

Temat:	AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU PUBLICZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. STANISŁAWA GRAFIKA W ZAGOŹDZIU
Adres obiektu:	21-421 Tuchowicz, Lipniak 5, gm. Stanin
Inwestor:	Gmina Stanin
Adres Inwestora	21-422 Stanin, Stanin 62



OPRACOWAŁ:	mgr inż. Łukasz Janiszek ZAE nr 1891 MI/ŚE/12621/2015	
-------------------	---	--

WARSZAWA 19.02.2019 r

STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO

1. Dane identyfikacyjne budynku

1.1. Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2. Rok rozpoczęcia budowy	1996 r.
1.3. Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Publiczna Szkoła Podstawowa im. Stanisława Grafika w Zagoździu 21-421 Tuchowicz, Lipniak 5, gm. Stanin	1.4. Adres budynku	21-421 Tuchowicz, Lipniak 5, 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. KILIŃSKIEGO 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	16
6.	Ocena opłacalności i wybór wariantu usprawnienia.....	17
6.1.	Ściany zewnętrzne	17
6.2.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem.....	18
6.3.	Wymiana okien.....	19
6.4.	Wymiana drzwi.....	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
11.	Analiza ekologiczna.....	25

Załącznik 1 – Audyt energii elektrycznej

Załącznik 2 - Wyniki obliczeń

Załącznik 3 – Dokumentacja fotograficzna

Załącznik 4 – Szkice budynku

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m³]	8222,60	
4.	Powierzchnia netto budynku [m²]	1808	
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m²]	nie dotyczy	
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²]	1808	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	nie dotyczy	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	15 pracowników, 160 uczniów	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny, pompowy	
11.	Współczynnik kształtu A/V [m²/m³]	0,22	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,493	0,19
3.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,283	0,14
4.	Podłoga na gruncie	0,28	0,28
5.	Okna	3,00	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 η_g	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłania η_d	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji η_h	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia η_t	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby η_d	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania η_g	0,88	0,88
2.	Sprawność przesyłania η_d	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji η_h	0,85	0,85
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]	5550,2	5550,2
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]	178,12	115,51
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u [kW]	2,64	2,64

3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1212,81	640,87
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1168,90	617,66
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowywania c.w.u. [GJ/rok]	104,55	104,55
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)]	186,34	98,46
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m²rok)]	179,59	94,90
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0%	0%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	38,61	38,61
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	6767,54	6767,54
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m³]	12,74	12,74
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	6767,54	6767,54
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² pow. użytkowej [zł/(m²m-c)]	2,08	1,10
6.	Opłata za 1 GJ na przygotowanie c.w.u. [zł/GJ]	38,61	38,61
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	43,29
Planowane koszty całkowite [zł]	728 686,88	Premia termomodernizacyjna [zł]	-
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	26 367,60		
¹⁾ Dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku ²⁾ U _{OZE} [%] 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. ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii ⁴⁾ 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]
551,23+128,07=679,3 GJ/rok
- Efektywność energetyczna
Zmniejszenie zużycia energii cieplnej 43,29%
Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej 99,07 %
Sumaryczne zmniejszenie energii przez budynek 48,43%
- Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych CI32 [kWh/rok]
168431,90 + 106725,96= 275157,86 kWh/rok
- Dodatkowa zdolność wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych CI30 [MW]
0,0144MW
- Dodatkowa zdolność wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych [MWe]
0,0144 MWe
- Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych CI34 [tCO₂]
30,92+27,68=58,6 tCO₂
- 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
- Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [MWh/rok]
35,57 MWh/rok
- Powierzchnia użytkowa budynków poddanych termomodernizacji
1808 m²
- System pomiaru, monitoringu i zarządzania wykorzystaniem energii w budynku
TAK
- Całkowity koszt
986`859,72 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 im. Stanisława Grafika w Zagoździu.

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 1995 roku,
- projekt modernizacji kotłowni z 2016 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: Joanna Mućka
- Obniżenie kosztów eksploatacji budynku,
- Poprawa efektywności energetycznej budynku,
- 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 1996-1998r. 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, pokój lekarza. Komunikacja pionowa odbywa się schodami zlokalizowanymi w środkowej części obiektu. Łącznik przylegający do szkoły i Sali sportowej tworzy ciąg komunikacyjny pomiędzy szkołą a salą gimnastyczną.

3.1. Dane ogólne:

- budynek wykonany pod koniec lat 90-tych,
- liczba kondygnacji – 2,
- wysokość kondygnacji w osiach – 3,6 m
- wysokość kondygnacji ogrzewanej w świetle – 3,3 m,
- kubatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej $V=8222,6 \text{ m}^3$,
- powierzchnia przestrzeni ogrzewanej $A=1808 \text{ m}^2$,
- kubatura zewnętrzna 11930 m^3 ,
- powierzchnia przegród zewnętrznych $A= 3836,59 \text{ m}^2$,
- wskaźnik zwartości budynku $A/V=0,22$
- czas użytkowania budynku 10h/d,
- liczba osób 15 pracowników, 160 uczniów

3.2. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Fundamenty - ławy i stopy fundamentowe betonowe zbrojone stalą. Ściany fundamentowe murowane z bloczków betonowych na zaprawie cementowej .

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

Ściany wewnętrzne nośne - ściany konstrukcyjne gr 25 cm oraz kanały wentylacyjne i kominy murowane z cegły silikatowej pełnej na zaprawie cementowo . 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 mb.

Dach - wielospadowy o konstrukcji drewnianej płatwiowo – kleszczowej ze ścianką kolankową oraz z 2-oma ramami stolcowymi. Murłaty o przekroju 12,5x12,5 cm kotwione w wieńcach żelbetowych . Płatwie o przekroju 15x12,5 cm. Krokwie o przekroju 16x7,5 cm , słupki o przekroju 12,5x12,5 cm ,

kleszcze o przekroju 2x15x6,3 cm. Dach kryty dachówką bitumiczną na deskowaniu pełnym. Wejście na strych schodami z klatki schodowej.

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 są dwa kotły gazowe kondensacyjne Vitocrossal 200 firmy Viessmann o mocy 44-176 kW każdy. Kotłownia modernizowana w 2016 roku. Przewody izolowane. Kotłownia w bardzo dobrym stanie technicznym.

3.4. Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja wodna pompowa z rozdziałem dolnym wykonana z rur stalowych. Parametry czynnika grzejnego 80/60 °C. Piony oraz gałęzki zasilające grzejniki prowadzone natynkowo bez izolacji. Grzejniki członowe aluminiowe 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 gazowej. 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. ściana zew. $U_{\text{istn}}=0,493$ [$\text{W/m}^2\text{K}$]	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 $U_{\text{istn}}=3,0$ [$\text{W/m}^2\text{K}$] 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 gazowy kondensacyjny z 2016 roku.	Nie rozpatruje się.
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]	178,12
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1212,81
	[kWh/rok]	336919
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	1168,90
	[kWh/rok]	324696
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	186,35
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m ² rok)]	179,59

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
ηH_g	sprawność wytwarzania ciepła	0,95	kocioł gazowy kondensacyjny 120-1200 kW
ηH_d	sprawność przesyłania ciepła	0,96	kocioł w ogrzewanym pomieszczeniu, przewody zasilające i poziomy izolowane
ηH_e	sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego	0,88	grzejniki członowe i płytowe z regulacją centralną i miejscową (zakres P-2K)
ηH_s	sprawność akumulacji ciepła	1,00	brak zasobnika buforowego
ηH_0	całkowita sprawność systemu grzewczego	0,80	$\eta H_0 = \eta H_g * \eta H_d * \eta H_e * \eta H_s$

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. (dm³/m² doba),

A_f – powierzchnia pomieszczeń,

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

ρ_w – gęstość wody,

θ_w – obliczeniowa temperatura c.w. na zaworze czepalnym (55°C),

θ_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.

$$\Phi_{sr} = \frac{G_{h\dot{s}r} c_w \rho_w (\theta_w - \theta_0)}{3600}$$

$$\Phi_{max} = \frac{G_{hmax} c_w \rho_w (\theta_w - \theta_0)}{3600}$$

$$G_{h\dot{s}r} = \frac{G_{d\dot{s}r}}{T}$$

$$G_{d\dot{s}r} = L V_j$$

$$G_{hmax} = G_{h\dot{s}r} N_h$$

$$N_h = 9,32 L^{-0,244}$$

$$V_{cw} = G_{d\dot{s}r} t_{uz}$$

gdzie:

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

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

$G_{d\dot{s}r}$ – średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. m³/h,

$G_{h\dot{s}r}$ – średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. m³/h,

G_{hmax} – maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. m³/h,

N_h – współczynnik nierównomierności rozbiórki c.w.u.,

V_j – jednostkowe dobowe zużycie c.w.u. [dm³/d os]

V_{cw} – roczne zużycie c.w.u. [m³/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],

η_{tot} – sprawność systemu przygotowania c.w.u.

Obliczenia systemu ciepłej wody użytkowej

Liczba osób/tózek	L	os.	175
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie c.w. na osobę	V_j	dm ³ /d os	7
Temperatura wody zimnej	Θ_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 ³ /d	1225
		m ³ /d	1,225
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u	$G_{h\acute{s}r}$	m ³ /h	0,051
Współczynnik nierównomierności rozbioru	N_h	-	2,64
Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na c.w.	G_{hmax}	m ³ /h	0,13
Średnie zapotrzebowanie na moc	$\Phi_{\acute{s}r}$	kW	2,64
Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na moc	Φ_{max}	kW	6,96
Roczne zużycie c.w.	$V_{c.w.}$	m ³ /rok	447,125
Powierzchnia strefy pomieszczeń	A_f	m ²	1808
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie c.w. na m ²	V_{wi}	dm ³ /m ² 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	15207,86
		GJ/rok	54,74
Sprawność wytwarzania	$\eta_{w,g}$	-	0,95
Sprawność przesyłu	$\eta_{w,d}$	-	0,60
Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{w,s}$	-	1,00
Sprawność wykorzystania	$\eta_{w,e}$	-	1,00
Sprawność całkowita	$\eta_{w,tot}$	-	0,57
Roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w. z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania c.w.u.	$Q_{c.w.}$	kWh/rok	26680,45
		GJ/rok	96,04

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.

η_{wg}	sprawność wytwarzania ciepła	0,88	kocioł gazowy kondensacyjny o mocy powyżej 50 kW
η_{wd}	sprawność przesyłania ciepła	0,70	obiegi izolowane, ograniczony czas pracy, średnie instalacje od 30 do 100 punktów poboru wody
η_{we}	sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego	1,00	-
η_{ws}	sprawność akumulacji ciepła	0,85	zasobnik c.w.u. wyprodukowany po 2005 roku
η_{w0}	całkowita sprawność systemu grzewczego	0,52	$\eta_0 = \eta_{wg} * \eta_{wd} * \eta_{we} * \eta_{ws}$

4.3. Koszty jednostkowe energii

Koszty jednostkowe energii (gaz) przyjęto na podstawie faktury firmy Fortum Marketing and Sales Polska S.A. z dn. 15.01.2019 r (kwoty brutto).

- opłata abonamentowa 148,83 zł/mc
- opłata sieciowa stała 0,0072201 zł/kWh/h
- opłata sieciowa zmienna 0,019926 zł/kWh
- paliwo gazowe 0,1193469 zł/kWh

W celu uproszczenia obliczeń miesięczną opłatę stałą zależną od mocy zamówionej wyliczono dla całego roku i wyciągnięto średnią dla miesiąca z uwagi na konieczność uwzględnienia liczby godzin w każdym miesiącu obliczeniowym.

$$1MW = 1000 \text{ kW} = 117,6 \text{ m}^3/\text{h} = 1284 \text{ kWh/h}$$

$$1MW = \frac{0,0072201 \cdot 1284 \cdot 24 \cdot 365}{12} = 6767,54 \text{ zł/mc}$$

Opłata stała – 6767,54 zł/MW m-c

Opłata zmienna – 0,139 zł/kWh = 38,61 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.

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 =	1065,80	m ²
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:						
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm mniejszej niż w wariantcie 3						
wariant 2 - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przewodzenia ciepła $U \leq 0,20 \text{ W/mK}$, zgodnie z wymaganiami WT						
wariant 3 - 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		0,08	0,1	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,50	3,13	3,75
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W		4,53	5,15	5,78
4	$Q0U, Q1U = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	177,82	79,65	69,99	62,42
5	$q0U, q1U = 10^{-6} \cdot A \cdot (tW0 - tZ0)/R$	MW	0,0221	0,0099	0,0087	0,0077
6	Roczna oszczędność kosztów	Zł/a				
	$\Delta Or_u = (Q0U - Q1U) \cdot 0Z + 12(q0U - q1U) \cdot 0m$			4779,72	5250,05	5618,64
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	Zł		348 973,32	387 748,13	430 400,42
8	$SPBT = N_U / \Delta or_u$	Lata		73,01	73,86	76,60
9	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,493	0,22	0,19	0,17
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie kosztorysu Inwestorskiego.						
Wybrany wariant: 2	Koszt	387 748,13	zł	SPBT	73,86	lat

6.2. Strop pod nieogrzewanym poddaszem

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem		
Dane:				A =	1250,22	m ²
				λ	0,035	W/mK
Opis wariantów usprawnienia:						
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:						
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm mniejszej niż w wariantcie 2						
wariant 2 - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przewodzenia ciepła $U \leq 0,15$ W/mK, zgodnie z wymaganiami WT						
wariant 3 - 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 ΔR	(m ² ·K)/W		2,29	3,43	4,57
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W		5,82	6,96	8,10
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	119,74	72,71	60,77	52,20
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{W0} - t_{Z0})/R$	MW	0,0149	0,0090	0,0075	0,0065
6	Roczna oszczędność kosztów	Zł/a				
	$\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$			2289,86	2870,96	3288,19
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	Zł		130 791,46	139 883,91	147 199,84
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	Lata		57,12	48,72	44,77
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,28	0,17	0,14	0,12
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego						
Wybrany wariant: 2	Koszt	139 883,91	zł	SPBT	48,72	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	319,73	m²	
		Vnom	5251,13	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/m²K	3,00	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	324,61	97,38	119,02
6	0,0000294*Cr*Cw*Vnom*Sd	GJ/a	725,64	423,29	423,29
7	Q0U, Q1U = (5) + (6)	GJ/a	1050,25	520,67	542,32
8	10^-6*Aok*(tW0-tZ0)*U	MW	0,040286	0,012086	0,014772
9	3,4*10^-7*Vobl*(tw0-tz0)	MW	0,104981	0,074986	0,074986
10	q0U, q1U = (8) + (9)	MW	0,1453	0,0871	0,0898
11	ΔOru=(Q0U-Q1U)OZ+12(q0U-q1U)Om	zł/rok		25173,02	24119,37
12	Koszt wymiany okien Nok	zł		176 829,10	155 574,24
13	SPBT=(Nok+Nw)/(Qrok + Qrw)	Lata		7,02	6,45
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie kosztorysu Inwestorskiego.					
Wybrany wariant: 1	Koszt	176 829,10	zł	SPBT	7,02 lat

6.4. Wymiana drzwi

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przedsięwzięcie			
			Wymiana drzwi			
Dane:		Adrzw	18,21	m²		
		V _{nom}	299,07	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*10^-5*Sd*Adrzw*U	GJ/a	15,41	9,24	8,01	
6	0,0000294*Cr*Cw*Vnom*Sd	GJ/a	41,33	24,11	24,11	
7	Q0U, Q1U = (5) + (6)	GJ/a	56,74	33,35	32,12	
8	10^-6*Adrzw(tW0-tZ0)*U	MW	0,0019	0,00115	0,00099	
9	3,4*10^-7*Vobl*(tw0-tz0)	MW	0,006	0,004271	0,004271	
10	q0U, q1U = (8) + (9)	MW	0,0079	0,0054	0,0053	
11	ΔOru=(Q0U-Q1U)OZ+12(q0U-q1U)Om	zł/rok		1103,66	1163,67	
12	Koszt wymiany drzwi Ndrz	zł		22 370,04	24 225,73	
13	SPBT=Ndrz/(Qrdrz + Qrw)	Lata		20,27	20,82	
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Koszt usprawnienia przyjęto na podstawie kosztorysów inwestorskich.						
Wybrany wariant: 2	Koszt	24 225,73	zł	SPBT	20,82	lat

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 okien	176 829,10	7,02	529,58	0,0582
2	Wymiana drzwi	24 225,73	20,82	24,62	0,0026
3	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	139 883,91	48,72	58,97	0,0073
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej	387 748,13	73,86	107,83	0,01338
Zestawienie zakresów wariantów termomodernizacyjnych					
Rodzaj usprawnienia		I	II	III	IV
A	Wymiana okien	X	X	X	X
B	Wymiana drzwi	X	X	X	
C	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	X	X		
D	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}^0	η_{co}	Q_{co}	$O_{r.c.o.}^0$	Q_{cw}^0	q_{cw}^0		Q_{cw}	$O_{r.c.w.}^0$	Q^0	q^0	O_r^0	ΔO_r	N
	Q_{co}^1	q_{co}^1	η_{co}		$O_{r.c.o.}^1$	Q_{cw}^1	q_{cw}^1	η_{cw}		$O_{r.c.w.}^1$	Q^1	q^1	O_r^1	Zł	Zł
	GJ/a	kW		GJ	Zł	GJ/a	kW		GJ/a	Zł	GJ/a	kW	Zł		
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
stan istn.	1212,81	178,12	0,80 0,77	1168,90	59 596,25	54,74	2,64	0,52	104,55	4 250,78	1273,45	180,76	63 847,04		
I	640,87	115,51	0,80 0,77	617,66	33 228,65	54,74	2,64	0,52	104,55	4 250,78	722,22	118,15	37 479,44	26 367,60	728 686,88
II	753,60	130,20	0,80 0,77	726,31	38 616,54	54,74	2,64	0,52	104,55	4 250,78	830,87	132,84	42 867,33	20 979,71	340 938,74
III	809,62	137,44	0,80 0,77	780,30	41 289,12	54,74	2,64	0,52	104,55	4 250,78	884,86	140,08	45 539,90	18 307,13	201 054,83
IV	820,08	138,77	0,80 0,77	790,39	41 786,37	54,74	2,64	0,52	104,55	4 250,78	894,94	141,41	46 037,15	17 809,89	176 829,10
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,										$O_r^1 = Q^1 \cdot O_z + q^1 \cdot O_m \cdot 12$					
ΔO_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)	728 686,88	26 367,60	43,29	27,64
II	Usprawnienie (1) + (2) + (3)	340 938,74	20 979,71	34,75	16,25
III	Usprawnienie (1) + (2)	201 054,83	18 307,13	30,51	10,98
IV	Usprawnienie (1)	176 829,10	17 809,89	29,72	9,93

Przyjęte do realizacji przedsięwzięcie termomodernizacyjne nr I polega na:

- ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem o gr. 10 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/m²K i okien o wsp $U = 0,9$ W/m²K,

10.Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie 1382,29 m² ścian zewnętrznych warstwą 10 cm styropianu o współczynniku $\lambda \leq 0,032$ W/m*K wraz z robotami towarzyszącymi.
2. Wymiana 319,73 m² okien o współczynniku $U = 0,9$ [W/m²K] wraz z robotami towarzyszącymi.
3. Wymiana 18,21 m² drzwi na nowe o współczynniku $U = 1,3$ [W/m²K] wraz z robotami towarzyszącymi.
4. Ocieplenie 1214,84 m² stropu pod nieogrzewanym poddaszem dachu warstwą 12 cm wełny mineralnej o współczynniku $\lambda \leq 0,035$ W/m*K wraz z robotami towarzyszącymi.

UWAGA: W celu uzyskania oszczędności kosztów energii po wykonaniu termomodernizacji należy zmniejszyć zapotrzebowanie na moc umowną gazu na 154 kWh/h.

11. Analiza ekologiczna

Wskaźniki emisji CO₂ 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 ₂ /GJ]	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji	
		Zapotrzebowanie na energię końcową [GJ/rok]	Wielkość emisji kgCO ₂ /rok	Zapotrzebowanie na energię końcową [GJ/rok]	Wielkość emisji kgCO ₂ /rok
Gaz ziemny	56,10	1273,45	71440,44	722,22	40516,405

Redukcja emisji CO ₂ [kg/rok]	Redukcja emisji CO ₂ [ton/rok]	Redukcja emisji CO ₂ [%]
30924,03	30,92	43,29%

Wskaźnik rezultatu	Jednostka	Stan przed temomodernizacją	Stan po temomodernizacji	Redukcja/Efekt
Zużycie energii pierwotnej w budynku	GJ/rok	1400,79	794,44	606,35
	MWh/rok	389,11	220,68	168,43
	%			43,29%
Zużycie energii końcowej w budynku	GJ/rok	1273,45	722,22	551,23
	MWh/rok	353,74	200,62	153,12
	%			43,29%

Załącznik nr 1 – Audyt energetyczny odnawialnego źródła energii elektrycznej

Temat:	AUDYT ENERGII ELEKTRYCZNEJ BUDYNKU PUBLICZNEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. STANISŁAWA GRAFIKA W ZAGOŹDZIU	
Adres obiektu:	21-421 Tuchowicz, Lipniak 5, gm. Stanin	
Inwestor:	Gmina Stanin	
Adres Inwestora	21-422 Stanin, Stanin 62	
		
OPRACOWAŁ:	mgr inż. Łukasz Janiszek ZAE nr 1891 MI/ŚE/12621/2015	
WARSZAWA 19.02.2019 r		

STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGII ELEKTRYCZNEJ

1.Dane identyfikacyjne budynku				
1.1.Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2.Rok rozpoczęcia budowy	1996	
1.3.Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Publiczna Szkoła Podstawowa im. Stanisława Grafika w Zagożdziu 21-421 Tuchowicz, Lipniak 5, gm. Stanin	1.4.Adres budynku	21-421 Tuchowicz, Lipniak 5, gm. Stanin	
2.Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:				
<p>USŁUGI PROJEKTOWO-INWESTYCYJNE</p> <p>JANISZEK BOŻENA</p> <p>21-400 ŁUKÓW ul. KILIŃSKIEGO 58</p> <p>TEL/FAX. (025)798-42-73 TEL.KOM.0606-931-696</p> <p>NIP 8251357117 REGON 60757067</p>				
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 energetycznego energii elektrycznej			3	
Cel i zakres opracowania			4	
Podstawa opracowania			4	
Dane wyjściowe			4	
Opis stanu istniejącego.....			5	
Technologia LED			6	
Technologia fotowoltaiczna			7	
Optymalizacja rozwiązań technicznych			8	
Planowany zakres robót			12	

Karta audytu energetycznego 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 zlokalizowanej na dachu budynku oraz wymiana oświetlenia na LED Publicznej Szkoły Podstawowej im. Stanisława Grafika w Zagoździu	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 14,4 kWp oraz wymiana oświetlenia na LED	
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane* przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):	Publiczna Szkoła Podstawowa im. Stanisława Grafika w Zagoździu 21-421 Tuchowicz, Lipniak 5, gm. Stanin	
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej		
Średnioroczna oszczędność energii finalnej	35 575,32	kWh/rok
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	106 725,96	kWh/rok
Planowane koszty całkowite	258 172,84	zł
Roczna oszczędność kosztów energii	24 902,72	zł
SPBT	10,37	lat
Redukcja emisji CO ₂	27,68	MgCO ₂ /rok
	99,07%	%
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 im. Stanisława Grafika w Zagoździu. Zakres opracowania obejmuje analizę techniczno-ekonomiczną możliwych do wprowadzenia przedsięwzięć zmniejszających zużycie energii poprzez produkcję jej na potrzeby własne za pomocą paneli fotowoltaicznych oraz modernizację systemu oświetlenia z zastosowaniem technologii LED.

Podstawa opracowania

Audyt odnawialnego źródła energii elektrycznej opracowano na podstawie:

- zlecenia Inwestora,
- wizji w terenie 15.02.2019,

Uwagi i zalecenia Inwestora:

- osoba udzielająca informacji: Joanna Mućka,
- 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,
- 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. System oświetlenia budynku oparty jest na oprawach świetlówkowych 2x 40 W oraz oprawach żarowych 60W. Oświetlenie zewnętrzne terenu realizowane jest przez oprawy rtęciowe o mocy 250W. Czas użytkowania oświetlenia przyjęto na podstawie tabeli nr 6 Rozporządzenia Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

Inwentaryzacja oświetlenia wbudowanego:

Lp.	Rodzaj oprawy	Moc źródła [W]	Ilość w oprawie [szt.]	Moc nominalna oprawy [W]	Ilość [szt.]	Razem Moc [W]
1	Oprawa żarowa 60W	60	1	60	55	3 300,00
2	Oprawa świetlówkowa 2x40W	40	2	80	265	21 200,00
3	Oprawa rtęciowa 250W	250	1	250	16	4 000,00
					Σ	28 500,00

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 C12A. Struktura zużycia i kosztów przedstawia się w następujący sposób:

Taryfa C12A

Okres	Zużycie [kWh]		Koszty [zł]	
	pozaszczytowe	szczytowe	PGE Dystrybucja	fortum
sty.18	2 743,00	1 691,00	1 345,13	1 551,55
lut.18	2 042,00	1 189,00	1 090,21	1 138,02
mar.18	2 389,00	1 480,00	1 243,63	1 356,17
kwi.18	1 776,00	874,00	942,56	937,14
maj.18	1 606,00	797,00	885,35	852,07
cze.18	1 359,00	603,00	779,77	700,19
lip.18	932,00	240,00	562,28	428,11
sie.18	821,00	162,00	487,92	363,02
wrz.18	1 800,00	843,00	886,15	934,73
paź.18	1 990,00	1 326,00	1 097,87	1 166,75
lis.18	1 909,00	1 218,00	1 049,69	1 101,42
gru.18	1 772,00	1 115,00	1 014,70	1 018,76
Σ	21 139,00	11 538,00	11 385,26	11 547,93
	RAZEM [kWh]	32 677,00	RAZEM [zł]	22 933,19

Średni koszt jedn. [zł/kWh] 0,70

Technologia LED

Źródłem światła w lampach LED jest dioda elektroluminescencyjna, która składa się zwykle z niebieskiej diody i luminoforu. Dioda emituje niebieskie światło o długości fali około 450 nm, które pobudza do świecenia luminofor umieszczony w obudowie diody. Luminofor emituje światło żółtozielone, które zmieszane ze światłem niebieskim diody daje światło białe. W zależności od luminoforu, można uzyskać kolor o różnej temperaturze barwnej. Lampy LED charakteryzują się bardzo dużą trwałością w porównaniu do klasycznych źródeł światła, sięgającą nawet 15000h. Kolejną zaletą jest brak promieniowania UV, charakterystycznego dla świetlówek zawierających rtęć. Źródła światła LED charakteryzują się również bardzo wysokim wskaźnikiem oddawania barw otoczenia. Lampy LED są praktycznie niewrażliwe na częste cykle włącz/wyłącz, cechują się również niezwykle krótkim czasem rozpalania do jasności, wynoszącym poniżej 1s. Największą zaletą oświetlenia LED jest dużo mniejsze zużycie energii elektrycznej co przekłada się bezpośrednio na wzrost efektywności energetycznej budynków, w których je zastosowano.

Technologia 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:

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

Optimalizacja rozwiązań technicznych

Przyjęto wymianę istniejących opraw świetlówkowych i żarowych na oprawy LED z wykorzystaniem istniejących punktów montażowych zgodnie z projektem wymiany oświetlenia. W projekcie doboru opraw dokonano na podstawie obliczeń fotometrycznych oraz oszacowano natężenie oświetlenia na głównej płaszczyźnie pracy oraz na powierzchniach dodatkowych.

W wyniku wykonanych obliczeń przyjęto następującą liczbę opraw:

Lp.	Rodzaj oprawy	Moc źródła [W]	Ilość w oprawie [szt.]	Moc nominalna oprawy [W]	Ilość [szt.]	Razem Moc [W]
1	Oprawa LED typ TY	46	1	46	17	782,00
2	Oprawa LED typ S	18	1	18	25	450,00
3	Oprawa LED typ C	44	1	44	171	7 524,00
4	Oprawa LED typ TAB	70	1	70	8	560,00
5	Oprawa LED typ IT	5	1	5	32	160,00
6	Oprawa LED typ CR	250	1	250	8	2 000,00
					Σ	261
						11 476,00

Ocena ekonomiczna i ekologiczna wymiany oświetlenia na LED

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wymiana na LED		
1	Całkowita moc zainstalowanego oświetlenia $Q_{ośw}$	kW	28,50	11,48		
2	Przewidywany czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku t_D ¹⁾	h/rok	1800	1800		
2	Współczynnik jednoczesności	-	0,7	0,7		
4	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia $Q_{ośw}$	kWh/rok	35 910,00	14 459,76		
5	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia $Q_{ośw}$	GJ/rok	129,27	52,05		
6	Emisja ECO_2	Mg CO_2 /rok	27,94	11,25		
6	Koszt jednostkowy energii elektrycznej	zł/kWh	0,70	0,70		
7	Roczny koszt energii	zł/rok	25137,00	10121,83		
10	Roczna oszczędność energii	kWh/rok		21 450,24		
11	Roczna oszczędność energii	GJ/rok		77,22		
12	Redukcja emisji CO_2	Mg CO_2 /rok		16,69		
13	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/rok		15 015,17		
14	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		146 452,08		
15	$SPBT=N_U/\Delta O_{ru}$	Lata		9,75		
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Kalkulację kosztów wymiany opraw oświetleniowych przyjęto w oparciu o kosztorys inwestorski do projektu wymiany oświetlenia.						
Koszt		146 452,08	zł	SPBT	9,75	lat
¹⁾ czas pracy instalacji oświetlenia oszacowano na podstawie Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii						
²⁾ Zgodnie z taryfą C12A PGE Dystrybucja S.A. i firmy Fortum Marketing and Sales Polska S.A.						

Instalacja fotowoltaiczna

W celu wykorzystania energii słonecznej do produkcji energii elektrycznej przewidziano budowę instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku Publicznej Szkoły Podstawowej imienia Stanisława Grafika w Zagoździu. 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 oraz rocznego zużycia energii w budynku. Zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku pomniejszono o ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej w wyniku wymiany oświetlenia na LED.

Dane wyjściowe:

- zużycie energii elektrycznej po wymianie oświetlenia na LED - **14 459,76 kWh/rok**

Biorąc pod uwagę powierzchnię dachu, możliwe występowanie zacienienia oraz wymagane odstępy pomiędzy panelami w wyniku optymalizacji dobrano 48 szt. paneli monokrystalicznych o mocy 300 W każdy. Łączna moc elektryczna instalacji 14,4 kWp. Minimalny kąt montażu paneli 30°, panele skierowane w kierunku południowo-zachodnim.

Rzeczywista moc zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej:

$$P_{rzPV} = \frac{I \text{ wsp.kor } P_{mod} w_w}{I_{STC}} = \frac{1100 \ 1,105 \ 14,4 \ 0,807}{1} = 14125,08 \text{ kW /rok}$$

gdzie:

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

I - nasłonecznienie, przyjęto 1100 [kWh/m²]

Wsp. kor – współczynnik korekcyjny w zależności od kąta nachylenia paneli oraz odchyłki od kierunku południowego. Dla kąta montażu 30° oraz odchylenia od kierunku południowego 27 ° odczytano wsp.kor= 1,105

P_{mod} - moc zainstalowanych modułów fotowoltaicznych 14,4 kWp

w_w - współczynnik wydajności, przyjęto 80,7%

I_{STC} - natężenie promieniowania słonecznego dla testowanych paneli (STC), przyjęto 1000W/m²=1kW/m².

10

Ocena ekonomiczna i ekologiczna instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący*	fotowoltaika		
1	Zużycie energii elektrycznej	kWh/rok	14 459,76	14 459,76		
		GJ/rok	52,05	52,05		
2	Zużycie energii pierwotnej	kWh/rok	43 379,28	43 379,28		
		GJ/rok	156,16	156,16		
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		
		%		97,69%		
5	Redukcja zużycia energii pierwotnej	kWh/rok		42 375,24		
		GJ/rok		152,55		
		%		97,69%		
6	Zużycie energii elektrycznej z sieci	kWh/rok	14459,76	334,68		
		GJ/rok	52,05	1,20		
7	Emisja ECO2	Mg CO2/rok	11,25	0,26		
8	Redukcja emisji ECO2	Mg CO2/rok		10,99		
		%		97,69%		
9	Koszt jednostkowy energii elektrycznej**	zł/kWh	0,700	0,700		
10	Roczny koszt energii	zł/rok	10121,83	234,28		
11	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/rok		9 887,56		
12	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		111 720,76		
13	SPBT=Nu/ΔOru	Lata		11,30		
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Kalkulację kosztów przyjęto w oparciu o kosztorys inwestorski montażu instalacji fotowoltaicznej						
Koszt		111 720,76	zł	SPBT	11,30	lat
*) Zużycie energii w stanie istniejącym przyjęto po wymianie opraw oświetleniowych na LED						
**) Koszt energii elektrycznej przyjęto zgodnie z fakturami za okres 30.11.2018-31.12.2018						

Wskaźniki emisji CO₂ dla energii elektrycznej (0,778 kgCO₂/kWh) 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).

Planowany zakres robót

- wymiana 336 szt. opraw oświetleniowych na 261 szt. LED,
- montaż 48 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy 300Wp każdy,
- montaż konstrukcji wsporczej na dachu budynku z uziemieniem,
- montaż inwertera
- montaż aparatury w postaci rozdzielnic DC oraz AC 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 kosztorysami inwestorskimi wyniesie 258`172,84 zł brutto

Załącznik nr 2 – Obliczenia

Stan istniejący

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195,1	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie ΦT :	113815	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła ΦV :	64301	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	178116	W
Nadwyżka mocy cieplnej ΦRH :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku ΦHL :	178116	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik ΦHL odniesiony do powierzchni $\phi HL, A$:	149,0	W/m2
Wskaźnik ΦHL odniesiony do kubatury $\phi HL, V$:	21,7	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:	5550,2	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	1212,81	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	336892	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	1014,8	MJ/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	281,9	kWh/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	147,5	MJ/(m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	41,0	kWh/(m3 ·rok)

Wariant IV

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195,1	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie ΦT :	74471	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła ΦV :	64301	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	138772	W
Nadwyżka mocy cieplnej ΦRH :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku ΦHL :	138772	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik ΦHL odniesiony do powierzchni $\phi HL, A$:	116,1	W/m2
Wskaźnik ΦHL odniesiony do kubatury $\phi HL, V$:	16,9	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:	4933,5	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	820,08	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	227799	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	686,2	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	190,6	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	99,7	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	27,7	kWh/ (m3 ·rok)

Wariant III

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195,1	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie ΦT :	73137	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła ΦV :	64301	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	137438	W
Nadwyżka mocy cieplnej ΦRH :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku ΦHL :	137438	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik ΦHL odniesiony do powierzchni $\phi HL, A$:	115,0	W/m2
Wskaźnik ΦHL odniesiony do kubatury $\phi HL, V$:	16,7	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:	4933,5	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	809,62	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	224894	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	677,4	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	188,2	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	98,5	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	27,4	kWh/ (m3 ·rok)

Wariant II

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195,1	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie ΦT :	65908	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła ΦV :	64301	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	130208	W
Nadwyżka mocy cieplnej ΦRH :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku ΦHL :	130208	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik ΦHL odniesiony do powierzchni $\phi HL, A$:	108,9	W/m2
Wskaźnik ΦHL 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:	4933,5	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	753,60	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	209334	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	630,6	MJ/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	175,2	kWh/(m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	91,7	MJ/(m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	25,5	kWh/(m3 ·rok)

Wariant I

Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195,1	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Projektowa strata ciepła przez przenikanie ΦT :	51205	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła ΦV :	64301	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	115506	W
Nadwyżka mocy cieplnej ΦRH :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku ΦHL :	115506	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik ΦHL odniesiony do powierzchni $\phi HL, A$:	96,6	W/m2
Wskaźnik ΦHL odniesiony do kubatury $\phi HL, V$:	14,0	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:	4933,5	m3/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	640,87	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie QH,nd:	178021	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	1195	m2
Kubatura ogrzewana budynku VH:	8222,6	m3
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	536,2	MJ/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	149,0	kWh/ (m2 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	77,9	MJ/ (m3 ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	21,7	kWh/ (m3 ·rok)

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m ³	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne								
Ściana przy podłodze: SZ								
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Z _{gw} : 1,80								
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości d _{nh} = m i długości D _h = m								
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości d _{nv} = m i długości D _v = 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 _g , [m ² ·K/W]:							1,611	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:							3,579	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:							0,279	
Rodzaj przegrody: Strop pod nieogr. 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 _i , [m ² ·K/W]:							0,100	
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:							0,100	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:							3,528	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·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	0,0200	Styropian - inne przypadki.	0,045	30	1,460	0,444	0,444	
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 _i , [m ² ·K/W]:							0,130	
Opór przejmowania na zewnątrz R _e , [m ² ·K/W]:							0,040	
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:							2,026	
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:							0,493	

Załącznik nr 2– Dokumentacja fotograficzna



Fot.1 Elewacja południowa



Fot.2 Elewacja północna



Fot.3 Elewacja północno-wschodnia



Fot.4 Elewacja zachodnia



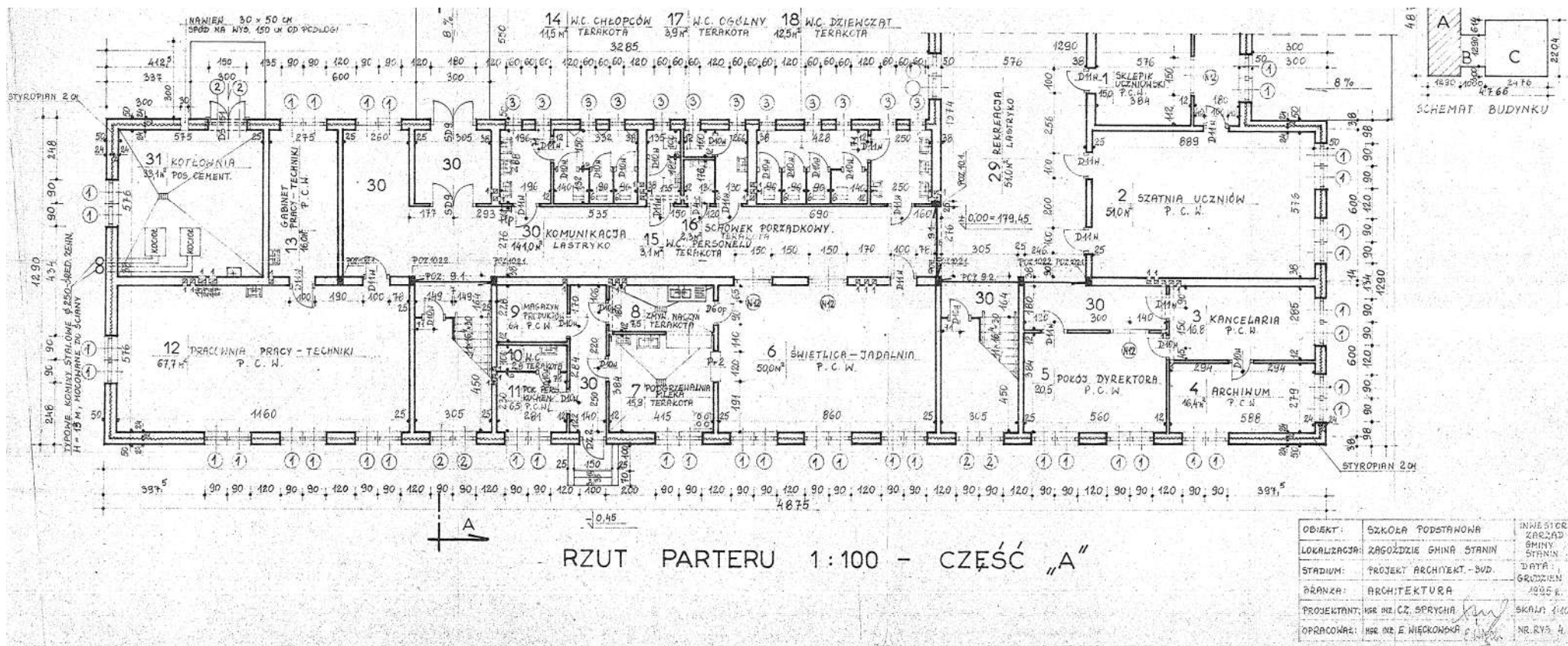
Fot.5 Elewacja północno-zachodnia



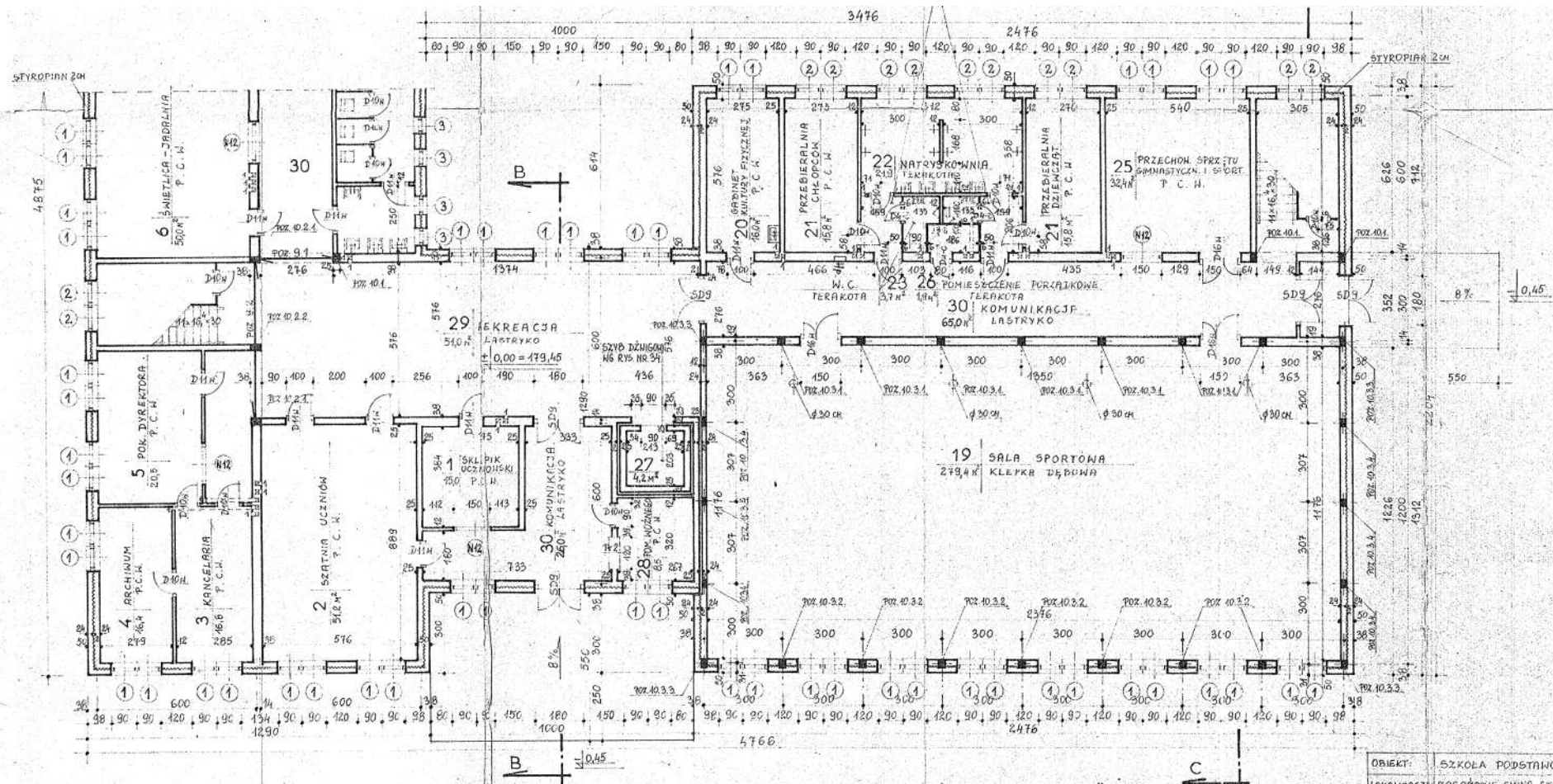
Fot.6 Elewacja południowo-zachodnia



Fot.7 Elewacja wschodnia



OBIEKT:	SKŁOKA PODSTAWOWA	INWESTOR:	ZRZĄD GMINY
LOKALIZACJA:	ZAGÓDZIE GMINA STANIN	STANIN	DATA:
STADIUM:	PROJEKT ARCHITEKT. - SUD.	GRUDZIEŃ	1995 r.
BRANŻA:	ARCHITEKTURA		
PROJEKTANT:	mgr inż. CZ. SPRYCHA	SKALA:	1:50
OPRACOWAŁ:	mgr inż. E. WIEKOWSKA	NR. RYS.	4



RZUT PARTERU 1:100 CZĘŚĆ "B" i "C"

OBIEKT:	SZKOŁA PODSTAWOWA	INWESTOR:	ZAGÓDZIE
LOKALIZACJA:	ZAGÓDZIE GMINA STANIN	DATA:	GRUDZIEŃ
STADIUM:	PROJEKT ARCHITEKT - BUD.	SKALA:	1:400
BRANŻA:	ARCHITEKTURA	NR RYS.	5
PROJEKTANT:	MGR INŻ. CZ. SPYCHA		
OPRACOWAŁ:	MGR INŻ. F. NUSKOWSKI		

