło z węzła cieplnego kompaktowego, zlokalizowanego w piwnicy. Węzeł realizuje funkcje c.o. Posiada jeden regulowany "pogodowo" obieg grzewczy, który włączony jest w rozdzielacze c.o.. Z rozdzielaczy wyprowadzono gałęzie zasilające poszczególne części instalacji - bez możliwości ich sterowania. Instalacja c.o. w roku 2008 poddana została całkowitej wymianie. Spełnia standardy energooszczędne.

5.3 Instalacja ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji

Budynek wyposażony jest w instalację ciepłej wody użytkowej przygotowywana miejscowo w elektrycznych, pojemnościowych podgrzewaczach. Stan techniczny samej instalacji jest zadowalający, problem stanowią stosunkowo wysokie koszty elektrycznego przygotowania cwu.

5.4 Instalacja wentylacji

Budynek wyposażony jest w instalację wentylacji grawitacyjnej. Nawiew pierwotnie realizowany był poprzez nieszczelności stolarki okiennej, obecnie - po wymianie okien na nowe o podwyższonej szczelności nawiew może być realizowany poprzez rozszczelnianie okien. Wywiew grawitacyjnymi kanałami wentylacyjnymi. Kanały posiadają włączenia w salach lekcyjnych, podobnie wentylowane są pozostałe pomieszczenia w szkole (sanitariaty, korytarze, pomieszczenia administracyjno - biurowe). Kuchnia została wyposażona w wentylację mechaniczną wyciągową. Pomieszczenia przedszkola (na parterze budynku) wyposażone zostały w wentylację mechaniczną nawiewno-wyciągową z odzyskiem ciepła. Wentylacja według opinii użytkownika jest nie wyciągająca i nie zapewnia warunków komfortu użytkowania pomieszczeń. **Instalacja wentylacyjna w szkole, przedszkolu i na sali gimnastycznej, nie zapewnia wymaganej ilości i jakości powietrza świeżego w czasie normalnej eksploatacji budynku.**

5.5 Instalacja oświetlenia wbudowanego

Budynek wyposażony jest w instalację oświetlenia wbudowanego. W pomieszczeniach zamontowane zostały oprawy ze świetłówkami liniowymi. W zdecydowanej większości są to oprawy z odbłyśnikami rastrowymi ze świetłówkami liniowymi (4x18W) oraz niewielka ilość opraw z dwiema świetłówkami l=1200mm, o średnicy 36mm i mocy 2x36W, oraz kilka opraw żarowych. Oświetlenie w całości sterowane jest ręcznie. Instalacja elektryczna w budynku w tym instalacja oświetlenia wbudowanego w ciągu kilku ostatnich lat były sukcesywnie wymieniane. Pominęto niestety aspekt energooszczędności instalacji - zastosowano typowe oprawy rastrowe ze świetłówkami, nie wprowadzono automatyzacji oświetlenia. **Stan techniczny instalacji jest dobry, nie spełnia jednak standardów energooszczędnych.**

5.6 Ocena stanu technicznego i wskazanie możliwych usprawnień przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Charakterystyka stanu technicznego			Możliwe usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne		
1. Przegrody zewnętrzne. Przegrody zewnętrzne mają zbyt wysoką wartość współczynnika przenikania ciepła.			Wartości mak. współ. przenikania ciepła U wg WT dla roku:		
			2014	2021	
			U max [W/m ² K]	R max [m ² K/W]	
SZ1	Ściana zewnętrzna	0,242	0,250	0,200	Nie wprowadza się usprawnień.
SZG	Ściana zewnętrzna w gruncie	0,177	0,250	0,200	Nie wprowadza się usprawnień.
DSZ	Dach	0,204	0,200	0,150	Ze względu na niewielką odchyłkę i niedawno zakończone prace modernizacyjne nie wprowadza się usprawnień.
STRD1	Stropodach niewentylowany (nad szkołą)	0,209	0,200	0,150	
STRD2	Stropodach niewentylowany (nad aulą)	0,226	0,200	0,150	
OK1	Okna z szybą zespoloną z profili PVC 62mm w szkole	1,300	1,300	0,900	Nie wprowadza się usprawnień.
OK2	Okna z szybą zespoloną z profili PVC 62mm w piwnicy	1,300	1,300	0,900	Nie wprowadza się usprawnień.
DZ1	Drzwi zewnętrzne do budynku szkoły	2,600	1,800	1,400	Zaleca się wymianę drzwi na spełniające WT2021.
PG1	Podłoga na gruncie w piwnicy szkoły	0,397	0,300	0,300	Brak technicznych możliwości docieplenia przegrody.
PG2	Podłoga na gruncie w sali gimnastycznej	0,341	0,300	0,300	Brak technicznych możliwości docieplenia przegrody.
2. System grzewczy – zmodernizowany w dobrym stanie technicznym o zadowalającej sprawności całkowitej.			Nie wprowadza się działań inwestycyjnych. Zaleca się wystąpić do właściciela węzła cieplnego (dostawcy ciepła) o ustawienie harmonogramu tygodniowego obniżenie weekendowe o 2deg.C.		
3. Instalacja ciepłej wody użytkowej – w dobrym stanie technicznym o zadowalającej sprawności całkowitej.			Rozważa się budowę scentralizowanej instalacji ciepłej wody użytkowej cyrkulacji. Montaż instalacji kolektorów słonecznych wspomagających przygotowanie cwu, zabezpieczonych przed przegrzewaniem w trybie stagnacji instalacji cwu; wprowadzenie automatycznego, programowalnego sterowania pracy pompy cyrkulacyjnej. Montaż urządzeń korygujących twardość wody.		
4. Wentylacja – grawitacyjna i mechaniczna, nie skuteczna.			Zaleca się montaż instalacji wentylacyjnej sterowanej automatycznie poziomem zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach (stężenie CO ₂), co najmniej w salach lekcyjnych i sali gimnastycznej.		
5. Oświetlenie wbudowane - energochłonne, nieefektywne, w złym stanie technicznym.			Rozważa się wymianę oświetlenia wbudowanego na oświetlenie energooszczędne (LED), sterowane automatycznie z wykorzystaniem wpływu światła dziennego, zależne od obecności użytkowników, dopasowane do wymagań obowiązujących przepisów w zakresie min. natężenie oświetlenia wraz z konieczną przebudową instalacji elektrycznej zasilającej linie oświetlenia wbudowanego.		

6. Wykaz wskazanych do oceny efektywności i dokonania wyboru usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

<i>L.p.</i>	<i>Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć</i>	<i>Sposób realizacji</i>
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez infiltrację powietrza przez drzwi zewnętrzne .	Wymiana drzwi zewnętrznych do budynku na drzwi spełniające wymagania WT2021.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez wentylację .	Budowa instalacji wentylacji mechanicznej (hybrydowej) sal lekcyjnych i sali gimnastycznej, o co najmniej minimalnych parametrach technicznych określonych w WT2021 [4].
3	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej .	Budowa centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji. Montaż instalacji kolektorów słonecznych wspomagających przygotowanie cwu, zabezpieczonych przed przegrzewaniem w trybie stagnacji instalacji cwu; wprowadzenie automatycznego, programowalnego sterowania pracy pompy cyrkulacyjnej. Montaż urządzeń korygujących twardość wody.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Wskazanie rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Grupa ulepszeń	Rodzaje ulepszeń
1.	Ulepszenia mające na celu zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	– Wymiana drzwi zewnętrznych do budynku na drzwi spełniające wymagania WT2021. – Budowa instalacji wentylacji mechanicznej (hybrydowej) sal lekcyjnych i sali gimnastycznej, o co najmniej minimalnych parametrach technicznych określonych w WT2021 [4].
2.	Ulepszenia mające na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło do przygotowania i dystrybucji ciepłej wody użytkowej.	Budowa centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji. Montaż instalacji kolektorów słonecznych wspomagających przygotowanie cwu, zabezpieczonych – przed przegrzaniem w trybie stagnacji instalacji cwu; wprowadzenie automatycznego, programowalnego sterowania pracy pompy cyrkulacyjnej. Montaż urządzeń korygujących twardość wody.

7.2 Ocena opłacalności i wybór usprawnienia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie.

Poniżej w kolejnych tabelach dokonuje się:

- a) oceny opłacalności i wybór optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez zewnętrzne przegrody budowlane,
- b) oceny opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego,
- c) oceny opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej,
- d) zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

ZESTAWIENIE PRZEGRÓD DO OPTYMALIZACJI

L.p.	Przegroda	Pow. do obliczeń strat ciepła [m ²]	Pow. do docieplenia [m ²]	Współczynnik przenikania ciepła [W/m ² K]
1.	Drzwi zewnętrzne	19,0	19,0	2,600

OPIS DANYCH UŻYTYCH W OBLICZENIACH

L.p.	Opis danych	Symbol	Jednostka	Wartość
1.	Temperatura sal lekcyjnych, pom. administracyjno-biurowych, korytarzy	t_{w0}	[°C]	20
2.	Temperatura sali gimnastycznej	t_{w0}	[°C]	16
4.	Temperatura zewnętrzna obliczeniowa	t_{z0}	[°C]	-18
5.	Stopniodni dla przegród zewnętrznych i pomieszczeń o $t_i=20^{\circ}\text{C}$	S_d	[dzień*K/rok]	3924,2
6.	Stopniodni dla przegród zewnętrznych i pomieszczeń o $t_i=16^{\circ}\text{C}$	S_d	[dzień*K/rok]	3016,2
8.	Stopniodni dla powietrza wentylacyjnego ($t_e=23^{\circ}\text{C}$)	S_d	[dzień*K/rok]	0,0
9.	Stopniodni dla przegród zewnętrznych i pomieszczeń	S_d	[dzień*K/rok]	3016,2
10.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na energię przed i po termomodernizacji	x_0, x_1	[-]	1
11.	Udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po termomodernizacji	y_0, y_1	[-]	1
12.	Oplata stała za produkcję i przesył mocy (z VAT) {co}	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	8 335,94 zł
13.	Oplata zmienna za produkcję i przesył energii (z VAT) {co}	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	54,49 zł
14.	Oplata stała abonamentowa (z VAT) {co}	A_{b0}, A_{b1}	[zł/(u.p.*m-c)]	- zł
15.	Oplata stała za produkcję i przesył mocy (z VAT) {cwu}	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	- zł
16.	Oplata zmienna za produkcję i przesył energii (z VAT) {cwu}	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	131,13 zł
17.	Oplata stała abonamentowa (z VAT) {cwu}	A_{b0}, A_{b1}	[zł/(u.p.*m-c)]	- zł
19.	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego	λ	[W/ m*K]	zmienna
20.	Grubość warstwy materiału izolacyjnego	δ	[m]	zmienna
21.	Opór cieplny dodatkowej warstwy docieplenia	ΔR	[(m²*K)/W]	zmienna
22.	Opór cieplny przegrody	R	[(m²*K)/W]	zmienna
23.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie przed i po termomodernizacji	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	zmienna
24.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie przed i po termomodernizacji	Q_{0u}, Q_{1u}	[GJ/rok]	zmienna
25.	Roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego	ΔO_{rU}	[zł/rok]	zmienna
26.	Planowane koszty robót związane ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody	N_u	[zł]	zmienna
27.	Planowane koszty robót związane z wymianą okien	N_{ok}	[zł]	zmienna
28.	Planowane koszty związane z modernizacją wentylacji	N_w	[zł]	zmienna
29.	Roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien	ΔO_{rok}	[zł/rok]	zmienna
30.	Roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z modernizacji wentylacji	ΔO_{rw}	[zł/rok]	zmienna
31.	Prosty czas zwrotu	SPBT	[lata]	zmienna
32.	Współczynnik przenikania ciepła przez przegrodę przed i po termomodernizacji	$U_{0,1}$	[W/ m²*K]	Zmienna
33.	Współczynnik korekcyjny (wentylacja)	C_r	[-]	Zmienna
34.	Współczynnik korekcyjny (wentylacja)	C_m	[-]	Zmienna
35.	Stopień wyeksponowania budynku	C_w	[-]	1,00

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji.

Drzwi zewnętrzne

Dane do obliczeń:

t_{w0}	[°C]	20,0
t_{z0}	[°C]	- 18,0
A_{strat}	[m ²]	19,0
$A_{kosztów}$	[m ²]	19,0
S_d	[dzień*K/rok]	3 924,2
C_w	[-]	1,0

Uwaga:

Dla rozpatrywanego przedsięwzięcia strumień powietrza wentylacyjnego obliczony zgodnie z pkt. 4g równy:

4 361 m³/h pomniejszono o strumień

powietrza napływający do budynku okna i układy wentylacji mechanicznej

4 143 m³/h

Charakterystyka usprawnień:

Planuje się wymianę stolarki okiennej. Rozpatruje się trzy warianty.

Wariant 1 Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U=1,8$ W/m²K i współczynniku infiltracji powietrza $a<9$ m³/(m²*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.

Wariant 2 Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U=1,4$ W/m²K i współczynniku infiltracji powietrza $a<9$ m³/(m²*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.

Wariant 3 Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U=1,1$ W/m²K i współczynniku infiltracji powietrza $a<9$ m³/(m²*h) przy różnicy ciśnień 100Pa.

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji (wariant)		
				1	2	3
1.	A_{DZ}	[m ²]	19,0	19,0	19,0	19,0
2.	U	[W/(m ² *K)]	2,60	1,80	1,40	1,10
3.	c_r	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
4.	c_m	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
5.	V_{nom}	[m ³ /h]	218	218	218	218
6.	x₀, x₁	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
7.	Q₀, Q₁	[GJ/rok]	41,93	36,77	34,19	32,25
8.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	54,49	54,49	54,49	54,49
9.	y₀, y₁	[-]	1,00	1,00	1,00	1,00
10.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,005	0,004	0,004	0,004
11.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	8 335,94	8 335,94	8 335,94	8 335,94
12.	Ab₀, Ab₁	[zł/(MW*m-c)]	-	-	-	-
13.	Δr_{OK}+Δr_w	[zł/rok]		339	508	635
14.	N_{DZ}	[zł]		25 707	35 055	46 506
15.	N_w	[zł]		-	-	-
16.	SPBT	[lata]		75,9	69,0	73,2
17.	Koszt jednostkowy drzwi	[zł/m ²]		1 353,00	1 845,00	2 447,70

Podstawa kalkulacji:

Ceny jednostkowe wymiany stolarki drzwiowej przyjęto na podstawie kosztorysu szacunkowego.

Charakterystyka wybranego wariantu:

Wybrany wariant	2	Koszt	35 055 zł	SPBT	69,0		
ΔQ _U	[GJ/a]	7,74	Δq _U	[MW]	0,000866	U [W/m ² K]	1,400

7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu wentylacji.

Wentylacja

Charakterystyka usprawnień:

W ramach oceny opłacalności przedsięwzięć zwiększających efektywność energetyczną i poprawiających warunki powietrza w pomieszczeniach analizuje się następujący wariant:

- 1** Likwidacja nieskutecznej instalacji wentylacji w **salach lekcyjnych i auli**; budowa instalacji wentylacji mechanicznej - hybrydowej nawiewno-wywiewnej z recyrkulacją powietrza ze sterowaniem w funkcji stężenie poziomu CO₂ w pomieszczeniu (w tym instalacji wspomagającej dla pom. przedszkolnych).
- 2** Likwidacja nieskutecznej instalacji wentylacji grawitacyjnej w **sali gimnastycznej**; budowa instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej (V=1750m³/h) z odzyskiwaniem ciepła z powietrza usuwanego do powietrza nawiewanego, ze sterowaniem w funkcji stężenie poziomu CO₂ w pomieszczeniu.
- 3** Likwidacja nieskutecznej instalacji wentylacji w salach lekcyjnych i auli; budowa instalacji wentylacji mechanicznej - hybrydowej nawiewno-wywiewnej z recyrkulacją powietrza ze sterowaniem w funkcji stężenie poziomu CO₂ w pomieszczeniu (w tym instalacji wspomagającej dla pom. przedszkolnych); Likwidacja nieskutecznej instalacji wentylacji grawitacyjnej w sali gimnastycznej; budowa instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej (V=1750m³/h) z odzyskiwaniem ciepła z powietrza usuwanego do powietrza nawiewanego, ze sterowaniem w funkcji stężenie poziomu CO₂ w pomieszczeniu.

L.p.	Opis	Opis stanu istniejącego		Opis wariantu	
1.	System wentylacyjny 1	grawitacyjny		mechaniczny nawiewno-wywiewny	
1.1	Pomieszczenia wentylowane	sale lekcyjne i aula		sale lekcyjne i aula	
1.2	Powierzchnia pomieszczeń wentylowanych	1 442,75	m ²	1 442,75	m ²
1.3	Kubatura wentylowana	5 710,80	m ³	5 710,80	m ³
1.4	Strumień powietrza wentylacyjnego	1 713	m ³ /h	12 600	m ³ /h
1.5	Krotność wymian powietrza	0,30	h ⁻¹	2,21	h ⁻¹
1.6	Stopień odzysku ciepła lub recyrkulacji	-	%	75,00	%
1.7	Współczynnik strat ciepła na wentylację Hve	971	W/K	722	W/K
1.8	Ilość ciepła do podgrzania powietrza wentyl.	353	GJ/rok	262	GJ/rok
1.9	Obciążenie cieplne dla potrzeb wentylacji	0,04	MW	0,03	MW
1.10	Koszt eksploatacji systemu wentylacji 1	22 928	zł/rok	17 042	zł/rok
1.11	Koszty budowy systemu wentylacji 1			405 900	zł
1.12	Prosty okres zwrotu SPBT systemu wentylacji 1			69,0	lat
2.	System wentylacyjny 2	grawitacyjny		mechaniczny nawiewno-wywiewny	
2.1	Pomieszczenia wentylowane	sala gimnastyczna		sala gimnastyczna	
2.2	Powierzchnia pomieszczeń wentylowanych	149,05	m ²	149,05	m ²
2.3	Kubatura wentylowana	864,50	m ³	864,50	m ³
2.4	Strumień powietrza wentylacyjnego	864,50	m ³ /h	1 750,00	m ³ /h
2.5	Krotność wymian powietrza	1,00	h ⁻¹	2,02	h ⁻¹
2.6	Stopień odzysku ciepła	-	%	50,00	%
2.7	Współczynnik strat ciepła na wentylację Hve	353	W/K	119	W/K
2.8	Ilość ciepła do podgrzania powietrza wentyl.	91	GJ/rok	31	GJ/rok
2.9	Obciążenie cieplne dla potrzeb wentylacji	0,011992	MW	0,004055	MW
2.10	Koszt eksploatacji systemu wentylacji 2	6 176	zł/rok	2 089	zł/rok
2.11	Koszty budowy systemu wentylacji 2			129 150	zł
2.12	Prosty okres zwrotu SPBT systemu wentylacji 2			31,6	lat
3.	Wariant 1+2	grawitacyjny		mechaniczny nawiewno-wywiewny	
3.1	Koszt eksploatacji systemu wentylacji 1+2	29 104	zł/rok	19 130	zł/rok
3.2	Koszty budowy systemu wentylacji 1+2			535 050	zł
3.3	Prosty okres zwrotu SPBT systemu wentylacji 1+2			53,6	lat

Charakterystyka wybranego wariantu:

Wybrany wariant	3	Koszt	535 050 zł	SPBT	53,6
ΔQ_U [GJ/a]	151,09	Δq_U [MW]	0,017409		

7.2.3 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane do obliczeń:

Q_{0cwu} [GJ/a] 66,75
 q_{0m} [MW] -

Charakterystyka usprawnień:

Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji w pełni spełniającej obowiązujące WT2021; w instalacji zastosować pompę cyrkulacyjną sterowaną harmonogramem czasowym.

Budowa instalacji kolektorów słonecznych termicznych, wspomagających przygotowanie ciepłej wody użytkowej.

Proponowana powierzchnia absorbera 13,92m² (6 płyt x 2,32m²), zbiornik akumulacyjny o pojemności 1200ltr. W ramach przeciwwięzienia wykonać prace adaptacyjne istniejącego węzła cieplnego. Instalację solarną bezwzględnie zaprojektować i wykonać w sposób uniemożliwiający jej przegrzewanie w okresie braku rozbioru ciepłej wody.

Planowany koszt robót:

Poz.	Opis robót, jednostka miary i ilość	Wartość robót
------	-------------------------------------	---------------

Roboty instalacyjne wg opisu charakterystyki usprawnienia.

139 236 zł

2. Koszt przedsięwzięcia (N cwu)	Σ =	139 236 zł
----------------------------------	------------	-------------------

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
ZUŻYCIE CIEPŁEJ WODY I CIEPŁA NA JEJ PRZYGOTOWANIE				
1.	Roczne zużycie c.w.u.	[m ³ /rok]	262,89	262,89
2.	Zapotrzebowanie na ciepło na przygotowanie c.w.u.	[GJ/rok]	49,57	49,57
3.	Zapotrzebowanie na cwu pokrywane z instalacji solarnej	[GJ/rok]	-	21,96
4.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,910	0,910
5.	Sprawność przesyłu ciepłej wody	[-]	1,000	0,900
6.	Sprawność akumulacji	[-]	0,850	0,850
7.	Sprawność wykorzystania	[-]	1,000	1,000
8.	Sprawność całkowita instalacji cwu	[-]	0,774	0,696
9.	Roczne zużycie ciepła związane ze zużyciem ciepłej wody	[GJ/rok]	64,08	49,24
STAWKI I OPŁATY JEDNOSTKOWE ZA CIEPŁO				
10.	O_{0z} , O_{1z}	[zł/GJ]	131,13	54,49
11.	O_{0m} , O_{1m}	[zł/ MW m-c]	-	8 335,94
12.	Ab_0 , Ab_1	[zł/ m-c]	-	-
ZUŻYCIE CIEPŁA NA POTRZEBY PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ				
13.	Średnie roczne zużycie ciepła związane z przygotowaniem cwu	[GJ/rok]	64,08	49,24
14.	Zapotrzebowanie mocy na cwu	[MW]	0,005072	0,005072
KOSZT PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ				
15.	Koszt przygotowania c.w.u.	[zł/rok]	8 403,00	3 190,00
16.	Koszt przygotowania c.w.u.	[zł/m ³]	31,96	12,13
OKREŚLENIE EFEKTU WPROWADZENIA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO				
17.	Oszczędność ΔQ_{cw}	[zł/rok]		5 213
18.	Koszt modernizacji N_{cwu}	[zł]		139 236
19.	SPBT	[lata]		26,7

Charakterystyka proponowanego przedsięwzięcia:

Koszt 139 236 zł

SPBT 26,7

ΔQ_u [GJ/a] 14,84

Δq_u [MW] -

7.2.3 Określenie stopnia pokrycia zapotrzebowania na cwu przez kolektory słoneczne

L.p.	Miesiąc	Ld(m)	Dane meteorologiczne			σ	τ 12,00		R_d	0,8536	$F_R(\tau \alpha):$ 0,77 [W/m²K]		ts: 55 [°C]		Q_E SŁOŃCA	Q_E KONWEN.
							β 45,00				$F_{R,U_L}: 3,68$ [W/m²K]		tz: 10 [°C]			
			t_a	H_b	H_d		ϕ 53,00		R_o	0,1464	$A_p: 13,92$ [m²]		cw: 4190 [J/kg K]			
							ω 0,00				$Q_{sr} \text{ dobę} 720$ [dm³/d]		Ψ_x 0,966 [-]			
							$cos\theta_\beta$	$cos\theta_z$	Rb	H_β	Vs wymagane: 1,04 [m³]		Vs: 1,2 [m³]			
[°C]	[kJ m²/dzień]	[kJ m²/dzień]	[deg.]	[-]	[-]	[-]	[kJ m²/dzień]	X	Y	f	η	[GJ/m-c]	[GJ/m-c]			
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	15.	16.	17.	18.
1.	styczeń	31	- 0,7	527	1 471	21,3	0,973	0,851	1,144	1 858	3,67	0,147	0%	0%	-	4,21
2.	luty	28	0,0	1 494	2 798	13,3	0,996	0,769	1,294	4 323	3,62	0,341	11%	25%	0,42	3,38
3.	marzec	31	0,0	3 191	4 399	7,2	1,000	0,697	1,436	8 336	3,62	0,658	37%	43%	1,54	2,67
4.	kwiecień	30	6,6	5 807	6 446	9,4	1,000	0,724	1,380	13 515	3,16	1,067	66%	47%	2,68	1,40
5.	maj	31	14,2	8 808	8 051	18,8	0,982	0,827	1,188	17 334	2,62	1,368	85%	48%	3,56	0,65
6.	czerwiec	30	14,5	8 982	8 818	23,3	0,964	0,869	1,110	17 499	2,60	1,381	85%	48%	3,48	0,60
7.	lipiec	31	17,3	8 333	8 676	21,5	0,972	0,853	1,140	16 906	2,41	1,334	84%	49%	3,54	0,67
8.	sierpień	31	16,4	7 575	7 065	13,8	0,995	0,775	1,284	15 758	2,47	1,244	79%	49%	3,34	0,87
9.	wrzesień	30	11,0	4 536	5 148	2,2	0,995	0,632	1,574	11 532	2,85	0,910	58%	49%	2,36	1,71
10.	październik	31	8,1	2 388	3 074	9,6	1,000	0,727	1,376	5 909	3,05	0,466	25%	41%	1,04	3,17
11.	listopad	30	5,2	747	1 695	19,1	0,981	0,830	1,181	2 329	3,25	0,184	0%	0%	-	4,07
12.	grudzień	31	1,9	324	1 098	23,3	0,964	0,869	1,110	1 296	3,49	0,102	0%	0%	-	4,21
		$\Sigma =$	365	7,9					$\Sigma =$	9 716	3,07	0,767	47%	47%	21,96	27,61
														$\Sigma =$	49,57	

Obliczenia stopnia pokrycia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody przez kolektory słoneczne wykonano w oparciu o metodę f-chart.

Do analizy przyjęto kolektory słoneczne płaskie typu Vitosol 200 F o powierzchni absorbera pojedynczej płyty **2,32** m² liczba płyt **6**

7.2.4 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót	Prosty okres zwrotu	Redukcja zapotrzebowania na ciepło	Redukcja mocy cieplnej
		N_U [zł]	SPBT [lata]	ΔQ_U [GJ/a]	Δq_U [MW]
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej.	139 236 zł	26,7	14,84	-
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez wentylację.	535 050 zł	53,6	151,09	0,017409
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez infiltrację powietrza przez drzwi zewnętrzne.	35 055 zł	69,0	7,74	0,000866
	Koszt opracowania audytu energetycznego budynku	4 305 zł			
	Koszt opracowania dokumentacji projektowej	55 965 zł			

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

Dane do obliczeń:

Q_{0co}	[GJ/a]	731,60
q_{0m}	[MW]	0,112926
w_{t0}	[-]	1,00
w_{d0}	[-]	0,95
η_0	[-]	0,783

Charakterystyka usprawnień:

Nie wprowadza się działań inwestycyjnych. Zaleca się wystąpić do właściciela węzła cieplnego (dostawcy ciepła) o ustawienie harmonogramu tygodniowego - obniżenie weekendowe o 2deg.C.

Planowany koszt robót:

Poz.	Opis robót, jednostka miary i ilość	Cena jednostkowa brutto	Wartość robót brutto
------	-------------------------------------	-------------------------	----------------------

Koszt przedsięwzięcia (N co)	$\Sigma =$	0 zł
------------------------------	------------	-------------

Zestawienie współczynników sprawności w stanie istniejącym i proponowanym

Lp.	Elementy składowe sprawności	Współczynnik sprawności	
		przed	po
1.	wytwarzanie ciepła $\eta_{H,g}$	0,990	0,990
2.	przesyłania ciepła $\eta_{H,d}$	0,920	0,920
3.	regulacja i wykorzystanie ciepła $\eta_{H,e}$	0,860	0,860
4.	akumulacja ciepła $\eta_{H,s}$	1,000	1,000
5.	Całkowita sprawność systemu grzewczego $\eta_{H,tot}$	0,783	0,783
6.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	1,000	0,950
7.	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	0,950	0,950

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Element	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	η_c	[-]	0,783	0,783
2.	w_t	[-]	1,00	0,95
3.	w_d	[-]	0,95	0,95
4.	x_0, x_1	[-]	1,00	1,00
6.	Q_{0u}, Q_{1u}	[GJ/rok]	731,60	731,60
7.	O_{0z}, O_{1z}	[zł/GJ]	54,49	54,49
8.	y_0, y_1	[-]	1,00	1,00
9.	q_{0u}, q_{1u}	[MW]	0,112926	0,112926
10.	O_{0m}, O_{1m}	[zł/(MW*m-c)]	8 335,94	8 335,94
11.	Ab_0, Ab_1	[zł/(u.p.*m-c)]	-	-
12.	Koszt ogrzewania budynku	[zł/rok]	59 645	57 228
13.	Koszt obsługi systemu indywidualnego rozliczania kosztów ogrzewania	[zł/rok]	-	-
14.	ΔO_{rco}	[zł/rok]		2 417
15.	N_{co}	[zł]		0,00
16.	SPBT	[lata]		0,0

Charakterystyka proponowanego przedsięwzięcia:

Koszt 0 zł

 ΔQ_U [GJ/a] 44,37

SPBT 0,0

 Δq_U [MW]

-

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocenę wariantów pod względem spełnienia wymagań formalno-prawnych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Zakres	Wariant																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej.	X	X	X																	
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez wentylację.	X	X																		
3	Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez infiltrację powietrza przez drzwi zewnętrzne.	X																			
4	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X																

7.4.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Numer wariantu	Q0co Q1co	q0co q1co	Qz	Qs	γ_h	η_c	Q0cwu Q1cwu	q0cw q1cw	Q0c Q1c	q0c q1c	O0 O1	ΔOr	N
	[GJ/rok]	[kW]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[-]	[-]	[GJ/rok]	[kW]	[GJ/rok]	[kW]	[zł/rok]	[zł/rok]	[zł]
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
0	731,60	112,926	668,29	1236,59	0,540	0,783	64,08	5,07	951,40	117,998	68 048		
1	595,20	94,651	668,29	1077,76	0,620	0,783	49,24	5,07	735,03	99,723	53 292	14 756	769 611
2	601,73	95,517	668,29	1085,50	0,616	0,783	49,24	5,07	742,55	100,589	53 789	14 259	734 556
3	731,60	112,926	668,29	1236,59	0,540	0,783	49,24	5,07	892,19	117,998	63 684	4 364	199 506
4	731,60	112,926	668,29	1236,59	0,540	0,783	49,24	5,07	892,19	117,998	63 684	4 364	60 270

7.4.3 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Numer wariantu	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię końcową	Optymalna kwota kredytu / Udział środków własnych		Premia termomodernizacyjna			
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii	Wysokość premii termomodernizacyjnej
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %] [zł, %]		[zł]	[zł]	[zł]	[zł]
1.	2.	3.	4.	5.		6.	7.	8.	9.
1	769 611	14 756	22,7%	<u>85%</u> 654 169	<u>15%</u> 115 442	130 834	123 138	29 512	29 512
2	734 556	14 259	22,0%	<u>85%</u> 624 373	<u>15%</u> 110 183	124 875	117 529	28 518	28 518
3	199 506	4 364	6,2%	<u>85%</u> 169 580	<u>15%</u> 29 926	33 916	31 921	8 728	8 728
4	60 270	4 364	6,2%	<u>85%</u> 51 230	<u>15%</u> 9 041	10 246	9 643	8 728	8 728

7.4.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant nr **1** obejmujący usprawnienia:

- 1 Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej.
- 2 Zmniejszenie strat przez przenikanie przez wentylację.
- 3 Zmniejszenie strat przez przenikanie oraz przez infiltrację powietrza przez drzwi zewnętrzne.
- 4 Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania

7.4.5 Sprawdzenie zgodności wariantu optymalnego z warunkami ustawy

1. *Przedsięwzięcie termomodernizacyjne - ulepszenie, w wyniku którego następuje zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię – w budynkach, w których modernizuje się jedynie system grzewczy - co najmniej 10%, w których po 1984r. przeprowadzono modernizację systemu grzewczego o co najmniej 15%, w pozostałych budynkach - o co najmniej 25%.*

W wyniku realizacji optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nastąpi zmniejszenie zapotrzebowania na energię o **22,7%**

Warunek 1 uważa się za spełniony.

2. *Kwota kredytu, kwota środków własnych*

Kwota zobowiązania wynosi **654 169 zł** stanowi 85% kosztów inwestycji
i jest mniejsza od zadeklarowanej przez inwestora maksymalnej wartości zobowiązania: **1 500 000 zł**
Kwota środków własnych wynosi **115 442 zł** stanowi 15% kosztów inwestycji.
i jest mniejsza od zadeklarowanej przez inwestora maksymalnej wartości środków własnych: **500 000 zł**

Warunek 2 uważa się za spełniony.

3. *Premia termomodernizacyjna*

Premia termomodernizacyjna stanowi nie więcej niż 20% wartości kredytu i wynosi **29 512 zł**
i jest nie większa niż 16% wartości inwestycji, tj. od kwoty **123 138 zł**
i jest nie większa niż 2 krotność rocznej oszczędności kosztów energii, tj. od kwoty **29 512 zł**

8.0 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego efektywność energetyczną w zakresie oświetlenia wbudowanego

Objaśnienie:

F_c współczynnik uwzględniający regulację prowadzącą do utrzymania natężenia oświetlenia na wymaganym poziomie

F_o Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy

F_D Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu

t_D Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia 1120 godzin/ rok

t_N Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy 124 godzin/ rok

t_e Całkowity czas użytkowania oświetlenia 1245 godzin/ rok

Dane dotyczące ilości, typów i mocy opraw przyjęto na podstawie inwentaryzacji własnej.

Charakterystyka usprawnień:

W zakresie oświetlenia podstawowego planuje się wymianę instalacji oświetleniowej, tj. wymianę opraw na oprawy z źródłami LED, dostosowane do obowiązujących WT2021 i polskich norm, wymianę instalacji zasilającej wraz z osprzętem. W pomieszczeniach oświetlanych światłem dziennym przewiduje się automatyczną regulację światła z uwzględnieniem światła dziennego. Przewiduje się sterowanie oświetleniem we wszystkich pomieszczeniach z użyciem czujników obecności (w pomieszczeniach o powierzchni >30m², 1 czujnik/30m²).

L.p. Opis		Stan istniejący										Rozpatrywany wariant							
1.	Moc opraw oświetleniowych [kW]	33 826										25							
2.	Zużycie energii [kWh/rok]	38 869										24 181							
3.	LENI [kWh/(m² rok)]	12										7							
4.	Koszt energii [zł/rok]	19 389										12 370							
5.	Oszczędność energii ΔE _L [zł/rok]											14 689							
6.	Oszczędność kosztów [zł/rok]											7 020							
7.	Koszt wdrożenia [zł/rok]											278 279							
8.	SPBT [lata]											39,6							
L.p.	Pomieszczenie / Grupa pomieszczeń	P _u [m²]	t _D [h/rok]	t _N [h/rok]	n [sztuk]	P _i [W]	P _N [W]	F _c [-]	F _D [-]	F _o [-]	W _{L,t} [kWh/rok]	n [sztuk]	P _i [W]	P _N [W]	F _c [-]	F _D [-]	F _o [-]	W _{L,t} [kWh/rok]	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	
	Suma:	3273,87	1120	124	581		33826				38 869	639		24784				24 181	
1.	Piwnica	708,33	1120	124	98	36	3528	1	1	1	4391	98	28	2744	1	1	0,9	3074	
2.	Klasy parter	386,88	1120	124	84	58	4872	1	1	1	6064	100	40	4000	1	1	0,9	4481	
3.	Komunikacja parter	198,93	1120	124	32	58	1856	1	1	1	2310	32	40	1280	1	1	0,9	1434	
4.	Sanitariaty parter	31,54	1120	124	6	100	600	1	1	1	747	6	40	240	1	1	0,9	269	
5.	Szatnia parter	90,42	1120	124	20	58	1160	1	1	1	1444	20	40	800	1	1	0,9	896	
6.	Zaplecze parter	9,76	1120	124	2	100	200	1	1	1	249	2	40	80	1	1	0,9	90	
7.	Sala gimnastyczna	149,05	1120	124	6	150	900	1	1	1	1120	10	80	800	1	1	0,9	896	

9.0 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia zwiększającego wykorzystanie OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej

Lokalizacja ogniw fotowoltaicznych:

Bydgoszcz

5

45

miesiąc:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I(m) [Wh/m ² m-c]	30255	42048	85572	101078	138952	122858	117965	113132	88172	46845	27439	16018
I(h) [W/m ²]	130	166	248	256	303	273	254	267	249	156	113	74
Lgs [h/m-c]	233	253	345	395	459	450	465	424	354	300	242	217

Charakterystyka ogniw fotowoltaicznych:

Pakiet 26kWp

104 modułów

169 m²

Sprawność konwersji: 15,4%

Moc maksymalna:

26,0 kWp

(Odsprzedaż energii do sieci)

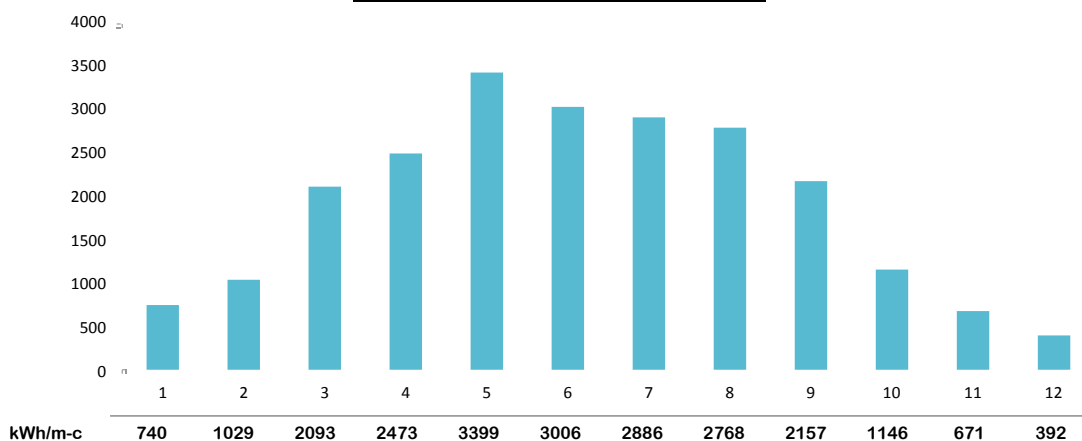
Sprawność transformatora: 94,0%

Sprawność całkowita: 14,5%

Energia wytworzona: 22760 kWh/rok

875 kWh/kWp

Koszt wykonania instalacji brutto: 223600 PLN



Charakterystyka zużycia energii:

Moc umowna:

27,0 kW

Roczne zużycie energii: 57000 kWh/rok

	miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
E 1	[kWh/m-c]	6500	6400	6300	6200	3500	3700	1000	1000	3500	6000	6300	6600
E 2	[kWh/m-c]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E razem	[kWh/m-c]	6500	6400	6300	6200	3500	3700	1000	1000	3500	6000	6300	6600

Różnica pomiędzy energią pobraną z sieci i wyprodukowaną z ogniw PV:

Ep-Ew	[kWh/m-c]	5760	5371	4207	3727	101	694	-1886	-1768	1343	4854	5629	6208
-------	-----------	------	------	------	------	-----	-----	-------	-------	------	------	------	------

Składniki opłat za energię (brutto):

Taryfa: C11

Energia czynna 1	0,27195	zł/kWh	Oplata przesyłowa 1	0,20012	zł/kWh	Oplata zmienna 1	0,47207	zł/kWh
Energia czynna 2	0,00000	zł/kWh	Oplata przesyłowa 2	0,00000	zł/kWh	Oplata zmienna 2	0,00000	zł/kWh
Oplata przesyłowa stała	2,39850	zł/kWm-c	Oplata przejściowa stała	0,81180	zł/kWm-c	Oplata abonamentowa	2,74290	zł/m-c

Charakterystyka ekonomiczna, energetyczna i ekologiczna przedsięwzięcia:

		Stan istniejący	Z instalacją PV			
Zużycie energii	kWh/rok	57 000	57 000	Koszt inwestycji	zł	223 600
Wytwarzanie energii	kWh/rok	-	22 760	Okres zwrotu	lata	22
Zużycie energii z PV	kWh/rok	-	19 801	Redukcja kosztów	zł/rok	10 152
Energia oddana do sieci	kWh/rok	-	2 959	Redukcja emisji CO2	MgCO ₂ /rok	18,48
Energia kupiona z sieci	kWh/rok	57 000	37 199	Redukcja zużycia energii	%	35%
Koszty energii	zł/rok	27 981	17 829	Wzrost udziału OZE	%	40%
Emisja CO ₂	MgCO ₂ /rok	46,28	27,80	Koszt uniknięcia redukcja emisji CO ₂	zł/MgCO ₂	12 099

Opis przedsięwzięcia:

Montaż kompletnej instalacji fotowoltaicznej o mocy maksymalnej 26kWp, powierzchni 169m² (podkonstrukcja, moduły PV, okablowanie, inwerter, włączenie do tablicy głównej, instalacja monitoringu, instalacja odgromowa w wymaganym zakresie) na dachu budynku szkoły.

10. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, poprawy efektywności energetycznej oświetlenia wbudowanego i wzrostu OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej.

10.1 Opis robót, zestawienie kosztów zadania

Termomodernizacja budynku:				
L.p.	Opis robót	Pow. docieplenia	Cena brutto	Cena netto
1	Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi o współczynniku przenikania ciepła $U=1,4W/m^2K$ i współczynniku infiltracji powietrza $a<9m^3/(m^2 \cdot h)$ przy różnicy ciśnień 100Pa.	19,0 m ²	35 055 zł	28 500 zł
2	Likwidacja nieskutecznej instalacji wentylacji w salach lekcyjnych i auli; budowa instalacji wentylacji mechanicznej - hybrydowej nawiewno-wywiewnej z recyrkulacją powietrza ze sterowaniem w funkcji stężenie poziomu CO ₂ w pomieszczeniu (w tym instalacji wspomagającej dla pom. przedszkolnych); Likwidacja nieskutecznej instalacji wentylacji grawitacyjnej w sali gimnastycznej; budowa instalacji wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej ($V=1750m^3/h$) z odzyskiwaniem ciepła z powietrza usuwanego do powietrza nawiewanego, ze sterowaniem w funkcji stężenie poziomu CO ₂ w pomieszczeniu		535 050 zł	435 000 zł
3	Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji w pełni spełniającą obowiązujące WT2021; w instalacji zastosować pompę cyrkulacyjną sterowaną harmonogramem czasowym. Budowa instalacji kolektorów słonecznych termicznych, wspomagających przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Proponowana powierzchnia absorbera 13,92m ² (6 płyt x 2,32m ²), zbiornik akumulacyjny o pojemności 1200ltr. W ramach przecięwzięcia wykonać prace adaptacyjne istniejącego węzła ciepłego. Instalację solarną bezwzględnie zaprojektować i wykonać w sposób uniemożliwiający jej przegrzewanie w okresie braku rozbiórki ciepłej wody.		139 236 zł	113 200 zł
4	Nie wprowadza się działań inwestycyjnych. Zaleca się wystąpić do właściciela węzła ciepłego (dostawcy ciepła) o ustawienie harmonogramu tygodniowego - obniżenie weekendowe o 2deg.C.		0 zł	0 zł
Koszt wybranego wariantu termomodernizacji wynosi:			709 341 zł	576 700 zł
Poprawa efektywności energetycznej oświetlenia wbudowanego i wzrost OZE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej				
1	W zakresie oświetlenia podstawowego planuje się wymianę instalacji oświetleniowej, tj. wymianę opraw na oprawy z źródłem LED, dostosowane do obowiązujących WT2021 i polskich norm, wymianę instalacji zasilającej wraz z osprzętem. W pomieszczeniach oświetlanych światłem dziennym przewiduje się automatyczną regulację światła z uwzględnieniem światła dziennego. Przewiduje się sterowanie oświetleniem we wszystkich pomieszczeniach z użyciem czujników obecności (w pomieszczeniach o powierzchni >30m ² , 1 czujnik/30m ²).		278 279 zł	185 931 zł

2	Montaż kompletnej instalacji fotowoltaicznej o mocy maksymalnej 26kWp, powierzchni 169m ² (podkonstrukcja, moduły PV, okablowanie, inwerter, włączenie do tablicy głównej, instalacja monitoringu, instalacja odgromowa w wymaganym zakresie) na dachu budynku szkoły.	223 600 zł	181 789 zł
Obsługa inwestycji:			
1	Audyt energetyczny	4 305 zł	3 500 zł
2	Dokumentacja projektowa	55 965 zł	45 500 zł
3	Nadzór autorski i inwestorski	24 224 zł	19 695 zł
4	Monitoring powykonawczy	4 000 zł	3 252 zł
Łączny koszt zadania inwestycyjnego:		1 299 714 zł	1 016 366 zł

10.2 Podsumowanie

Szacowny całkowity koszt zadania brutto wyniesie	1 299 714	zł
Roczna oszczędność kosztów	31 928	zł
Udział środków własnych inwestora 15%	194 957	zł
Kredyt bankowy/pożyczka/dotacja 85%	1 104 757	zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna	29 512	zł
Czas zwrotu nakładów (łącznie ze środkami własnymi)	40,7	lat

10.3 Dalsze działania inwestora

- 10.3.1** Wystąpienie do jednostki finansującej z wnioskiem o przyznanie dofinansowania i podpisanie umowy.
- 10.3.2** Zlecenie wykonania niezbędnej dokumentacji technicznej.
- 10.3.3** Zorganizowanie przetargu na wykonanie robót i wyłonienie wykonawcy.
- 10.3.4** Zapewnienie nadzoru inwestorskiego na budowie.
- 10.3.5** Realizacja robót i odbiór techniczny (w tym badania termowizyjne).
- 10.3.6** Rozliczenie zadania.
- 10.3.7** Monitoring zużycia energii i ocena efektów zrealizowanego przedsięwzięcia.

Opracował:

mgr inż. Jacek Miklas

Inowrocław, 27.X.2015.

11. Załączniki

1. Charakterystyka zużycia i kosztów energii cieplnej i elektrycznej
2. Obliczenia współczynników przenikania ciepła U
3. Wyniki obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania
4. Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku na podstawie PN-EN-ISO 13790:2009 dla stanu istniejącego z uwzględnieniem współczynników c_r i c_w dla strumienia powietrza wentylacyjnego.
5. Wyniki obliczeń projektowanego obciążenia cieplnego na podstawie PN-EN 12831:2006 dla stanu istniejącego z uwzględnieniem współczynnika c_m dla strumienia powietrza wentylacyjnego.

Załącznik 1. Charakterystyka zużycia i kosztów energii cieplnej i elektrycznej w stanie istniejącym

ENERGIA CIEPLNA

Charakterystyka sezonu grzewczego:

Sezon 2014:		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
Θ _e	[°C]	0,40	-1,40	4,40	9,20	14,50	17,60	23,40	19,20	16,20	13,30	7,40	1,60	126
Ld(m)	[dni/m-c]	31	28	31	30	0	0	0	0	0	31	30	31	212
Stopniodni		3171	608	599	484	324	0	0	0	0	208	378	570	3 171

Sezon standardowy		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
Θ _e	[°C]	-0,71	-0,03	0,02	6,58	14,23	14,52	17,32	16,41	11,01	8,12	5,24	1,92	95
Ld(m)	[dni/m-c]	31	28	31	30	10	0	0	0	5	31	30	31	227
Stopniodni		3699	642	561	619	403	58	0	0	45	368	443	560	3 699

Średnia temperatura wewnętrzna t_i= 20 °C

Charakterystyka zużycia energii cieplnej w sezonie: 2014 Moc zamówiona c.o.: 233,0 kW Roczne zużycie energii: 766 GJ/rok
Moc zamówiona c.w.: 17,0 kW 212 767 kWh/rok

Sezon 2014:		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
E _{co}	[GJ/m-c]	145,85	130,20	83,59	57,57	23,65	0,00	0,00	0,00	0,00	37,37	123,73	164,00	765,96
E _{cw}	[GJ/m-c]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E _{razem}	[GJ/m-c]	145,85	130,20	83,59	57,57	23,65	0,00	0,00	0,00	0,00	37,37	123,73	164,00	765,96
Koszt energii	[zł/m-c]	9889	9037	6497	5079	3231	1942	1942	1942	1942	3979	8684	10878	65 044

Roczne koszty energii: 65 044 zł/rok

Charakterystyka zużycia energii cieplnej w sezonie standardowym. Moc zamówiona c.o.: 159,0 kW Roczne zużycie energii: 894 GJ/rok
Moc zamówiona c.w.: 0,0 kW 248 224 kWh/rok

Sezon standardowy		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	suma:
E _{co}	[GJ/m-c]	170,16	151,90	97,52	67,16	27,59	-	-	-	-	43,60	144,35	191,33	893,61
E _{cw}	[GJ/m-c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E _{razem}	[GJ/m-c]	170,16	151,90	97,52	67,16	27,59	-	-	-	-	43,60	144,35	191,33	893,61
Koszt energii	[zł/m-c]	10 597	9 602	6 639	4 985	2 829	1 325	1 325	1 325	1 325	3 701	9 191	11 751	64 597

Roczne koszty energii: 64 597 zł/rok

Składniki opłat za energię (brutto):

Taryfa: AII

Cena energii	35,21	zł/GJ	Cena dystrybucji energii	19,27	zł/GJ	Całkowita opłata zmienna	54,49	zł/GJ
Cena mocy zamówionej	5565,95	zł/MW m-c	Cena przesyłu mocy zamówionej	2770,00	zł/MW m-c	Całkowita opłata stała	8335,94	zł/MW m-c

ENERGIA ELEKTRYCZNA

Charakterystyka zużycia energii elektrycznej:

Rok 2014		Moc umowna: 27,0 kW Roczne zużycie energii: 57 000 kWh/rok												suma:
	miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
E 1	[kWh/m-c]	6 500	6 400	6 300	6 200	3 500	3 700	1 000	1 000	3 500	6 000	6 300	6 600	57 000
E 2	[kWh/m-c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E _{razem}	[kWh/m-c]	6 500	6 400	6 300	6 200	3 500	3 700	1 000	1 000	3 500	6 000	6 300	6 600	57 000
Koszt energii	[zł/m-c]	3158	3111	3063	3016	1742	1836	561	561	1742	2922	3063	3205	26 998

Roczne koszty energii: 27 981 zł/rok

Składniki opłat za energię (brutto):

Taryfa: C11

Energia czynna 1	0,27195	zł/kWh	Opłata przesyłowa 1	0,20012	zł/kWh	Opłata zmienna 1	0,47207	zł/kWh
Energia czynna 2	0,00000	zł/kWh	Opłata przesyłowa 2	0,00000	zł/kWh	Opłata zmienna 2	0,00000	zł/kWh
Opłata przesyłowa stała	2,39850	zł/kWm-c	Opłata przejściowa stała	0,81180	zł/kWm-c	Opłata abonamentowa	2,74290	zł/m-c

ZAŁĄCZNIK 2

Obliczenie współczynników przenikanie ciepła dla przegród budowlanych w stanie istniejącym

Symbol	TYP	OPIS WARSTW	δ [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²*K)/W]	U_0 [W/(m²*K)]
SZ1	Ściana zewnętrzna	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} [\text{m}^2] =$ 1936	1936	U = 0,242		
		SUMA OPORÓW	$\Sigma R =$		4,125	
		- Opór przejmowania wewnątrz /Ri/			0,130	
		- Opór przejmowania na zewnątrz /Re/			0,040	
		- Tynk cementowo - wapienny	0,015	0,820	0,018	
		- Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,510	0,770	0,662	
		- Tynk cementowo - wapienny	0,015	0,820	0,018	
		- Styropian	0,130	0,040	3,250	
		- Tynk cementowo - wapienny	0,005	0,820	0,006	
SZG	Ściana zewnętrzna w gruncie	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} [\text{m}^2] =$ 255	255	U = 0,177		
		SUMA OPORÓW	$\Sigma R =$		5,638	
		- Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania /Rg/			1,954	
		- Tynk cementowo - wapienny	0,015	0,820	0,018	
		- Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,510	0,770	0,662	
		- Styropian	0,120	0,040	3,000	
		- Tynk cementowo - wapienny	0,003	0,820	0,004	
DSZ	Dach	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} [\text{m}^2] =$ 157	157	U = 0,204		
		SUMA OPORÓW	$\Sigma R =$		4,906	
		- Opór przejmowania wewnątrz /Ri/			0,100	
		- Opór przejmowania na zewnątrz /Re/			0,040	
		- Papa asfaltowa	0,010	0,180	0,056	
		- Deski	0,025	0,160	0,156	
		- Wełna mineralna	0,180	0,040	4,500	
		- Płyty kartonowo-gipsowe	0,013	0,230	0,054	
STRD1	Stropodach niewentylowany (nad szkołą)	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} [\text{m}^2] =$ 710	710	U = 0,209		
		SUMA OPORÓW	$\Sigma R =$		4,785	
		- Opór przejmowania wewnątrz /Ri/			0,100	
		- Opór przejmowania na zewnątrz /Re/			0,040	
		- Tynk cementowo-wapienny	0,015	0,820	0,018	
		- Strop Akermana	0,240		0,260	
		- Szlichta cementowa	0,050	1,050	0,048	
		- Wełna mineralna	0,150	0,038	3,947	
		- Skorygowana suma oporów			0,372	
		- Pustka powietrzna niewentylowana	0,400		0,372	
		- Deski	0,025	0,160	0,156	
		- Papa asfaltowa	0,010	0,180	0,056	

ZAŁĄCZNIK 2

Symbol	TYP	OPIS WARSTW	δ [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²*K)/W]	U_0 [W/(m²*K)]
STRD2	Stropodach niewentylowany (nad aulą)	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} \text{ [m}^2\text{]} =$ 191	191	U = 0,226		
		SUMA OPORÓW	$\Sigma R =$		4,421	
		- Opór przejmowania wewnątrz /Ri/			0,100	
		- Opór przejmowania na zewnątrz /Re/			0,040	
		- Strop Akermana	0,240		0,260	
		- Skorygowana suma oporów			4,021	
		- Pustka powietrzna niewentylowana	0,160		0,160	
		- Płyty kotłkowe	0,060	1,700	0,035	
		- Szlichta cementowa	0,030	1,000	0,030	
		- Papa asfaltowa 2x	0,010	0,180	0,056	
		- Styropian	0,140	0,038	3,684	
		- Papa asfaltowa 2x	0,010	0,180	0,056	
OK1	<u>Okna z szybą zespoloną z profili PVC 62mm w szkole</u>	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} \text{ [m}^2\text{]} =$ 218	218	U = 1,300		
OK2	<u>Okna z szybą zespoloną z profili PVC 62mm w piwnicy</u>	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} \text{ [m}^2\text{]} =$ 44	44	U = 1,300		
DZ1	<u>Drzwi zewnętrzne do budynku szkoły</u>	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} \text{ [m}^2\text{]} =$ 19	29	U = 2,600		
PG1	Podłoga na gruncie w piwnicy szkoły	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} \text{ [m}^2\text{]} =$ 771	771	U = 0,397		
		SUMA OPORÓW	$\Sigma R =$		2,516	
		- Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania /Rg/			2,000	
		- Lastriko	0,030	1,050	0,029	
		- Podkład z betonu chudego	0,050	1,050	0,048	
		- Papa asfaltowa	0,008	0,180	0,044	
		- Chudy beton	0,100	1,050	0,095	
		- Gruzobeton	0,300	1,000	0,300	
PG2	Podłoga na gruncie w sali gimnastycznej	$A_{\text{strat ciepła}} / A_{\text{docieplenia}} \text{ [m}^2\text{]} =$ 159	159	U = 0,341		
		SUMA OPORÓW	$\Sigma R =$		2,936	
		- Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania /Rg/			2,000	
		- Parkiet dębowy	0,022	0,220	0,100	
		- Podłoga drewniana	0,025	0,160	0,156	
		- Pustka powietrzna	0,050		0,210	
		- Chudy beton	0,100	1,050	0,095	
		- Podsypka piaskowa	0,150	0,400	0,375	

ZAŁĄCZNIK 3

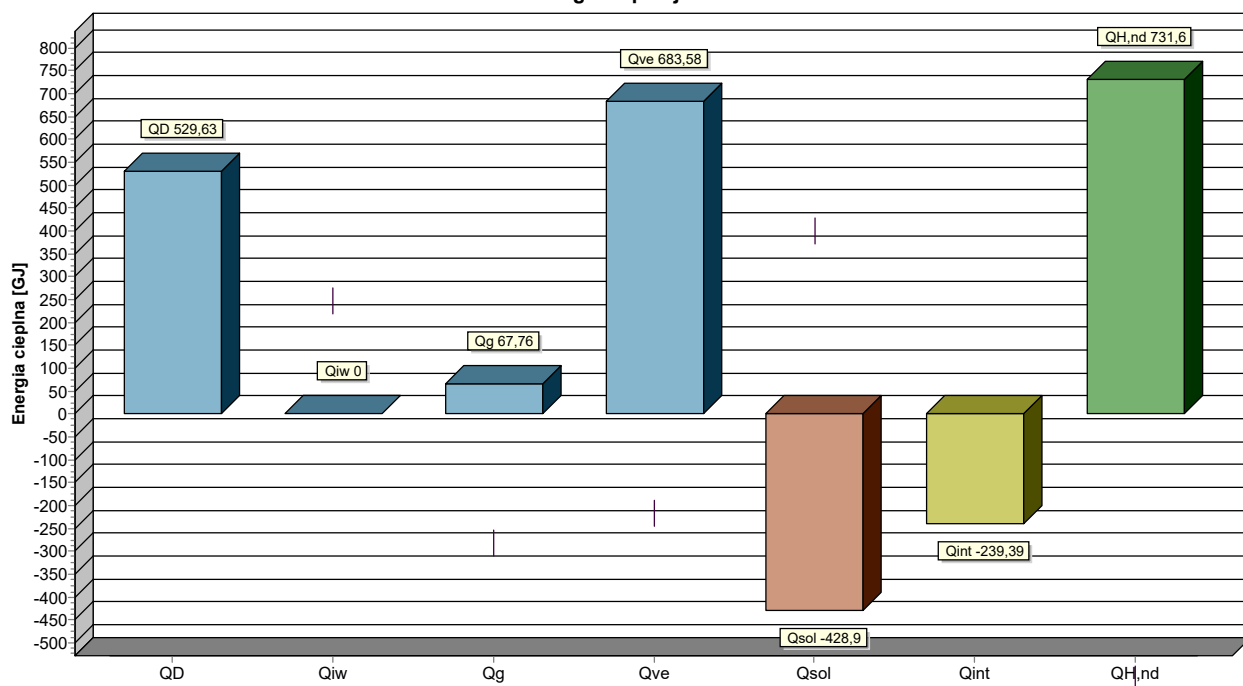
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i mocy na ogrzewanie

Wariant	Obciążenie cieplne budynku	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową w budynku	Suma zysków ciepła	Suma strat ciepła
	[kW]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[GJ/rok]
1	94,651	595,20	668,29	1 077,76
2	95,517	601,73	668,29	1 085,50
3	112,926	731,60	668,29	1 236,59
4	112,926	731,60	668,29	1 236,59
Stan istniejący	112,926	731,60	668,29	1 236,59

Załącznik 4

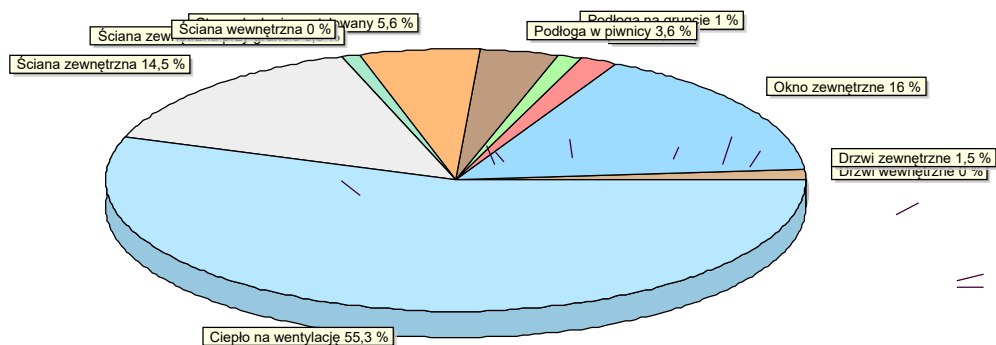
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Szkoła Podstawowa nr 9	
Miejscowość:	Inowrocław	
Adres:	ul. Chemiczna 9	
Projektant:	Jacek Miklas	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	5947,0	m³/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	731,60	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	203221	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3274	m²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	12520,1	m³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	223,5	MJ/(m²·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	62,1	kWh/(m²·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	58,4	MJ/(m³·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	16,2	kWh/(m³·rok)

Bilans energii cieplnej - W sezonie



Miesiąc	Q _D	Q _{iw}	Q _g	Q _{ve}	η _{H,gn}	Q _{sol}	Q _{int}	Q _{H,nd}
	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Styczeń	85,11	0,00	11,69	107,71	0,999	20,28	27,18	157,07
Luty	74,18	-0,00	10,12	103,90	0,999	26,33	24,55	137,37
Marzec	82,12	0,00	11,21	103,90	0,992	54,17	27,18	116,51
Kwiecień	52,27	-0,00	6,46	67,96	0,894	79,70	26,31	31,96
Maj	22,14	0,00	1,79	27,18	0,373	108,79	27,18	0,37
Czerwiec	20,25	-0,00	1,58	25,63	0,353	107,24	26,31	0,27
Lipiec	10,20	-0,00	1,01	12,21	0,180	103,01	27,18	0,01
Sierpień	13,44	-0,00	0,88	16,13	0,256	91,51	27,18	0,05
Wrzesień	34,13	-0,00	3,54	44,00	0,782	64,19	26,31	10,86
Październik	47,62	0,00	5,65	59,79	0,972	37,54	27,18	50,15
Listopad	58,04	-0,00	7,39	75,58	0,997	22,16	26,31	92,70
Grudzień	74,03	0,00	9,91	93,56	0,999	15,74	27,18	134,59
W sezonie	529,63	0,00	67,76	683,58	0,822	428,90	239,39	731,60

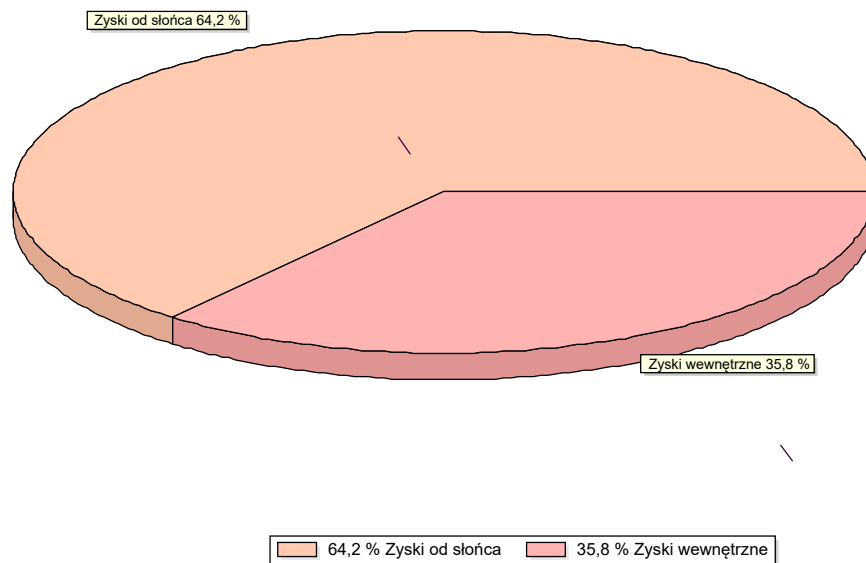
Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0 % Drzwi wewnętrzne	1,5 % Drzwi zewnętrzne	16 % Okno zewnętrzne
1,6 % Dach	1 % Podłoga na gruncie	3,6 % Podłoga w piwnicy
5,6 % Stropodach niewentylowany	0,8 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	0 % Ściana wewnętrzna
14,5 % Ściana zewnętrzna	55,3 % Ciepło na wentylację	

Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi wewnętrzne	0,00	0	0,0
Drzwi zewnętrzne	18,79	5218	1,5
Okno zewnętrzne	197,72	54923	16,0
Dach	19,98	5551	1,6
Podłoga na gruncie	12,96	3601	1,0
Podłoga w piwnicy	44,42	12340	3,6
Stropodach niewentylowany	69,34	19262	5,6
Ściana zewnętrzna przy gruncie	10,37	2882	0,8
Ściana wewnętrzna	0,00	0	0,0
Ściana zewnętrzna	179,42	49838	14,5
Ciepło na wentylację	683,58	189884	55,3
Razem	1236,59	343498	100,0

Szczegółowe zestawienie zysków energii cieplnej



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Zyski od słońca	428,90	119140	64,2
Zyski wewnętrzne	239,39	66497	35,8
Razem	668,29	185637	100,0

Załącznik 5

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Szkoła Podstawowa nr 9	
Miejscowość:	Inowrocław	
Adres:	ul. Chemiczna 9	
Projektant:	Jacek Miklas	
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:	II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Bydgoszcz	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3273,9	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	12520,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	65077	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	47951	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	112926	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	112926	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	34,5	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	9,0	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	849,5	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:	0,3	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	3756,0	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18,0	°C