

<b>Temat:</b>	<b>AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU PUBLICZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ W SARNOWIE</b>
<b>Adres obiektu:</b>	<b>21-421 Tuchowicz, Sarnów 19B, gm. Stanin</b>
<b>Inwestor:</b>	<b>Gmina Stanin</b>
<b>Adres Inwestora</b>	<b>21-422 Stanin, Stanin 62</b>



<b>OPRACOWAŁ:</b>	mgr inż. Łukasz Janiszek ZAE nr 1891 MI/ŚE/12621/2015	
<b>WARSZAWA 19.02.2019 r</b>		

## STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO

1. Dane identyfikacyjne budynku

1.1. Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2. Rok rozpoczęcia budowy	2001
1.3. Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Publiczna Szkoła Podstawowa w Sarnowie, 21-421 Tuchowicz, Sarnów 19B, gm. Stanin	1.4. Adres budynku	21-421 Tuchowicz, Sarnów 19B, gm. Stanin

2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:

## ***USŁUGI PROJEKTOWO-INWESTYCYJNE***

**JANISZEK BOŻENA**

21-400 ŁUKÓW

TEL/FAX. (025)798-42-73

NIP 8251357117

ul. KILŃSKIEGO 58

TEL.KOM.0606-931-696

REGON 60757067

3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis

Imię i nazwisko	Adres	PESEL	Uprawnienia	Podpis
Łukasz Janiszek	ul. Woronicza 76/93, 02-640 Warszawa	85122011479	ZAE nr 1891 MI/ŚE/12621/2015	

## 4. Współautorzy audytu

Lp.	Imię i nazwisko	Uprawnienia	Podpis
-	-	-	-

5. Miejscowość	Warszawa	Data wykonania opracowania	19.02.2019
----------------	----------	----------------------------	------------

---

## 6. Spis treści

1.	Cel i zakres opracowania .....	7
2.	Podstawa opracowania .....	7
3.	Inwentaryzacja techniczno – budowlana .....	8
3.1.	Dane ogólne:.....	9
3.2.	Opis techniczny podstawowych elementów budynku .....	9
3.3.	Źródło ciepła .....	10
3.4.	Instalacja centralnego ogrzewania .....	10
3.5.	Instalacja ciepłej wody użytkowej .....	10
3.6.	Wentylacja .....	10
4.	Ocena aktualnego stanu budynku .....	11
4.1.	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji.....	11

4.2.	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowywania c.w.u. ....	13
4.3.	Koszty jednostkowe energii.....	15
5.	Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego .....	15
6.	Ocena opłacalności i wybór wariantu usprawnienia.....	16
6.1.	Ściany zewnętrzne .....	16
6.2.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem.....	17
6.3.	Wymiana okien.....	18
6.4.	Wymiana drzwi.....	19
6.5.	Modernizacja kotła .....	20
7.	Zestawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych wg rosnącego SPBT.....	21
8.	Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	22
9.	Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	23
10.	Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....	24
10.	Analiza ekologiczna.....	25

Załącznik 1 – Audyt energii elektrycznej

Załącznik 2 - Wyniki obliczeń

Załącznik 3 – Dokumentacja fotograficzna

Załącznik 4 – Szkice budynku

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU <sup>1)</sup>

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m³]	6202,90	
4.	Powierzchnia netto budynku [m²]	1443	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m²]	nie dotyczy	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²]	1443	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	nie dotyczy	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	15 pracowników, 140 uczniów	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny, pompowy	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m²/m³]	0,23	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [ W/(m²K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,370	0,192
3.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,283	0,14
4.	Podłoga na gruncie	0,28	0,28
5.	Okna	2,30	0,90
6.	Drzwi zewnętrzne	2,5	1,30
7.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_g$	0,86	0,91
2.	Sprawność przesyłania $\eta_d$	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji $\eta_h$	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia $\eta_t$	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $\eta_d$	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_g$	0,88	0,88
2.	Sprawność przesyłania $\eta_d$	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji $\eta_h$	0,80	0,80
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji ( naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna/ kanały	Okna/ kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [ m³/h ]	4321,9	4321,9
4.	Liczba wymian [1/h]	1/0,5/0,3	1/0,5/0,3
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	124,29	88,99
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u [kW]	2,33	2,33

3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	830,87	492,93
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	884,59	495,96
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowywania c.w.u. [GJ/rok]	88,66	88,66
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m²rok)]	159,94	94,89
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	170,28	95,47
10 <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0%	100%
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu )</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup> [zł/GJ]	87,78	47,06
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	-	-
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup> [zł/m³]	28,97	15,53
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² pow. użytkowej [zł/(m²m-c)]	4,48	1,35
6.	Opłata za 1 GJ na przygotowanie c.w.u. [zł/GJ]	87,78	47,06
7.	Inne [zł]	-	-
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł ]	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	39,93
Planowane koszty całkowite [zł ]	581 943,68	Premia termomodernizacyjna [zł]	-
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	57 919,34		
<sup>1)</sup> Dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku <sup>2)</sup> U <sub>OZE</sub> [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania c.w.u. <sup>3)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii <sup>4)</sup> Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

## Lista wskaźników rezultatu bezpośredniego oraz produktu Audytu Energetycznego i Audytu energii elektrycznej

- Ilość zaoszczędzonej energii [GJ/rok]  
**388,62+50,85=439,47 GJ/rok**
- Efektywność energetyczna  
**Zmniejszenie zużycia energii cieplnej 39,93 %**  
**Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej 98,15 %**  
**Sumaryczne zmniejszenie energii przez budynek 42,87%**
- Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych CI32 [kWh/rok]  
**118747,1+ 42375,24= 161122,34 kWh/rok**
- Dodatkowa zdolność wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych CI30 [MW] - **0,1156 MW**
- Dodatkowa zdolność wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych [MWe] -  
**0,0156 MWe**
- Dodatkowa zdolność wytwarzania energii cieplnej ze źródeł odnawialnych [MWe] - **0,1 MWt**
- Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych CI34 [tCO<sub>2</sub>] - **75,33+10,99= 86,32 tCO<sub>2</sub>**
- Produkcja energii elektrycznej z nowo wybudowanych/nowych mocy wytwórczych instalacji wykorzystujących OZE [MWhe/rok] – **14,12 MWhe/rok**
- Produkcja energii elektrycznej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE [MWhe/rok] – **14,12 MWhe/rok**
- Produkcja energii elektrycznej z nowych mocy wytwórczych instalacji wykorzystujących OZE [MWhe/rok] **0 MWhe/rok**
- Produkcja energii cieplnej z nowo wybudowanych/nowych mocy wytwórczych instalacji wykorzystujących OZE [MWht/rok] – **107,95 MWht/rok**
- Produkcja energii cieplnej z nowo wybudowanych instalacji wykorzystujących OZE [MWht/rok] – **107,95 MWht/rok**
- Produkcja energii cieplnej z nowych mocy wytwórczych instalacji wykorzystujących OZE [MWht/rok] **0 MWht/rok**
- Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [MWh/rok] – **14,12 MWh/rok**
- Powierzchnia użytkowa budynków poddanych termomodernizacji - **1443 m<sup>2</sup>**
- System pomiaru, monitoringu i zarządzania wykorzystaniem energii w budynku – **TAK**
- Całkowity koszt – **716`872,99 zł**

## **1. Cel i zakres opracowania**

Celem audytu jest ocena poziomu zużycia energii i stanu technicznego oraz wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku Publicznej Szkoły Podstawowej w Sarnowie.

Zakres opracowania obejmuje:

- opis stanu istniejącego budynku oraz inwentaryzacja techniczno-budowlana z określeniem współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych,
- obliczenie obciążenia cieplnego i rocznego zapotrzebowania na ciepło dla stanu istniejącego i poszczególnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
- wskazanie rodzajów ulepszeń termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło,
- analiza ekonomiczna oraz wybór optymalnych ulepszeń i wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
- określenie efektu ekologicznego.

## **2. Podstawa opracowania**

Projekt niniejszy opracowano na podstawie zlecenia Inwestora.

Materiały wyjściowe do projektowania:

- plan sytuacyjny,
- inwentaryzacja architektoniczno - budowlana,
- projekt budynku z 2000 roku,
- wizja w terenie 15.02.2019,
- uwagi i zalecenia Inwestora,

Podstawę merytoryczną niniejszego opracowania stanowią:

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – (Dz.U.Nr.223,poz,1459).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz. 376),

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690),
- Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”,
- Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”,
- Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”,
- Polska Norma PN-EN 13790:2008 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

Uwagi i zalecenia Inwestora:

- Osoba udzielająca informacji: Karol Kłos
- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku,
- Poprawa komfortu cieplnego w pomieszczeniach,
- Uzyskanie dotacji na wykonanie działań modernizacyjnych z innych źródeł niż Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów np. środków NFOŚiGW, WFOŚ, GIS, POiŚ, RPO lub podobnych

### **3. Inwentaryzacja techniczno – budowlana**

Budynek szkoły podstawowej z salą sportową jest obiektem wolnostojącym niepodpiwniczonym wykonanym w technologii mieszanej tradycyjno-uprzemysłowionej. Obiekt był budowany w latach 2001-2003r. Na poszczególnych kondygnacjach znajdują się: na parterze znajduje się, kancelaria, świetlica –jadalnia, pomieszczenia kuchenne, pomieszczenia dydaktyczne, szatnie, gabinet Dyrektora pomieszczenia sanitarne oraz sala sportowa z zapleczem i kotłownia. Na piętrze pokój nauczycielski, pracownie pomieszczenia dydaktyczne, pomieszczenia sanitarne. Komunikacja pionowa odbywa się schodami zlokalizowanymi w środkowej części obiektu.



### **3.1. Dane ogólne:**

- liczba kondygnacji – 2,
- wysokość kondygnacji w osiach – 3,6 m
- wysokość kondygnacji ogrzewanej w świetle – 3,3 m,
- kubatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej  $V=6402,9 \text{ m}^3$ ,
- powierzchnia przestrzeni ogrzewanej  $A=1443 \text{ m}^2$ ,
- kubatura zewnętrzna  $9232 \text{ m}^3$ ,
- powierzchnia przegród zewnętrznych  $A= 2914,38 \text{ m}^2$ ,
- wskaźnik zwartości budynku  $A/V=0,23$
- czas użytkowania budynku 10h/d,
- liczba osób 15 pracowników, 140 uczniów

### **3.2. Opis techniczny podstawowych elementów budynku**

**Fundamenty** - ławy i stopy fundamentowe monolityczne. Ściany fundamentowe z betonu monolitycznego.

**Ściany zewnętrzne** - murowane z bloczków z betonu komórkowego 2 x 24 cm na zaprawie cementowo – wapiennej z wkładką styropianu gr. 5 cm .

**Ściany wewnętrzne nośne** - ściany konstrukcyjne gr 25 i 38 cm oraz kanały wentylacyjne i kominy murowane z cegły silikatowej pełnej na zaprawie cementowej . Kominy ponad dachem z cegły klinkierowej . Ściany wewnętrzne gr. 24 cm z bloczków z betonu komórkowego

**Ścianki działowe** - grubości 6,5 cm murowane z cegły ceramicznej dziurawki oraz częściowo z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo . Ścianki gr. 12 cm z bloczków z betonu komórkowego .

**Klatki schodowe** - schody żelbetowe wylewane z betonu żwirowego zbrojone stalą. Nad schodami pod konstrukcją dachową żelbetowe płytki korytkowe prefabrykowane .

**Stropy** - prefabrykowane żelbetowe płyty kanałowe typu cegła żerańska .Strop nad salą sportową - płyta żelbetowa oparta na dźwigarach stalowych z 2 NP. 360 zespawanych ze sobą. o rozstawie co 3,0 i 6,0 mb.

**Dach** - wielospadowy o konstrukcji drewnianej płatwiowo – kleszczowej, pokrycie dachu blachą trapezową.

**Podłogi i posadzki** - na korytarzach płytki ceramiczne gresowe, w pomieszczeniach posadzki wykładziny PCV. W sanitariatach płytki ceramiczne gresowe. Na schodach oraz spocznikach płytki gresowe.

**Stolarka okienna i drzwiowa** - okna drewniane. Drzwi zewnętrzne aluminiowe stalowe i częściowo wewnętrzne, pozostałe wewnętrzne drewniane płytowe. Parapety wewnętrzne z lastriko.

**Obróbki blacharskie** - rynny średnicy 14 cm i rury spustowe 11 cm wykonane z PCV w kolorze brązowym. Podokienniki zewnętrzne z blachy ocynkowanej powlekanej gr.0,50mm. Obróbki blacharskie pasów, kominów, daszków z blachy stalowej ocynkowanej powlekanej.

### ***3.3. Źródło ciepła***

Źródłem ciepła w budynku jest kocioł olejowy firmy Unical AG S.P.A. o mocy 200-250 kW z 1996 roku. Przewody izolowane. Kotłownia w dostatecznym stanie technicznym.

### ***3.4. Instalacja centralnego ogrzewania***

Instalacja wodna pompowa z rozdziałem dolnym wykonana z rur stalowych. Parametry czynnika grzejącego 90/70 °C. Piony oraz gałazki zasilające grzejniki prowadzone natynkowo bez izolacji. Grzejniki stalowe płytowe typu C wyposażone w zawory termostatyczne. Instalacja centralnego ogrzewania w dostatecznym stanie technicznym. Przewody nieizolowane. Instalacja c.o. niemodernizowana.

### ***3.5. Instalacja ciepłej wody użytkowej***

Ciepła woda użytkowa przygotowywana centralnie w podgrzewaczu pojemnościowym o pojemności 500 l zasilanym z kotłowni olejowej. Przewody izolowane, instalacja wyposażona w cyrkulację.

### ***3.6. Wentylacja***

W przeważającej części budynku wentylacja naturalna. Nawiew powietrza przez nieszczelności w oknach, wywiew kanałami wentylacyjnymi. W pomieszczeniach kuchni oraz w pomieszczeniach wc i łazienek wentylacja mechaniczna wywiewna, realizowana poprzez wentylatory wywiewne dachowe. Nawiew powietrza aparatami grzewczo-nawiewnymi typu Neolux.

#### 4. Ocena aktualnego stanu budynku

Wartości współczynnika przenikania ciepła  $U$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ] obliczono w programie Audytor OZC zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:1999 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda Obliczeniowa.

Lp.	Nazwa	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości poprawy
1	Ściany zewnętrzne	Wartości współczynnika przenikania ciepła $U$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ] nie spełniają aktualnych wymagań izolacyjności cieplnej. $U_{\text{istn}}=0,371$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]	Docieplenie ścian zewnętrznych w celu zapewnienia wartości współczynnika przenikania ciepła zgodnego z obowiązującymi przepisami. $U_{\text{max}}=0,20$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]
2	Podłoga na gruncie	Wartość współczynnika przenikania ciepła podłogi w przestrzeniach ogrzewanych nie spełnia obowiązujących wymagań izolacyjności cieplnej. $U_{\text{istn}}=0,28$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]	Przegroda spełnia wymagania izolacyjności cieplnej.
4	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	Wartość współczynnika przenikania ciepła $U$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ] stropodachu nie spełnia obowiązujących wymagań izolacyjności cieplnej. $U_{\text{istn}}=0,283$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]	Docieplenie stropodachu w celu zapewnienia wartości współczynnika przenikania ciepła zgodnego z obowiązującymi przepisami. $U_{\text{max}}=0,15$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]
5	Stolarka okienna i drzwiowa	Okna PCV wymienione w większości po 2008 r, w piwnicy jedno okno drewniane. Wartości współczynnika przenikania ciepła $U$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ] okien i drzwi nie spełniają obowiązujących wymagań izolacyjności cieplnej. okna $U_{\text{istn}}=2,3$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ] drzwi $U_{\text{istn}}=2,5$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ] Wsp. $U$ przyjęto na podstawie dokumentacji projektowej budynku z 1995 roku.	Wymiana stolarki drzwiowej w celu zapewnienia wartości współczynnika przenikania ciepła zgodnego z obowiązującymi przepisami i wymaganiami termomodernizacji. W opracowaniu nie uwzględnia się wymiany całej stolarki okiennej, wymianie podlegają okna w złym stanie technicznym. - dla okien $U < 0,9$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ] - dla drzwi $U < 1,3$ [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]
6	Wentylacja	Brak nawiewników w oknach PCV. Niewystarczająca krotność wymian powietrza.	W celu zapewnienia dopływu świeżego powietrza należy zamontować nawiewniki higrosterowane w oknach
7	System grzewczy	Grzejniki członowe aluminiowe wyposażone w zawory termostaticzne. Instalacja z rur stalowych, prowadzonych natynkowo nieizolowanych. Odpowietrzenie instalacji na końcówkach pionów. Kocioł olejowy z 1996 roku.	Wymiana kotła olejowego na kocioł 5 klasy z certyfikatem ecodesign na pellet.
8	System przygotowania c.w.u.	Ciepła woda użytkowa przygotowywana centralnie w podgrzewaczu o poj. 500 l zasilanym z kotłowni gazowej. Zasobnik wyprodukowany po 2005 roku. Przewody izolowane, instalacja wyposażona w cyrkulację.	Nie rozpatruje się.

##### 4.1. Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji

Obliczenia wykonano za pomocą programu komputerowego Audytor OZC 6.8 Pro. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym wykonano wg normy PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia. Wartości średnich wieloletnich danych meteorologicznych przyjęto na podstawie danych IMiGW dla stacji meteorologicznej – Siedlce. Obciążenie cieplne budynku obliczono wg normy PN-EN 12831 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego

obciążenia cieplnego”. Strumienie powietrza wentylacyjnego przyjęto na podstawie „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej”.

Obciążenie cieplne budynku	[kW]	124,29
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	830,87
	[kWh/rok]	230816
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	884,59
	[kWh/rok]	245721
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	159,96
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	170,28

Współczynniki sprawności systemu grzewczego przyjęto na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz. 376). Natomiast współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby i tygodnia przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346).

Współczynnik sprawności systemu grzewczego

$w_t$	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu tygodnia	0,85	ogrzewanie bez osłabienia tygodniowego
$w_d$	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w ciągu doby	0,91	ogrzewanie bez osłabienia dobowego
$\eta_{H_g}$	sprawność wytwarzania ciepła	0,86	dwustopniowy kocioł olejowy
$\eta_{H_d}$	sprawność przesyłania ciepła	0,96	kocioł w ogrzewanym pomieszczeniu, przewody zasilające i poziomy izolowane
$\eta_{H_e}$	sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego	0,88	grzejniki członowe i płytowe z regulacją centralną i miejscową (zakres P-2K)
$\eta_{H_s}$	sprawność akumulacji ciepła	1,00	brak zasobnika buforowego
$\eta_{H_0}$	całkowita sprawność systemu grzewczego	0,73	$\eta_{H0}=\eta_{H_g}*\eta_{H_d}*\eta_{H_e}*\eta_{H_s}$

#### 4.2. Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowywania c.w.u.

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej wyznaczono z poniższego wzoru:

$$Q_{W,nd} = \frac{V_{wi} A_f c_w \rho_w (\theta_w - \theta_0) k_R t_R}{3600}$$

gdzie:

$Q_{W,nd}$  – roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u. [kWh/rok],

$V_{wi}$  – jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. (dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> doba),

$A_f$  – powierzchnia pomieszczeń,

$c_w$  – ciepło właściwe wody (4,19 kJ/kgK),

$\rho_w$  – gęstość wody,

$\theta_w$  – obliczeniowa temperatura c.w. na zaworze czerpalnym (55°C),

$\theta_0$  – obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem (10°C),

$k_R$  – współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.,

$t_R$  – liczba dni w roku (365),

Średnie i maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na moc do podgrzania c.w.u. obliczono w oparciu o poniższe wzory.

$$\begin{aligned}\Phi_{sr} &= \frac{G_{h\dot{s}r} c_w \rho_w (\theta_w - \theta_0)}{3600} \\ \Phi_{max} &= \frac{G_{hmax} c_w \rho_w (\theta_w - \theta_0)}{3600} \\ G_{h\dot{s}r} &= \frac{G_{d\dot{s}r}}{T} \\ G_{d\dot{s}r} &= L V_j \\ G_{hmax} &= G_{h\dot{s}r} N_h \\ N_h &= 9,32 L^{-0,244} \\ V_{cw} &= G_{d\dot{s}r} t_{uz}\end{aligned}$$

gdzie:

$\Phi_{sr}$  – średnie zapotrzebowanie na moc do podgrzania c.w.u. [kW],

$\Phi_{max}$  – maksymalne zapotrzebowanie na moc do podgrzania c.w.u. [kW],

$G_{d\dot{s}r}$  – średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. m<sup>3</sup>/h,

$G_{h\dot{s}r}$  – średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. m<sup>3</sup>/h,

$G_{hmax}$  – maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. m<sup>3</sup>/h,

$N_h$  – współczynnik nierównomierności rozbioru c.w.u.,

$V_j$  – jednostkowe dobowe zużycie c.w.u. [dm<sup>3</sup>/d os]

$V_{cw}$  – roczne zużycie c.w.u. [m<sup>3</sup>/rok]

$t_{uz}$  – czas użytkowania w ciągu roku [dni]

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej z uwzględnieniem sprawności systemu wyznaczono z poniższego wzoru:

$$Q_{c.w.} = \frac{Q_{w,nd}}{\eta_{tot}}$$

gdzie:

$Q_{c.w.}$  - roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania c.w.u. [kWh/rok],

$\eta_{tot}$  – sprawność systemu przygotowania c.w.u.

Obliczenia systemu ciepłej wody użytkowej

Liczba osób	L	os.	155
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie c.w. na osobę	$V_j$	dm <sup>3</sup> /d os	7
Temperatura wody zimnej	$\Theta_0$	°C	10
Temperatura wody podgrzanej	$\Theta_{c.w.}$	°C	55
Współczynnik korekcyjny temperatury	$k_t$	-	1
Czas podgrzewu c.w. w ciągu doby	T	h	24
Czas podgrzewu c.w. w ciągu roku	$t_{uz}$	dni	365
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u	$G_{d\acute{s}r}$	dm <sup>3</sup> /d	1085
		m <sup>3</sup> /d	1,085
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u	$G_{h\acute{s}r}$	m <sup>3</sup> /h	0,045
Współczynnik nierównomierności rozbioru	$N_h$	-	2,72
Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.	$G_{hmax}$	m <sup>3</sup> /h	0,12
Średnie zapotrzebowanie na moc	$\Phi_{\acute{s}r}$	kW	2,33
Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na moc	$\Phi_{max}$	kW	6,35
Roczne zużycie c.w.	$V_{c.w.}$	m <sup>3</sup> /rok	396,025
Powierzchnia strefy pomieszczeń	$A_f$	m <sup>2</sup>	1443
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie c.w. na m <sup>2</sup>	$V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d	0,8
Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu	$k_R$	-	0,55
Roczne zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględniania sprawności systemu przygotowania c.w.u.	$Q_{w,nd}$	kWh/rok	12137,69
		GJ/rok	43,69
Sprawność wytwarzania	$\eta_{w,g}$	-	0,88
Sprawność przesyłu	$\eta_{w,d}$	-	0,70
Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{w,s}$	-	0,80
Sprawność wykorzystania	$\eta_{w,e}$	-	1,00
Sprawność całkowita	$\eta_{w,tot}$	-	0,49
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w. z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania c.w.u.	$Q_{c.w.}$	kWh/rok	24630,05
		GJ/rok	88,66

Współczynniki sprawności systemu grzewczego przyjęto na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz. 376).

Sprawność systemu przygotowania c.w.u.

$\eta_{wg}$	sprawność wytwarzania ciepła	0,88	dwustopniowy kocioł olejowy
$\eta_{wd}$	sprawność przesyłania ciepła	0,70	obiegi izolowane, ograniczony czas pracy, średnie instalacje od 30 do 100 punktów poboru wody
$\eta_{we}$	sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego	1,00	-
$\eta_{ws}$	sprawność akumulacji ciepła	0,80	zasobnik c.w.u. wyprodukowany w latach 2001-2005
$\eta_{w0}$	całkowita sprawność systemu grzewczego	0,49	$\eta_0 = \eta_{wg} * \eta_{wd} * \eta_{we} * \eta_{ws}$

#### 4.3. Koszty jednostkowe energii

Koszty jednostkowe energii z oleju i pelletu przyjęto na podstawie cen rynkowych w I kw. 2019 r.

##### Olej opałowy

- paliwo olejowe 3,19 zł/l
- gęstość 860 kg/m<sup>3</sup>=0,86 kg/l
- wartość opałowa 42,60 MJ/kg=36,34 MJ/l
- Opłata zmienna =87,78 zł/GJ

##### Pellet

- wartość opałowa 17 MJ/t
- koszt jednostkowy 800 zł/t
- Opłata zmienna Oz=47,06 zł/GJ

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

Lp.	Rodzaj przedsięwzięć i usprawnień	Sposób realizacji
1	Zmniejszenie strat ciepła przez ściany zewnętrzne.	Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem.
2	Zmniejszenie strat ciepła przez strop pod nieogrzewanym poddaszem	Ocieplenie stropu wełną mineralną.
3	Zmniejszenie strat ciepła przez stolarkę okienną i drzwiową oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki drzwiowej i okiennej, we wszystkich oknach zamontować nawiewniki higrosterowane.
4	Modernizacja instalacji grzewczej	Wymiana kotła na wysokosprawny kocioł na pellet, 5 klasy z certyfikatem ecodesign.

## 6. Ocena opłacalności i wybór wariantu usprawnienia

### 6.1. Ściany zewnętrzne

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne SZ		
Dane				A =	761,91	m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia:						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności $\lambda=0,032 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
<b>wariant 1</b> - o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariantcie 3						
<b>wariant 2</b> - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przewodzenia ciepła $U \leq 0,20 \text{ W/mK}$ , zgodnie z wymaganiami WT						
<b>wariant 3</b> - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,06	0,08	0,1
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		1,88	2,50	3,13
3	Opór cieplny $R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W	2,70	4,57	5,20	5,82
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$	GJ/a	95,66	56,42	49,63	44,30
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{W0} - t_{Z0}) / R$	MW	0,0119	0,0070	0,0062	0,0055
6	Roczna oszczędność kosztów	Zł/a				
	$\Delta Or_u = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot OZ + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot Om$			1846,85	2166,23	2417,03
7	Koszt realizacji usprawnienia $NU$	Zł		262 993,38	295 498,18	328 002,98
8	$SPBT = N_U / \Delta or_u$	Lata		142,40	136,41	135,71
9	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	0,371	0,22	0,19	0,17
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie kosztorysu Inwestorskiego.						
Wybrany wariant: 2	Koszt	295 498,18	zł	SPBT	136,41	lat



## 6.2. Strop pod nieogrzewanym poddaszem

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem		
Dane:				A =	976,35	m <sup>2</sup>
				$\lambda$	0,035	W/mK
<b>Opis wariantów usprawnienia:</b>						
Przewiduje się docieplenie stropu poddasza wełną mineralną o współczynniku przewodności $\lambda=0,035$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
<b>wariant 1</b> - o grubości warstwy izolacji o 4 cm mniejszej niż w wariantcie 2						
<b>wariant 2</b> - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przewodzenia ciepła $U \leq 0,15$ W/mK, zgodnie z wymaganiami WT						
<b>wariant 3</b> - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,08	0,12	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		2,29	3,43	4,57
3	Opór cieplny $R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W	3,53	5,82	6,96	8,10
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	93,51	56,78	47,46	40,77
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0116	0,0070	0,0059	0,0051
6	Roczna oszczędność kosztów	Zł/a				
	$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$			1728,43	2167,06	2481,99
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	Zł		68 700,25	73 476,20	77 319,01
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	Lata		39,75	33,91	31,15
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	0,28	0,17	0,14	0,12
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego						
Wybrany wariant: 2	Koszt	73 476,20	zł	SPBT	33,91	lat

### 6.3. Wymiana okien

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie i na ogrzanie powietrza wentylacyjnego			Przedsięwzięcie		
			Wymiana okien		
Dane:		Aok	252,99	m²	
		V <sub>nom</sub>	4060,15	m³/h	
Opis wariantów usprawnienia:					
Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na nowe, szczelne, o niskim współczynniku U, z wbudowanymi nawiewnikami higrosterowanymi					
wariant 1 - okna o współczynniku U = 0,9 W/m²K					
wariant 2 - okna o współczynniku U = 1,1 W/m²K					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m2*K	2,30	0,9	1,1
2	Współczynnik Cr	-	1,20	0,70	0,70
3	Współczynnik Cm	-	1,40	1,00	1,00
4	Współczynnik Cw	-	1,00	1,00	1,00
5	8,64*10^-5*Sd*Aok*U	GJ/a	196,92	77,06	94,18
6	0,0000294*Cr*Cw*Vnom*Sd	GJ/a	561,06	327,29	327,29
7	Q0U, Q1U = (5) + (6)	GJ/a	757,98	404,34	421,47
8	10^-6*Aok*(tW0-tZ0)*U	MW	0,024439	0,009563	0,011688
9	3,4*10^-7*Vobl*(tw0-tz0)	MW	0,081170	0,057979	0,057979
10	q0U, q1U = (8) + (9)	MW	0,1056	0,0675	0,0697
11	ΔOru=(Q0U-Q1U)OZ+12(q0U-q1U)Om	zł/rok		16642,32	15836,50
12	Koszt wymiany okien Nok	zł		139 965,79	123 141,90
13	SPBT=(Nok+Nw)/( Qrok + Qrw)	Lata		8,41	7,78
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>					
Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie kosztorysu Inwestorskiego.					
Wybrany wariant: 1	Koszt	139 965,79	zł	SPBT	8,41 lat

#### 6.4. Wymiana drzwi

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przedsięwzięcie			
			Wymiana drzwi			
Dane:		Adrzw	16,31	m²		
		V <sub>nom</sub>	261,75	m³/h		
Opis wariantów usprawnienia:						
Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi na nowe, szczelne, o niskim współczynniku U						
wariant 1 - drzwi o współczynniku U = 1,5 W/m²K						
wariant 2 - drzwi o współczynniku U = 1,3 W/m²K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Współczynnik przenikania drzew U	W/m2*K	2,50	1,5	1,3	
2	Współczynnik Cr	-	1,20	0,70	0,70	
3	Współczynnik Cm	-	1,40	1,00	1,00	
4	Współczynnik Cw	-	1,00	1,00	1,00	
5	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$	GJ/a	13,80	8,28	7,18	
6	$0,0000294 \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	36,17	21,10	21,10	
7	$Q_{0U}, Q_{1U} = (5) + (6)$	GJ/a	49,97	29,38	28,28	
8	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{W0} - t_{Z0}) \cdot U$	MW	0,0017	0,00103	0,00089	
9	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{W0} - t_{Z0})$	MW	0,005	0,003738	0,003738	
10	$q_{0U}, q_{1U} = (8) + (9)$	MW	0,0069	0,0048	0,0046	
11	$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot OZ + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		969,01	1020,96	
12	Koszt wymiany drzwi Ndrz	zł		19 783,22	21 424,32	
13	$SPBT = N_{drz} / (Q_{drz} + Q_{rw})$	Lata		20,42	20,98	
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie kosztorysów inwestorskich.						
Wybrany wariant: 2	Koszt	21 424,32	zł	SPBT	20,98	lat

## 6.5. Modernizacja kotła

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie sprawności systemu grzewczego.				
Dane:		qc.o.	124,29	kW
		Qc.o.	830,87	GJ/a
Opis wariantów usprawnienia:				
Usprawnienie obejmuje wymianę kotła olejowego na pellet.				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Wytwarzanie ciepła $\eta_g$	-	0,86	0,91
2	Przesyłanie ciepła $\eta_d$	-	0,96	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie systemu ogrzewania $\eta_e$	-	0,88	0,88
4	Akumulacja $\eta_s$	-	1,00	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_{co}=\eta_w\cdot\eta_p\cdot\eta_r\cdot\eta_e$	-	0,73	0,77
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	-	0,85	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	-	0,91	0,91
8	Współczynnik regulacji $w_t\cdot w_d$	-	0,77	0,77
9	$Q_{c.o.1}=Q_{c.o.0}\cdot w_t\cdot w_d/\eta_{co}$	GJ	884,59	835,98
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}=(Q_{0U}-Q_{1U})OZ+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/rok		38 307,71
11	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/kW		-
12	Koszt realizacji usprawnienia $N_{c.o.}$	zł		51 579,19
13	$SPBT = N_{c.o.}/ Q_{r\ c.o.}$	lata		1,35
Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie kosztorysów inwestorskich.				

## 7. Zestawienie przedsięwzięć termomodernizacyjnych wg rosnącego SPBT

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT						
L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT Lat	Q GJ/rok	q MW	
1	2	3	4	4	4	
1	Wymiana kotła	51 579,19	1,35	48,60	-	
2	Wymiana okien	139 965,79	8,41	353,64	0,0381	
3	Wymiana drzwi	21 424,32	20,98	21,69	0,0023	
4	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	73 476,20	33,91	46,05	0,0057	
5	Ocieplenie ściany zewnętrznej	295 498,18	136,41	46,03	0,00571	
Zestawienie zakresów wariantów termomodernizacyjnych						
Rodzaj usprawnienia		I	II	III	IV	V
A	Wymiana kotła	X	X	X	X	X
B	Wymiana okien	X	X	X	X	
C	Wymiana drzwi	X	X	X		
D	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	X	X			
E	Ocieplenie ściany zewnętrznej	X				

## 8. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego															
Nr wariant.	$Q_{co}^0$ $Q_{co}^1$ GJ/a	$q_{co}^0$ $q_{co}^1$ kW	$\eta_{co}$ $wt \cdot wd$	$Q_{co}$ GJ	$O_{r.c.o.}^0$ $O_{r.c.o.}^1$ Zł	$Q_{cw}^0$ $Q_{cw}^1$ GJ/a	$q_{cw}^0$ $q_{cw}^1$ kW	$\eta_{cw}$	$Q_{cw}$ GJ/a	$O_{r.c.w.}^0$ $O_{r.c.w.}^1$ Zł	$Q^0$ $Q^1$ GJ/a	$q^0$ $q^1$ kW	$O_r^0$ $O_r^1$ Zł	$\Delta O_r$ Zł	N Zł
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
stan istn.	830,87	124,29	0,73 0,77	884,59	77 649,13	43,69	2,33	0,49	88,66	7 782,67	973,25	126,62	85 431,80		
I	492,93	88,99	0,77 0,77	495,96	23 340,07	43,69	2,33	0,49	88,66	4 172,39	584,63	91,32	27 512,46	57 919,34	581 943,68
II	540,78	95,24	0,77 0,77	544,11	25 605,75	43,69	2,33	0,55	79,44	3 738,46	623,55	97,57	29 344,22	56 087,59	286 445,50
III	584,39	100,89	0,77 0,77	587,99	27 670,67	43,69	2,33	0,55	79,44	3 738,46	667,43	103,22	31 409,13	54 022,67	212 969,30
IV	594,08	102,13	0,77 0,77	597,74	28 129,49	43,69	2,33	0,55	79,44	3 738,46	677,18	104,46	31 867,95	53 563,85	191 544,98
V	830,87	124,29	0,77 0,77	835,98	39 341,42	43,69	2,33	0,55	79,44	3 738,46	915,42	126,62	43 079,88	42 351,92	51 579,19
Uwaga:															
$Q_o, Q_l$ - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji, GJ/rok,										$Q_r^0 = w_d^0 \cdot w_t^0 \cdot Q_{co}^0 / \eta_{co} + Q_{cw}^0 / \eta_{cw}$					
$O_o, O_l$ - roczne koszty ogrzania i przygotowania c.w.u. po termomodernizacji, zł/rok,										$q^0 = q_{co}^0 + q_{cw}^0$					
$q_o, q_l$ - zapotrzebowanie na moc cieplną budynku (c.o. + c.w.u.) przed i po termomodernizacji, kW,										$O^1 r = Q^1 \cdot O_z + q^1 \cdot O_m \cdot 12$					
$\Delta O_r$ - roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania c.w.u., zł/rok,										$O_r = O_r^1 - O_r^0$					
$N$ - nakłady inwestycyjne, zł															

Obliczenia wykonano za pomocą programu komputerowego Audytor OZC 6.8 Pro. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym wykonano wg normy PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia. Wartości średnich wieloletnich danych meteorologicznych przyjęto na podstawie danych IMiGW dla stacji meteorologicznej – Siedlce. Obciążenie cieplne budynku obliczono wg normy PN-EN 12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”

## 9. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zap. na energię z uwzgl. spr.	SPBT
-	-	zł	zł	%	Lata
I	Usprawnienie (1) + (2) + (3) + (4) + (5)	581 943,68	57 919,34	39,93	10,05
II	Usprawnienie (1) + (2) + (3) + (4)	286 445,50	56 087,59	35,93	5,11
III	Usprawnienie (1) + (2) + (3)	212 969,30	54 022,67	31,42	3,94
IV	Usprawnienie (1)+(2)	191 544,98	53 563,85	30,42	3,58
V	Usprawnienie (1)	51 579,19	42 351,92	5,94	1,22

Przyjęte do realizacji przedsięwzięcie termomodernizacyjne nr I polega na:

- wymianie kotła olejowego o mocy 250 kW na kocioł na pellet o mocy 100 kW
- ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o gr. 8 cm i wsp.  $\lambda=0,032$  W/mK,
- ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną o gr. 12 cm i wsp.  $\lambda=0,035$  W/mK,
- wymiana stolarki okiennej i drzwiowej na drzwi o wsp.  $U = 1,3$  W/m<sup>2</sup>K i okien o wsp  $U = 0,9$  W/m<sup>2</sup>K,

## **10. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie 1101,75 m<sup>2</sup> ścian zewnętrznych warstwą 8 cm styropianu o współczynniku  $\lambda \leq 0,032$  W/m\*K wraz z robotami towarzyszącymi.
2. Wymiana 252,99 m<sup>2</sup> okien o współczynniku  $U = 0,9$  [W/m<sup>2</sup>K] wraz z robotami towarzyszącymi.
3. Wymiana 16,31 m<sup>2</sup> drzwi na nowe o współczynniku  $U = 1,3$  [W/m<sup>2</sup>K] wraz z robotami towarzyszącymi.
4. Ocieplenie 940,37 m<sup>2</sup> stropu pod nieogrzewanym poddaszem dachu warstwą 12 cm wełny mineralnej o współczynniku  $\lambda \leq 0,035$  W/m\*K wraz z robotami towarzyszącymi.
5. Wymiana kotła olejowego o mocy 250 kW na kocioł na pellet 5 klasy z certyfikatem ecodesign, sterownikiem pogodowym, zbiornikiem na pellet oraz niezbędnym wyposażeniem. Kocioł wyposażony w sterownik LAN umożliwiający pomiar, monitoring oraz zarządzanie energią wyprodukowaną przez kocioł.



## 10. Analiza ekologiczna

Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> wyznaczone zgodnie z metodologią przyjętą w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z dnia 27 lutego 2015 r. (Dz.U. z 2015 r. poz. 376) – załącznik nr 1, pkt. 6.1.2, (w tym zgodnie z opracowaniem aktualnym na dany rok, opublikowanym przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami).

Nośnik energii w budynku	Wskaźnik emisji [kgCO <sub>2</sub> /GJ]	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji	
		Zapotrzebowanie na energię końcową [GJ/rok]	Wielkość emisji kgCO <sub>2</sub> /rok	Zapotrzebowanie na energię końcową [GJ/rok]	Wielkość emisji kgCO <sub>2</sub> /rok
olej opałowy	77,40	973,25	75329,48	-	-
pellet	0,00	-	-	584,63	0

Redukcja emisji CO <sub>2</sub> [kg/rok]	Redukcja emisji CO <sub>2</sub> [ton/rok]	Redukcja emisji CO <sub>2</sub> [%]
<b>75329,48</b>	<b>75,33</b>	<b>100%</b>

Wskaźnik rezultatu	Jednostka	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji	Redukcja/Efekt
Zużycie energii pierwotnej w budynku	GJ/rok	1070,57	643,09	427,49
	MWh/rok	297,38	178,64	118,75
	%			39,93%
Zużycie energii końcowej w budynku	GJ/rok	973,25	584,63	388,62
	MWh/rok	270,35	162,40	107,95
	%			39,93%

## **Załącznik nr 1 – Audyt energetyczny energii elektrycznej**

<b>Temat:</b>	<b>AUDYT ENERGETYCZNY ENERGII ELEKTRYCZNEJ BUDYNKU PUBLICZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ W MSC. SARNÓW</b>	
<b>Adres obiektu:</b>	<b>21-421 Tuchowicz, Sarnów 19B, gm. Stanin</b>	
<b>Inwestor:</b>	<b>Gmina Stanin</b>	
<b>Adres Inwestora</b>	<b>21-422 Stanin, Stanin 62</b>	
		
<b>OPRACOWAŁ:</b>	<b>mgr inż. Łukasz Janiszek ZAE nr 1891 MI/ŚE/12621/2015</b>	
<b>WARSZAWA 19.02.2019 r</b>		

## STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGII ELEKTRYCZNEJ

### 1.Dane identyfikacyjne budynku

1.1. Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2.Rok rozpoczęcia budowy	2001
1.3.Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Publiczna Szkoła Podstawowa w Sarnowie, 21-421 Tuchowicz, Sarnów 19B, gm. Stanin	1.4.Adres budynku	21-421 Tuchowicz, Sarnów 19B, gm. Stanin

2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:

## ***USŁUGI PROJEKTOWO-INWESTYCYJNE***

**JANISZEK BOŻENA**

21-400 ŁUKÓW

ul. KILIŃSKIEGO 58

TEL/FAX. (025)798-42-73

TEL.KOM.0606-931-696

NIP 8251357117

REGON 60757067

3.Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis

Imię i nazwisko	Adres	PESEL	Uprawnienia	Podpis
Łukasz Janiszek	ul. Woronicza 76/93, 02-640 Warszawa	85122011479	ZAE nr 1891 MI/ŚE/12621/2015	

#### 4. Współautorzy audytu

Lp.	Imię i nazwisko	Uprawnienia	Podpis
-	-	-	-

5. Miejscowość	Warszawa	Data wykonania opracowania	19.02.2019
----------------	----------	----------------------------	------------

## 6. Spis treści

Karta audytu energii elektrycznej.....	3
Cel i zakres opracowania .....	4
Podstawa opracowania .....	4
Dane wyjściowe.....	4
Opis stanu istniejącego.....	5
Instalacja fotowoltaiczna.....	5
Optymalizacja rozwiązań technicznych .....	8
Ocena ekonomiczna i ekologiczna instalacji fotowoltaicznej.....	9
Planowany zakres robót .....	10

## Karta audytu energii elektrycznej

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO ENERGII ELEKTRYCZNEJ		Data wykonania	
		19.02.2019	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:	Wykonanie instalacji fotowoltaicznej		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 15,6 kWp w budynku Publicznej Szkoły Podstawowej w Sarnowie		
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane* przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):	Publiczna Szkoła Podstawowa w Sarnowie 21-421 Tuchowicz, Sarnów 19B, gm. Stanin		
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej	14 125,08	kWh/rok	
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	42 375,24	kWh/rok	
Planowane koszty całkowite	134 929,30	zł	
Roczna oszczędność kosztów energii	10 679,92	zł	
SPBT	12,63	lat	
Redukcja emisji CO <sub>2</sub>	10,99	MgCO <sub>2</sub> /rok	
	98,15	%	
Dane sporządzającego audyt energii elektrycznej			
Imię i nazwisko:	mgr inż.. Łukasz Janiszek		
Nr telefonu:	600-801-468		
Uprawnienia:	ZAE nr 1891 MI/ŚE/12621/2015		
Podpis:			

## **Cel i zakres opracowania**

Celem audytu jest optymalizacja energetyczna systemu energii elektrycznej w budynku Publicznej Szkoły Podstawowej w Sarnowie. Zakres opracowania obejmuje analizę techniczno-ekonomiczną możliwych do wprowadzenia przedsięwzięć zmniejszających zużycie energii poprzez produkcję jej na potrzeby własne za pomocą paneli fotowoltaicznych.

## **Podstawa opracowania**

Audyt oświetlenia opracowano na podstawie:

- zlecenia Inwestora,
- wizji w terenie 15.02.2019,

Uwagi i zalecenia Inwestora:

- osoba udzielająca informacji: Karol Kłós,
- obniżenie kosztów energii elektrycznej,
- uzyskanie dotacji na wykonanie działań modernizacyjnych z innych źródeł niż Ustawa o wspieraniu termomodernizacji i remontów np. środków NFOŚiGW, WFOŚ, GIS, POIŚ, RPO lub podobnych

Podstawę merytoryczną niniejszego opracowania stanowią:

- Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U.Nr.223, poz.1459,
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. Nr 43 poz. 346,

## **Dane wyjściowe**

- dostarczone przez Inwestora informacje dotyczące kosztów zakupu energii elektrycznej 30.11.2018-31.12.2018 r.
- obowiązująca taryfa energii elektrycznej firmy PGE Dystrybucja S.A. oraz firmy Fortum Marketing and Sales Polska S.A.
- normy i przepisy eksploatacyjne,
- projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy 15,6 kWp
- warunki techniczne, przepisy budowlane i normy branżowe.
- EN 61730-1 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)--Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji
- EN 61730-2 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)--Część 2: Wymagania dotyczące badań

## Opis stanu istniejącego

Budynek posiada własne przyłącze kablowe. Energia elektryczna w budynku zużywana jest na potrzeby oświetlenia wbudowanego oraz zasilania urządzeń elektrycznych będących na wyposażeniu budynku.

Zużycie oraz koszty jednostkowe energii elektrycznej przyjęto na podstawie faktur z 2018 roku firmy PGE Dystrybucja S.A. oraz firmy Fortum Marketing and Sales Polska S.A., dla taryfy C11. Struktura zużycia i kosztów przedstawia się w następujący sposób:

Taryfa C11

Okres	Zużycie [kWh]	Koszty [zł]	
		PGE Dystrybucja	fortum
sty.18	1 912,00	653,25	686,91
lut.18	1 338,00	511,59	485,65
mar.18	743,00	377,08	279,21
kwi.18	2 201,00	706,68	636,70
maj.18	1 007,00	436,76	371,44
cze.18	705,00	368,48	265,50
lip.18	287,00	273,98	120,38
sie.18	347,00	287,55	150,29
wrz.18	683,00	365,51	256,43
paź.18	1 655,00	583,25	596,27
lis.18	1 704,00	594,34	613,61
gru.18	1 809,00	618,06	642,06
Σ	14 391,00	5 776,53	5 104,45

średni koszt jedn. [zł/kWh] 0,76

## Instalacja fotowoltaiczna

Przetwarzanie energii słonecznej odbywa się na drodze konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. W panelu fotowoltaicznym energia promieniowania słonecznego przekształcana jest na energię elektryczną prądu stałego. Za pomocą przewodów solarnych prąd stały zostaje przetransportowany do inwertera, gdzie dochodzi do przetworzenia prądu stałego (DC) na prąd zmienny (AC). Wyprodukowana w ten sposób energia, za pomocą przewodów elektrycznych, zostaje dostarczona do wewnętrznej instalacji elektrycznej. Ilość wyprodukowanej energii elektrycznej przez instalacje fotowoltaiczne jest uzależnione od intensywności promieniowania słonecznego padającego na moduły fotowoltaiczne, czasu ekspozycji oraz poprawności wykonania projektu i prawidłowości montażu instalacji.

W składzie każdej instalacji do produkcji elektrycznej muszą się znaleźć co najmniej następujące elementy o następujących parametrach:

a) Panele fotowoltaiczne (monokrystaliczne) – urządzenia elektroniczne, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zmiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny, powinny być przystosowane do montażu na różnych typach dachów bez względu na rodzaj pokrycia, możliwość montażu w pionie i poziomie. Do wykonania instalacji powinny być użyte panele fotowoltaiczne gwarantujące najwyższą jakość i długotrwałość działania.

b) Inwertery fotowoltaiczne (falowniki) - urządzenia umożliwiające wytworzenie poprzez panele fotowoltaiczne prądu stałego na prąd przemienny. Na wyjściu inwertera będzie napięcie prądu zmiennego AC o wartości 230V. Przetwornice należy umieścić wewnątrz budynków. W zależności od rodzaju instalacji elektrycznej istniejącej w budynku należy zastosować inwertery jedno – lub trójfazowe o mocy dostosowanej do danego rodzaju zestawu.

c) Okablowanie – po stronie AC i DC instalacji fotowoltaicznej o parametrach wynikających z projektu oraz uwzględniających systemowe rozwiązania producentów modułów fotowoltaicznych oraz inwerterów.

d) Przewody po stronie DC – przeznaczone do przyłączania fotowoltaicznych części instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków. Przewody powinny charakteryzować się odpowiednią średnicą zewnętrzną do instalacji, długotrwałością i wytrzymałością. Izolacje i płaszcze kabli solarnych powinny gwarantować wysoką odporność na działanie ciepła, zimna, ścieranie, działanie ozonu, promieniowanie UV i pozostałych warunków atmosferycznych. Kable jednożyłowe i atestowane do pracy przy napięciu nominalnym 0.6/1kV. Przeznaczone do bezpośredniego połączenia ze sobą poszczególnych ogniw fotowoltaicznych, jak i do okablowania w puszkach połączeniowych oraz połączeń z inwerterem. Kable powinny zachować swoje właściwości mechaniczne w zakresie temperatur otoczenia.

e) Przewody po stronie AC – przewody wielożyłowe miedziane w układzie TN ( np. TN-C-S ) w izolacji i osłonięte polwinitowej. Przekroje przewodów dobrane są niżej w dopracowanym projekcie. Całość urządzeń składających się na jeden generator należy umieścić w szafie rozdzielczej. Obudowy szafy musi być wykonana w II klasie izolacji, przynajmniej IP44 zgodnie z wytycznymi OSDE. Przy montażu należy zapewnić odpowiedni przestrzeń wokół szafy z uwzględnieniem nagrzewania się urządzeń.

f) Zabezpieczenie instalacji – u celu zabezpieczenia systemów fotowoltaicznych i podłączonych do nich urządzeń elektronicznych przed przepięciami i sprzężeniami, stosuje się specjalne ograniczniki przepięć (SPD) przeznaczone jest do systemów fotowoltaicznych. W instalacjach prądu stałego nie występuje „przejście prądu przez zero” , przez co utrudniony jest gaszenie prądów zwarciovych. Dobór niewłaściwych ograniczników przepięć może stwarzać zagrożenie pożarowe dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Celem zastosowania odpowiednich zabezpieczeń jest ochrona wszystkich urządzeń w danej linii zasilającej zgodnie z aktualnymi normami bezpieczeństwa oraz odbiór instalacji przez OSD.

g) Zestawy montażowe – zestaw uchwytów umożliwiających montaż paneli fotowoltaicznych na dachu. Uchwyty powinny być wykonane z materiałów niekorodujących, np. aluminium lub stal nierdzewna.

h) System zarządzanie energią w oparciu o technologię TIK – Technologia informacyjno komunikacyjna.

i) Licznik energii brutto 3-fazowy – zainstalowany w rozdzielni AC zaliczający wyprodukowaną energię z źródła OZE.

#### Podstawowe parametry techniczne modułów fotowoltaicznych (przy STC)

Lp.	Podstawowe minimalne parametry techniczne, którym powinny odpowiadać oferowane urządzenia	Jednostka	Wartość parametrów
1	Moc maksymalna	Wp	300
2	Ilość ogniw	szt.	60
3	Współczynnik wypełnienia	-	> 0,770
4	Wydajność	%	> 18,40
5	Długość	mm	1640 mm – 1675
6	Szerokość	mm	992 – 1001
7	Grubość	mm	40 - 33
8	Waga	-	> 18,5 kg
9	Gniazdo przyłączeniowe	-	Min IP67
10	Min. obciążenie statyczne – przednia strona modułu	Pa	> 6000
11	Min. obciążenie statyczne – tylna strona modułu (ssanie wiatru)	Pa	>3000
12	Zabezpieczenie prądu zwrotnego	A	25
13	Przepuszczalność światła warstwy antyrefleksyjnej	%	>94



## Optymalizacja rozwiązań technicznych

W celu wykorzystania energii słonecznej do produkcji energii elektrycznej przewidziano budowę instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku Publicznej Szkoły Podstawowej w Sarnowie. Wielkość instalacji fotowoltaicznej i jej moc dobrano na podstawie dostępnej powierzchni dachu nadającej się do wykorzystania z uwzględnieniem możliwego występowania zacienienia. Moc instalacji fotowoltaicznej określono na podstawie lokalnych warunków meteorologicznych i natężenia promieniowania słonecznego w ciągu roku. Biorąc pod uwagę powierzchnię dachu, możliwe występowanie zacienienia oraz wymagane odstępy pomiędzy panelami w wyniku optymalizacji dobrano 52 szt. paneli monokrystalicznych o mocy 300 W każdy. Łączna moc elektryczna instalacji 15,6 kWp. Minimalny kąt montażu paneli 30°, panele skierowane w kierunku południowo-zachodnim.

Rzeczywista moc zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej:

$$P_{rzPV} = \frac{I \text{ wsp.kor } P_{mod} w_w}{I_{STC}} = \frac{1100 \cdot 1,02 \cdot 15,6 \cdot 0,807}{1} = 14125,08 \text{ kW /rok}$$

gdzie:

$P_{rzPV}$  – rzeczywista ilość energii wyprodukowanej w ciągu roku [kWh/rok]

$I$  – nasłonecznienie, przyjęto 1100 [kWh/m<sup>2</sup>]

Wsp. kor – współczynnik korekcyjny w zależności od kąta nachylenia paneli oraz odchyłki od kierunku południowego. Dla kąta montażu 30° oraz odchylenia od kierunku południowego 69 ° odczytano wsp.kor= 1,02

$P_{mod}$  – moc zainstalowanych modułów fotowoltaicznych 52x300=15,6 kWp

$w_w$  – współczynnik wydajności, przyjęto 80,7%

$I_{STC}$  – natężenie promieniowania słonecznego dla testowanych paneli (STC), przyjęto 1000W/m<sup>2</sup>=1kW/m<sup>2</sup>

## Ocena ekonomiczna i ekologiczna instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	fotowoltaika		
1	Zużycie energii elektrycznej	kWh/rok	14 391,00	14 391,00		
		GJ/rok	51,81	51,81		
2	Zużycie energii pierwotnej	kWh/rok	43 173,00	43 173,00		
		GJ/rok	155,42	155,42		
3	Produkcja energii elektrycznej	kWh/rok	0,00	14 125,08		
		GJ/rok	0,00	50,85		
4	Redukcja zużycia energii elektrycznej finalnej	kWh/rok		14 125,08		
		GJ/rok		50,85		
		%		98,15%		
5	Redukcja zużycia energii pierwotnej	kWh/rok		42 375,24		
		GJ/rok		152,55		
		%		98,15%		
6	Zużycie energii elektrycznej z sieci	kWh/rok	14391,00	265,92		
		GJ/rok	51,81	0,96		
7	Emisja ECO2	Mg CO2/rok	11,20	0,21		
8	Redukcja emisji ECO <sub>2</sub>	Mg CO2/rok		10,99		
		%		98,15%		
9	Koszt jednostkowy energii elektrycznej*	zł/kWh	0,756	0,756		
10	Roczny koszt energii	zł/rok	10880,98	201,06		
11	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub>	zł/rok		10 679,92		
12	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		134 929,30		
13	SPBT=N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	Lata		12,63		
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Kalkulację kosztów przyjęto w oparciu o kosztorys inwestorski montażu instalacji fotowoltaicznej						
Koszt		134 929,30	zł	SPBT	12,63	lat
*) Zgodnie z faktura 30.11.2018-31.12.2018						

Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> dla energii elektrycznej (0,778 kgCO<sub>2</sub>/kWh) wyznaczane zgodnie z metodologią przyjętą w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z dnia 27 lutego 2015 r. (Dz.U. z 2015 r. poz. 376) – załącznik nr 1, pkt. 6.1.2, (w tym zgodnie z opracowaniem aktualnym na dany rok, opublikowanym przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami).

## **Planowany zakres robót**

- montaż 52 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy 300Wp każdy,
- montaż konstrukcji wsporczej na dachu budynku z uziemieniem,
- montaż inwertera
- montaż aparatury w postaci rozdzielnic DC oraz AZ z zabezpieczeniami,
- wewnętrzne i zewnętrzne trasy kablowe na potrzeby systemu fotowoltaicznego,
- podłączenie instalacji PV do istniejącej tablicy bezpiecznikowej budynku,
- montaż instalacji odgromowej,
- uruchomienie systemu pomiaru, monitoringu i zarządzania wykorzystaniem energii elektrycznej w budynku

Koszt robót zgodnie z kosztorysem inwestorskim wyniesie 13`4929,3zł brutto

## Załącznik nr 2 – Obliczenia

Stan istniejący

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	930,6	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi T$ :	74219	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi V$ :	50070	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	124289	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi RH$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi HL$ :	124289	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do powierzchni $\phi HL,A$ :	133,6	W/m2
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do kubatury $\phi HL,V$ :	19,4	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	4321,9	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	830,87	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	230796	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	931	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	892,8	MJ/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	248,0	kWh/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	129,8	MJ/(m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	36,0	kWh/(m3 ·rok)

Wariant V

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	930,6	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi T$ :	74219	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi V$ :	50070	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	124289	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi RH$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi HL$ :	124289	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do powierzchni $\phi HL,A$ :	133,6	W/m2
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do kubatury $\phi HL,V$ :	19,4	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	4321,9	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	830,87	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	230796	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	931	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	892,8	MJ/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	248,0	kWh/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	129,8	MJ/(m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	36,0	kWh/(m3 ·rok)

Wariant IV

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	930,6	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi T$ :	52063	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi V$ :	50070	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	102133	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi RH$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi HL$ :	102133	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do powierzchni $\phi HL, A$ :	109,7	W/m2
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do kubatury $\phi HL, V$ :	16,0	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	3841,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	594,08	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	165022	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	931	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	638,4	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	177,3	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	92,8	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	25,8	kWh/ (m3 ·rok)

Wariant III

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	930,6	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi T$ :	50820	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi V$ :	50070	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	100891	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi RH$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi HL$ :	100891	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do powierzchni $\phi HL, A$ :	108,4	W/m2
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do kubatury $\phi HL, V$ :	15,8	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	3841,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	584,39	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	162332	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	931	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	627,9	MJ/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	174,4	kWh/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	91,3	MJ/(m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	25,4	kWh/(m3 ·rok)

Wariant II

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	930,6	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi T$ :	45174	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi V$ :	50070	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	95245	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi RH$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi HL$ :	95245	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do powierzchni $\phi HL, A$ :	102,3	W/m2
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do kubatury $\phi HL, V$ :	14,9	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	3841,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	540,78	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	150216	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	931	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	581,1	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	161,4	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	84,5	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	23,5	kWh/ (m3 ·rok)

Wariant I

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	930,6	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi T$ :	38929	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi V$ :	50070	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	88999	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi RH$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi HL$ :	88999	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do powierzchni $\phi HL, A$ :	95,6	W/m2
Wskaźnik $\Phi HL$ odniesiony do kubatury $\phi HL, V$ :	13,9	W/m3
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Siedlce	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie Vv,H:	3841,7	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	492,93	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	136924	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	931	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	6402,9	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	529,7	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	147,1	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	77,0	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	21,4	kWh/ (m3 ·rok)

Symbol	D	Opis materiału	$\lambda$	$\rho$	$c_p$	R	R <sub>cor</sub>	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kg·K)	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne								
Ściana przy podłodze: SZ								
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z <sub>gw</sub> : 1,80								
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nh</sub> = m i długości D <sub>h</sub> = m								
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d <sub>nv</sub> = m i długości D <sub>v</sub> = m								
PVC	0,0030	Wykładzina podłogowa PVC.	0,200	1300	1,260	0,015	0,015	
BET-CHUDY	0,0300	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,029	0,029	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	
BET-CHUDY	0,0500	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,048	0,048	
STYROPIANS	0,0600	Styropian ułożony szczelnie.	0,040	30	1,460	1,500	1,500	
PAPA-ASF	0,0100	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,056	0,056	
BET-POSADZ	0,1000	Podkład z betonu pod posadzkę.	1,400	2200	0,840	0,071	0,071	
ŻWIR	0,2000	Żwir.	0,900	1800	0,840	0,222	0,222	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R <sub>g</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:							1,628	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:							3,596	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:							0,278	
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogrz. poddaszem, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne								
PŁ-PAŻ-LN6	0,0200	Płyty z paździerzy lnianych - gęstość 600	0,130	600	1,460	0,154	0,154	
WEŁNA-PŁ	0,1500	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki	0,050	130	0,750	3,000	3,000	
PAPA-ASF	0,0010	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,006	0,006	
BET-CHUDY	0,0100	Podkład z betonu chudego.	1,050	1900	0,840	0,010	0,010	
ŻELBET	0,2400	Żelbet.	1,700	2500	0,840	0,141	0,141	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:							0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:							0,100	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:							3,528	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:							0,283	
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne								
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	
GAZOBET-1	0,2400	Gazobeton 1.	0,349	1000	1,000	0,688	0,688	
STYROPIAN	0,0500	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	1,111	1,111	
GAZOBET-1	0,2400	Gazobeton 1.	0,349	1000	1,000	0,688	0,688	
TYNK-CW	0,0150	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	
Opór przejmowania wewnątrz R <sub>i</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:							0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz R <sub>e</sub> , [m <sup>2</sup> ·K/W]:							0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m <sup>2</sup> ·K/W]:							2,693	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:							0,371	

## Załącznik nr 2– Dokumentacja fotograficzna



Fot.1 Elewacja zachodnia



Fot.2 Elewacja południowo-wschodnia





Fot.3 Elewacja północo-wschodnia

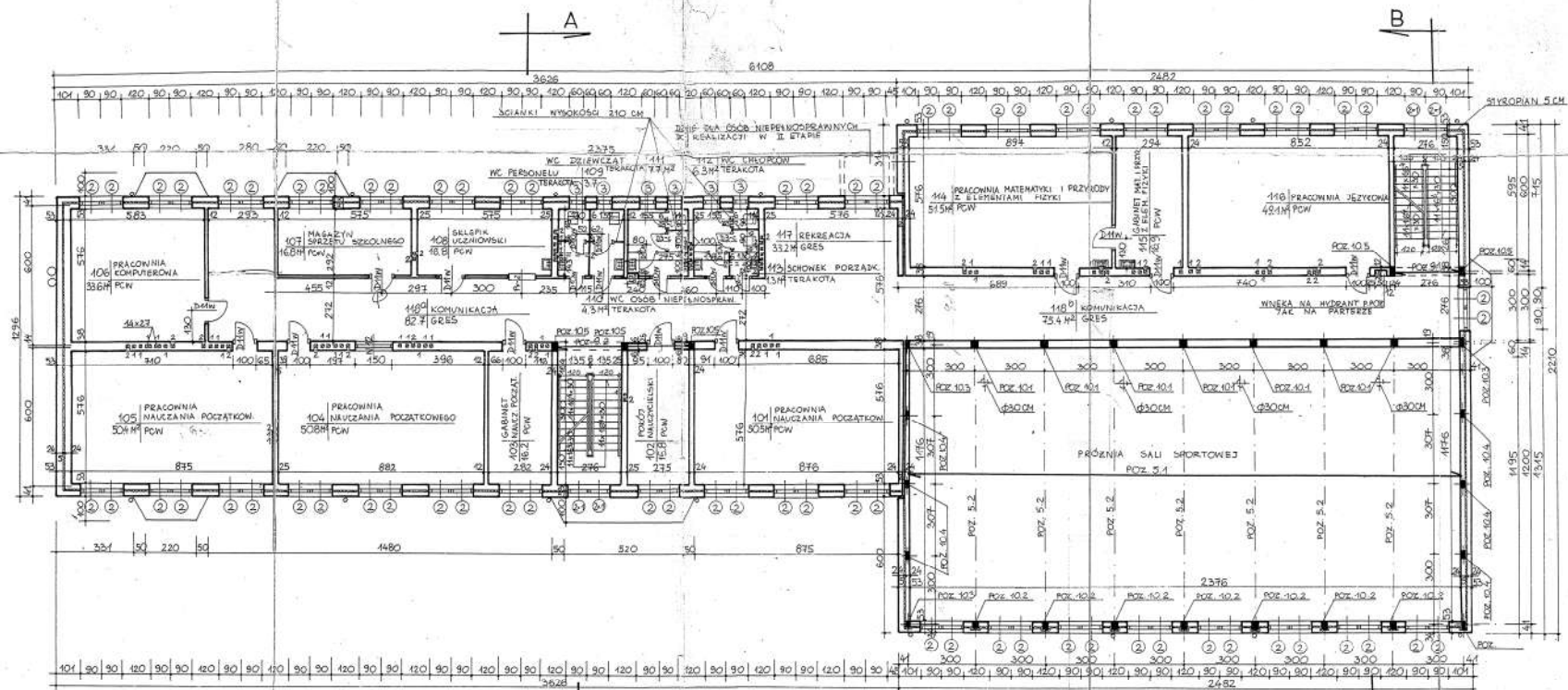


Fot.4 Elewacja północno-zachodnia



RZUT PARTERU 1:100

OBJEKT	SZKOŁA PRZYSTANOWIA	INWESTOR	ZARZĄD GMIN STANISŁAW
LOKALIZACJA	DARNOŃ	LUTY	2000 R.
STADIUM	PROJEKT BUDOWLANY	SKALA	1:100
BRANŻA	ARCHITECTURA	PROJEKTANT	MGR INŻ. CZ. SZYMCZAK
PROJEKTANT	MGR INŻ. CZ. SZYMCZAK	DATA	10.09.2007 R.
OPRACOWAŁ	MGR INŻ. J. SZYMCZAK	NR DOK.	5



RZUT PIĘTRA 1:100

OBIEKT	SZKOŁA PODSTAWOWA	INWENTOR
LOKALIZACJA	SAPINÓW	ZABDO CHW. STANIN
STADIUM	PROJEKT BUDOWLANY	LUTY 2000 R.
BRANEA	ARCHITEKTURA	SKALA 1:100
PROJEKTANT	MGR INŻ. CZ. SPRYCHAŁA	MPR. NR 223/R
OPRACOWANIE	MGR INŻ. U. GĄSIŃSKA	NR. RYS. 4