

M S C E N E R G O E K S P E R T

PROJEKTOWANIE I DORADZTWO TECHNICZNE

80-808 GDAŃSK, UL. BPA ANDRZEJA WRONKI 2
REGON : 191552398
NIP : 588-138-56-45

TEL. : 58 300-41-03
TEL. KOM. : 608 062 533
e-mail: msc1@wp.pl

**AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ
(ENERGII ELEKTRYCZNEJ)**

**DLA BUDYNKU SAMORZĄDOWEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ
im. mjr Henryka Sucharskiego**

**zlokalizowanej
w Gościnnie przy ul. Wejherowskiej 22**



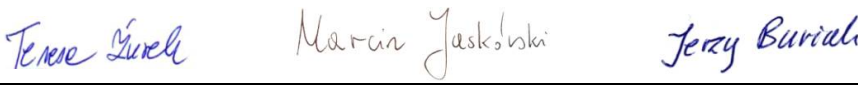
Gdańsk 2016

Spis treści

1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ (ENERGII ELEKTRYCZNEJ).....	1
2	ZBIORCZA KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ (ENERGII ELEKTRYCZNEJ).....	4
3	DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA	5
3.1	Dokumentacja obiektu budowlanego	5
3.2	Inne dokumenty i dane źródłowe	5
3.3	Osoby udzielające informacji	5
3.4	Daty wizji lokalnych	6
3.5	Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora / zleceniodawcy.....	6
3.6	Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów modernizacji dotyczącej poprawy efektywności energetycznej	6
3.7	Uwagi dotyczące cen.....	6
4	OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU	7
5	SYSTEM ZASILANIA OBIEKTU W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ	7
6	ROZDZIAŁ ENERGII	10
7	ANALIZA RZECZYWISTEGO ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA TERENIE OBIEKTU.....	12
8	CHARAKTERYSTYKA ODBIORNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA TERENIE OBIEKTU.....	14
8.1	Oświetlenie.....	14
8.2	Urządzenie elektryczne na wyposażeniu kuchni.....	15
8.3	Urządzenia pomocnicze w systemach technicznych budynku	16
8.4	Lodowisko szkolne	17
8.5	Odbiorniki pozostałe	17
9	OCENA ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ DLA POSZCZEGÓLNYCH ODBIORNIKÓW DLA STANU ISTNIEJĄCEGO.....	18
9.1	Oświetlenie.....	18
9.2	Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni.....	19
9.3	Urządzenia pomocnicze w systemach technicznych budynku	22
9.4	Lodowisko szkolne	24
9.5	Odbiorniki pozostałe	24
9.6	Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku dla stanu przed modernizacją	25
10	MOŻLIWOŚCI I SPOSOBY POPRAWY STANU ISTNIEJĄCEGO.....	26
10.1	System zasilania i rozdziału energii elektrycznej oraz monitoring i sterowanie	26
10.1.1	Modernizacja rozdzielnic głównej i WLZ	26
10.1.2	System monitoringu zużycia energii i jej parametrów	26
10.1.3	Sterowanie pracą agregatu lodowiska szkolnego.....	29
10.1.4	Propozycje dotyczące modernizacji sposobu zaopatrzenia obiektu w energię elektryczną - montaż ogniw fotowoltaicznych	30
10.2	Odbiorniki energii elektrycznej.....	30
10.2.1	Oświetlenie	30
10.2.2	Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni.....	32

10.2.3	Urządzenia pomocnicze	33
10.2.4	Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku dla stanu po modernizacji.....	35
10.3	Możliwości w zakresie ograniczenia strat związanych z poborem energii biernej pojemnościowej	35
11	OCENA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH W WYNIKU WPROWADZENIA PROPONOWANYCH USPRAWNIENÍ.....	37
12	NAKŁADY INWESTYCYJNE NA REALIZACJĘ PROPONOWANYCH USPRAWNIENÍ	38
13	OCENA EFEKTÓW EKONOMICZNYCH UZYSKANYCH W WYNIKU REALIZACJI PROPONOWANYCH USPRAWNIENÍ.....	38
14	OKREŚLENIE ZMNIEJSZENIA ENERGII PIERWOTNEJ I EFEKTÓW EKOLOGICZNYCH.....	39
15	PODSUMOWANIE I WNIOSKI	40
ZALĄCZNIKI		
ZALĄCZNIK NR 1.	AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA	
ZALĄCZNIK NR 2.	KONCEPCJA BUDOWY ELEKTROWNI SŁONECZNEJ W RAMACH AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ	

2 ZBIORCZA KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ (ENERGII ELEKTRYCZNEJ)

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
		30.09.2016 r.	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Modernizacja systemu zasilania z wymianą źródeł światła i urządzeń kuchennych oraz montaż paneli fotowoltaicznych	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Modernizacja systemu rozdziału energii elektrycznej, wymiana oświetlenia na LED i urządzeń elektrycznych w kuchni szkolnej, montaż paneli PV do wytwarzania energii elektrycznej na potrzeby własne w budynku SP w Gościnnie przy ul. Wejherowskiej 22	
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane:		Gmina Wejherowo Osiedle Przyjaźni 6 84-200 Wejherowo Samorządowa Szkoła Podstawowa im. mjr Henryka Sucharskiego w Gościnnie przy ul. Wejherowskiej 22	
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej*:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:
2017	2018	nd	10
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	28 442,91	[kWh/rok]	2,45 [toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	121 718,74	[kWh/rok]	10,47 [toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***:	32,95		[ton/rok]
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej			
Imię i nazwisko:	Teresa Żurek Jerzy Buriak Marcin Jaskólski		
Nr uprawnień:	nie dotyczy		
Nr telefonu:	608 062 533		
Podpis:			
<p>* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.</p> <p>** W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.</p> <p>*** Na podstawie wskaźników emisji CO₂ zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnotowym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr. 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.</p>			

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

3.1 Dokumentacja obiektu budowlanego

1. Inwentaryzacja budowlana. Branża: Architektura. Samorządowa Szkoła Podstawowa im. mjr H. Sucharskiego w Gościcinie. Opr. Pracownia Architektów ZEN, Wejherowo - czerwiec 2011 r.
2. Projekt architektoniczno-budowlany przebudowy pomieszczeń szatni. Budynek Samorządowej Szkoły Podstawowej w Gościcinie. Opr. HS Architekt Hanna Szcześniak, Wejherowo - wrzesień 2008 r.
3. Technologia kotłowni. Samorządowa Szkoła Podstawowa. Budynek szkolny - Gościcino, ul. Wejherowska. Projekt powykonawczy. Opr. Zakład Projektowania i Nadzoru Budowlanego w zakresie Wod-kan., Gaz, C.O. i Wentylacja. Kębłowo - czerwiec 2002 r.
4. Inwentaryzacja i regulacja instalacji centralnego ogrzewania 80/65°C. Samorządowa Szkoła Podstawowa. Budynek szkolny - Gościcino, ul. Wejherowska. Projekt powykonawczy. Opr. Zakład Projektowania i Nadzoru Budowlanego w zakresie Wod-kan., Gaz, C.O. i Wentylacja. Kębłowo - wrzesień 2002 r.
5. Projekt budowlano-wykonawczy. Instalacja wodno-kanalizacyjna w pomieszczeniach szatni. Budynek Samorządowej Szkoły Podstawowej w Gościcinie. Branża sanitarna. Gościcino, Działki nr 1123, 1257, 1090/2. Projekt powykonawczy. Opr. HS Architekt Hanna Szcześniak, Wejherowo - wrzesień 2008 r.
6. Termomodernizacja budynku Samorządowej Szkoły Podstawowej w Gościcinie w ramach zadania pn. „Opracowanie dokumentacji projektowej termomodernizacji budynków użyteczności publicznej gminy Wejherowo”. 84-241 Gościcino ul. Wejherowska 22, dz. nr 1091, 1112, 1123, 1257, 1090/2. Branża sanitarna. Projekt budowlany. Opr. Pracownia Architektów ZEN, Wejherowo - sierpień 2011 r.
7. Termomodernizacja budynku Samorządowej Szkoły Podstawowej w Gościcinie w ramach zadania pn. „Opracowanie dokumentacji projektowej termomodernizacji budynków użyteczności publicznej gminy Wejherowo”. 84-241 Gościcino ul. Wejherowska 22, dz. nr 1091, 1112, 1123, 1257, 1090/2. Branża sanitarna. Projekt wykonawczy. Opr. Pracownia Architektów ZEN, Wejherowo - sierpień 2011 r.
8. Książka Obiektu Budowlanego
9. Protokół okresowej pięcioletniej i rocznej kontroli stanu technicznego budynku z 2014 r.
10. Protokoły kontroli obiektu - Pomiary elektryczne z dnia 24-02-2014 r.
11. Protokoły kontroli obiektu - Pomiary elektryczne 5-letnie z dnia 4-06-2014 r.
12. Inwentaryzacja systemu zasilania w energię elektryczną oraz inwentaryzacja źródeł światła i pomiary natężenia oświetlenia wykonane w trakcie wizji lokalnych na terenie obiektu w zakresie niezbędnym do wykonania opracowania.

3.2 Inne dokumenty i dane źródłowe

Dane udostępnione przez Urząd Gminy w Wejherowie oraz dyrekcję SSP w Gościcinie dotyczące:

- Zakresu przeprowadzonych dotychczas prac modernizacyjnych na terenie obiektu
- Planowanych działań modernizacyjnych w budynku.

3.3 Osoby udzielające informacji

Urząd Gminy w Wejherowie:

Główny Specjalista ds. elektroenergetycznych
Dyrektor SSP w Gościcinie

- p. Ryszard Jeske
- p. Arkadiusz Malinowski

3.4 Daty wizji lokalnych

23.06.2016 r. 08.07.2016 r. 13.07.2016 r. 08.09.2016 r.

3.5 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora / zleceniodawcy

1. Zmniejszenie zużycia oraz kosztów energii elektrycznej na terenie obiektu.
2. Wytyczne i ograniczenia dotyczące zakresu usprawnień:
 - Przeanalizować możliwości wymiany oświetlenia na energooszczędne oraz zmniejszenia zużycia energii elektrycznej przez inne odbiorniki energii elektrycznej.
 - Przewidzieć modernizację systemu zasilania obiektu w energię elektryczną w oparciu o odnawialne źródła energii.

3.6 Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów modernizacji dotyczącej poprawy efektywności energetycznej

Przy finansowaniu inwestycji z dotacji lub innych środków pomocowych z UE:

- a) wariant 1 : wysokość dofinansowania – 70%; wysokość środków własnych – 30%
- b) wariant 2 : wysokość dofinansowania – 45%; wysokość środków własnych – 55%.

3.7 Uwagi dotyczące cen

Ceny urządzeń, materiałów oraz koszty robót modernizacyjnych przyjmowane do analizy ekonomicznej są cenami brutto i zawierają podatek VAT.

Ceny i stawki opłat jednostkowych za energię elektryczną przyjmowane do celów analiz są cenami brutto i zawierają podatek VAT.

4 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Przedmiotem niniejszego opracowania jest budynek Samorządowej Szkoły Podstawowej w Gościnnie zlokalizowany przy ul. Wejherowskiej 22.

Obiekt wybudowany został w 1960 r., a następnie rozbudowany w 1985 r. Jest to budynek o 2 i 3 kondygnacjach nadziemnych – częściowo podpiwniczony.

Powierzchnia zabudowy – 2 779 m².
Powierzchnia użytkowa budynku – 5 588,16 m².

Na terenie budynku znajdują się pomieszczenia dydaktyczne, sala gimnastyczna z zapleczem, pomieszczenia administracyjne oraz dwa lokale mieszkalne.

Liczba użytkowników:

- 1) Liczba uczniów – 760 osób.
- 2) Liczba personelu – 82 osoby.
- 3) Liczba mieszkańców – 6 osób.

Szkoła pracuje w okresie roku szkolnego wg następującego harmonogramu:

- Zajęcia lekcyjne: 8.00-16.00
- Świetlica: 6.30-17.00
- Sala gimnastyczna: 7.30-21.30.

Zajęcia odbywają się w dni robocze od poniedziałku do piątku.

Zajęcia w soboty lub niedziele odbywają się sporadycznie.

W sezonie letnim na terenie obiektu prowadzone są 2-tygodniowe półkolonie z liczbą uczestników ok. 30 osób.

W okresie zimowym przy szkole działa lodowisko funkcjonujące przy temperaturach zewnętrznych od -15°C do +10°C (czynne w godz. 9.00-21.00).

5 SYSTEM ZASILANIA OBIEKTU W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Budynek szkoły przyłączony jest do sieci elektroenergetycznej rozdzielczej niskiego napięcia. Przyłącze elektroenergetyczne (fot. 2) zabezpieczone jest bezpiecznikami mocy WT-00 NH00 gG/gL 125 A oraz wyposażone w rozłącznik mocy EATON LN2 o prądzie znamionowym $I_n = 250$ A. Układ zasilający budynku wyposażono również w „wyłącznik główny” w postaci rozłącznika izolacyjnego bezpiecznikowego kasetowego APATOR RBK 1 o prądzie znamionowym $I_n = 250$ A (fot. 4).

Pomiar energii elektrycznej (fot. 3) realizowany jest w układzie półpośrednim z zastosowaniem przekładników prądowych 200/5 A/A. Do pomiaru mocy i energii elektrycznej czynnej i biernej zastosowano trójfazowy elektroniczny licznik energii elektrycznej ELSTER A1350. Układ wyposażono w urządzenie NUMERON eMajler®3 do zdalnej akwizycji danych, zapewniający do nich dostęp wielu użytkownikom jednocześnie. Wyposażony jest on w interfejs komunikacyjny RS232, RS485 lub pętlę prądową CLO. Zbierane informacje mogą być wysyłane na serwer i udostępniane użytkownikom poprzez pocztę elektroniczną.

Rozliczenie z operatorem systemu elektroenergetycznego dystrybucyjnego prowadzone jest według taryfy C21 Energa-Operator.

Jest to taryfa jednostrefowa przewidziana dla odbiorców o mocy przyłączeniowej przekraczającej 40 kW. Biorąc pod uwagę specyfikę pracy szkoły i lodowiska, należy uznać tę taryfę za dobraną prawidłowo.

Szkoła ma zmienną w roku moc umowną, której wartości przedstawiono w dalszej części opracowania na rys. 7.1 oraz w tabeli 7.1.



Fot. 1. Widok szaf z rozdzielnicą główną, układem pomiarowym, wyłącznikiem głównym i ochronnikami przeciwprzepięciowymi



Fot. 2. Widok przyłącza zasilającego budynek szkoły



Fot. 3. Widok układu pomiarowego zainstalowanego w szkole



Fot. 4. Widok wyłącznika głównego (rozłącznika bezpiecznikowego)

6 ROZDZIAŁ ENERGII

Rozdzielnica główna elektroenergetyczna (fot. 1) zainstalowana jest w przedsionku jednego z bocznych, mało używanych wejść do szkoły z przeszklonymi drzwiami. Zlokalizowano ją w pobliżu złącza kablowego, na ścianie budynku obok sali gimnastycznej. Urządzenia w rozdzielnicy głównej zamontowano w szafach, do których wymagane jest posiadanie klucza. Dostęp ograniczono ze względów bezpieczeństwa dzieci przebywających w szkole oraz z uwagi na możliwą ingerencję osób nieuprawnionych w urządzenia układu.

Wadą tego rozwiązania jest utrudniony dostęp do wyłącznika głównego zasilania budynku, którego szybkie użycie może być wymagane w sytuacjach zagrożenia życia lub zdrowia ludzi.

Obok szaf zawierających urządzenia układu zasilania w energię elektryczną zamontowano podświetlony przycisk awaryjny przeciwpożarowy (Fot. 1) firmy SCAME w wykonaniu natynkowym. Zbicie szybki dołączonym młotkiem oraz wciśnięcie przycisku powoduje wyłączenie zasilania obiektu w energię elektryczną i wyłączenie urządzeń spod napięcia w przypadku zagrożenia pożarowego.

Rozdział mocy i energii na obwody zrealizowano za pomocą dwu tablic rozdzielczych.

Pierwsza (Fot. 5) zawiera obwody 1-13 oraz ochronniki przeciwprzepięciowe DEHNport 75 kA. W tablicy rozdzielczej zainstalowano także sterownik oświetlenia THEBEN SEL 173 DCF.

Sterowanie oświetleniem zabezpieczono wyłącznikami nadprądowymi FAEL S191 B6 o prądzie znamionowym $I_n = 6$ A. Obwody 1-6 zabezpieczone są wyłącznikami nadprądowymi SCHRACK o charakterystyce B i prądzie znamionowym $I_n = 10$ A.

Kuchnię zabezpieczono wyłącznikiem czterobiegunowym DOEPKE & CO NORDEN HSLa 63-10 o prądzie znamionowym $I_n = 63$ A.

Pozostałe obwody zabezpieczono wkładkami topikowymi.

W drugiej tablicy rozdzielczej (fot. 6) obwody 14-16 i 18-21 zabezpieczone są wkładkami topikowymi, w obwodzie 17 (z opisem „dentysta”) stwierdzono brak wkładek w gnieździe bezpiecznikowym.

W tablicy również znajduje się wyłącznik główny sali gimnastycznej FAEL FR 103 o prądzie znamionowym $I_n = 100$ A.

Ponadto w wyposażeniu tablicy stwierdzono zainstalowanie wyłączników nadprądowych SCHRACK i GE B10 oraz MOELLER Xclear C25.

Konfiguracja sieci elektroenergetycznej w budynku odpowiada układowi TN-C-S.

Z pomiarów elektrycznych pięcioletnich, wykonanych w 2014 roku, wynika, że instalacja jest sprawna, pomiary rezystancji izolacji wskazują na jej zgodność z wymaganiami przepisów, wyłączniki różnicowo-prądowe działają sprawnie. Orzeczono zatem, że instalacja nadaje się do przekazania do eksploatacji.

Jednakże z uzyskanych informacji od pracowników szkoły wynika, że instalacja elektryczna oraz rozdzielnica są nieprawidłowo zaprojektowane, co powoduje topienie się przewodów.

Instalacja powstawała razem z budynkiem przez ostatnie 50 lat.

Osoby udzielające informacji zwróciły uwagę na to, że istnieją jeszcze części instalacji wykonane przewodami aluminiowymi.

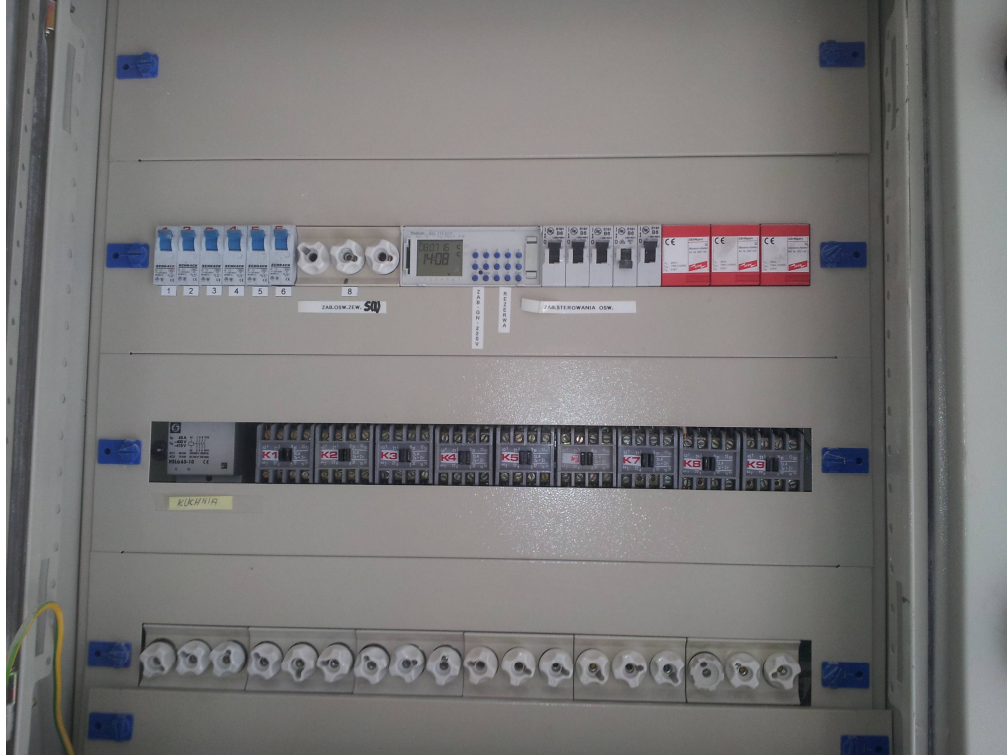
Na podstawie pomiarów elektrycznych pięcioletnich wywnioskowano, że przykładowo obwód nr 8, wyprowadzony z rozdzielnicy głównej, wykonany jest przewodami w postaci linki aluminiowej w izolacji z polwinitu ($2 \times \text{ALY } 10 \text{ mm}^2$).

Podobnie jest w przypadku obwodów 10,, 12,13,14, 18, 19 i 20, gdzie zastosowano linki lub kable aluminiowe wielożyłowe (YALY lub YAKY).

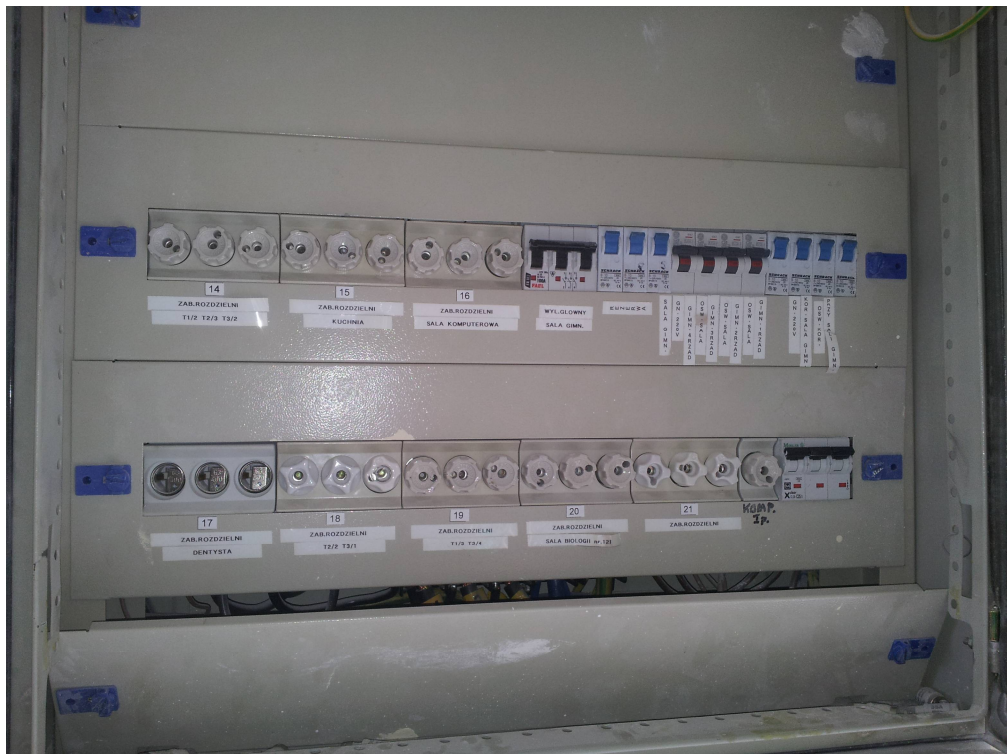
W przypadku kabli, zastosowanie żyły aluminiowej może być uzasadnione właściwościami mechanicznymi (giętkość żyły o dużym przekroju).

Jednakże oględziny i zebrane informacje wskazują na konieczność modernizacji instalacji, obejmującej wymianę rozdzielnicy i niektórych części połączeń głównych oraz obwodów instalacji.

Wymiany rozdzielnic wymagałoby także przystosowanie jej do instalacji rejestratora mocy, zastosowanie przełącznika do podłączenia przenośnego agregatu prądotwórczego, będącego na wyposażeniu Urzędu Gminy Wejherowo oraz przyłączenie elektrowni słonecznej, której koncepcję przedstawiono w załączniku nr 2 niniejszego opracowania.



Fot. 5. Widok zabezpieczeń 1-13 oraz ochronników przeciwprzepięciowych



Fot. 6. Widok zabezpieczeń 14-22

7 ANALIZA RZECZYWISTEGO ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA TERENIE OBIEKTU

W celu oceny rzeczywistego zużycia energii elektrycznej w budynkach kompleksu szkolnego Samorządowej Szkoły Podstawowej w Gościnnie przeprowadzono analizę faktur za energię elektryczną (tabela 7.1 i rys. 7.1), wystawionych przez operatora systemu elektroenergetycznego dystrybucyjnego Energa-Operator SA.

Analiza potwierdziła występowanie przekroczeń zamówionej mocy czynnej, występujących w szczególności w okresie listopad-luty, kiedy pracuje lodowisko, zasilane wspólnym przyłączem elektroenergetycznym z budynkiem szkoły.

Szczegółowa analiza przekroczeń potwierdziła informacje udzielone przez Dyrektora szkoły, że przekroczenia występują w tym okresie w godz. 9-11, kiedy oprócz pracy lodowiska, uruchamiane są urządzenia do przygotowywania posiłków w kuchni.

Należy więc unikać występowania jednoczesności załączania urządzeń w kuchni oraz uruchamiania lodowiska, a także optymalizować temperaturę panującą wewnątrz lodowiska, aby pobór mocy przez ten obiekt nie przekraczał jego uzasadnionych potrzeb.

Modernizacja oświetlenia oraz zastosowanie innych przedsięwzięć zwiększających efektywność energetyczną budynku spowodują zmniejszenie szczytowego zapotrzebowania na moc czynną, co pozwoliłoby uniknąć nakładów inwestycyjnych związanych ze zwiększeniem mocy przyłączeniowej obiektów.

Przekroczenie umownej mocy czynnej wiąże się z opłatą (netto) na poziomie 185 zł za każdy 1 kW powyżej mocy umownej (31.12.2014).

Analiza zużycia energii biernej indukcyjnej wykazała brak przekroczeń umownego granicznego współczynnika mocy $\text{tg}\varphi = 0,4$, choć na przełomie lat 2014 i 2015 występowały wartości zbliżone do granicznej.

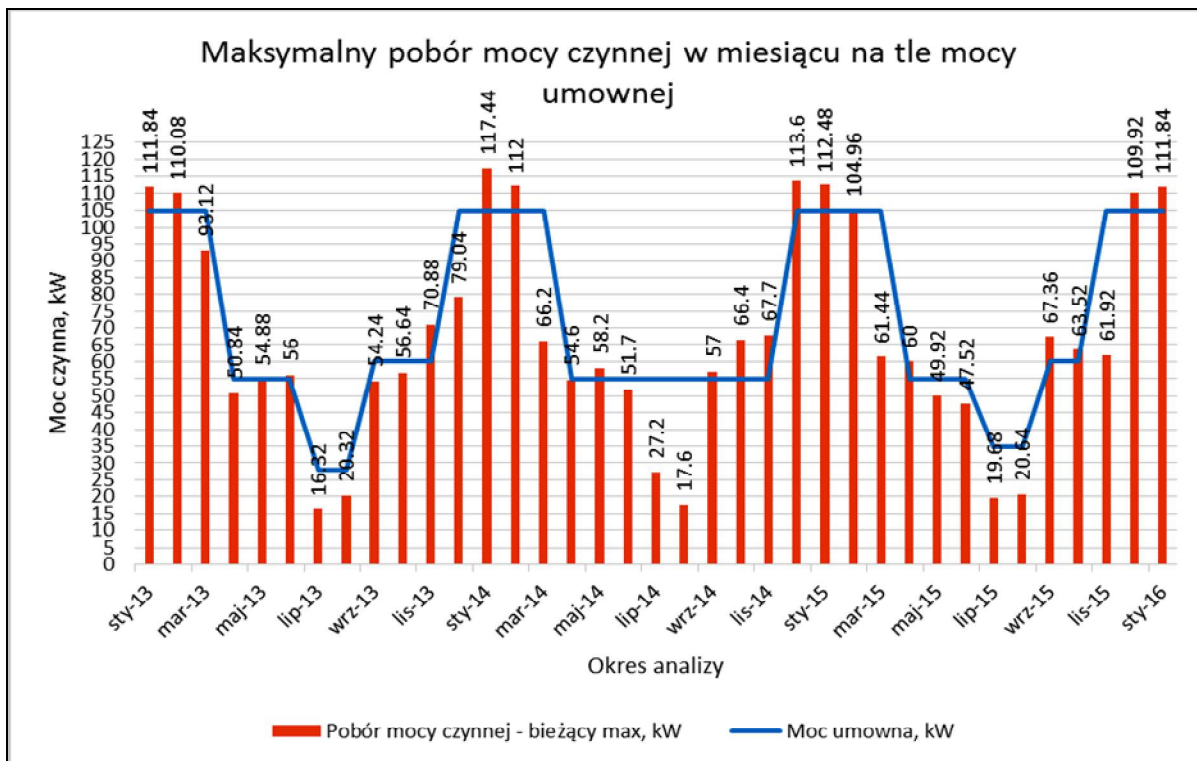
Niepokojąco wysokie są wielkości energii biernej pojemnościowej, za które pobierane są opłaty w wysokości 0,60 zł/kvarh (31.12.2014).

Prawdopodobną przyczyną mogą być oprawy oświetleniowe świetlówkowe ze statecznikiem elektromagnetycznym, zawierające kondensatory w celu filtracji zakłóceń oraz kompensacji mocy biernej indukcyjnej.

W efekcie załączania opraw z przepalonymi świetlówkami lub stosowania opraw, w których układy ingerowano, w sprawie często dochodzi do przekompensowania i oddawania mocy biernej do sieci.

Tabela 7.1.
Zestawienie wielkości charakterystycznych mocy i energii elektrycznej oraz współczynnika mocy

L.p.	Okres rozliczeniowy	Moc umowna, kW	Pobór mocy czynnej - bieżący max, kW	Moc przekroczona, kW	Zużycie energii elektrycznej czynnej, kWh	Zużycie energii elektrycznej bierniej indukcyjnej, kvarh	Zużycie energii elektrycznej bierniej pojemnościowej, kvarh	$\text{tg}\phi_{\text{umowny}}$	$\text{tg}\phi_{\text{rozliczeniowy}}$
1	sty-13	105	111,84	7	26097	7896	0	0,4	0,30
2	lut-13	105	110,08	5	21323	8145	0	0,4	0,38
3	mar-13	105	93,12	0	12155	2237	96	0,4	0,18
4	kwi-13	55,0	50,84	0	8290	707	125	0,4	0,09
5	maj-13	55,0	54,88	0	7005	620	173	0,4	0,09
6	cze-13	55,0	56,00	1	6808	624	198	0,4	0,09
7	lip-13	28,0	16,32	0	2124	102	261	0,4	0,05
8	sie-13	28,0	20,32	0	2742	267	128	0,4	0,10
9	wrz-13	60,0	54,24	0	8311	1024	73	0,4	0,12
10	paź-13	60,0	56,64	0	10364	1229	110	0,4	0,12
11	lis-13	60,0	70,88	11	10521	1359	155	0,4	0,13
12	gru-13	105,0	79,04	0	10359	1716	102	0,4	0,17
13	sty-14	105,0	117,44	12	25305	9910	3	0,4	0,39
14	lut-14	105,0	112,00	7	26026	9711	18	0,4	0,37
15	mar-14	105,0	66,20	0	9990	1141	111	0,4	0,11
16	kwi-14	55,0	54,60	0	8321	842	100	0,4	0,10
17	maj-14	55,0	58,20	3	8027	876	207	0,4	0,11
18	cze-14	55	51,70	0	6499	805	244	0,4	0,12
19	lip-14	55	27,20	0	2254	141	322	0,4	0,06
20	sie-14	55	17,60	0	2652	225	155	0,4	0,08
21	wrz-14	55	57,00	2	7849	758	162	0,4	0,10
22	paź-14	55	66,40	11	9534	974	137	0,4	0,10
23	lis-14	55	67,70	13	10448	1300	154	0,4	0,12
24	gru-14	105	113,60	15,5	26501	10227	44	0,4	0,39
25	sty-15	105	112,48	12,4	24704	8649	4	0,4	0,35
26	lut-15	105	104,96	0	21022	8453	26	0,4	0,40
27	mar-15	105	61,44	0	10367	1132	246	0,4	0,11
28	kwi-15	55	60,00	8,56	7383	474	308	0,4	0,06
29	maj-15	55	49,92	0	7112	436	324	0,4	0,06
30	cze-15	55	47,52	0	5603	259	352	0,4	0,05
31	lip-15	35	19,68	0	2357	20	542	0,4	0,01
32	sie-15	35	20,64	0	3135	160	295	0,4	0,05
33	wrz-15	60	67,36	7,36	7898	612	337	0,4	0,08
34	paź-15	60	63,52	3,52	9844	941	393	0,4	0,10
35	lis-15	105	61,92	0	10810	1271	433	0,4	0,12
36	gru-15	105	109,92	7,92	24353	9405	210	0,4	0,39
37	sty-16	105	111,84	7	26097	7896	0	0,4	0,30



Rys. 7.1. Wykres bieżącego maksymalnego poboru mocy czynnej w okresie rozliczeniowym na tle mocy umownej w tym okresie

8 CHARAKTERYSTYKA ODBIORNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA TERENIE OBIEKTU

8.1 Oświetlenie

Instalacja oświetleniowa zainstalowana w szkole w Gościnnie nie jest nowa – większość opraw jest starych. W większości oparta jest ona o oprawy świetlówkowe.

W salach lekcyjnych i pomieszczeniach powiązanych zainstalowano oprawy rastrowe, w holach są to oprawy świetlówkowe i biurowe.

W pomieszczeniach służących celom edukacyjnym oświetlenie jest w dość dobrym stanie, nie widać zniszczonych opraw, czy też przepalonych źródeł światła.

Inaczej wygląda sprawa w pomieszczeniach pomocniczych. W piwnicy, w okolicach kotłowni, czy też w pomieszczeniach przynależących do kuchni znajdują się źródła światła bez osłon, czy też niesprawne oprawy oświetleniowe.

Tylko nieco lepiej wygląda oświetlenie hali sportowej i pomieszczeń przynależnych. Większość opraw jest sprawna, jednak ich wiek wskazuje na to, że warto byłoby je wymienić.

Szczegółowe dane inwentaryzacyjne źródeł światła zamieszczono w załączniku nr 1 do niniejszego opracowania.

8.2 Urządzenie elektryczne na wyposażeniu kuchni

W tabeli poniżej zestawiono podstawowe urządzenia będące na wyposażeniu szkolnej kuchni. Czasy użytkowania urządzeń w ciągu roku wyznaczono uwzględniając harmonogram pracy obiektu oraz dane o intensywności użytkowania urządzeń w ciągu dnia roboczego i w ciągu tygodnia podane przez obsługę kuchni.

Tabela 8.2.1. Charakterystyka urządzeń elektrycznych w kuchni szkoły

L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Patelnia elektryczna	3 godz/dobę/10,5 m-ca	
2	Typ		000.PE-025s	654	
3	Rok produkcji		2010		Urządzenie 6 letnie
4	Moc	kW	5,4		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Patelnia elektryczna	3 godz/dobę/10,5 m-ca	
2	Typ		000.PE-040p	654	
3	Rok produkcji		2013		Urządzenie 3 letnie
4	Moc znamionowa	kW	9		Większa powierzchnia miski
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Taboret elektryczny	3 godz/dobę/10,5 m-ca	
2	Typ		000.TE-1F	654	
3	Rok produkcji		2013		Urządzenie 3 letnie
4	Moc	kW	5		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Taboret elektryczny	3 godz/dobę/10,5 m-ca	
2	Typ		KE-1	654	
3	Rok produkcji		2006		Urządzenie 10 letnie
4	Moc	kW	5		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Szatkownica do warzyw	2 godz/tydzień/10,5 m-ca	
2	Typ		HLC-300	82	
3	Rok produkcji		2006		Urządzenie 10 letnie
4	Moc	kW	0,55		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Bemar jezdny	4 godz/tydzień/10,5 m-ca	
2	Typ		BMPD-2-2/1	164	
3	Rok produkcji				Urządzenie 9 letnie
4	Moc	kW	1,4		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Wamnik z płytą grzewczą	1 godz/m-c/10 m-cy	
2	Typ		PU-300	10	
3	Rok produkcji				Urządzenie 10 letnie
4	Moc	kW	2,6		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Kuchnia elektryczna	2 godz/dobę/10,5 m-ca	
2	Typ		KE-6	436	
3	Rok produkcji				Urządzenie 20 letnie
4	Moc	kW	14,4		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Kuchenka mikrofalowa	1 godz/tydzień/10,5 m-ca	
2	Typ/Model		7750000	41	
3	Rok produkcji		2008		Urządzenie 8 letnie
4	Moc	kW	1,4		

L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Piec konwekcyjno-parowy	3 godz/tydzień/10,5 m-ca	
2	Typ/Model		AE-061	123	
3	Rok produkcji				Urządzenie 1 roczne
4	Moc	kW	10,2		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Zmywarka	9 cykli/doba/10,5 m-ca	
2	Typ/Model/Nr kat.		FI-60		
3	Rok produkcji				Urządzenie 4 letnie
4	Moc	kW	6		
				1962	cykli na rok
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Sterylizator UV	1 godz/tydzień/10,5 m-ca	
2	Typ/Model		690552	41	
3	Rok produkcji				Urządzenie 10 letnie
4	Moc	kW	0,077		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Obieraczka do ziemniaków	2 godz/tydzień/10,5 m-ca	
2	Typ/Model/Nr kat.		OZ8N	82	
3	Rok produkcji		2015		Urządzenie 1 roczne
4	Moc	kW	0,55		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Chłodziarko-Zamrażarka	10,5 m-ca	
2	Typ/Model/Nr kat.		TS246C	7656	
3	Rok produkcji				Urządzenie 18 letnie
4	Moc	kW	0,17		
5	Pojemność	l	189		chłodziarka
		l	48		zamrażarka
6	Klasa energetyczna				
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Chłodziarka	10,5 m-ca	
2	Typ/Model/Nr kat.		850001	7656	
3	Rok produkcji				Urządzenie 9 letnie
4	Moc	kW	0,07		
5	Pojemność	l	110		
6	Klasa energetyczna				
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Chłodziarko-Zamrażarka	10,5 m-ca	zużycie energii 321 kWh/rok
2	Typ/Model/Nr kat.		ACZIM	7656	
4	Rok produkcji				Urządzenie 9 letnie
5	Moc	kW			
6	Pojemność	l	195		chłodziarka
		l	80		komora
7	Klasa energetyczna	kWh/rok	321		

8.3 Urządzenia pomocnicze w systemach technicznych budynku

Energia elektryczna zużywana jest na terenie obiektu do napędu następujących urządzeń pomocniczych w systemie ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej:

1. Pompy obiegu kotłów - 2 szt.
Pompy typu UPS 32-60 - pobór mocy 70-185 W.
2. Pompy obiegowe w instalacji centralnego ogrzewania:
 - Pompa typu UPE 65-120F - pobór mocy 80-1150 W (1 szt.)
 - Pompa typu UPE 32-80 - pobór mocy 40-250 W (1 szt.)

- Pompa typu UPE 25-25 - pobór mocy ok. 60 W (1 szt.)
- 3. Pompa cyrkulacyjna w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej
Pompa UPE 25-25 (1 szt. - praca ciągła).
- 4. Pompa ładująca zasobnik w systemie ciepłej wody użytkowej
Pompa UPE 25-25 (1 szt.).
- 5. Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.
- 6. Wentylacja nawiewno-wywiewna w pom. kuchni - praca okresowa :
Wentylator nawiewny i wyciągowy: typ Fkn40VI prod. Termowent (2 szt.)
- 7. Wentylacja wyciągowa w pom. sanitarnych przy sali gimnastycznej - wentylatory dachowe.
- 8. Wentylacja nawiewno-wywiewna z rekuperacją w salach komputerowych - centrala wentylacyjna Ekozeфир RR-1000 KPEL z nagrzewnicą elektryczną.
Maksymalny pobór mocy bez nagrzewnicy elektrycznej - 345 W.
Moc nagrzewnicy - 3200 W.
- 9. Wentylatory łazienkowe E-STYLE - pobór mocy ok. 15 W.

8.4 Lodowisko szkolne

W okresie zimowym przy szkole działa lodowisko funkcjonujące przy temperaturach zewnętrznych od -15°C do $+10^{\circ}\text{C}$ (czynne w godz. 9.00-21.00).

Podstawowe parametry charakteryzujące agregat lodowiska:

- moc zainstalowana: $P_i = 60 \text{ kW}$,
- moc szczytowa: $P_{sz} = 48 \text{ kW}$,
- współczynnik mocy $\cos\phi = 0,95$.

Zalecana temperatura wewnątrz lodowiska wynosi -15°C .

Załączanie się agregatu lodowiska w ciągu dnia w celu utrzymania tej temperatury powoduje przekroczenia mocy umownej.

Przekroczenie umownej mocy czynnej wiąże się z opłatą (netto) na poziomie 185 zł za 1kW przekroczenia (31.12.2014).

8.5 Odbiorniki pozostałe

Szkoła posiada dwie sale komputerowe: na parterze i na piętrze.

Pojedyncze komputery ponadto są na wyposażeniu innych sal lekcyjnych.

W tabeli 8.5.1 zestawiono sprzęt komputerowy i urządzenia biurowe szkoły.

Tabela 8.5.1. Sprzęt komputerowy i urządzenia biurowe na terenie obiektu

Nazwa	Jednostka	Komputer	Laptop	Monitor	Kopiarka	Drukarka	Faks	Skaner	Razem
Ilość urządzeń na terenie obiektu	szt.	48	38	48	3	13	2	3	155

9 OCENA ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ DLA POSZCZEGÓLNYCH ODBIORNIKÓW DLA STANU ISTNIEJĄCEGO

9.1 Oświetlenie

Inwentaryzację oświetlenia oraz szczegółowe dane o zapotrzebowaniu oświetlenia na energię elektryczną zamieszczono w załączniku nr 1 do niniejszego opracowania.

Załącznik nr 1 zawiera audyt efektywności energetycznej wykonany dla usprawnienia modernizacyjnego obejmującego wymianę oświetlenia na energooszczędne.

Zbiornicze wyniki obliczeń rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia dla stanu wyjściowego (przed modernizacją) przedstawiono w tabeli 9.1.1

Tabela 9.1.1 Ocena zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia dla stanu przed modernizacją

Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użytkowania [h/a]	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
1	2x36 bez oprawy	światłówka	72	850	3	183,60
2	Bez oprawy - kuchnia	światłówka	116	1000	2	232,00
3	Hermetyczna biała 2x36	światłówka	72	1300	2	187,20
4	Hermetyczna biała 2x36	światłówka	72	1500	1	108,00
5	Hermetyczna szara 2x36	światłówka	72	1000	18	1 296,00
6	Highbay	lampa wyładowcza	250	1300	18	5 850,00
7	Kierunkowa tablicowa 1x36	światłówka	36	1300	35	1 638,00
8	Kinkiet	żarówka	120	1300	2	312,00
9	Kinkiet ścienny	żarówka	60	540	1	32,40
10	Plafon nowy	żarówka	60	540	4	129,60
11	Plafon nowy	żarówka	60	1300	14	1 092,00
12	Plafon stary	żarówka	60	540	5	162,00
13	Plafon stary	żarówka	60	850	2	102,00
14	Plafon stary	żarówka	60	1000	2	120,00
15	Plafon stary	żarówka	60	1300	5	390,00
16	Plafon wpuszczany	żarówka	60	1300	11	858,00
17	Plafon wystający	żarówka	60	540	2	64,80
18	Plafon wystający	żarówka	60	1300	8	624,00
19	Plafon- zerwany	żarówka	60	540	3	97,20
20	Rastrowa 2x36	światłówka	72	540	14	544,32
21	Rastrowa 2x36	światłówka	72	850	97	5 936,40
22	Rastrowa 2x36	światłówka	72	1000	22	1 584,00
23	Rastrowa 2x36	światłówka	72	1300	346	32 385,60
24	Rastrowa 2x36	światłówka	72	1500	14	1 512,00
25	Rastrowa 4x16	światłówka	64	540	2	69,12
26	Rastrowa 4x16	światłówka	64	850	4	217,60
27	Rastrowa 4x16	światłówka	64	1300	12	998,40
28	Rastrowa 4x16	światłówka	64	1500	2	192,00
29	Stara biała mleczna	światłówka	72	1000	2	144,00
30	Stary plafon podziemie	żarówka	60	540	17	550,80
31	Światłówkowa bez opraw	światłówka	72	540	4	155,52
32	Światłówkowa biała	światłówka	72	540	11	427,68
33	Światłówkowa biała	światłówka	72	850	31	1 897,20
34	Światłówkowa biała	światłówka	72	1300	19	1 778,40
35	Światłówkowa biała	światłówka	72	1500	2	216,00
36	Światłówkowa- sala korekcyjna	światłówka	72	1300	9	842,40
	Razem					62 930,24

9.2 Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni

Zużycie energii elektrycznej dla poszczególnych urządzeń elektrycznych stanowiących wyposażenie kuchni szkoły zostało określone na podstawie odczytu mocy znamionowej oraz czasu użytkowania.

Czas użytkowania urządzeń technologicznych kuchni określono na podstawie wywiadów z obsługującym je personelem kuchni.

Dla urządzeń chłodniczych pracujących cyklicznie wprowadzono współczynnik 0,5 jako względną wartość czasu pracy mocą znamionową w ciągu roku (czas pracy urządzeń chłodniczych zależy między innymi od: temperatury otoczenia, częstotliwości otwierania drzwi chłodziarki, stopnia wypełnienia komory artykułami spożywczymi, ilości oraz wilgotności przechowywanych artykułów).

Dla pozostałych urządzeń wyznaczono czasy użytkowania urządzeń w ciągu roku uwzględniając okresy pracy szkoły oraz dane o intensywności użytkowania urządzeń podane przez obsługę kuchni (patrz punkt 8.2).

Dla zmywarki określono ilość cykli pracy w ciągu dnia roboczego i ilość dni roboczych w roku.

Zastosowano metodykę obliczeń (formuły i parametry) wyznaczenia standardowego zużycia energii zaczerpnięte z następujących rozporządzeń:

1. **Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 maja 2005 r. w sprawie wymagań dotyczących dokumentacji technicznej, stosowania etykiet i charakterystyk technicznych oraz wzorów etykiet dla urządzeń (DZ. U. Nr 98, poz. 825 z 2005 r.).**
2. **Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (DZ. U. poz. 962 z 2012 r.).**

Szczegółowe obliczenia zamieszczono w tabeli 9.2.1.

W obliczeniach uwzględniono rzeczywisty harmonogram pracy szkoły wyłączając weekendy i dni wolne od pracy, ferie i przerwy świąteczne oraz okres wakacji szkolnych.

Zbiornicze wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 9.2.2.

Tabela 9.2.1 Szczegółowe obliczenia standardowego i rzeczywistego zapotrzebowania na energię elektryczną przez poszczególne urządzenia będące na wyposażeniu kuchni.

Lp.	Nazwa	Oznac.	Formuła	Wartość	Jedn.	Uwagi
I	Patelnia elektryczna					
1	Typ urządzenia			000.PE-025s		Urządzenie 6 letnie
2	Czas użytkowania	T_U		654	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		5,4	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	3531,6	kWh/rok	
II	Patelnia elektryczna					
1	Typ urządzenia			000.PE-040p		Urządzenie 3 letnie
2	Czas użytkowania	T_U		654	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		9,0	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	5886,0	kWh/rok	

Lp.	Nazwa	Oznaczn.	Formuła	Wartość	Jedn.	Uwagi
III	Taboret elektryczny					Urządzenie 3 letnie
1	Typ urządzenia			000.TE-1F		
2	Czas użytkowania	T_U		654	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		5,0	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	3270,0	kWh/rok	
IV	Taboret elektryczny					Urządzenie 10 letnie
1	Typ urządzenia			KE-1		
2	Czas użytkowania	T_U		654	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		5,0	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	3270,0	kWh/rok	
V	Szatkwonica do warzyw					Urządzenie 10 letnie
1	Typ urządzenia			HLC-300		
2	Czas użytkowania	T_U		82	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		0,55	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	45,1	kWh/rok	
VI	Bemar jezdny					Urządzenie 9 letnie
1	Typ urządzenia			BMPD-2-2/1		
2	Czas użytkowania	T_U		164	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		1,40	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	229,6	kWh/rok	
VII	Warnik z płytą grzewczą					Urządzenie 10 letnie
1	Typ urządzenia			PU-300		
2	Czas użytkowania	T_U		10	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		2,60	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	26,0	kWh/rok	
VIII	Kuchnia elektryczna					Urządzenie 20 letnie
1	Typ urządzenia			KE-6		
2	Czas użytkowania	T_U		436	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		14,40	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	6278,4	kWh/rok	
IX	Kuchenka mikrofalowa					Urządzenie 8 letnie
1	Typ urządzenia			7750000		
2	Czas użytkowania	T_U		41	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		1,40	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	57,4	kWh/rok	
X	Piec konwekcyjno-parowy					Urządzenie 1 roczne
1	Typ urządzenia			AE-061		
2	Czas użytkowania	T_U		123	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		10,20	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	1254,6	kWh/rok	
XI	Zmywarka					Urządzenie 4 letnie
1	Typ urządzenia			FI-60		
2	Ilość cykli	N_C		1962	cykle/rok	
3	Zużycie energii na 1 cykl	C		0,20	kWh/cykl	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot C$	388,5	kWh/rok	

Lp.	Nazwa	Oznac.	Formuła	Wartość	Jedn.	Uwagi
XII	Steryliator UV					Urządzenie 10 letnie
1	Typ urządzenia			690552		
2	Czas użytkowania	T_U		41	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		0,08	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	3,2	kWh/rok	
XIII	Obieraczka do ziemniaków					Urządzenie 1 roczne
1	Typ urządzenia			OZ8N		
2	Czas użytkowania	T_U		82	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		0,55	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	45,1	kWh/rok	
XIV	Chłodziarko-Zamrażarka					Urządzenie 18 letnie
1	Typ urządzenia			TS246C		
2	Roczne zużycie energii przez urządzenie	AC		744,6	kWh/rok	
3	Współczynnik	M_α		0,777		
4	Pojemność użytkowa komór	V_{C1}		189,0		
		V_{C2}		48,0		
5	Temperatura przechowywania komór	T_{C1}		3,0		
		T_{C2}		-18,0		
6	Współczynnik korygujący	FF		1,0		
7	Współczynnik korygujący	CC		1,0		
8	Współczynnik korygujący	BI		1,0		
9	Współczynnik korygujący	N_α		303,0		
10	Współczynnik korygujący	CH		0,0		
11	Standardowe roczne zużycie energii	SC_α		544,7	kWh/rok	
12	Wskaźnik efektywności energetycznej	I_α		136,7		odpowiednik klasy G
13	Roczne zużycie energii zweryfikowane	Q_0		650,8	kWh/rok	
XV	Chłodziarka					Urządzenie 9 letnie Do przechowywania próbek
1	Typ urządzenia			850001		
2	Roczne zużycie energii przez urządzenie	AC		613,2	kWh/rok	
3	Współczynnik	M		0,233		
4	Współczynnik korygujący	N		245,0		
5	Pojemność użytkowa komór	AV		110,0		
6	Standardowe roczne zużycie energii	SC	$SC = M \cdot AV + N$	167,1		
7	Wskaźnik efektywności energetycznej	I_α		367,0		odpowiednik klasy G
8	Roczne zużycie energii zweryfikowane	Q_0		268,0	kWh/rok	
XVI	Chłodziarko-Zamrażarka					Urządzenie 9 letnie
1	Typ urządzenia			ACZiM		
2	Standardowe roczne zużycie energii			321	kWh/rok	klasa A
3	Roczne zużycie energii zweryfikowane	Q_0		298,3	kWh/rok	

Tabela 9.2.2 Zestawienie zbiorcze wyników obliczeń zapotrzebowania na energię elektryczną dla urządzeń technologicznych kuchni dla stanu przed modernizacją

L.p.	Typ urządzenia	Klasa efektywności energetycznej	Moc [kW]	Czas użytkownika [h/a]	Roczne zużycie energii [kWh/rok]
1	Patelnia elektryczna		5,40	654	3 531,60
2	Patelnia elektryczna		9,00	654	5 886,00
3	Taboret elektryczny		5,00	654	3 270,00
4	Taboret elektryczny		5,00	654	3 270,00
5	Szatkwonica do warzyw		0,55	82	45,10
6	Bemar jezdny		1,40	164	229,60
7	Wamnik z płytą grzewczą		2,60	10	26,00
8	Kuchnia elektryczna		14,40	436	6 278,40
9	Kuchenka mikrofalowa		1,40	41	57,40
10	Piec konwekcyjno-parowy		10,20	123	1 254,60
11	Zmywarka		6,00		388,48
12	Sterylizator UV		0,08	41	3,16
13	Obieraczka do ziemniaków		0,55	82	45,10
14	Chłodziarko-Zamrażarka	odpowiednik klasy G	0,17	7656	650,76
15	Chłodziarka	odpowiednik klasy G	0,07	7656	267,96
16	Chłodziarko-Zamrażarka	klasa A		7656	298,33
	Suma	-	-	-	25 502,49

9.3 Urządzenia pomocnicze w systemach technicznych budynku

Zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych w systemie technicznych ogrzewania, wentylacji i przygotowania c.w.u. określa się w oparciu o:

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z dn. 18.03.2015 r., poz. 376).

Wielkość zapotrzebowania mocy dla urządzeń pomocniczych przyjmowano w oparciu o dane techniczne urządzeń zainstalowanych na terenie obiektu lub przyjmując wskaźniki jednostkowe zgodnie z ww. rozporządzeniem.

Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 9.3.1.

Tabela 9.3.1 Zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych w systemach technicznych dla stanu istniejącego - przed modernizacją

Lp.	Nazwa	Oznaczn.	Wartość	Jednostka
	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze w budynku	A_f	4 829,41	m^2
1	Pompy obiegowe w systemie ogrzewania			
1.1	Pompy obiegu kotłów		2	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,1}$	130	W
	b) czas pracy	$t_{el,1}$	4 700	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom,1}$	1 222	kWh/rok
1.2	Pompy obiegowe w instalacji c.o.		3	szt.
	a) sumaryczne zapotrzebowanie mocy do napędu urządzeń pomocniczych	$P_{el,2}$	800	W
	b) czas pracy	$t_{el,2}$	4 700	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom,2}$	3 760	kWh/rok
2	Pompy w systemie przygotowania c.w.u.			
2.1	Pompa cyrkulacyjna w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,3}$	60	W
	b) czas pracy (praca ciągła)	$t_{el,3}$	8 760	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,3}$	526	kWh/rok
2.2	Pompa ładująca zasobnik w systemie ciepłej wody użytkowej		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,4}$	60	W
	b) czas pracy	$t_{el,4}$	580	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,4}$	35	kWh/rok
3	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania i przygotowania c.w.u.			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze	A_f	4 829,41	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,5}$	0,09	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,5}$	8 760	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,5}$	3 808	kWh/rok
4	Wentylatory w centralach nawiewno-wywiewnych (sale komputerowe i kuchnia)			
4.1	Sale komputerowe			
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,6}$	345	W
	b) czas pracy	$t_{el,6}$	1 616	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,6}$	558	kWh/rok
4.2	Kuchnia			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	87	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,7}$	1,30	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,7}$	1 212	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,7}$	137	kWh/rok
5	Wentylatory wyciągowe (zaplecze sali gimnastycznej)			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	106	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,8}$	0,90	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,8}$	1 616	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,8}$	154	kWh/rok
6	Wentylatory miejscowe			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	209	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,9}$	2,40	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,9}$	1 616	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,9}$	810	kWh/rok
7	Nagrzewnica elektryczna w centrali wentylacyjnej pracowni komputerowych			
	a) zapotrzebowanie mocy urządzenia pomocniczego	$P_{el,10}$	3200	W
	b) czas pracy	$t_{el,10}$	1 224	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię dla urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,10}$	3 917	kWh/rok
8	Łączne zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom}$	14 927	kWh/rok

9.4 Lodowisko szkolne

Zużycie energii przez lodowisko oszacowano na podstawie faktur za energię elektryczną udostępnionych przez dyrekcję szkoły za okres od stycznia 2013 r. do stycznia 2016 r.

W zależności od temperatur zewnętrznych zużycie energii na potrzeby utrzymania sztucznego lodowiska kształtowało się na poziomie 30-40 MWh na sezon chłodniczy.

9.5 Odbiorniki pozostałe

W tabeli 9.5.1 zamieszczono szacunkową ocenę zużycia energii elektrycznej dla urządzeń IT stanowiących wyposażenie szkoły.

Obliczenia zapotrzebowania na energię przeprowadzono zgodnie z:

Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. z dn. 27.08.2012 r., poz. 962).

Przy przeprowadzaniu obliczeń wprowadzono korekty uwzględniające specyfikę pracy szkoły i harmonogram wykorzystania obiektu.

Komputery stacjonarne są wyposażone w monitory LCD o mocy ok. 30 W. Zasilacze komputerów są standardowe o mocy około 350 W i pracują mocą średnią 78,2 W (wartość wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (DZ. U. poz. 962 z 2012 r.).

Przy obliczeniach założono, że:

- szkoła pracuje 202 dni w roku;
- komputery wykorzystywane są przez 8 godzin dziennie;
- po godzinach pracy laptopy nie są użytkowane lub są użytkowane poza szkołą, natomiast komputery stacjonarne są wyłączane (występują jedynie pojedyncze przypadki niewyłączenia komputera);
- komputery przechodzą w stan uśpienia w okresach przerw międzylekcyjnych;
- w okresie pracy szkoły drukarki nie są wyłączane ze względu na podtrzymanie gotowości do pracy (a w przypadku drukarek atramentowych ze względów serwisowych).

Tabela 9.5.1
Określenie zapotrzebowania na energię dla urządzeń IT na wyposażeniu szkoły - stan przed modernizacją

Lp.	Nazwa	Oznac.	Jedn.	Komputer	Laptop	Monitor	Kopiarka	Drukarka	Faks	Skaner	Razem
1	Średnia długość pozostawiania urządzenia w trybie pracy "on mode"	T _{OM}	h/rok	1 616	1 616	1 616	330	330	330	110	--
2	Średnia długość pozostawiania urządzenia w trybie pracy "standby"	T _{SM}	h/rok	202	0	2 375	5 160	5 160	0	1 312	--
3	Średnia długość pozostawiania urządzenia w trybie "sleep"	T _{SL}	h/rok	404	404	404	1 980	1 980	8 430	5 750	--
4	Moc pobierana przez urządzenie w trybie pracy "on mode"	q _{OM}	W	78,2	32,0	31,4	800,0	350,0	15,0	18,0	--
5	Moc pobierana przez urządzenie w trybie pracy "standby"	q _{SM}	W	2,7	1,5	2,0	2,0	2,0	0,0	2,0	--
6	Moc pobierana przez urządzenie w trybie "sleep"	q _{SL}	W	2,2	3,0	0,9	95,0	50,0	3,5	6,0	--
7	Roczne zużycie energii elektrycznej dla 1 urządzenia $Q_n = 0,0008 \cdot (T_{OM} \cdot q_{OM} + T_{SM} \cdot q_{SM} + T_{SL} \cdot q_{SL})$	Q _n	kWh/rok	102	42	45	370	180	28	31	--
8	Ilość urządzeń na terenie obiektu	n	szt.	48	38	48	3	13	2	3	155
9	Sumaryczne zużycie roczne energii elektrycznej	Q	kWh/rok	4 896	1 596	2 160	1 110	2 340	56	93	12 251

9.6 Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku dla stanu przed modernizacją

W tabeli 9.6.1 zamieszczono wyniki zbiorcze obliczeń zapotrzebowania na energię elektryczną dla analizowanego budynku dla stanu wyjściowego przed modernizacją. W bilansie energii uwzględniono dodatkowo straty energii elektrycznej występujące w instalacji elektrycznej, które przyjęto dla stanu przed modernizacją na poziomie 1,5%.

Tabela 9.6.1
Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku - stan przed modernizacją

Lp.	Nazwa	Wartość	Jednostka
1	Oświetlenie	62 930	kWh/rok
2	Lodowisko	30 000	kWh/rok
3	Urządzenia pomocnicze	14 927	kWh/rok
4	Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni	25 502	kWh/rok
5	Odbiorniki pozostałe	12 251	kWh/rok
6	Straty energii elektrycznej	2 184	kWh/rok
7	RAZEM	147 795	kWh/rok

10 MOŻLIWOŚCI I SPOSOBY POPRAWY STANU ISTNIEJĄCEGO

10.1 System zasilania i rozdziału energii elektrycznej oraz monitoring i sterowanie

10.1.1 Modernizacja rozdzielnic głównej i WLZ

Ze względu na nieprzystosowanie mocowe obecnej rozdzielnic do jednoczesnej pracy z agregatem lodowiska i szczytowym obciążeniem szkoły oraz brak możliwości montażu dodatkowych systemów monitorowania zużycia energii zaproponowano modernizację obejmującą montaż nowej rozdzielnic.

Poniżej w tabeli 10.1.1 przedstawiono kalkulację nakładów inwestycyjnych na realizację proponowanego usprawnienia.

Przedstawione poniżej koszty obejmują aparaturę zabezpieczającą, konstrukcję rozdzielnic z izolatorami, szynami, blachami i drzwiami.

Uwzględniono ochronę przeciwprzepięciową kl. C oraz mierniki parametrów sieci, czyli rejestratory.

Do wyceny urządzeń i aparatury doliczono robociznę, okablowanie, zaciski i ewentualnie dodatkowe wkładki bezpiecznikowe ponad te wymontowane ze starej rozdzielnic.

Przy kalkulacji kosztów nie uwzględniono automatyki SZR (Samoczynnego Załączania Rezerwy), gdyż agregat rezerwowy użytkowany przez szkoły Gminy Wejherowo jest agregatem przewoźnym i będzie załączany ręcznie. Wystarczy więc ręczne sterowanie wyłącznikiem głównym skonfigurowanym bez napędów - jedynym dodatkowym wyposażeniem wyłącznika jest przewidziana blokada mechaniczna.

W wycenie nie uwzględniono również napędów silnikowych wyłączników głównych, gdyż w przedstawionej koncepcji nie założono korzystania z napędów wyłączników.

Napęd przewidują się jedynie przy wyłączniku agregatu lodowiska.

Tabela 10.1.1 Kalkulacja kosztów - wymiana rozdzielnic

Lp.	Nazwa	Koszty [zł]
1	Rozdzielnic i jej aparatura	21 915
2	Dodatkowy osprzęt i kable	5 479
3	Wykonawstwo i montaż	13 697
4	Projekt	6 164
5	Suma kosztów brutto [zł]	47 255

10.1.2 System monitoringu zużycia energii i jej parametrów

W przypadku analizowanego budynku proponuje się stworzenie nowoczesnego i funkcjonalnego rozwiązania pozwalającego na monitoring zużycia energii i rejestrację parametrów energii elektrycznej.

System monitoringu parametrów energetycznych powinien posiadać rozwinięte funkcje i możliwości, w tym:

- 1) Funkcja strażnika mocy
W oparciu o wskazania chwilowe system powinien prognozować moc 15 minutową, którą rozlicza Operator Systemu Dystrybucyjnego.
W razie prognozowanego przekroczenia (wiążącego się z opłatami za przekroczenie

- mocy umownej) powinno być możliwe automatyczne wygenerowanie maila / wiadomości SMS / sygnalizacji wizualnej, bądź też automatyczne wyłączenie wybranego urządzenia – w tym przypadku agregatu lodowiska szkolnego.
- 2) Podgląd pod chwilowe dane - moc chwilowa, współczynnik mocy.
 - 3) Pobieranie danych dotyczących zużycia energii w wybranym okresie - doba energetyczna, tydzień, miesiąc.
 - 4) Ocena opłacalności zmiany taryfy.
 - 5) Generowanie orientacyjnych faktur za energię oraz jej dystrybucję.

Poza powyżej wskazanymi możliwościami, system powinien umożliwiać generowanie wszelkiego rodzaju raportów dotyczących profilu zużycia, pojawiających się przekroczeń (moc, energia bierna) itp.

Zastosowanie systemu monitoringu parametrów energetycznych przyczyni się do świadomego zarządzania energią w budynku i umożliwi stały podgląd pod parametry energetyczne.

Dla SSP Gościcino zaproponowano dwa warianty rozbudowy istniejącego systemu rejestracji zużycia energii i jej parametrów.

Wariant I

Wariant I obejmuje następującą aparaturę i urządzenia:

Lp.	Nazwa i opis	Ilość [szt.]
1.	WYŁĄCZNIK WIELKOŚĆ S00, DO OCHRONY SILNIKA, CLASS 10, WYZW. TERM. 3.5...5A, WYZW. ZWARC. 65A, PRZYŁ. ŚRUBOWE, STANDARDOWA ZDOLNOŚĆ ŁĄCZENIOWA	1
2.	SIRIUS ACT, PRZEŁĄCZNIK Z MOŻLIWOŚCIĄ PODŚW., 22MM, OKRĄGŁY, TWORZYWO, CZARNY, KRÓTKIE PIÓRO, 2-POZ. O<I, Z SAMOPOWROTEM, KĄT ZAŁ. 45 ST., GODZ. 10:30/12	1
3.	SIRIUS ACT, BLOK STYKÓW Z 1 ELEMENTEM, 1NO, PRZYŁ. ŚRUBOWE, DO MONTAŻU NA PŁYTCIE CZOŁOWEJ	2
4.	SIRIUS ACT, BLOK STYKÓW Z 1 ELEMENTEM, 1NC, PRZYŁ. ŚRUBOWE, DO MONTAŻU NA PŁYTCIE CZOŁOWEJ	2
5.	SIRIUS ACT, UCHWYT NA 3 BLOKI, TWORZYWO	1
6.	WYŁĄCZNIK NADMIAROWOPRĄDOWY, 6KA,1+N-BIEG. C2A	2
7.	STYCZNIK INSTA. 2 NO I 2 NC DLA 230, 400 V AC, 25 A, CEWKA 230 V AC	2
8.	SITOP PSU100C 24 V/2.5 A, UNIWERSALNY ZASILACZ STABILIZOWANY, NAPIĘCIE WEJŚCIA: 120-230V AC/110-300V DC, NAPIĘCIE WYJŚCIA: 24V DC / 2.5A	1
9.	SIMATIC S7-1200, CPU 1212C DC/DC/PRZEKAŹNIK, 8 WEJŚĆ BINARNYCH (24V DC) / 6 WYJŚĆ BINARNYCH (PRZEKAŹNIK/2A) / 2 WEJŚCIA ANALOGOWE (0 - 10V DC), ZASILANIE: 24V DC, PAMIĘĆ PROGRAMU/DANYCH: 75 KB; MOŻLIWOŚCI ROZBUDOWY O: 3 MODUŁY KOMUNIKACYJNE, 1 PŁYTKĘ SYGNAŁOWĄ, 2 MODUŁY WEJŚĆ/WYJŚĆ; FIRMWARE 4.X (WYMAGANY TIA PORTAL V13)	1

Lp.	Nazwa i opis	Ilość [szt.]
10.	SCALANCE XB005 UNMANAGED INDUSTRIAL ETHERNET SWITCH FOR 10/100MBIT/S; WITH 5 X 10/100MBIT/S TWISTED PAIR- PORTS WITH RJ45-SOCKETS; FOR CONFIGURING SMALL STAR- AND LINE TOPOGRAPHIES; LED-DIAGNOSIS, IP20, 24 V DC POWER SUPPLY, MANUAL AVAILABLE AS DOWNLOAD	1
11.	SETRON PAC3200; WIELOFUNKCYJNY MIERNIK PARAMETRÓW SIECI; MONTAŻ W DRZWIACH ROZDZ; 96X96 MM; LCD; ETHERNET; NAPIĘCIE ZASILANIA 110-340VDC / 95-240VAC; WEJ.NAP.MAX. 690/400V 45-56HZ; WEJ.PRĄD. X/1A LUB X/5A AC ; PRZYŁACZA ŚRUBOWE	3

Nakłady inwestycyjne dla wariantu I - 1 499 € netto.

Wariant I organizuje prosty podgląd danych przez przeglądarkę bez ich archiwizacji.

Wariant II

Wariant II obejmuje następującą aparaturę i urządzenia:

Lp.	Nazwa i opis	Ilość [szt.]
1.	WYŁĄCZNIK WIELKOŚĆ S00, DO OCHRONY SILNIKA, CLASS 10, WYZW. TERM. 3.5...5A, WYZW. ZWARC. 65A, PRZYŁ. ŚRUBOWE, STANDARDOWA ZDOLNOŚĆ ŁĄCZENIOWA	1
2.	SIRIUS ACT, PRZEŁĄCZNIK Z MOŻLIWOŚCIĄ PODŚW., 22MM, OKRĄGŁY, TWORZYWO, CZARNY, KRÓTKIE PIÓRO, 2-POZ. 0<I, Z SAMOPOWROTEM, KĄT ZAŁ. 45 ST., GODZ. 10:30/12	1
3.	SIRIUS ACT, BLOK STYKÓW Z 1 ELEMENTEM, 1NO, PRZYŁ. ŚRUBOWE, DO MONTAŻU NA PŁYTCIE CZOŁOWEJ	2
4.	SIRIUS ACT, BLOK STYKÓW Z 1 ELEMENTEM, 1NC, PRZYŁ. ŚRUBOWE, DO MONTAŻU NA PŁYTCIE CZOŁOWEJ	2
5.	SIRIUS ACT, UCHWYT NA 3 BLOKI, TWORZYWO	1
6.	PAKIET PROMOCYJNY POWERMANAGER I 3 MIERNIKI PAC 3200 W ZESTAWIE. SYSTEM ZARZĄDZANIA ENERGIĄ SETRON POWERMANAGER V 3.0 LEAN; OPROGRAMOWANIE NA CD DO 10 URZĄDZEŃ, LICENCJA NA PENDRIVE DLA 1 SERWERA I 1 KLIENTA, OPROG. KOMPATYBILNE Z SYST. OPERAC. WINDOWS,	1
7.	WYŁĄCZNIK NADMIAROWOPRĄDOWY, 6KA,1+N-BIEG. C2A	2
8.	STYCZNIK INSTA. 2 NO I 2 NC DLA 230, 400 V AC, 25 A, CEWKA 230 V AC	2
9.	SITOP PSU100C 24 V/2.5 A, UNIWERSALNY ZASILACZ STABILIZOWANY, NAPIĘCIE WEJŚCIA: 120-230V AC/110-300V DC, NAPIĘCIE WYJŚCIA: 24V DC / 2.5A	1

Lp.	Nazwa i opis	Ilość [szt.]
10.	SIMATIC S7-1200, CPU 1212C DC/DC/PRZEKAŹNIK, 8 WEJŚĆ BINARNYCH (24V DC) / 6 WYJŚĆ BINARNYCH (PRZEKAŹNIK/2A) / 2 WEJŚCIA ANALOGOWE (0 - 10V DC), ZASILANIE: 24V DC, PAMIĘĆ PROGRAMU/DANYCH: 75 KB; MOŻLIWOŚCI ROZBUDOWY O: 3 MODUŁY KOMUNIKACYJNE, 1 PŁYTKĘ SYGNAŁOWĄ, 2 MODUŁY WEJŚĆ/WYJŚĆ; FIRMWARE 4.X (WYMAGANY TIA PORTAL V13)	1
11.	SCALANCE XB005 UNMANAGED INDUSTRIAL ETHERNET SWITCH FOR 10/100MBIT/S; WITH 5 X 10/100MBIT/S TWISTED PAIR- PORTS WITH RJ45-SOCKETS; FOR CONFIGURING SMALL STAR- AND LINE TOPOGRAPHIES; LED-DIAGNOSIS, IP20, 24 V DC POWER SUPPLY, MANUAL AVAILABLE AS DOWNLOAD	1
12.	MODUŁ ROZSZERZENIA PAC PROFINET	3

Wariant II implementuje kompletny system zarządzania energią Powermanager z wizualizacją, archiwizacją danych oraz alarmowaniem i raportowaniem ustalonych przekroczeń.

Wariant II jest droższy od wariantu I - jego cenę oszacowano na 2 811 € netto.

W obu wariantach konieczne jest oprogramowanie sterownika PLC, przy czym w wariantcie I (tańszym) wymagane jest bardziej złożone i potencjalnie droższe oprogramowanie sterownika przez specjalistę.

Koszt usługi programistycznej w wariantcie II oszacowano na ok. 6000 zł netto.

Nazwa	Koszty [zł]
Monitoring i sterowanie	14 835
Zaprogramowanie sterownika	7 380
Urządzenia oraz usługa instalacji i konfiguracji serwera wirtualnej sieci prywatnej VPN	10 200
Koszt sumaryczny - monitoring [zł]	32 415

Wycena układu monitoringu uwzględnia stworzenie systemu komputerowego do podglądu danych przez Internet, w tym komputer z system serwerowym oraz usługę instalacji i konfiguracji serwera wirtualnej sieci prywatnej VPN.

Każdy komputer osobisty, dla którego zostanie skonfigurowane zdalne połączenie do tej sieci wewnętrznej będzie mógł mieć dostęp do gromadzonych danych.

Sieci VPN gwarantują wysoki poziom bezpieczeństwa przesyłu danych.

Dla analizowanego obiektu proponuje się modernizację w oparciu o wariant II rejestracji i monitorowania sieci elektrycznej.

10.1.3 Sterowanie pracą agregatu lodowiska szkolnego

Nie planuje się działań mających na celu zmniejszenie zużycia energii na potrzeby lodowiska. Przewiduje się natomiast uzyskanie oszczędności ekonomicznych poprzez zarządzanie obciążeniami elektrycznymi w szczycie obciążenia, w szczególności obciążeniem od urządzeń kuchennych i lodowiska.

Proponowany układ monitoringu zużycia energii zawiera również funkcje sterowania. W układzie sterowania za funkcję strażnika mocy odpowiada sterownik S7-1200. Strażnik mocy będzie miał za zadanie sterować wyłącznikiem agregatu lodowiska – z tego względu należy go wyposażyć w napęd. Zaprogramowanie sterownika to koszt około 6000 zł netto. Zyskiem będą uniknięte opłaty za przekroczenia mocy i oszczędności z tytułu zamawiania mocy z mniejszym zapasem.

10.1.4 Propozycje dotyczące modernizacji sposobu zaopatrzenia obiektu w energię elektryczną - montaż ogniw fotowoltaicznych

W załączniku nr 2 do niniejszego opracowania zamieszczono koncepcję budowy elektrowni słonecznej na dachach kompleksu szkolnego w Gościcinie.

Przeprowadzona analiza trzech różnych wariantów budowy elektrowni słonecznej wykazała, że w przypadku analizowanego obiektu optymalnym rozwiązaniem będzie budowa elektrowni opisanej w wariantcie II, który rekomenduje się do realizacji.

Elektrownia zostanie zlokalizowana na dachu budynku głównego szkoły od ul. Wejherowskiej. Rzędy modułów ustawione zostaną z optymalnym położeniem na stelażach i zwrócone dokładnie na południe.

Moc elektrowni - 16,2 kW.

Roczna produkcja energii - 14 185 kWh/rok
(po uwzględnieniu strat technicznych i kosztów dystrybucji na wymianie z siecią elektroenergetyczną).

Szacunkowe nakłady inwestycyjne - 131 512 zł.

Okres zwrotu środków własnych poniesionych na budowę elektrowni:

- a) przy dofinansowaniu w wysokości 70% - 6 lat;
- b) przy dofinansowaniu w wysokości 45% - 10 lat.

Roczne oszczędności na zakupie energii elektrycznej wynoszą około 7 845 zł w pierwszym roku eksploatacji i spadają do 6 490 zł w dwudziestym roku eksploatacji elektrowni.

Produkcja elektrowni będzie pokrywała około 12% potrzeb własnych szkoły.

10.2 Odbiorniki energii elektrycznej

10.2.1 Oświetlenie

W załączniku nr 1 do niniejszego opracowania przeprowadzono szczegółową analizę proponowanych wariantów modernizacji oświetlenia zainstalowanego w budynkach kompleksu szkolnego SSP w Gościcinie.

Wykaz proponowanych usprawnień analizowanych w ramach poszczególnych wariantów zamieszczono w tabeli 10.2.1.

Zestawienie efektów energetycznych dla poszczególnych rozwiązań pokazano w tabeli 10.2.2.

Tabela 10.2.1

Zestawienie proponowanych usprawnień analizowanych w ramach poszczególnych wariantów modernizacji oświetlenia

Lp.	Rodzaj modernizacji i usprawnień	Sposób realizacji
1	Wymiana źródeł światła na lampy LED	Wymiana żarówek na odpowiednik LED Wymiana świetlówek w istniejących oprawach na tuby LED Wymiana starych opraw świetlówek liniowych na oprawy LED Bez wymiany opraw Highbay
2	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED	Wymiana żarówek na odpowiednik LED Wymiana starych opraw świetlówek liniowych na oprawy LED Wymiana opraw rastrowych 2x36 i 4x16 na oprawy rastrowe LED Wymiana lamp Highbay na nowocześniejsze
3	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu	W części plafonów wymiana żarówek na odpowiedniki LED. Wymiana opraw świetlówek liniowych na oprawy LED w tym opraw rastrowych. Wymiana lamp Highbay na nowocześniejsze Instalacja czujników ruchu w toaletach, szatniach i nieuczęszczanych częściach szkoły.

Tabela 10.2.2

Zestawienie efektów energetycznych dla poszczególnych wariantów modernizacji oświetlenia

Lp.	Opis wariantu modernizacji	Zapotrzebowanie na energię przed modernizacją [kWh/rok]	Zapotrzebowanie na energię po modernizacji [kWh/rok]	Zysk energetyczny [kWh/rok]
1	Wymiana źródeł światła na lampy LED	62 930,24	33 445,78	29 484,46
2	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED	62 930,24	37 003,69	25 926,55
3	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu	62 930,24	36 751,12	26 179,12

W tabeli 10.2.3 pokazano wskaźniki ekonomiczne dla analizowanych wariantów.

Proponowane rozwiązania uszeregowano według rosnącej wartości okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT.

Tabela 10.2.3

Zestawienie wskaźników ekonomicznych dla poszczególnych wariantów modernizacji oświetlenia

Lp.	Rodzaj i zakres modernizacji	Nakłady [zł]	SPBT [lata]
1	Wymiana źródeł światła na lampy LED	120 321,36	5,05
2	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED	299 178,00	14,24
3	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu	303 498,00	14,35

Z punktu widzenia wskaźników ekonomicznych najbardziej korzystnym rozwiązaniem jest wymiana źródeł światła we wszystkich oprawach zainstalowanych w obiekcie. Proponuje się jednakże przeprowadzenie modernizacji według trzeciego wariantu zakładającego wymianę opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu.

Wariant pierwszy to głównie wymiana samych źródeł w istniejących oprawach. Wymiana samych źródeł światła jest rozwiązaniem tańszym, jednak w sytuacji, gdy wskaźniki ekonomiczne nie są dużo gorsze, zaleca się wymianę opraw świetlówkowych na oprawy LED, ponieważ instalacja źródeł LED w tego typu oprawach wymaga czasami ingerencji w oprawę (zmiany w układzie dławika i startera oprawy).

Przy zakupie tub LED należy uwzględnić dotychczasowy układ stabilizujący. Jeżeli był to układ elektromagnetyczny (EM) można będzie zakupić o połowę tańsze tuby wraz z którymi dostarczana jest tzw. zwora wstawiana w miejsce startera. Jeżeli układ stabilizujący jest elektronicznym układem wysokiej częstotliwości (High Frequency HF) wówczas należy zakupić droższe świetlówki HF. Ich cenę przewidziano w kosztorysie. Ostatnią opcją jest zakup tańszych tub EM i dokonanie zmian w układzie lampy ze zmianą połączeń, co wymaga uwzględnienia kosztów prac elektrycznych.

Mając na uwadze, że jest to budynek użyteczności publicznej oraz fakt, że wśród użytkowników przeważają dzieci, stosowanie opraw modyfikowanych niefabrycznie nie jest wskazane.

Dodatkowymi przesłankami za wyborem wariantu 3 i wymianą opraw a nie tylko źródeł są:

- a) niedostosowanie odbłyśników istniejących opraw do ukierunkowanego strumienia świetlnego w tubach z diodami LED (można to częściowo zniwelować poprzez dobór tub LED z odpowiednim kątem dystrybucji światła, ale nie ma pewności, że w szkole odpowiednie tuby LED zostaną zastosowane),
- b) oprawy w szkole w większości są wyeksploatowane (przy wymianie na nowe oprawy wybór opraw LED jest uzasadniony ze względu na efektywność energetyczną).

10.2.2 Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni

Obliczenia efektywności energetycznej działań związanych z wymianą urządzeń kuchennych prowadzono zgodnie z następującymi przepisami:

1. **Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 maja 2005 r. w sprawie wymagań dotyczących dokumentacji technicznej, stosowania etykiet i charakterystyk technicznych oraz wzorów etykiet dla urządzeń (DZ. U. Nr 98, poz. 825 z 2005 r.)**
2. **Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (DZ. U. poz. 962 z 2012 r.)**

Przeprowadzona analiza ofert dostawców sprzętu na wyposażenie kuchni zbiorowego żywienia wykazała, że w przypadku kuchennych urządzeń grzewczych brak jest na rynku zamienników charakteryzujących się wyższą efektywnością energetyczną.

W związku z powyższym ewentualna wymiana tych urządzeń nie będzie miała wpływu na oszczędności energii, ponieważ nowe urządzenia mają takie same zapotrzebowanie mocy jak Jedyną formą oszczędności może być stosowanie w eksploatacji tych urządzeń stopniowania załączania mocy.

W celu poprawienia efektywności energetycznej urządzeń grzewczych wymienionych tabeli 9.2.1 w pozycjach III i IV (tzw. taborety elektryczne) należy zwrócić uwagę na położenie łącznika mocy, np.: 1 – 830 W; 2 – 2500 W; 3 – 5000 W (max zużycie energii), lub 1 – 400 W; 2 – 600 W; 3 – 1000 W; 4 – 1500 W; 5 – 2500 W; 6 – 5000 W.

Dostosowanie poziomu mocy do potrzeb poprawi efektywność energetyczną użytkowania tych urządzeń.

W przypadku ww. urządzeń grzewczych (taborety elektryczne) można je zastąpić wolnostojącymi płytami indukcyjnymi, które posiadają 9 stopniowe załączenie mocy, ale trzeba się liczyć z potrzebą wymiany naczyń (garnków).

Ostatecznie w celu poprawienia efektywności energetycznej kuchni zaleca się wymianę obecnie użytkowanych chłodziarko-zamrażarek na urządzenia klasy A+++ oraz wymianę kuchenki mikrofalowej na urządzenie mniejszej mocy i o wyższej klasie energetycznej.

Koszt wymiany ww. urządzeń - 3 816 zł brutto.

Roczny zysk energetyczny z tytułu proponowanej modernizacji - 684 kWh/rok.

Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych poniesionych na wymianę urządzeń - 10,33 lat.

10.2.3 Urządzenia pomocnicze

Zgodnie z opracowanym audytem energetycznym w ramach planowanych prac termomodernizacyjnych przewiduje się wymianę źródła ciepła oraz modernizację instalacji centralnego ogrzewania, a także budowę nowych układów wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego dla sali gimnastycznej oraz kuchni, a także budowę trzech układów wentylacji wywiewnej dla pomieszczeń kuchni (wyciąg z nad okapów), magazynu i pom. socjalnych.

W ramach modernizacji instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej zostanie wykonany nowy obieg grzewczy dla części mieszkalnej oraz zbudowana niezależna od szkoły instalacja ciepłej wody użytkowej z nowym zasobnikiem c.w.u. do zaopatrzenia w ciepłą wodę lokali mieszkalnych. W związku z powyższym zostaną zamontowane dodatkowe pompy w nowych systemach technicznych obsługujących część mieszkalną (pompa obiegowa centralnego ogrzewania oraz pompa cyrkulacyjna i pompa ładująca zasobnik w układzie ciepłej wody użytkowej).

Przewiduje się pracę pompy cyrkulacyjnej w systemie przygotowania c.w.u. dla szkoły z ograniczeniem czasu pracy (zastosowane będą przerwy w cyrkulacji). W przypadku nowego układu przygotowania c.w.u. dla części mieszkalnej przewidziana jest ciągła praca pompy cyrkulacyjnej.

Zamontowane zostaną również nowe wentylatory w układach wentylacji mechanicznej.

Planowane działania będą się wiązały z przyrostem zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby urządzeń pomocniczych w systemach technicznych budynku, jednakże przyczynią się do zmniejszenia energii cieplnej zużywanej w budynku na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

W tabeli 10.2.4 zamieszczono szacunkową ocenę zapotrzebowania na energię urządzeń pomocniczych dla stanu po modernizacji.

Tabela 10.2.4 Zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych w systemach technicznych budynku dla stanu po modernizacji

Lp.	Nazwa	Oznac.	Wartość	Jednostka
	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze w budynku	A_f	4 829,41	m ²
1	Pompy obiegowe w systemie ogrzewania			
1.1	Pompy obiegu kotłów i istniejące pompy obiegowe w instalacji c.o. Sumaryczne zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom,1}$	5 4 982	szt. kWh/rok
1.2	Pompa obiegowa w instalacji c.o. dla części mieszkalnej		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,2}$	60	W
	b) czas pracy	$t_{el,2}$	4 700	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,2}$	282	kWh/rok
2	Pompy w systemie przygotowania c.w.u.			
2.1	Pompa cyrkulacyjna w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej dla budynku szkoły		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,3}$	60	W
	b) czas pracy (praca przerywana do 8 godzin na dobę)	$t_{el,3}$	5 840	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,3}$	350	kWh/rok
2.2	Pompa ładująca zasobnik w systemie ciepłej wody użytkowej dla budynku szkoły		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,4}$	60	W
	b) czas pracy	$t_{el,4}$	580	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,4}$	35	kWh/rok
2.3	Pompa cyrkulacyjna w systemie przygotowania c.w.u. dla części mieszkalnej		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,5}$	60	W
	b) czas pracy (praca ciągła)	$t_{el,5}$	8 760	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,5}$	526	kWh/rok
2.4	Pompa ładująca zasobnik w systemie ciepłej wody użytkowej dla części mieszkalnej		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,6}$	25	W
	b) czas pracy	$t_{el,6}$	270	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,6}$	7	kWh/rok
3	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania i przygotowania c.w.u.			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze	A_f	4 829,41	m ²
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,7}$	0,09	W/m ²
	c) czas pracy	$t_{el,7}$	8 760	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,7}$	3 808	kWh/rok
4	Wentylatory w centralach nawiewno-wywiewnych (sale komputerowe, kuchnia i sala gimnastyczna)			
4.1	Sale komputerowe			
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,8}$	345	W
	b) czas pracy	$t_{el,8}$	1 616	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,8}$	558	kWh/rok
4.2	Kuchnia			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	87	m ²
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,9}$	1,30	W/m ²
	c) czas pracy	$t_{el,9}$	1 212	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,9}$	137	kWh/rok
4.3	Sala gimnastyczna			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	484	m ²
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,10}$	1,30	W/m ²
	c) czas pracy	$t_{el,10}$	2 020	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,10}$	1 271	kWh/rok
5	Wentylatory wyciągowe			
5.1	Zaplecze sali gimnastycznej Sumaryczne zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom,11}$	154	kWh/rok
5.2	Kuchnia, magazyn i pom. socjalne			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	100	m ²
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,12}$	0,90	W/m ²
	c) czas pracy	$t_{el,12}$	1 616	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,12}$	145	kWh/rok
6	Wentylatory miejscowe			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	209	m ²
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,13}$	2,40	W/m ²
	c) czas pracy	$t_{el,13}$	1 616	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,13}$	810	kWh/rok
7	Nagrzewnica elektryczna w centrali wentylacyjnej pracowni komputerowych			
	a) zapotrzebowanie mocy urządzenia pomocniczego	$P_{el,14}$	3200	W
	b) czas pracy	$t_{el,14}$	1 224	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię dla urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,14}$	3 917	kWh/rok
8	Łączne zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom}$	16 982	kWh/rok

10.2.4 Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku dla stanu po modernizacji

W tabeli 10.2.5 zamieszczono wyniki zbiorcze obliczeń zapotrzebowania na energię elektryczną dla analizowanego budynku dla stanu po modernizacji. Obliczenia uwzględniają spadek zapotrzebowania na energię elektryczną spowodowany proponowanymi usprawnieniami służącymi poprawie efektywności energetycznej oraz przyrosty potrzeb energetycznych spowodowane przebudową obiektu i zmianą sposobu użytkowania.

Tabela 10.2.5

Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku - stan po modernizacji

Lp.	Nazwa	Wartość	Jednostka
1	Oświetlenie	36 751	kWh/rok
2	Lodowisko	30 000	kWh/rok
3	Urządzenia pomocnicze	16 982	kWh/rok
4	Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni	24 819	kWh/rok
5	Odbiorniki pozostałe	12 251	kWh/rok
6	Straty energii elektrycznej	604	kWh/rok
7	RAZEM	121 407	kWh/rok

10.3 Możliwości w zakresie ograniczenia strat związanych z poborem energii biernej pojemnościowej

Problemy z poborem mocy pojemnościowej są zazwyczaj wynikiem niewłaściwej eksploatacji opraw oświetleniowych świetlówkowych ze statecznikiem elektromagnetycznym.

Oprawy te zawierają kondensatory w celu filtracji zakłóceń oraz kompensacji mocy biernej indukcyjnej. W nieuszkodzonej oprawie z niezmiennym oryginalnym statecznikiem lub kondensatorem nie powinno wystąpić przekompensowanie i generacja mocy biernej indukcyjnej (czyli pobór mocy biernej pojemnościowej). Statecznik jednak często jest wymieniany, np. w wyniku uszkodzenia lub wydawania uciążliwego dźwięku. Wymieniany statecznik powinien być o odpowiedniej indukcyjności, a wymieniany kondensator odpowiedniej pojemności.

Jeżeli zastosowany kondensator ma zbyt dużą pojemność czy też statecznik zbyt małą indukcyjność wówczas następuje przekompensowanie.

Źródłami mocy biernej indukcyjnej (czyli odbiornikami mocy biernej pojemnościowej) mogą być także niskiej jakości zasilacze komputerów lub układy zasilania lamp wyładowczych oświetlenia zewnętrznego lub highbay.

Inną przyczyną to stosowanie układów ściemniających.

Stateczniki w oprawach świetlówkowych mają bardzo słaby współczynnik mocy w przypadku niedociążenia przez ściemnianie. Statecznik niedociążony pobiera moc bierną pojemnościową (czyli powstaje nadmiar mocy biernej indukcyjnej)

Najbardziej jednak prawdopodobną przyczyną są oprawy bez świetlówek i z przepalonymi świetlówkami lub starterami. Oprawy te są załączane pod napięcie wraz z innymi świecącymi

oprawami. W oprawach nieświejących przy załączeniu pod napięcie załączany jest kondensator, który włączony jest w obwód równoległy. Jest on odbiornikiem mocy biernej pojemnościowej, czyli źródłem mocy indukcyjnej. W sytuacji braku poboru mocy indukcyjnej mamy do czynienia z przekompensowaniem.

Sposoby postępowania:

1. Wymiana opraw na oprawy świetlówkowe ze statecznikiem elektronicznym lub oprawy LED.
Wady: koszt nowych opraw.
2. Montaż dławika liniowego
Wady: koszt dławika, pobór mocy czynnej i straty energii na dławiku i koszty traconej energii.
3. Serwis istniejących opraw głównie poprzez wymianę świetlówek i wymianę uszkodzonych starterów na dobrane do oprawy i jej statecznika
Wady: koszty okresowego serwisowania.

Analiza faktur za energię elektryczną dla SSP w Gościnnie pokazuje, że największe koszty energii biernej pojemnościowej pojawiają się w lecie. W tym okresie nie pracują inne urządzenia, w tym te o charakterze indukcyjnym. W zimie pobierana przez te urządzenia moc bierna indukcyjna zmniejsza skalę przekompensowania mocy biernej przez kondensatory nieczynnych opraw oświetleniowych.

Wybór wariantu modernizacji

Wariant z wymianą świetlówek na tuby LED i pozostawienie starych opraw niesie szereg zagrożeń.

Dostarczone przez wykonawcę modernizacji tuby LED mogą nie spełniać wymagań w zakresie:

- kąta świecenia (zbyt wąski lub szeroki dla danego pomieszczenia),
- strumienia światła (niedostateczny strumień),
- olśnienia (ukierunkowany strumień światła z tuby LED może powodować zjawisko niepożądanego olśnienia jaskrawym strumieniem światła)
- trwałości,
- barwy światła,
- energooszczędności – tańsze tuby LED z regulacją napięcia rezystorem mogą być przyczyną braku oszczędności w zużyciu energii względem poprzedniego systemu oświetlenia,
- generacji mocy biernej – tańsze tuby LED jako prostownik mają zwykły układ Gretz'a a jako filtr równoległy wpięty w obwód kondensator, co przy uszkodzeniu tuby LED spowoduje przekompensowanie.

Odbłyśniki opraw rastrowych po wymianie świetlówek na tuby LED nie będą właściwie wykorzystywane, gdyż strumień światła z tuby LED jest ukierunkowany w przeciwieństwie do świetlówki, z której światło rozchodzi się równomiernie we wszystkich kierunkach.

Z powyższych względów proponuje realizację modernizacji oświetlenia przeanalizowaną w pkt. 10. 2.1 w oparciu o droższy wariant z wymianą opraw i montażem czujników ruchu.

Należy jednakże uwzględnić fakt, że zasilacze opraw LED mają bardzo słaby współczynnik mocy w przypadku niedociążenia przez ściemnianie. Są wówczas odbiornikiem energii biernej pojemnościowej i powstaje nadmiar mocy biernej indukcyjnej. Przy braku innych urządzeń (silniki, transformatory), które mogły tę moc skonsumować na magnesowanie, wystąpi przekompensowanie i ujemny tg(fi) oraz pojawia się opłata za energię bierną pojemnościową na fakturze.

11 OCENA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH W WYNIKU WPROWADZENIA PROPONOWANYCH USPRAWNIEŃ

W tabeli 11.1 zestawiono oszczędności w zużyciu energii elektrycznej na terenie obiektu możliwe do uzyskania w wyniku zaproponowanych usprawnień i modernizacji przeanalizowanych w pkt. 10.

Oszczędności energii określono dla wytypowanych przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej w stosunku do stanu przed modernizacją, które obejmują:

- a) modernizację systemu rozdziału energii;
- b) modernizację oświetlenia;
- c) wymiana urządzeń elektrycznych na wyposażeniu kuchni.

Wyniki nie uwzględniają przyrostu zapotrzebowania na energię elektryczną urządzeń pomocniczych wynikającego z planowanej termomodernizacji systemów technicznych w budynku, którą analizuje się w audycie energetycznym.

Tabela 11.1

Oszczędności energii końcowej możliwe do uzyskania w wyniku proponowanych usprawnień

Lp.	Nazwa usprawnienia	Zużycie energii przed modernizacją [kWh/rok]	Zużycie energii po modernizacji [kWh/rok]	Oszczędności energii końcowej [kWh/rok]
1	Modernizacja systemu rozdziału energii Wymiana rozdzielnic i WLZ	2 184 (*)	604 (*)	1 580
2	Wymiana oświetlenia na energooszczędne	62 930	36 751	26 179
3	Wymiana urządzeń na wyposażeniu kuchni	25 502	24 819	684
4	RAZEM	90 617	62 174	28 443
*/ dotyczy strat energii elektrycznej				

Tabela 11.2

Określenie procentowych oszczędności energii końcowej (finalnej) w wyniku modernizacji

1	Zapotrzebowanie na energię końcową przed modernizacją	90 617	kWh/rok
2	Zapotrzebowanie na energię końcową po modernizacji	62 174	kWh/rok
3	Oszczędności energii końcowej	28 443	kWh/rok
		2,45	toe/rok
		31,39	%

12 NAKŁADY INWESTYCYJNE NA REALIZACJĘ PROPONOWANYCH USPRAWNIENI

W tabeli 12.1 zestawiono nakłady inwestycyjne na realizację zaproponowanych przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej wraz z kosztami systemu monitoringu oraz nakładami na budowę elektrowni słonecznej na dachu budynku.

Do nakładów inwestycyjnych włączono również koszty dodatkowe obejmujące koszt audytu i dokumentacji projektowej (przyjęto koszty w wysokości 5% od sumarycznych kosztów prac) oraz koszt nadzoru inwestorskiego (na poziomie 2,5% od kosztów prac).

Tabela 12.1 Nakłady inwestycyjne na realizację proponowanych usprawnień

Lp.	Nazwa usprawnienia	Nakłady inwestycyjne [zł]
1	Modernizacja systemu rozdziału energii: Wymiana rozdzielnic	47 255
2	Wymiana oświetlenia na energooszczędne	303 498
3	Wymiana urządzeń na wyposażeniu kuchni	3 816
4	Budowa systemu monitoringu	32 415
5	Budowa elektrowni słonecznej do produkcji energii elektrycznej	131 512
6	Koszty dodatkowe a) audyt i dokumentacja projektowa b) nadzór inwestorski	26 000 13 000
7	RAZEM	557 496

13 OCENA EFEKTÓW EKONOMICZNYCH UZYSKANYCH W WYNIKU REALIZACJI PROPONOWANYCH USPRAWNIENI

Tabela 13.1

Oszczędności ekonomiczne możliwe do uzyskania w wyniku proponowanych usprawnień

Lp.	Nazwa	Wartość	Jednostka
1	Zmniejszenie zużycia energii	15 359	zł/rok
2	Obniżenie mocy umownej	6 803	zł/rok
3	Uniknięte koszty zakupu energii z tytułu produkcji energii w elektrowni słonecznej	7 170	zł/rok
4	Oszczędności ekonomiczne razem	29 332	zł/rok
5	Nakłady inwestycyjne	557 496	zł
6	Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT	19,01	lat

14 OKREŚLENIE ZMNIĘSZENIA ENERGII PIERWOTNEJ I EFEKTÓW EKOLOGICZNYCH

Ze względu na zmianę sposobu zaopatrzenia obiektu w energię elektryczną (spowodowanego budową elektrowni słonecznej na dachu budynku) określenie zapotrzebowania na energię pierwotną przeprowadza się kompleksowo dla całego budynku w oparciu o bilans całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną przed modernizacją (tabela 9.6.1) oraz po modernizacji (tabela 10.2.5) z uwzględnieniem zarówno spadków zapotrzebowania spowodowanych realizacją proponowanych usprawnień w odniesieniu do systemu rozdziału energii, oświetlenia i kuchni, jak i przewidywanego przyrostu zapotrzebowania spowodowanego przebudową systemu systemów technicznych budynku.

Tabela 14.1

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną oraz emisji CO₂ w wyniku modernizacji

Lp.	Nazwa	Źródło lub nośnik energii	Jednostka	Wartość
I Stan przed modernizacją				
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową w budynku (energia finalna)	sieć elektroenergetyczna systemowa	kWh/rok	147 795
2	Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ¹⁾	sieć elektroenergetyczna systemowa	---	3,00
3	Zapotrzebowanie na energię pierwotną		kWh/rok	443 384
4	Wskaźnik emisji CO ₂ (WE) ²⁾	energia elektryczna (sieć elektroenergetyczna)	Mg CO ₂ / MWh	0,812
5	Wielkość emisji CO ₂	wyliczana z energii końcowej	t CO ₂ /rok	120,01
II Stan po modernizacji				
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową w budynku (energia finalna)	sieć elektroenergetyczna systemowa + ogniwa PV	kWh/rok	121 407
2	Pokrycie zapotrzebowania na energię końcową			
	a) elektrownia słoneczna	z uwzględnieniem 30% strat przy wymianie energii z siecią elektroenergetyczną systemową	kWh/rok	14 185
	b) sieć elektroenergetyczna systemowa		kWh/rok	107 222
3	Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ¹⁾	energia słoneczna	---	0,00
		sieć elektroenergetyczna systemowa	---	3,00
4	Zapotrzebowanie na energię pierwotną	energia słoneczna	kWh/rok	0,00
		sieć elektroenergetyczna systemowa	kWh/rok	321 665
		razem	kWh/rok	321 665
5	Wskaźnik emisji CO ₂ (WE)	energia słoneczna ¹⁾	Mg CO ₂ / MWh	0,00
		sieć elektroenergetyczna systemowa ²⁾	Mg CO ₂ / MWh	0,812
6	Wielkość emisji CO ₂ (wyliczana z energii końcowej)	energia słoneczna	t CO ₂ /rok	0,00
		sieć elektroenergetyczna systemowa	t CO ₂ /rok	87,06
III	Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej w wyniku modernizacji		kWh/rok	121 719
			toe/rok	10,47
			%	27,45
IV	Zmniejszenie emisji CO₂ w wyniku modernizacji		t CO₂ /rok	32,95
			%	27,46
1) Zgodnie z Rozporządzeniem MliR z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej 2) Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczania poziomu bazowego dla projektów JI realizowanych w Polsce - KOBiZE, czerwiec 2011 r.				


15 PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. W wyniku analizy przeprowadzonej w niniejszym audycie dla budynku Samorządowej Szkoły Podstawowej w Gościnnie wytypowano do realizacji następujące przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej:
 - 1) Modernizacja systemu rozdziału energii (wymiana rozdzielnic i części linii WLZ)
 - 2) Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu (zgodnie z wynikami audytu oświetlenia)
 - 3) Wymiana urządzeń elektrycznych na wyposażeniu kuchni (zakup nowych chłodziarko-zamrażarek i kuchenki mikrofalowej)
 - 4) Budowa systemu monitoringu zużycia energii elektrycznej na terenie obiektu
 - 5) Budowa elektrowni słonecznej na dachu budynku do produkcji energii elektrycznej na potrzeby własne.
2. Bilans rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną w budynku dla stanu wyjściowego przed modernizacją opracowany w pkt. 9 niniejszego opracowania odpowiada stanowi na rok 2016.

Zapotrzebowanie na energię elektryczną określone w pkt. 10 obejmuje bilans wszystkich istniejących i przyszłych odbiorników energii z uwzględnieniem przebudowy systemów technicznych budynku przewidzianej w audycie energetycznym.
3. Oszacowane oszczędności w zużyciu energii elektrycznej końcowej (finalnej) na terenie obiektu możliwe do uzyskania w wyniku wytypowanych przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, które przedstawiono w pkt. 11, nie były bilansowane z przyrostem zapotrzebowania na energię na potrzeby urządzeń pomocniczych wynikającym z przebudowy systemów technicznych budynku w wyniku planowanej termomodernizacji przewidywanej w audycie energetycznym budynku.
4. Ze względu na zmianę sposobu zaopatrzenia obiektu w energię elektryczną (spowodowanego budową elektrowni słonecznej na dachu budynku) określenie zapotrzebowania na energię pierwotną przeprowadzono kompleksowo dla całego budynku w oparciu o bilans całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną przed modernizacją (tabela 9.6.1) oraz po modernizacji (tabela 10.2.5) z uwzględnieniem zarówno spadków zapotrzebowania spowodowanych realizacją proponowanych usprawnień w odniesieniu do systemu rozdziału energii, oświetlenia i urządzeń elektrycznych na wyposażeniu kuchni, jak i przewidywanego przyrostu zapotrzebowania spowodowanego przebudową systemów technicznych ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

ZAŁĄCZNIK NR 1

**AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ
OŚWIETLENIA**

1 Strona tytułowa audytu efektywności energetycznej (energii elektrycznej)				
1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1	Nazwa budynku	Samorządowa Szkoła Podstawowa w Gościnnie	1.2	Rok budowy
				1960 1985 (rozbudowa)
1.3	Inwestor (Nazw a lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)	GMINA WEJHEROWO Osiedle Przyjaźni 6 kod: 84-200 miejscowość: Wejherowo tel. 58 677 97 33 fax. 58 677 97 00 e-mail: sekretariat@ug.wejherowo.pl	1.4	Adres budynku ul. Wejherowska 22 kod: 84-241 miejscowość: Gościcino gmina: Wejherowo powiat: wejherowski województwo: pomorskie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt				
MSC ENERGOEKSPERT Projektowanie i Doradztwo Techniczne Teresa Żurek 80-808 Gdańsk, ul. Bpa Andrzeja Wronki 2 REGON : 191552398				
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis				
dr inż. Teresa Żurek, 80-808 Gdańsk, ul. Bpa Andrzeja Wronki 2 Studium Podyplomowe "Audytyng energetyczny" Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej nr MI/ŚE/805/2009 - nr wpisu do rejestru: 1523 <div style="text-align: right;"></div>				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub remontów	Posiadane kwalifikacje (w tym uprawnienia)	
1	dr inż. Jerzy Buriak	Zaproponowanie rozwiązań optymalizujących zużycie energii elektrycznej oraz symulacje oświetlenia	studia doktoranckie z zakresu gospodarki energetycznej	
1	dr inż. Marcin Jaskólski	Przeprowadzenie wizji lokalnych oraz opracowanie analizy ekonomicznej	studia doktoranckie z zakresu gospodarki energetycznej	
3	dr inż. Teresa Żurek	Koordinacja projektu	jw.	
5. Miejsco	Gdańsk	Data wykonania opracowania:	30.09.2016 r.	
6. Spis treści				
1	Strona tytułowa audytu efektywności energetycznej (energii elektrycznej)			str. 1
2	Karta audytu efektywności energetycznej			str. 3
3	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			str. 4
4	Charakterystyka budynku i systemu oświetlenia			str. 5
4.1.	Charakterystyka budynku oraz systemu zasilającego w energię elektryczną			str. 5
4.2.	Inwentaryzacja z określeniem czasu użytkowania oświetlenia			str. 6
5	Analiza możliwości przeprowadzenia modernizacji			str. 12
5.1	Wykaz proponowanych modernizacji i usprawnień			str. 12
5.2	Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie - stan istniejący			str. 13
5.3	Nakłady inwestycyjne dla proponowanych wariantów modernizacji			str. 16
5.3A	Wymiana źródeł światła na LED			str. 16
5.3B	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED			str. 16
5.3C	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu			str. 17

5.4	Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie po modernizacji	str. 17
5.5	Efekty energetyczne proponowanych rozwiązań	str. 23
5.6	Efekty ekonomiczne proponowanych rozwiązań	str. 24
5.6A	Wymiana źródeł światła na LED	str. 24
5.6B	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED	str. 25
5.6C	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu	str. 25
5.7	Proponowane rozwiązania uszeregowane według rosnącej wartości SPBT	str. 26
5.8	Propozycja rozwiązania optymalnego	str. 26
5.9	Efekt ekologiczny proponowanego rozwiązania	str. 26
6	Wykaz norm, aktów prawnych i materiałów źródłowych	str. 27
ZAŁĄCZNIKI		str. 28
Załącznik 1	Obliczenie jednostkowego kosztu energii elektrycznej	str. 28
Załącznik 2	Obliczenie możliwości obniżenia mocy umownej	str. 29
Załącznik 3	Nowoczesne oprawy oświetleniowe	str. 30
Załącznik 4	Pomiary natężenia oświetlenia	str. 32

2. KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
		30.09.2016 r.	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		W części plafonów wymiana żarówek na odpowiedniki LED. Wymiana opraw świetlówek liniowych na oprawy LED w tym opraw rastrowych. Wymiana lamp Highbay na nowocześniejsze Instalacja czujników ruchu w toaletach, szatniach i nieuczęszczanych częściach szkoły.	
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane:		Gmina Wejherowo Osiedle Przyjaźni 6 84-200 Wejherowo Samorządowa Szkoła Podstawowa im. mjr Henryka Sucharskiego w Gościnnie przy ul. Wejherowskiej 22	
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej*:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:
2017	2018	nd	6
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	26 179,12	[kWh/rok]	2,25 [toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	78 537,35	[kWh/rok]	6,75 [toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***:	21,26		[ton/rok]
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej			
Imię i nazwisko:	Jerzy Buriak, Marcin Jaskólski		
Nr uprawnienia:	nie dotyczy		
Nr telefonu:	721-665-443		
Podpis:	<i>Jerzy Buriak</i> <i>Marcin Jaskólski</i>		
<p>* W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.</p> <p>** W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.</p> <p>*** Na podstawie wskaźników emisji CO₂ zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr. 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Upewnieniami do Emisji za dany rok.</p>			

3 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	
3.1. Dokumentacja projektowa	
1	Inwentaryzacja architektoniczna Samorządowej Szkoły Podstawowej im. mjr Henryka Sucharskiego w Gościcinie Protokoły kontroli obiektu Pomiary elektryczne 24-2-2014 Protokoły kontroli obiektu Pomiary elektryczne 5-letnie 4-6-2014 Książka Obiektu Budowlanego SSP Gościcino Audyt SSP w Gościcinie - lipiec 2011 r. Dokumentacja budowlana i powykonawcza modernizacji kotłowni Dokumentacja budowlana i powykonawcza modernizacji szatni Projekt termomodernizacji kolorystyki
3.2. Inne dokumenty i dane źródłowe	
1	Faktury za energię elektryczną pobraną w latach 2014-2015
2	Faktury za dystrybucję energii elektrycznej w latach 2014-2015
3	Taryfa Energa Operator 2016
3.3. Osoby udzielające informacji	
1	Ryszard Jeske - Urząd Gminy Wejherowo
2	Arkadiusz Malinowski - Dyrektor SSP w Gościcinie
3.4. Daty wizji lokalnych	
	23.06.2016 r. 08.07.2016 r. 13.07.2016 r.
3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora	
1	Zmniejszenie kosztów energii elektrycznej
2	Audyty oświetlenia połączone z oceną opłacalności instalacji elektrowni słonecznej na dachu
3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów modernizacji	
Brak wytycznych	
3.7. Uwagi dotyczące cen	
<p>Ceny urządzeń, materiałów oraz koszty robót modernizacyjnych przyjmowane do analizy ekonomicznej są cenami brutto i zawierają podatek VAT.</p> <p>Ceny i stawki opłat jednostkowych za energię elektryczną przyjmowane do celów analiz są wartościami brutto zawierają podatek VAT.</p>	

4. Charakterystyka budynku i systemu oświetlenia

4.1. Charakterystyka budynku oraz systemu zasilającego w energię elektryczną

Przedmiotem niniejszego opracowania jest budynek Samorządowej Szkoły Podstawowej w Gościnnie zlokalizowany przy ul. Wejherowskiej 22.

Obiekt wybudowany został w 1960 r., a następnie rozbudowany w 1985 r.

Jest to budynek o 2 i 3 kondygnacjach nadziemnych – częściowo podpiwniczony.

Powierzchnia zabudowy – 2 779 m².

Powierzchnia użytkowa budynku – 5 588,16 m².

Na terenie budynku znajdują się pomieszczenia dydaktyczne, sala gimnastyczna z zapleczem, pomieszczenia administracyjne, oraz dwa lokale mieszkalne.

Liczba użytkowników:

- 1) Liczba uczniów – 760 osób.
- 2) Liczba personelu – 82 osoby.
- 3) Liczba mieszkańców – 6 osób.

Szkoła pracuje w okresie roku szkolnego wg następującego reżimu pracy:

- Zajęcia lekcyjne: 8.00-16.00

- Świetlica: 6.30-17.00

- Szkoła (budynek): 6.00-20.00

- Sala gimnastyczna: 7.30-21.30.

Zajęcia odbywają się w dni robocze od poniedziałku do piątku.

Zajęcia w soboty lub niedziele odbywają się sporadycznie.

W okresie letnim na terenie obiektu prowadzone są 2-tygodniowe półkolonie z liczbą uczestników ok. 30 osób.

Obiekt zasilany jest poprzez jedno przyłącze energii elektrycznej, które zestawiono poniżej.

Przyłącze obsługuje również lodowisko, funkcjonujące przy temperaturach zewnętrznych od -15°C do +10°C (czynne w godz. 9.00-21.00).

Charakterystyka przyłączy elektroenergetycznych

Lp.	PPE	Nr licznika	Taryfa	Średnia stawka brutto za energię elektryczną [zł/kWh]	Moc umowna [kW]
1	PL0037360067969615	.01356518	C21	0,56	105

Moc zamówiona w ciągu roku jest zmieniana.

W okresie pracy lodowiska zamawiane jest 105 kW.

W pozostałym okresie pracy szkoły moc zamówiona wynosi 60 kW, natomiast w okresie wakacji 28 lub 35 kW.

Odbiorca rozlicza usługę dystrybucyjną z Energa Operator SA, natomiast zużytą energię czynną z firmą Energa dla Firm S.A.

W celu określenia uśrednionej stawki za energię elektryczną, przeprowadzono obliczenia w oparciu o faktury za energię elektryczną oraz jej dystrybucję w roku 2015.

Do dalszych analiz przyjęto uśrednioną stawkę za energię elektryczną wynoszącą 0,56 zł/kWh.

Przyłącze rozliczane jest w taryfie C21 co oznacza rozliczenie jednostrefowe odbiorcy o mocy przyłączeniowej powyżej 40 kW.

Biorąc pod uwagę osobną umowę na zakup energii taryfa dobrana jest prawidłowo.

Przyłącza rozliczane są w cyklach dwumiesięcznych.

4.2. Inwentaryzacja z określeniem czasu użytkowania oświetlenia

Inwentaryzację oświetlenia przeprowadzono podczas wizji lokalnych na terenie obiektu.

Pomieszczenia, do których nie było wstępu zinventaryzowano w oparciu o wiedzę pracowników oraz istniejącą inwentaryzację techniczną.

Czasy użytkowania oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach określono w oparciu o Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.






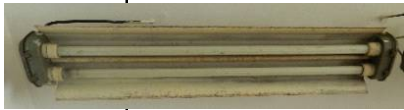





Nr	Nazwa pomieszczenia	Oprawy	Liczba opraw [szt.]	Liczba źródeł w oprawie [szt.]	Źródło	Moc źródła [W]	Moc oprawy [W]	Moc zainstalowana oświetlenia [W]	Czas użytkowania mocy zainstalowanej [h/rok]
0	PIWNICA								
0.1	Schody	Rastrowa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	1500
0.2	Przejście	Rastrowa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	850
0.3	Kantorek	Plafon stary	1	1	żarówka	60	60	60	540
0.4	Sala lekcyjna	Rastrowa 2x36	12	2	światłówka	36	72	864	1300
0.5	Hol	Rastrowa 2x36	5	2	światłówka	36	72	360	850
0.6	Sala 2	Światłóvkowa biała	3	2	światłówka	36	72	216	1300
0.7	Sala 3	Światłóvkowa biała	3	2	światłówka	36	72	216	1300
0.8	Sala 4	Rastrowa 2x36	10	2	światłówka	36	72	720	1300
0.9	Toaleta	Hermetyczna biała 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1300
0.10	Toaleta	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1300
0.11	Wyjście	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1500
0.12	Toaleta	Plafon stary	2	1	żarówka	60	60	120	1300
0.13	Pomieszczenie socjalne	Zepsuta oprawa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	540
0.14	Pomieszczenia techniczne (nieużytkowane)	Plafon stary	7	1	żarówka	60	60	420	0
0.14	Pomieszczenia techniczne (nieużytkowane)	Mleczna 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	0
0.15	hol	2x36 bez oprawy	3	2	światłówka	36	72	216	850
0.16	Przejście do kotłowni	Światłóvkowa biała	2	2	światłówka	36	72	144	850
0.16	Przejście do kotłowni	Plafon stary	2	1	żarówka	60	60	120	850
0.17	Kotłownia	Światłóvkowa biała	4	2	światłówka	36	72	288	540
0.18	Magazyn	Światłóvkowa biała	2	2	światłówka	36	72	144	540
0.18	Magazyn	Plafon stary	2	1	żarówka	60	60	120	540
0.19	Magazyn	Plafon- zerwany	3	1	żarówka	60	60	180	540
0.20	Szatnia	Rastrowa 2x36	27	2	światłówka	36	72	1944	850
0.21	Klatka schodowa	Rastrowa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	1500
0.22	Magazyn	Plafon stary	1	1	żarówka	60	60	60	540
0.23	Hol	Rastrowa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	850
0.24	Pomieszczenie socjalne	Plafon stary	1	1	żarówka	60	60	60	540

Nr	Nazwa pomieszczenia	Oprawy	Liczba opraw [szt.]	Liczba źródeł w oprawie [szt.]	Źródło	Moc źródła [W]	Moc oprawy [W]	Moc zainstalowana oświetlenia [W]	Czas użytkowania mocy zainstalowanej [h/rok]
0.25	Toaleta	Rastrowa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	1300
0.26	Toaleta								1300
0.27	Pomieszczenie socjalne	Rastrowa 4x16	2	4	światłówka	16	64	128	540
0.28	Sala 006	Rastrowa 2x36	8	2	światłówka	36	72	576	1300
0.29	Sala 007	Rastrowa 2x36	10	2	światłówka	36	72	720	1300
0.30	Magazyn	Światłóvkowa biała	1	2	światłówka	36	72	72	540
0.31	Przejście	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	850
0.32	Hol	Rastrowa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	850
0.33	Sala 022	Rastrowa 2x36	14	2	światłówka	36	72	1008	1300
0.33	Sala 022	Kierunkowa tablicowa 1x36	1	1	światłówka	36	36	36	1300
0.34	Hol	Światłóvkowa biała	1	2	światłówka	36	72	72	850
0.35	Magazyn	Światłóvkowa biała	1	2	światłówka	36	72	72	540
0.36	Wyjście	Światłóvkowa biała	1	2	światłówka	36	72	72	1500
0.37	Hol	Światłóvkowa biała	9	2	światłówka	36	72	648	850
0.38	Sala gimnastyczna	Highbay	18	1	lampa wyładowcza	250	250	4500	1300
0.38	Sala gimnastyczna	Światłóvkowa biała	9	2	światłówka	36	72	648	1300
0.39	Toaleta	Plafon stary	2	1	żarówka	60	60	120	1300
0.40	Toaleta	Plafon stary	1	1	żarówka	60	60	60	1300
0.41	Klatka schodowa	Światłóvkowa biała	1	2	światłówka	36	72	72	1500
0.42	Hol	Światłóvkowa biała	3	2	światłówka	36	72	216	850
0.43	Sala korekcyjna	Światłóvkowa- sala korekcyjna	9	2	światłówka	36	72	648	1300
0.44	Sprzęt sportowy	Światłóvkowa bez opraw	4	2	światłówka	36	72	288	540
0.45	Szatnia 21	Światłóvkowa biała	4	2	światłówka	36	72	288	850
0.46	Prysznice	Światłóvkowa biała	3	2	światłówka	36	72	216	540
0.46	Prysznice	Plafon	2	1	żarówka	60	60	120	540
0.47	Szatnia 22	Światłóvkowa biała	4	2	światłówka	36	72	288	850
0.48	Szatnia 23	Światłóvkowa biała	4	2	światłówka	36	72	288	850
0.49	Toaleta	Światłóvkowa biała	1	2	światłówka	36	72	72	1300
0.50	Toaleta	Światłóvkowa biała	1	2	światłówka	36	72	72	1300
0.51	Szatnia 24	Światłóvkowa biała	4	2	światłówka	36	72	288	850
0.52	Toaleta	Światłóvkowa biała	1	2	światłówka	36	72	72	1300
0.53	Toaleta	Światłóvkowa biała	1	2	światłówka	36	72	72	1300
0.54	Biuro	0	0	0		0	0	0	1300
0.55	Magazyn	0	0	0		0	0	0	540
0.56	Wyjście	Rastrowa 4x16	2	4	światłówka	16	64	128	1500
0.57	Hol	Rastrowa 4x16	4	4	światłówka	16	64	256	850
0	Podziemne pokoje pod kuchnia	stary plafon podziemie	17	1	żarówka	60	60	1020	540
RAZEM - Piwnica								20 612	

Nr	Nazwa pomieszczenia	Oprawy	Liczba opraw [szt.]	Liczba źródeł w oprawie [szt.]	Źródło	Moc źródła [W]	Moc oprawy [W]	Moc zainstalowana oświetlenia [W]	Czas użytkowania mocy zainstalowanej [h/rok]
1	PARTER								
1.1	Dyrektor	Rastrowa 2x36	3	2	światłówka	36	72	216	1300
1.2	Wicedyrektor	Rastrowa 2x36	3	2	światłówka	36	72	216	1300
1.3	Sekretariat	Rastrowa 2x36	3	2	światłówka	36	72	216	1300
1.4	wejście	Hermetyczna biała 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	1500
1.5	Wiatrołap	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	850
1.6	Klatka schodowa	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1500
1.7	Pokój nauczycielski	Rastrowa 2x36	9	2	światłówka	36	72	648	1300
1.8	Wozna	Rastrowa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	1300
1.9	Hol	Rastrowa 2x36	3	2	światłówka	36	72	216	850
1.10	Toaleta	Plafon wpuszczany	2	1	żarówka	60	60	120	1300
1.10	Toaleta	Kinkiet	1	2	żarówka	60	120	120	1300
1.11	Toaleta	Plafon wpuszczany	2	1	żarówka	60	60	120	1300
1.11	Toaleta	Kinkiet	1	2	żarówka	60	120	120	1300
1.12	Księgowa`	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1300
1.13	Intendent	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1300
1.14	Kuchnia a	Hermetyczna szara 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1000
1.15	Kuchnia b	Hermetyczna szara 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1000
1.16	Kuchnia c	Hermetyczna szara 2x36	14	2	światłówka	36	72	1008	1000
1.17	Kuchnia d	Stara biała mleczna	2	2	światłówka	36	72	144	1000
1.17	Kuchnia d	Plafon stary wystający	2	1	żarówka	60	60	120	1000
1.18	Kuchnia e	Bez oprawy kuchnia	2	2	światłówka	58	116	232	1000
1.19	Kuchnia f	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1000
1.20	Stołówka	Rastrowa 2x36	19	2	światłówka	36	72	1368	1000
1.21	Toaleta	Plafon wystający	4	1	żarówka	60	60	240	1300
1.22	Toaleta	Plafon wystający	3	1	żarówka	60	60	180	1300
1.23	Sala lekcyjna 21	Rastrowa 2x36	14	2	światłówka	36	72	1008	1300
1.23	Sala lekcyjna 21	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
1.24	Kadry	Rastrowa 2x36	6	2	światłówka	36	72	432	1300
1.25	Sala lekcyjna 24	Rastrowa 2x36	12	2	światłówka	36	72	864	1300
1.25	Sala lekcyjna 24	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
1.26	Klatka schodowa	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1500
1.27	Logopeda	Rastrowa 2x36	6	2	światłówka	36	72	432	1300
1.28	Hol	Rastrowa 2x36	7	2	światłówka	36	72	504	850
1.29	Pielęgniarka	Rastrowa 2x36	6	2	światłówka	36	72	432	1300
1.29	Pielęgniarka	Plafon wystający	1	1	żarówka	60	60	60	1300
1.30	Stomatolog	Rastrowa 2x36	6	2	światłówka	36	72	432	1300
1.31	Świetlica1	Rastrowa 2x36	6	2	światłówka	36	72	432	1300
1.32	Świetlica2	Rastrowa 2x36	13	2	światłówka	36	72	936	1300
1.33	Świetlica3	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1300

Nr	Nazwa pomieszczenia	Oprawy	Liczba opraw [szt.]	Liczba źródeł w oprawie [szt.]	Źródło	Moc źródła [W]	Moc oprawy [W]	Moc zainstalowana oświetlenia [W]	Czas użytkowania mocy zainstalowanej [h/rok]
1.34	Hol	Rastrowa 2x36	4	2	światłówka	36	72	288	850
1.35	Pedagog	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1300
1.36	Sala komputerowa	Rastrowa 2x36	8	2	światłówka	36	72	576	1300
1.37	Sala lekcyjna 6	Rastrowa 2x36	10	2	światłówka	36	72	720	1300
1.37	Sala lekcyjna 6	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
1.38	Hol	Rastrowa 2x36	13	2	światłówka	36	72	936	850
1.39	Magazyn	Plafon wystający	1	1	żarówka	60	60	60	540
1.40	Magazyn	Plafon wystający	1	1	żarówka	60	60	60	540
1.41	Sala lekcyjna 5	Rastrowa 2x36	10	2	światłówka	36	72	720	1300
1.41	Sala lekcyjna 5	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
1.42	Sala lekcyjna 4	Rastrowa 2x36	10	2	światłówka	36	72	720	1300
1.42	Sala lekcyjna 4	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
1.43	Sala lekcyjna 3	Rastrowa 2x36	10	2	światłówka	36	72	720	1300
1.43	Sala lekcyjna 3	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
1.44	Klatka schodowa	Rastrowa 2x36	2	2	światłówka	36	72	144	1500
1.45	Toaleta	Plafon wpuszczany	4	1	żarówka	60	60	240	1300
1.46	Toaleta	Plafon wpuszczany	3	1	żarówka	60	60	180	1300
RAZEM - Parter								18 196	
2	PIĘTRO								
2.1	Wejście	Rastrowa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	1500
2.2	Sala komputerowa	Rastrowa 2x36	1	2	światłówka	36	72	72	1300
2.2	Sala komputerowa	rastrowa	12	4	światłówka	16	64	768	1300
2.3	Zaplecze	Rastrowa	2	2	światłówka	36	72	144	540
2.4	Magazyn	Plafon nowy	2	1	żarówka	60	60	120	540
2.4	Magazyn	Kinkiet ścienny	1	1	żarówka	60	60	60	540
2.5	Hol	Rastrowa	14	2	światłówka	36	72	1008	850
2.6	Sala lekcyjna 103	Rastrowa	10	2	światłówka	36	72	720	1300
2.6	Sala lekcyjna 103	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.7	Sala lekcyjna 103	Rastrowa	10	2	światłówka	36	72	720	1300
2.7	Sala lekcyjna 103	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.8	Sala lekcyjna 104	Rastrowa	10	2	światłówka	36	72	720	1300
2.8	Sala lekcyjna 104	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.9	Sala lekcyjna 105	Rastrowa	10	2	światłówka	36	72	720	1300
2.9	Sala lekcyjna 105	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.10	Sala lekcyjna 10	Rastrowa	10	2	światłówka	36	72	720	1300
2.10	Sala lekcyjna 10	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.11	Toaleta	Plafon nowy	4	1	żarówka	60	60	240	1300
2.12	Toaleta	Plafon nowy	3	1	żarówka	60	60	180	1300

Nr	Nazwa pomieszczenia	Oprawy	Liczba opraw [szt.]	Liczba źródeł w oprawie [szt.]	Źródło	Moc źródła [W]	Moc oprawy [W]	Moc zainstalowana oświetlenia [W]	Czas użytkowania mocy zainstalowanej [h/rok]
2.13	Sala lekcyjna 108	Rastrowa	10	2	światłówka	36	72	720	1300
2.13	Sala lekcyjna 108	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.14	Sala lekcyjna 109	Rastrowa	6	2	światłówka	36	72	432	1300
2.15	Klatka schodowa	Rastrowa	1	2	światłówka	36	72	72	1500
2.16	Hol	Rastrowa	3	2	światłówka	36	72	216	850
2.17	Biblioteka	Rastrowa	12	2	światłówka	36	72	864	1300
2.18	Klatka schodowa	Rastrowa	1	2	światłówka	36	72	72	1500
2.19	Sala lekcyjna 116	Rastrowa	12	2	światłówka	36	72	864	1300
2.19	Sala lekcyjna 116	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.20	Sala lekcyjna 117	Rastrowa	12	2	światłówka	36	72	864	1300
2.20	Sala lekcyjna 117	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.21	Hol	Rastrowa	14	2	światłówka	36	72	1008	850
2.22	Zaplecze	Rastrowa	6	2	światłówka	36	72	432	540
2.23	Sala lekcyjna 119	Rastrowa	12	2	światłówka	36	72	864	1300
2.23	Sala lekcyjna 119	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.24	Toaleta	Plafon nowy	4	1	żarówka	60	60	240	1300
2.25	Toaleta	Plafon nowy	3	1	żarówka	60	60	180	1300
2.26	Zaplecze	Rastrowa	6	2	światłówka	36	72	432	540
2.27	Sala lekcyjna 121	Rastrowa	12	2	światłówka	36	72	864	1300
2.27	Sala lekcyjna 121	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.28	Sala lekcyjna 121	Rastrowa	12	2	światłówka	36	72	864	1300
2.28	Sala lekcyjna 121	Kierunkowa tablicowa 1x36	2	1	światłówka	36	36	72	1300
2.29	Sala 123	Rastrowa	6	2	światłówka	36	72	432	1300
2.30	Klatka schodowa	Rastrowa	1	2	światłówka	36	72	72	1500
2.31	Sklepik	Rastrowa	1	2	światłówka	36	72	72	1000
Razem - PIĘTRO								16 620	
RAZEM								55 428	

Inwentaryzacja fotograficzna zastosowanych opraw oświetleniowych					
Lp.	Typ oprawy	Widok oprawy	Lp.	Typ oprawy	Widok oprawy
1	Plafon wpuszczany		9	Hermetyczna szara 2x36	
2	Rastrowa 2x36		10	Świetlówkowa 2x36 biała	
3	Rastrowa 4x16		11	Kierunkowa tablicowa 1x36	
4	Bez oprawy 2x36 kuchnia		12	Highbay sala gimnastycz.	
5	Biała oprawa 2x36- sala korekcyjna		13	Kinkiet ścienny	
6	Mleczna oprawa 2x36		14	Kinkiet	
7	Hermetyczna 2x36		15	Plafon nowy wystający	
8	Hermetyczna 2x36 - sala gim.		16	Plafon stary wystający	

5 Analiza możliwości przeprowadzenia modernizacji		
5.1 Wykaz proponowanych modernizacji i usprawnień		
Lp.	Rodzaj modernizacji i usprawnień	Sposób realizacji
A	Wymiana źródeł światła na LED	Wymiana żarówek na odpowiednik LED Wymiana świetlówek w istniejących oprawach na tuby LED Wymiana starych opraw świetlówek liniowych na oprawy LED Bez wymiany opraw Highbay
B	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED	Wymiana żarówek na odpowiednik LED Wymiana starych opraw świetlówek liniowych na oprawy LED Wymiana opraw rastrowych 2x36 i 4x16 na oprawy rastrowe LED Wymiana lamp Highbay na nowocześniejsze
C	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu	W części plafonów wymiana żarówek na odpowiedniki LED. Wymiana opraw świetlówek liniowych na oprawy LED w tym opraw rastrowych. Wymiana lamp Highbay na nowocześniejsze Instalacja czujników ruchu w toaletach, szatniach i nieuczęszczanych częściach szkoły.

5.2 Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie - stan istniejący

Metoda obliczeniowa

Zgodnie z:

Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii,

sporządzając audyt efektywności energetycznej w celu modernizacji oświetlenia: stosuje się metody obliczeń określone w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (dalej: Rozporządzenie SCHE).

Zgodnie z Rozporządzeniem SCHE:

1. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na oświetlenie $E_{K,L}$ oblicza się według wzoru:

$$E_{K,L} = \sum E_{K,L,j} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.1)$$

gdzie:

- j - poszczególne pomieszczenia w budynku;
- $E_{K,L,j}$ - zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia j -tego pomieszczenia [kWh/rok] określone z zależności:

$$E_{K,L,j} = E_{L,j} \cdot A_{f,j} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.2)$$

gdzie:

- $E_{L,j}$ - jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia j -tego pomieszczenia [kWh/(m² rok)];
- $A_{f,j}$ - powierzchnia j -go pomieszczenia [m²].

Jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia $E_{L,j}$ należy obliczać według następującego wzoru:

$$E_{L,j} = F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)] \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})] \quad (5.3)$$

gdzie:

- P_N - moc jednostkowa opraw oświetlenia w pomieszczeniu [W/m²];
- t_D - czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h/rok];
- t_N - czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h/rok];
- F_C - współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego określany z zależności:
 $F_C = (1+MF)/2$, gdzie MF - współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia;
- F_O - współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w pomieszczeniu;
- F_D - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w pomieszczeniu.

Dla stanu wyjściowego w analizowanym budynku współczynniki wchodzące do wzoru 5.3 przyjmują następujące wielkości:

Lp.	Współczynnik	Wartość	Uzasadnienie
1	MF	1,0	Brak regulacji natężenia oświetlenia
2	F _C	1,0	jw.
3	F _O	1,0	Regulacja ręczna
4	F _D	1,0	Regulacja ręczna

W związku z powyższym formuły obliczeniowe 5.3, 5.2 i 5.1 przekształcają się do następującej postaci:

$$E_{L,j} = P_N / 1000 \cdot (t_D + t_N) \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})] \quad (5.4)$$

$$E_{K,L,j} = P_j \cdot t_j / 1000 \quad [\text{kWh}/\text{rok}] \quad (5.5)$$

$$E_{K,L} = \sum E_{K,L,j} = \sum P_j \cdot t_j / 1000 \quad [\text{kWh}/\text{rok}] \quad (5.6)$$

gdzie:

P_j - sumaryczna moc opraw w danym pomieszczeniu [W];

t_j - roczny czas pracy oświetlenia w danym pomieszczeniu [h/rok].

Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową na potrzeby oświetlenia dla budynku dla stanu istniejącego określa się więc przy pomocy formuł 5.5 i 5.6.

Zbiorcze wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 5.2.1 w podziale na zastosowane źródła światła.

Tabela 5.2.1 Zestawienie zbiorcze wyników obliczeń zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia dla stanu istniejącego						
Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użytkowania [h/a]	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
1	2x36 bez oprawy	światłówka	72	850	3	183,60
2	Bez oprawy - kuchnia	światłówka	116	1000	2	232,00
3	Hermetyczna biała 2x36	światłówka	72	1300	2	187,20
4	Hermetyczna biała 2x36	światłówka	72	1500	1	108,00
5	Hermetyczna szara 2x36	światłówka	72	1000	18	1 296,00
6	Highbay	lampa wyładowcza	250	1300	18	5 850,00
7	Kierunkowa tablicowa 1x36	światłówka	36	1300	35	1 638,00
8	Kinkiet	żarówka	120	1300	2	312,00
9	Kinkiet ścienny	żarówka	60	540	1	32,40
10	Plafon nowy	żarówka	60	540	4	129,60
11	Plafon nowy	żarówka	60	1300	14	1 092,00
12	Plafon stary	żarówka	60	540	5	162,00
13	Plafon stary	żarówka	60	850	2	102,00
14	Plafon stary	żarówka	60	1000	2	120,00
15	Plafon stary	żarówka	60	1300	5	390,00
16	Plafon wpuszczany	żarówka	60	1300	11	858,00
17	Plafon wystający	żarówka	60	540	2	64,80
18	Plafon wystający	żarówka	60	1300	8	624,00
19	Plafon- zerwany	żarówka	60	540	3	97,20
20	Rastrowa 2x36	światłówka	72	540	14	544,32
21	Rastrowa 2x36	światłówka	72	850	97	5 936,40
22	Rastrowa 2x36	światłówka	72	1000	22	1 584,00
23	Rastrowa 2x36	światłówka	72	1300	346	32 385,60
24	Rastrowa 2x36	światłówka	72	1500	14	1 512,00
25	Rastrowa 4x16	światłówka	64	540	2	69,12
26	Rastrowa 4x16	światłówka	64	850	4	217,60
27	Rastrowa 4x16	światłówka	64	1300	12	998,40
28	Rastrowa 4x16	światłówka	64	1500	2	192,00
29	Stara biała mleczna	światłówka	72	1000	2	144,00
30	Stary plafon podziemie	żarówka	60	540	17	550,80
31	Światłóvkowa bez opraw	światłówka	72	540	4	155,52
32	Światłóvkowa biała	światłówka	72	540	11	427,68
33	Światłóvkowa biała	światłówka	72	850	31	1 897,20
34	Światłóvkowa biała	światłówka	72	1300	19	1 778,40
35	Światłóvkowa biała	światłówka	72	1500	2	216,00
36	Światłóvkowa- sala korekcyjna	światłówka	72	1300	9	842,40
Razem						62 930,24

5.3 Nakłady inwestycyjne dla proponowanych wariantów modernizacji

5.3A Wymiana źródeł światła na LED

Tabela 5.3.1

Zestawienie nakładów inwestycyjnych na wymianę źródeł światła na LED

Lp.	Składowa inwestycji	Ilość [szt.]	Jednostkowe nakłady inwestycyjne [zł/szt.]	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]
1	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	9	309,00	2 781,00
2	Hermetyczna liniowa LED 74W 10000 lm	2	509,00	1 018,00
3	Kinkiet	2	209,00	418,00
4	Kinkiet ścienny	1	189,00	189,00
5	Ultraefektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm, 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	20	98,00	1 960,00
6	Ultraefektywna tuba LED 1200mm, 18W, 2500 lm, 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	618	154,52	95 493,36
7	Plafon + żarówka LED	44	249,00	10 956,00
8	Żarówka LED	18	40,00	720,00
9	Montaż oświetlenia	58	117,00	6 786,00
	Nakłady łącznie	---	---	120 321,36

5.3B Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED

Tabela 5.3.2

Zestawienie nakładów inwestycyjnych na wymianę źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED

Lp.	Składowa inwestycji	Ilość [szt.]	Jednostkowe nakłady inwestycyjne [zł/szt.]	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]
1	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	27	309,00	8 343,00
2	Hermetyczna liniowa LED 60W 8000 lm	3	409,00	1 227,00
3	Hermetyczna liniowa LED 74W 10000 lm	2	509,00	1 018,00
4	Kierunkowa tablicowa LED 33W	35	309,00	10 815,00
5	Kinkiet	2	209,00	418,00
6	Kinkiet ścienny	1	189,00	189,00
7	Oprawa liniowa LED z kloszem 35W	42	339,00	14 238,00
8	Oprawa liniowa LED z kloszem 51W	30	409,00	12 270,00
9	Plafon + żarówka LED	44	249,00	10 956,00
10	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	20	539,00	10 780,00
11	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	493	297,00	146 421,00
12	Żarówka LED	18	40,00	720,00
13	Montaż oświetlenia	699	117,00	81 783,00
	Nakłady łącznie	---	---	299 178,00

5.3C Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu

Tabela 5.3.3

Zestawienie kosztów wymiany źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu

Lp.	Składowa inwestycji	Ilość [szt.]	Jednostkowe nakłady inwestycyjne [zł/szt.]	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]
1	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	27	309,00	8 343,00
2	Hermetyczna liniowa LED 60W 8000 lm	3	409,00	1 227,00
3	Hermetyczna liniowa LED 74W 10000 lm	2	509,00	1 018,00
4	Kierunkowa tablicowa LED 33W	35	309,00	10 815,00
5	Kinkiet	2	209,00	418,00
6	Kinkiet ścienny	1	189,00	189,00
7	Oprawa liniowa LED z kloszem 35W	42	339,00	14 238,00
8	Oprawa liniowa LED z kloszem 51W	30	409,00	12 270,00
9	Plaфон + żarówka LED	44	249,00	10 956,00
10	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	20	539,00	10 780,00
11	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	493	297,00	146 421,00
12	Żarówka LED	18	40,00	720,00
13	Czujnik ruchu 360st	96	45,00	4 320,00
14	Montaż oświetlenia	699	117,00	81 783,00
	Nakłady łącznie	---	---	303 498,00

5.4 Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie po modernizacji

Obliczenia przeprowadza się zgodnie z metodyką opisaną w punkcie 5.2.

Dla stanu po modernizacji oświetlenia w analizowanym budynku współczynniki wchodzące do wzoru 5.3 oraz końcowe formuły do obliczeń przyjmują następującą postać:

1. Dla pomieszczeń, w których przewiduje się czujniki ruchu

Lp.	Współczynnik	Wartość	Uzasadnienie
1	MF	1,0	Brak regulacji natężenia oświetlenia
2	F _C	1,0	jw.
3	F _O	0,9	Regulacja automatyczna
4	F _D	1,0	Regulacja ręczna

W związku z powyższym formuły obliczeniowe 5.3, 5.2 i 5.1 przekształcają się do następującej postaci:

$$E_{L,j} = P_N / 1000 \cdot (t_D + t_N) \cdot F_o \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})] \quad (5.4)$$

$$E_{K,L,j} = P_j \cdot t_j \cdot F_o / 1000 \quad [\text{kWh}/\text{rok}] \quad (5.5)$$

$$E_{K,L} = \sum E_{K,L,j} = \sum P_j \cdot t_j \cdot F_o / 1000 \quad [\text{kWh}/\text{rok}] \quad (5.6)$$

gdzie:

P_j - sumaryczna moc opraw w danym pomieszczeniu [W];

t_j - roczny czas pracy oświetlenia w danym pomieszczeniu [h/rok].

Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową na potrzeby oświetlenia dla analizowanych pomieszczeń budynku dla stanu po modernizacji określa się więc przy pomocy formuł 5.5 i 5.6.

2. Dla pomieszczeń, pozostałych

Lp.	Współczynnik	Wartość	Uzasadnienie
1	MF	1,0	Brak regulacji natężenia oświetlenia
2	F_c	1,0	jw.
3	F_o	1,0	Regulacja ręczna
4	F_D	1,0	Regulacja ręczna

W związku z powyższym formuły obliczeniowe 5.3, 5.2 i 5.1 przekształcają się do następującej postaci:

$$E_{L,j} = P_N / 1000 \cdot (t_D + t_N) \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})] \quad (5.7)$$

$$E_{K,L,j} = P_j \cdot t_j / 1000 \quad [\text{kWh}/\text{rok}] \quad (5.8)$$

$$E_{K,L} = \sum E_{K,L,j} = \sum P_j \cdot t_j / 1000 \quad [\text{kWh}/\text{rok}] \quad (5.9)$$

gdzie:

P_j - sumaryczna moc opraw w danym pomieszczeniu [W];

t_j - roczny czas pracy oświetlenia w danym pomieszczeniu [h/rok].

Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową na potrzeby oświetlenia dla pozostałych pomieszczeń budynku dla stanu po modernizacji określa się więc przy pomocy formuł 5.8 i 5.9.

Zbiorne wyniki obliczeń dla analizowanych wariantów modernizacji zestawiono w tabeli 5.4.1 w podziale na przewidywane do zastosowania źródła światła.

Tabela 5.4.1 Zestawienie zbiorcze wyników obliczeń zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia dla stanu po modernizacji						
5.4.1A Wymiana źródeł światła na LED						
Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użytkowania [h/a]	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
1	Hermetyczna liniowa LED 60W 8000 lm	LED	60	850	3	153,00
2	Hermetyczna liniowa LED 74W 10000 lm	LED	74	1000	2	148,00
3	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	1300	2	98,80
4	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	1500	1	57,00
5	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	1000	18	648,00
6	Highbay	lampa wyładowcza	250	1300	18	5 850,00
7	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	18	1300	35	819,00
8		LED	26	1300	2	67,60
9	Kinkiet ścienny	LED	13	540	1	7,02
10	Żarówka LED	LED	13	540	4	28,08
11	Żarówka LED	LED	13	1300	14	236,60
12	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	5	35,10
13	Plafon + żarówka LED	LED	13	850	2	22,10
14	Plafon + żarówka LED	LED	13	1000	2	26,00
15	Plafon + żarówka LED	LED	13	1300	5	84,50
16	Plafon wpuszczany + żarówka LED	LED	13	1300	11	185,90
17	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	2	14,04
18	Plafon + żarówka LED	LED	13	1300	8	135,20
19	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	3	21,06
20	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	540	14	272,16
21	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	850	97	2 968,20
22	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	1000	22	792,00
23	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	1300	346	16 192,80
24	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	1500	14	756,00
25	Ultraefektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	540	2	45,36
26	Ultraefektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	850	4	142,80
27	Ultraefektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	1300	12	655,20
28	ultraefektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	1500	2	126,00

Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użytkowania [h/a]	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
29	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	1000	2	76,00
30	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	17	119,34
31	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	540	4	82,08
32	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	540	11	213,84
33	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	850	31	948,60
34	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	1300	19	889,20
35	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	1500	2	108,00
36	Ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	36	1300	9	421,20
Razem						33 445,78

5.4.1B Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED

Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użytkowania [h/a]	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
1	Hermetyczna liniowa LED 60W 8000 lm	LED	60	850	3	153,00
2	Hermetyczna liniowa LED 74W 10000 lm	LED	74	1000	2	148,00
3	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	1300	2	98,80
4		LED	38	1500	1	57,00
5		LED	38	1000	18	684,00
6	Highbay + lampa HIE	lampa wyładowcza	200	1300	18	4 680,00
7	Kierunkowa tablicowa LED 33W	LED	33	1300	35	1 501,50
8	Kinkiet	LED	26	1300	2	67,60
9	Kinkiet ścienny	LED	13	540	1	7,02
10	Żarówka LED	LED	13	540	4	28,08
11	Żarówka LED	LED	13	1300	14	236,60
12	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	5	35,10
13	Plafon + żarówka LED	LED	13	850	2	22,10
14	Plafon + żarówka LED	LED	13	1000	2	26,00
15	Plafon + żarówka LED	LED	13	1300	5	84,50
16	Plafon wpuszczany + żarówka LED	LED	13	1300	11	185,90
17	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	2	14,04
18	Plafon + żarówka LED	LED	13	1300	8	135,20
19	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	3	21,06
20	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	540	14	317,52
21	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	850	97	3 462,90
22	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	1000	22	924,00
23	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	1300	346	18 891,60
24	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	1500	14	882,00

Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użytkowania [h/a]	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
25	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	540	2	43,20
26	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	850	4	136,00
27	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	1300	12	624,00
28	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	1500	2	120,00
29	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	1000	2	76,00
30	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	17	119,34
31	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	540	4	82,08
32	Oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	540	11	207,90
33		LED	35	850	31	922,25
34		LED	51	1300	19	1 259,70
35		LED	51	1500	2	153,00
36	Oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	1300	9	596,70
Razem						37 003,69

5.4.1C Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu

Zgodnie z aktualnymi przepisami wykonawczymi, zastosowanie automatycznego sterowania opartego o czujniki ruchu/obecności pozwala w pomieszczeniach biurowych i edukacyjnych na obniżenie poboru energii o około 10% w skali roku.

Oznacza to, że należy zastosować współczynnik F_o uwzględniający nieobecność użytkowników w pomieszczeniu równy 0,9 w odniesieniu do pomieszczeń analizowanego budynku, w których można zastosować czujniki ruchu.

Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użyt. [h/a]	Współcz. F_o	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
1	Hermetyczna liniowa LED 60W 8000 lm	LED	60	850	1	3	153,00
2	Hermetyczna liniowa LED 74W 10000 lm	LED	74	1000	1	2	148,00
3	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	1300	0,9	2	88,92
4		LED	38	1500	1	1	57,00
5		LED	38	1000	1	18	684,00
6	Highbay + lampa HIE	lampa wyładowcza	200	1300	1	18	4 680,00
7	Kierunkowa tablicowa LED 33W	LED	33	1300	1	35	1 501,50
8	Kinkiet	LED	26	1300	0,9	2	60,84
9	Kinkiet ścienny	LED	13	540	1	1	7,02
10	Żarówka LED	LED	13	540	0,9	4	25,27
11	Żarówka LED	LED	13	1300	1	14	236,60
12	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	1	5	35,10
13	Plafon + żarówka LED	LED	13	850	1	2	22,10
14	Plafon + żarówka LED	LED	13	1000	1	2	26,00
15	Plafon + żarówka LED	LED	13	1300	0,9	5	76,05
16	Plafon wpuszczany + żarówka LED	LED	13	1300	0,9	11	167,31
17	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	1	2	14,04
18	Plafon + żarówka LED	LED	13	1300	0,9	8	121,68
19	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	1	3	21,06
20	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	540	1	14	317,52
21	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	850	1	70	2 499,00
21	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	850	0,9	27	867,51

Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użyt. [h/a]	Współcz. L ^o	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
22	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	1000	1	22	924,00
23	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	1300	1	343	18 727,80
23	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	1300	0,9	3	147,42
24	Oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	1500	1	14	882,00
25	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	540	1	2	43,20
26	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	850	1	4	136,00
27	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	1300	1	12	624,00
28	Oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	1500	1	2	120,00
29	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	1000	1	2	76,00
30	Plafon + żarówka LED	LED	13	540	1	17	119,34
31	Hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	540	1	4	82,08
32	Oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	540	1	8	151,20
32		LED	35	540	0,9	3	51,03
33		LED	35	850	1	15	446,25
33		LED	35	850	0,9	16	428,40
34	Oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	1300	1	19	1 259,70
35		LED	51	1500	1	2	153,00
36		LED	51	1300	1	5	331,50
36		LED	51	1300	0,9	4	238,68
Razem							36 751,12

5.5 Efekty energetyczne proponowanych rozwiązań

Zyski energetyczne wynikające z modernizacji oświetlenia w budynku wyliczono jako różnicę w poborze energii przed i po modernizacji.

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 5.5.1

Tabela 5.5.1
Określenie efektów energetycznych dla proponowanych wariantów modernizacji

Lp.	Opis wariantu modernizacji	Zapotrzebowanie na energię przed modernizacją [kWh/rok]	Zapotrzebowanie na energię po modernizacji [kWh/rok]	Zysk energetyczny [kWh/rok]
1	Wymiana źródeł światła na LED	62 930,24	33 445,78	29 484,46
2	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED	62 930,24	37 003,69	25 926,55
3	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu	62 930,24	36 751,12	26 179,12

5.6 Efekty ekonomiczne proponowanych rozwiązań

5.6A Wymiana źródeł światła na LED

W celu obliczenia efektów ekonomicznych dla analizowanych wariantów modernizacji zastosowano stawkę za energię elektryczną obliczoną w załączniku 1, która wynosi 0,56 zł/kWh. Oprócz oszczędności wynikających ze zmniejszonego zużycia energii elektrycznej, możliwe będzie obniżenie mocy umownej, które obliczono w załączniku nr 2. Stawka za kW (suma opłaty przejściowej i stawki stałej sieciowej) wg taryfy Energa Operator dla taryfy C21 wynosi 19,12 zł/kW netto miesięcznie (brutto 23,5176 zł/kW).

Tabela 5.6.1
Efekty ekonomiczne wymiany źródeł światła na LED z pozostawieniem dotychczasowych opraw

Lp.	Parametr [j.m.]	Liczba jednostek [j.m./okres rozliczeniowy]	Cena jednostkowa [zł/j.m.]	Oszczędność roczna [zł/a] / Efekt końcowy
1	Oszczędność energii elektrycznej [kWh]	29 484,46	0,56	16 511,30
2	Obniżenie mocy umownej [kW]	26,00	23,52	7 337,49
3	Nakłady inwestycyjne [zł]			120 321,36
4	Prosty okres zwrotu (SPBT) [a]			5,05

Źródła LED wstawione w miejsce liniowych opraw świetlówkowych charakteryzują się mniejszym strumieniem świetlnym od zastępowanych świetlówek.

Wymagany poziom oświetlenia sal lekcyjnych w analizowanym budynku szkoły może zostać osiągnięty dzięki:

- zastosowaniu bardzo wydajnych rodzajów tub LED (tzw. ultra wydajnych);
- zapasowi natężenia oświetlenia, który występuje przy obecnym oświetleniu świetlówkowym (według pomiarów natężenia oświetlenia wykonanych luksometrem zapas ten wynosi kilkadziesiąt procent - patrz Załącznik 4);
- strumień światła może być lepiej ukierunkowany poprzez kierunkowe świecenie diod w tubie LED (w przypadku opraw rastrowych z bardzo wydajnym odbłyśnikiem światła ten aspekt ma mniejsze znaczenie).

W przypadku zakupu tub LED bardzo istotna jest ich jakość, która zagwarantuje:

- zgodność znamionowej wartości strumienia świetlnego z wartością rzeczywistą;
- odpowiednią barwę światła;
- długą (np. 5-letnią) gwarancję działania wynikającą z trwałości rzędu 50 000 h.

Przy zakupie tub LED należy uwzględnić dotychczasowy układ stabilizujący. Jeżeli był to układ elektromagnetyczny (EM) można będzie kupić o połowę tańsze tuby wraz z którymi dostarczana a jest tzw. zwora wstawiana w miejsce startera. Jeżeli układ stabilizujący jest elektronicznym układem wysokiej częstotliwości (High Frequency HF) wówczas należy kupić droższe świetlówki HF. Ich cenę przewidziano w kosztorysie. Ostatnią opcją jest zakup tańszych tub EM i dokonanie zmian w układzie lampy ze zmianą połączeń, co wymaga uwzględnienia kosztów prac elektrycznych. Mając na uwadze, że jest to budynek użyteczności publicznej oraz fakt, że wśród użytkowników dominują dzieci, stosowanie opraw modyfikowanych niefabrycznie nie jest wskazane.

5.6B		Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED		
Opis jak w pkt. 5.6A				
<p>Tabela 5.6.2 Efekty ekonomiczne wymiany źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED</p>				
Lp.	Parametr [j.m.]	Liczba jednostek [j.m./okres rozliczeniowy]	Cena jednostkowa [zł/j.m.]	Oszczędność roczna [zł/a] / Efekt końcowy
1	Oszczędność energii elektrycznej [kWh]	25 926,55	0,56	14 518,87
2	Obniżenie mocy umownej [kW]	23,00	23,52	6 490,86
3	Nakłady inwestycyjne [zł]			299 178,00
4	Prosty okres zwrotu (SPBT) [a]			14,24
5.6C		Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu		
Opis jak w pkt. 5.6A				
<p>Tabela 5.6.3 Efekty ekonomiczne wymiany źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu</p>				
Lp.	Parametr [j.m.]	Liczba jednostek [j.m./okres rozliczeniowy]	Cena jednostkowa [zł/j.m.]	Oszczędność roczna [zł/a] / Efekt końcowy
1	Oszczędność energii elektrycznej [kWh]	26 179,12	0,56	14 660,31
2	Obniżenie mocy umownej [kW]	23,00	23,52	6 490,86
3	Nakłady inwestycyjne [zł]			303 498,00
4	Prosty okres zwrotu (SPBT) [a]			14,35

Z punktu widzenia wskaźników ekonomicznych najbardziej korzystnym rozwiązaniem jest wymiana źródeł światła w oprawach zainstalowanych w obiekcie.

Jednak warianty B i C niosą ze sobą mniej problemów technicznych, gdyż:

- zastępowane są stare, wyeksploatowane oprawy nowymi oprawami oryginalne oprawy LED;
- nowe oprawy mają odbłyśniki fabrycznie dostosowane do kąta strumienia świetlnego wbudowanego w te oprawy źródła;
- nie wystąpi potrzeba ingerencji w układy elektryczne opraw jak w przypadku zastępowania świetlówek tubami LED
- zminimalizowany zostanie problem generacji mocy biernej przez oprawy oświetleniowe.

5.7 Proponowane rozwiązania uszeregowane według rosnącej wartości SPBT

Tabela 5.7.1

Proponowane rozwiązania uszeregowane według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres modernizacji	Nakłady [zł]	SPBT [lata]
1	Wymiana źródeł światła na LED	120 321,36	5,05
2	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED	299 178,00	14,24
3	Wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED oraz montaż czujników ruchu	303 498,00	14,35

5.8 Propozycja rozwiązania optymalnego

Z punktu widzenia wskaźników ekonomicznych najbardziej korzystnym rozwiązaniem jest wymiana źródeł światła we wszystkich oprawach zainstalowanych w obiekcie. Autor audytu sugeruje przeprowadzenie modernizacji według trzeciego wariantu mimo lepszych wskaźników ekonomicznych wariantu 1. Wariant pierwszy to głównie wymiana samych źródeł w istniejących oprawach, a wariant 3 - wymiana całych opraw plus zastosowanie czujników ruchu. Wymiana samych źródeł światła jest rozwiązaniem tańszym, jednak w sytuacji, gdy wskaźniki ekonomiczne nie są dużo gorsze, zaleca się wymianę opraw świetlówkowych na oprawy LED, ponieważ instalacja źródeł LED w tego typu oprawach wymaga czasami ingerencji w oprawę (zmiany w układzie dławika i startera oprawy).

Mając na uwadze, że jest to budynek użyteczności publicznej oraz fakt, że wśród użytkowników dominują dzieci, stosowanie opraw modyfikowanych niefabrycznie nie jest wskazane. Dodatkowymi przesłankami za wyborem wariantu 3 i wymianą opraw a nie tylko źródeł są: a) niedostosowanie odbłyśników istniejących opraw do ukierunkowanego strumienia światła tub LED-owych (można to częściowo zniwelować poprzez dobór tub LED z odpowiednim kątem dystrybucji światła, ale nie ma pewności, że w szkole odpowiednie tuby LED zostaną zastosowane), b) oprawy w szkole w większości są wyeksploatowane, przy wymianie na nowe oprawy wybór opraw LED jest uzasadniony ze względu na efektywność energetyczną.

W analizie ekonomicznej wzięto pod uwagę tylko zyski związane z mniejszym zużyciem energii oraz obniżeniem mocy umownej. Warto jednak podkreślić żywotność oświetlenia opartego o diody LED. Oświetlenie to jest dużo bardziej wytrzymałe od żarówek, czy też świetlówek (50 000 h żywotności choć gwarancja tylko 5 lat przy pracy do 4000 h/a). W związku z tym koszty eksploatacji oświetlenia spadną, gdyż nie będzie konieczności tak częstej wymiany źródeł światła.

Podsumowując, optymalnym rozwiązaniem jest wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych i wymiana opraw świetlówkowych na oprawy LED. Dodatkowo zaleca się montaż czujników ruchu dla pomieszczeń i korytarzy rzadziej użytkowanych.

5.9 Efekt ekologiczny proponowanego rozwiązania

Zgodnie z komunikatem Krajowego Ośrodka Badań i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) z czerwca 2011 r. emisja dwutlenku węgla przypadająca na 1MWh wyprodukowanej w Polsce energii elektrycznej wynosi: 0,812 Mg CO₂ / MWh.

Na podstawie danego wskaźnika wyliczono efekt ekologiczny proponowanego rozwiązania, polegającego na modernizacji oświetlenia według wariantu 1 (A).

Oszczędność energii [MWh/rok]	Wskaźnik emisji [t CO ₂ /MWh]	Zmniejszenie emisji [t CO ₂ /rok]
26,18	0,812	21,26

6 Wykaz norm, aktów prawnych i materiałów źródłowych

- 1 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej całość techniczno- użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej.
- 2 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- 3 Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
- 4 Norma PN-EN 15193 Charakterystyka energetyczna budynków. Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia.
- 5 LUMAX- katalog produktów na rok 2016.
- 6 KONI- katalog produktów na rok 2016.
- 7 PHILIPS - katalog produktów na rok 2016.
- 8 PLEXIFORM - katalog produktów na rok 2016.



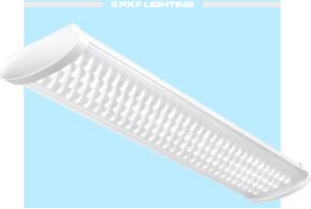











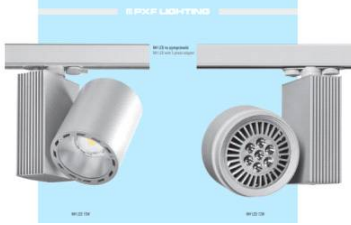



Załączniki




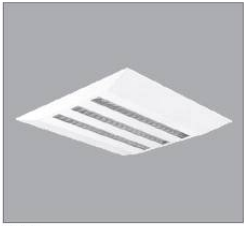


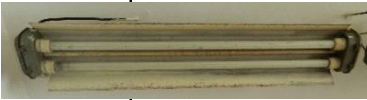


Załącznik 1 Obliczenie jednostkowego kosztu energii elektrycznej							
PPE	PL0037360067969615 Moc umowna: 105 kW						
Okres rozliczeniowy	Zużycie energii [kWh/okres rozliczeniowy]	Koszt energii [zł/okres rozliczeniowy]	Koszt jedn. energii [zł/kWh]	Koszt przesyłu [zł/okres rozliczeniowy]	Koszt jedn. przesyłu [zł/kWh]	Koszt łącznie [zł/okres rozliczeniowy]	Koszt jedn. łącznie [zł/kWh]
sty-15	24704	5 607,81	0,227	5 414,83	0,2192	11 022,63	0,45
lut-15	21022	4 771,99	0,227	4 620,08	0,2198	9 392,08	0,45
mar-15	10367	2 353,31	0,227	2 405,39	0,2320	4 758,70	0,46
kwi-15	7383	1 675,94	0,227	1 785,37	0,2418	3 461,31	0,47
maj-15	7112	1 614,42	0,227	1 734,71	0,2439	3 349,13	0,47
cze-15	5603	1 271,88	0,227	1 419,33	0,2533	2 691,22	0,48
lip-15	2357	535,04	0,227	811,62	0,3443	1 346,66	0,57
sie-15	3135	711,65	0,227	847,55	0,2704	1 559,20	0,50
wrz-15	7898	1 792,85	0,227	1 914,00	0,2423	3 706,84	0,47
paź-15	9844	2 234,59	0,227	2 370,87	0,2408	4 605,46	0,47
lis-15	10810	2 453,87	0,227	2 604,30	0,2409	5 058,17	0,47
gru-15	24353	5 528,13	0,227	5 450,12	0,2238	10 978,25	0,45
sty-16	26097	5 924,02	0,227	5 717,85	0,2191	11 641,87	0,45
Suma netto	160 685,00	36 475,50	0,23	37 096,02	0,23	73 571,51	0,46
Suma brutto	160 685,00	44 864,86	0,28	45 628,10	0,28	90 492,96	0,56

Załączniki

Załącznik 2 Obliczenie możliwości obniżenia mocy umownej											
stan przed modernizacją		Wariant 1 (A)			Wariant 2 (B)			Wariant 3 (C)			
Moc oprawy [W]	Ilość opraw [szt.]	Moc oprawy [W]	Ilość opraw [szt.]	Redukcja [W]	Moc oprawy [W]	Ilość opraw [szt.]	Redukcja [W]	Moc oprawy [W]	Ilość opraw [szt.]	moc przed modernizacją [W]	moc po modernizacji [W]
72	3	60	3	36	60	3	36	60	3	216	180
116	2	74	2	84	74	2	84	74	2	232	148
72	2	38	2	68	38	2	68	38	2	144	76
72	1	38	1	34	38	1	34	38	1	72	38
72	18	36	18	648	38	18	612	38	18	1296	684
250	18	250	18	0	200	18	900	200	18	4500	3600
36	35	18	35	630	33	35	105	33	35	1260	1155
120	2	26	2	188	26	2	188	26	2	240	52
60	1	13	1	47	13	1	47	13	1	60	13
60	4	13	4	188	13	4	188	13	4	240	52
60	14	13	14	658	13	14	658	13	14	840	182
60	5	13	5	235	13	5	235	13	5	300	65
60	2	13	2	94	13	2	94	13	2	120	26
60	2	13	2	94	13	2	94	13	2	120	26
60	5	13	5	235	13	5	235	13	5	300	65
60	11	13	11	517	13	11	517	13	11	660	143
60	2	13	2	94	13	2	94	13	2	120	26
60	8	13	8	376	13	8	376	13	8	480	104
60	3	13	3	141	13	3	141	13	3	180	39
72	14	36	14	504	42	14	420	42	14	1008	588
72	97	36	97	3492	42	97	2910	42	70	6984	2940
72	22	36	22	792	42	22	660	42	27	1584	1134
72	346	36	346	12456	42	346	10380	42	22	24912	924
72	14	36	14	504	42	14	420	42	343	1008	14406
64	2	42	2	44	40	2	48	42	3	128	126
64	4	42	4	88	40	4	96	42	14	256	588
64	12	42	12	264	40	12	288	40	2	768	80
64	2	42	2	44	40	2	48	40	4	128	160
72	2	38	2	68	38	2	68	40	12	144	480
60	17	13	17	799	13	17	799	40	2	1020	80
72	4	38	4	136	38	4	136	38	2	288	76
72	11	36	11	396	35	11	407	13	17	792	221
72	31	36	31	1116	35	31	1147	38	4	2232	152
72	19	36	19	684	51	19	399	35	8	1368	280
72	2	36	2	72	51	2	42	35	3	144	105
72	9	36	9	324	51	9	189	35	15	648	525
		Razem (Wariant 1A)		26150	Razem (Wariant 2B)		23163	35	16	0	560
								51	19	0	969
								51	2	0	102
								51	5	0	255
								51	4	0	204
								Suma		54792	31629
								Redukcja (Wariant 3C)			23163

Załączniki

Załącznik 3 Nowoczesne oprawy oświetleniowe					
Lp.	Typ oprawy zamienianej	Widok oprawy	Lp.	Typ oprawy proponowanej	Widok oprawy
1	Świetłówkowa 2x36 biała 		1'	LATTE LED 35W lub 51W 137 lm/W firmy PLEXIFORM cena 339 zł brutto	
2	Hermetyczne 2x36 		2'	FIBRA LED 38W (309zł) lub 19W (219zł) 135 lm/W firmy PLEXIFORM	
3	Kierunkowa tablicowa 1x36 		3'	ASYMMETRIC LED 33W firmy PLEXIFORM cena 339 zł brutto	
4	Biała oprawa 2x36- sala korekcyjna 		4'	TRACK PRO LED 42W /4900 lm	
5	Kinkiet ścienny 		5'	REY LED 12W lub 13W	
6	Highbay sala gimnast. 		6'	ALFA LED 90W / 8400 lm	

			6"	LED High Bay 200W 15560 lm i 300 W 23000 lm	
			6"	PHILIPS BY121P G2 LED205S/840 PSU WB GR CoreLine Highbay 198W 20500 lm cena 2100	
7	Rastrowa 4x16		7'	CAPRI LED 40W / 4980 lm 539 zł brutto	
8	Rastrowa 2x36		8'	MONZA II LED 42W / 5000 lm cena 297 zł brutto	
9	Bez oprawy 2x36 kuchnia		9'	FIBRA LED 60W (409zł) / 8000 lm firmy PLEXIFORM	
			9"	TORINO SPORT LED 100W / 12000 lm	

Załączniki

Załącznik 4. Pomiary natężenia oświetlenia

W pomieszczeniach szkoły przeprowadzono pomiary natężenia oświetlenia z użyciem luksomierza. Wyniki pomiarów naniesiono na rzuty pomieszczeń piwnicy, parteru i piętra (patrz rysunki Z-4.1+Z-4.3). Wartości normatywne przedstawia pokazano w tabeli Z-4.1. Porównanie normatywnych wartości natężenia oświetlenia w salach lekcyjnych, korytarzach i pomieszczeń innego typu z wartościami zmierzonymi prowadzi do wniosku, że w pomieszczeniach szkoły zainstalowano oświetlenie z zapasem.

Tabela Z-4.1. Wymagania w zakresie jakości oświetlenia według normy EN 12464-1:2012

Rodzaj pomieszczenia, urządzenia lub czynności	E_m [lx]	UGR	U_0	R_a	Inne wymagania oraz zalecenia i informacje
Obszary ruchu i korytarze	100	28	0,4	40	Natężenie oświetlenia na poziomie podłogi. 150 lx, jeśli na drodze są pojazdy
Schody	150	25	0,4	80	
Windy, dźwigi	100	25	0,4	40	Zaleca się, aby poziom oświetlenia przed windą wynosił nie mniej niż 200 lx.
Klasy, pokoje do samodzielnej nauki	300	19	0,6	80	Zaleca się aby oświetlenie było sterowane
Audytorium, sale wykładowe, pokoje do zajęć dydaktycznych, laboratoria	500	19	0,6	80	Zaleca się aby oświetlenie było sterowane
Składy magazynowe	100	25	0,4	60	200 lx jeśli są stale zajęte
Pomieszczenia biurowe	500	19	0,6	80	
Rysowanie techniczne	750	16	0,7	90	
Rysowanie CAD	500	19	0,6	80	
Biblioteki					
a) półki na książki	200	19	0,4	80	
b) obszar do czytania	500	19	0,6	80	
c) kontuury	500	19	0,6	80	
Badania i zabiegi	500	19	0,6	90	
Sala operacyjna	100	19	0,6	90	
Pole operacji	-	-	-	-	od 10 klx do 100 klx

Oznaczenia do tabeli Z-4.1:

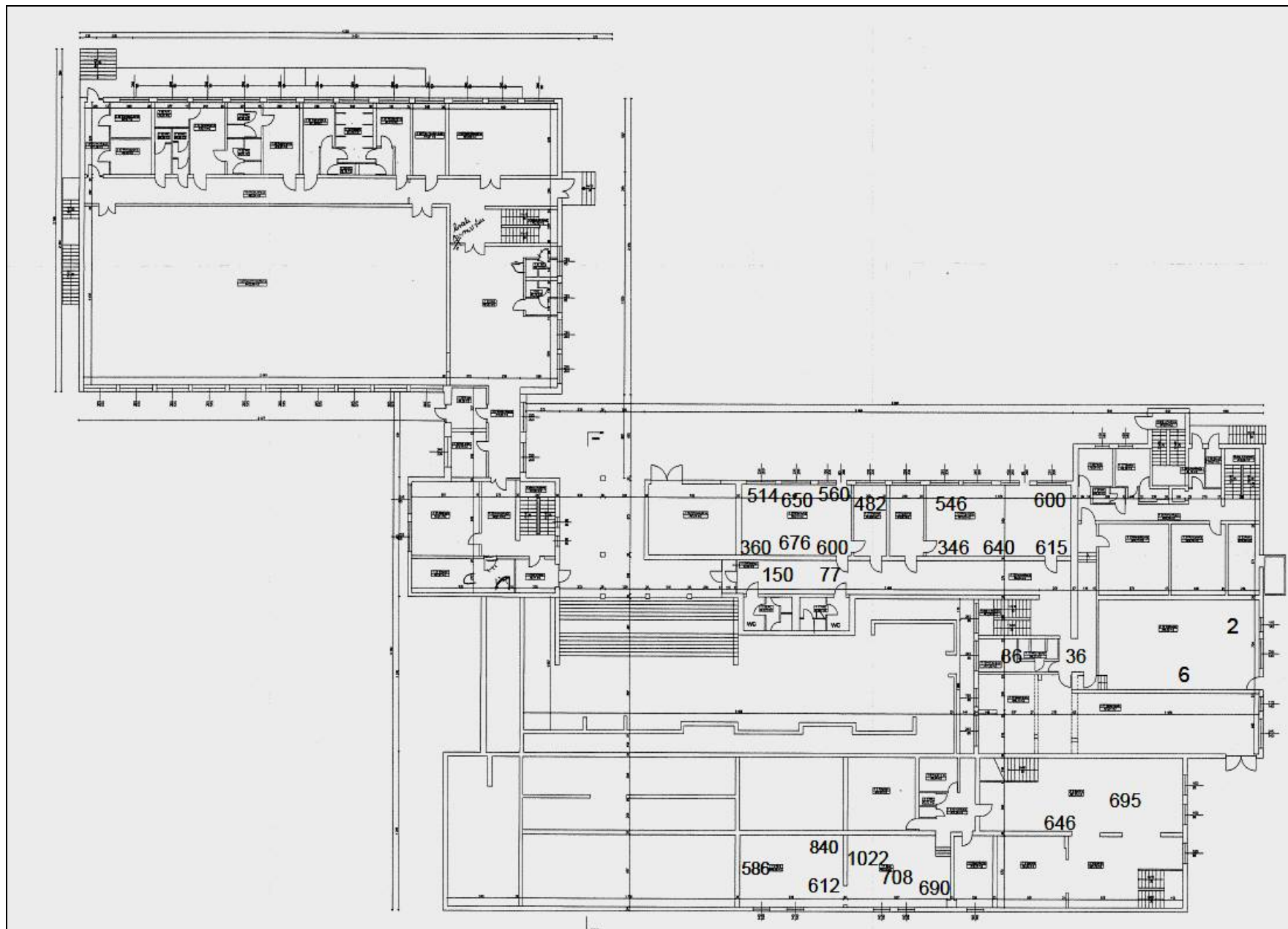
- E_m - wymagane średnie eksploatacyjne natężenie oświetlenia wyrażane w luksach [lx];
- UGR - współczynnik oślnienia;
- U_0 - minimalna równomierność natężenia oświetlenia;
- R_a - minimalny wskaźnik oddawania barw.

W przypadku klas szkolnych średnie eksploatacyjne natężenie oświetlenia powinno kształtować się na poziomie 300 lx, a równomierność natężenia oświetlenia powinna wynosić przynajmniej 0,6.

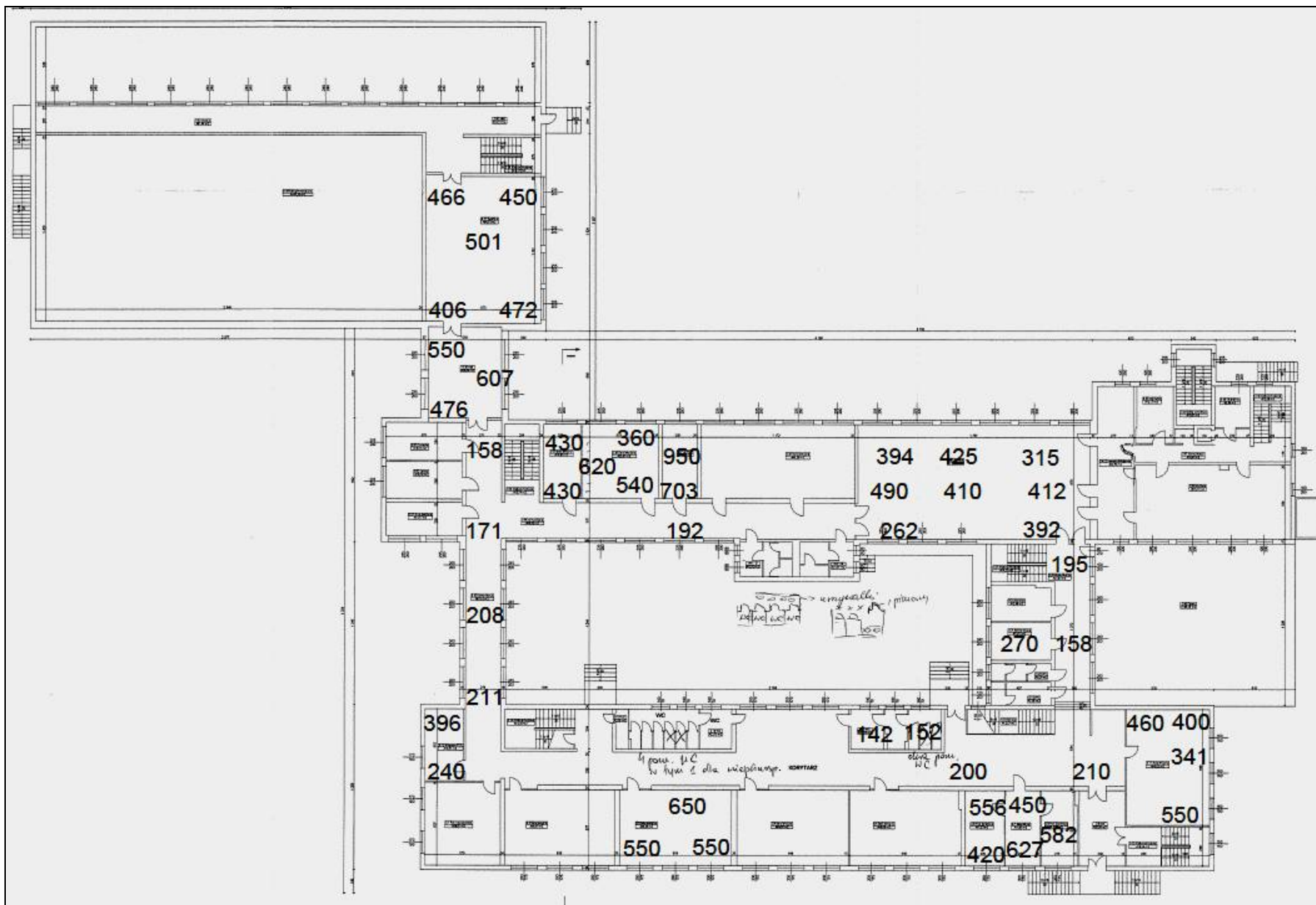
Wyniki pomiarów przedstawione na rzutach poszczególnych kondygnacji budynku szkoły pokazują, że wartości E_m są spełnione z kilkudziesięcioprocentowym zapasem zarówno dla klas szkolnych, jak i korytarzy. Równomierność natężenia oświetlenia nie zawsze jest spełniona. W przypadku klas szkolnych może być to wynikiem doświetlenia tablic szkolnych dodatkowymi oprawami.

Wnioski:

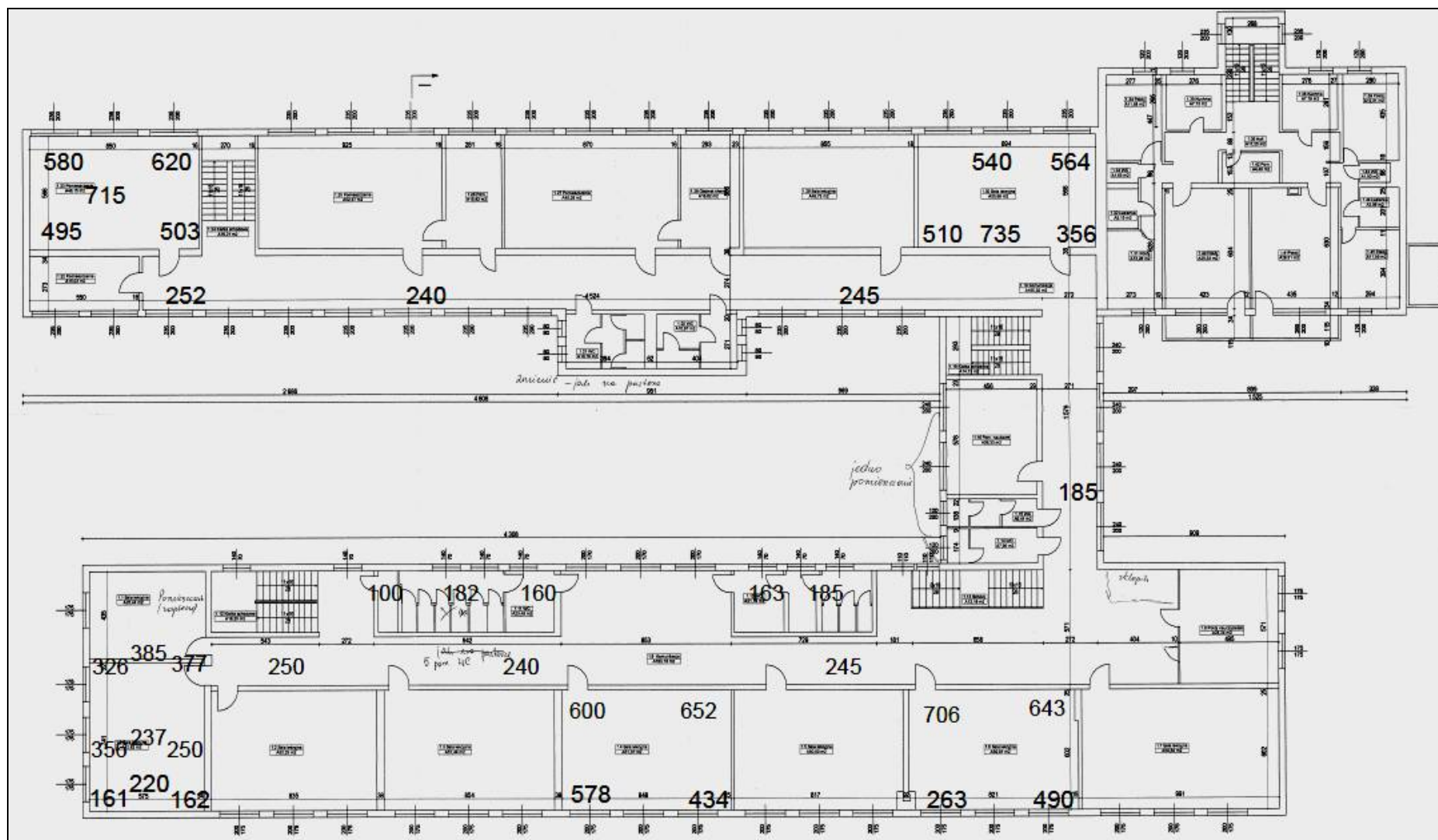
Przeprowadzone pomiary natężenia oświetlenia w budynkach kompleksu szkolnego pozwalają na rozważanie wariantów modernizacji z ograniczeniem liczby opraw oświetlenia lub zamianą źródeł światła w istniejących oprawach na źródła o mniejszym strumieniu światła.



Rysunek Z-4.1. Wyniki pomiarów natężenia oświetlenia w pomieszczeniach piwnic



Rysunek Z-4.2. Wyniki pomiarów natężenia oświetlenia w pomieszczeniach parteru



Rysunek Z-4.3. Wyniki pomiarów natężenia oświetlenia w pomieszczeniach piętra budynku szkoły

ZAŁĄCZNIK NR 2

KONCEPCJA BUDOWY ELEKTROWNI SŁONECZNEJ W RAMACH AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Spis treści

1	Wstęp.....	3
2	Lokalizacja budynku i analiza nasłonecznienia dachu	3
2.1	Założenia	3
2.2	Lokalizacja budynku	4
2.3	Wymiary budynku i dokumentacja fotograficzna	5
2.4	Dane klimatyczne	8
3	Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu I.....	9
3.1	Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia	9
3.2	Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej	11
3.2.1	Schemat ideowy elektrowni.....	11
3.2.2	Konfiguracja elektrowni.....	12
3.2.3	Zmienność produkcji energii	13
3.2.4	Moc elektrowni i produkcja roczna	15
3.3	Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku.....	15
3.3.1	Założenia	15
3.3.2	Wyniki obliczeń.....	16
3.3.3	Wnioski	18
4	Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu II.....	19
4.1	Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia	19
4.2	Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej	21
4.2.1	Konfiguracja elektrowni.....	21
4.2.2	Zmienność produkcji energii	21
4.2.3	Moc elektrowni i produkcja roczna	23
4.3	Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku.....	23
4.3.1	Założenia	23
4.3.2	Wyniki obliczeń.....	24
4.3.3	Wnioski	26
5	Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu III.....	26
5.1	Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia	26

5.2	Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej	28
5.2.1	Konfiguracja elektrowni.....	28
5.2.2	Zmienność produkcji energii	29
5.2.3	Moc elektrowni i produkcja roczna	30
5.3	Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku	31
5.3.1	Założenia	31
5.3.2	Wyniki obliczeń	31
5.3.3	Wnioski	34
6	Podsumowanie.....	34

1 Wstęp

Na podstawie analizy nasłonecznienia połaci dachowych budynków Samorządowej Szkoły Podstawowej w Gościcinie przy ul. Wejherowskiej 22 w istniejącym kształcie wytypowano powierzchnie pod zabudowę modułami PV typu polikrystalicznego.

Przeanalizowano możliwości budowy elektrowni słonecznej na dachach budynków szkoły w następujących wariantach:

Wariant I:

Elektrownie słoneczne na dachach kompleksu budynków szkolnych o sumarycznej mocy 26,2 kW i rocznej produkcji energii ok. 22,9 MWh.

Moduły ustawione w kierunku południowym w rzędach na stelażach z optymalnym pochyleniem. Produkcja elektrowni będzie pokrywała około 15% potrzeb własnych szkoły.

Wariant II:

Elektrownia na jednym budynku kompleksu szkolnego o mocy 16,2 kW i rocznej produkcji energii na poziomie ok. 14,2 MWh.

Rzędy modułów ustawione na stelażach na dachu głównego budynku szkoły od ulicy Wejherowskiej.

Produkcja elektrowni będzie pokrywała około 10% potrzeb własnych szkoły.

Wariant III:

Elektrownia na jednym budynku kompleksu szkolnego o mocy 48,6 kW i rocznej produkcji energii na poziomie ok. 36,8 MWh.

Rzędy modułów ustawione na dachu głównego budynku szkoły od ulicy Wejherowskiej.

Moduły montowane na płasko, tj. równoległe z dachem budynku (dach o spadach 8 stopni).

Produkcja elektrowni będzie pokrywała około 22% potrzeb własnych szkoły.

W rozpatrywanych wariantach koncepcji elektrowni PV profile obciążenia nie są zgodne z profilem generacji.

Założono, że tylko część wyprodukowanej energii może zostać natychmiast skonsumowana w budynku. Reszta musi zostać zbilansowana w ciągu roku w oparciu o współpracę z siecią krajowego systemu elektroenergetycznego.

Energia bilansowana obłożona jest 30% redukcją mającą pokryć straty techniczne i koszty dystrybucji energii. Oznacza to, że przedsiębiorstwo skupujące energię dokonuje rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej przez prosumenta do sieci elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w stosunku ilościowym 1 do 0,7.¹

2 Lokalizacja budynku i analiza nasłonecznienia dachu

2.1 Założenia

W niniejszym rozdziale przeanalizowano położenie budynków kompleksu szkolnego i wpływ zacienienia w przypadku budowy elektrowni na dachach przyjmując:

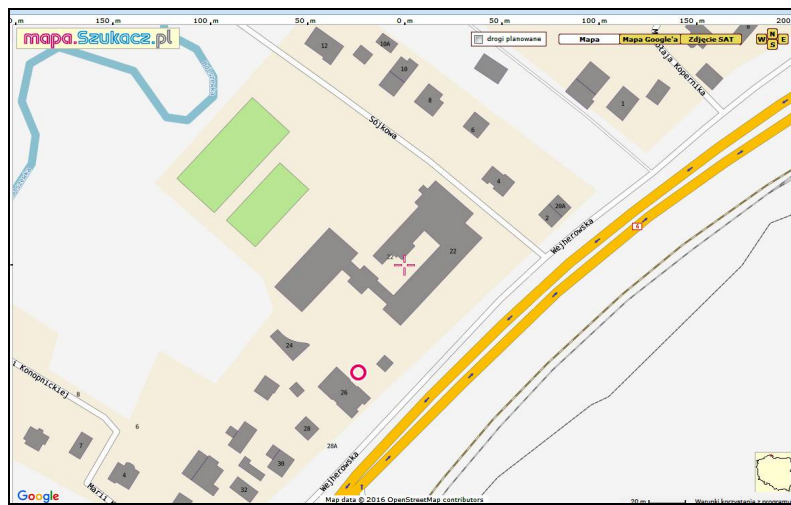
¹ USTAWA z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw. Dz.U. poz. 925, Warszawa, dnia 28 czerwca 2016 r.

- ułożenie modułów PV równolegle z dachem lub na stelażach w rzędach zorientowanych na południe;
- dobrą wentylację między modułami i pokryciem dachowym;
- wykorzystanie modułów z ogniwami z krzemu polikrystalicznego;
- pionowe rozmieszczenie modułów na połaciach dachu (krótsza krawędź modułów wzdłuż okapu dachu, a dłuższa wzdłuż krawędzi bocznej dachu).

Na potrzeby analizy nasłonecznienia zbudowano trójwymiarowy model komputerowy budynków szkoły.

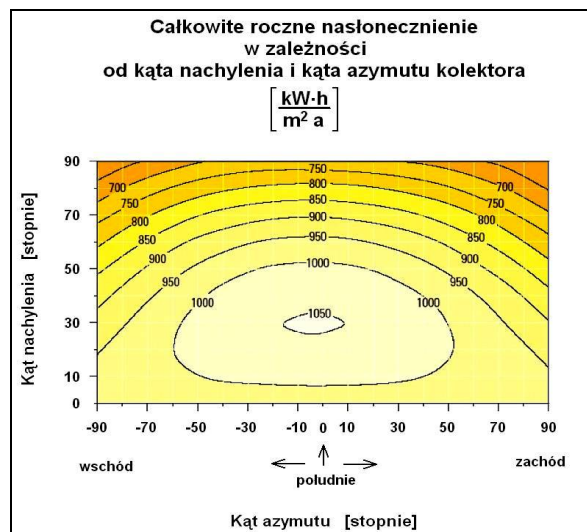
2.2 Lokalizacja budynku

Budynki szkoły zlokalizowane są w miejscowości Gościcino przy ulicy Wejherowskiej 24 na 54,6081 stopnia szerokości geograficznej północnej i 18,1629 stopnia długości geograficznej wschodniej.



Rysunek 2.1 Lokalizacja budynku wg Google Maps

Budynki nie posiadają połaci dachowych zorientowanych dokładnie na południe. W przypadku elektrowni słonecznej z panelami słonecznymi zwróconymi na wschód lub zachód odnotowujemy około 20% stratę nasłonecznienia względem orientacji południowej mimo doboru optymalnego pochylecia konstrukcji wsporczej (rysunek poniżej).



Rysunek 2.2. Wpływ azymutu na roczną wartość nasłonecznienia powierzchni nachylonej

W analizowanym przypadku przy ustawieniu paneli w rzędach równoległych do okapów dachu produkcja energii nie osiągałaby maksymalnych wartości w przypadku orientacji innej niż południowa. Z tego powodu zdecydowano się na zorientowanie rzędów modułów dokładnie na południe, aby zmaksymalizować współczynnik efektywności.

2.3 Wymiary budynku i dokumentacja fotograficzna

Wymiary budynku A (budynek główny od ul. Wejherowskiej)

- Długość - 60,38 m; 60,40 m
- Szerokość - 12,56 m
- Wysokość - 8 m
- Spadek dachu - 8 stopni (dwuspadzisty)

Łącznik A-B

- Długość - 12,40 m
- Szerokość - 3,40 m
- Wysokość - 5 m

Wymiar budynku B

- Długość - 53,52 m
- Szerokość - 9,52 m
- Wysokość - 8 m

Łącznik A-C

- Długość - 12,70 m
- Szerokość - 7,90 m
- Wysokość - 8 m
- Spadek dachu - 8 stopni (dwuspadzisty do środka)

Wymiar budynku C (kuchnia kotłownia)

- Długość - 15,45 m
- Szerokość - 12,41 m
- Wysokość - 8 m
- Spadek dachu - 8 stopni (dwuspadzisty do środka)

Łącznik (hol) do sali gimnastycznej

- Długość - 6,80 m
- Szerokość - 5,58 m
- Wysokość - 4 m

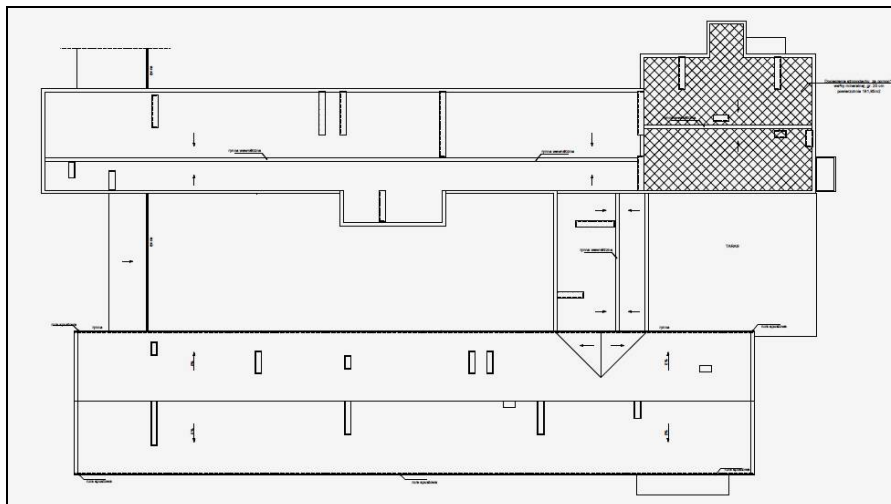
Sala gimnastyczna

- Długość - 39,28 m
- Szerokość - 17,32 m
- Wysokość - 6 m

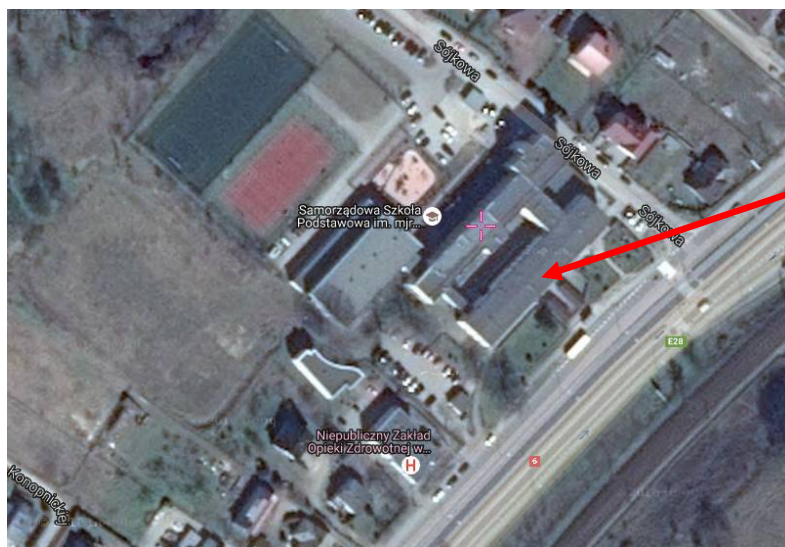
Przybudówka do sali gimnastycznej (zaplecze sali)

- Długość - 39,28 m
- Szerokość - 6,20 m
- Wysokość - 3,4 m.

Wysokości budynków podano w ujęciu bezwzględny – bez uwzględnienia różnic rzędnych terenu.



Rysunek 2.3. Rzut dachów budynków szkoły (bez sali gimnastycznej)



Rysunek 2.4. Zdjęcie lotnicze terenu wokół szkoły



Rysunek 2.5. Widok elewacji szkoły od strony ulicy Wejherowskiej



Rysunek 2.6. Drzewa zaciniające budynek sali gimnastycznej



Rysunek 2.7. Elewacja północno-zachodnia

Ściany części budynków są zwieńczone niewysoką attyką.
Na dachu zlokalizowane są kominy wentylacyjne i spalin.
Dodatkowe zacięcie występuje od drzew i wysokiego komina kotłowni.

2.4 Dane klimatyczne

Do analizy przyjęto dane ze stacji meteorologicznej Gdańsk-Rębiechowo.

Dane klimatyczne			
Kraj		Lokalizacja	
Polska		GDANSK/REBIECHOWO	
Szerokość geograficzna	54° 22' 48" (54,38°)	Suma roczna nasłonecznienia globalnego	1042 kWh/m ²
Długość geograficzna	18° 27' 36" (18,46°)	Roczna średnia temperatur	8 °C
Strefa czasowa	UTC+1	Parametry symulacji	
Przedział czasu	1986 - 2005		
Rozdzielczość	Godzinowy		

3 Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu I

W analizowanym wariantcie rozpatruje się budowę elektrowni słonecznych na dachach kompleksu szkolnego o sumarycznej mocy 26,2 kW i rocznej produkcji energii około 22,9 MWh.

3.1 Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia

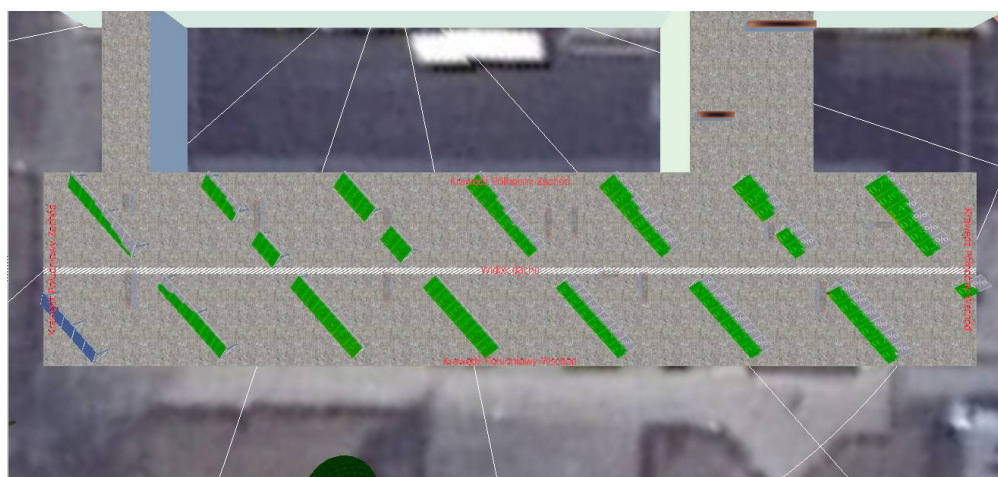
Na rysunku 3.1 przedstawiono koncepcję pokrycia dachów budynków szkoły modułami PV. Tylko część dachów może być pokryta modułami PV ze względu na kominy i atyki.

Wybrano sposób ułożenia paneli na stelażach podpierających pod odpowiednim kątem. Optymalny kąt podparcia modułów na szerokości geograficznej 54°N stopni to około 39°.

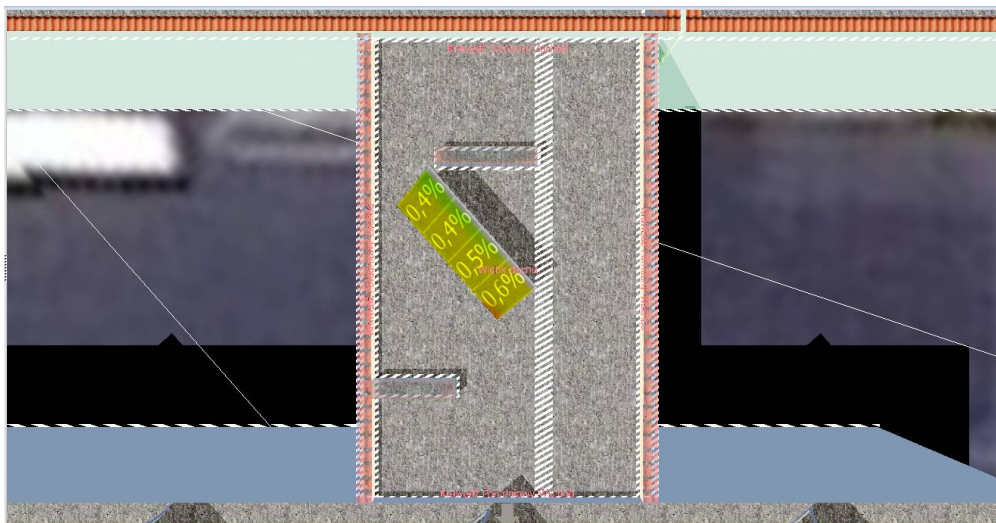


Rysunek 3.1. Koncepcja pokrycia dachów szkoły modułami PV

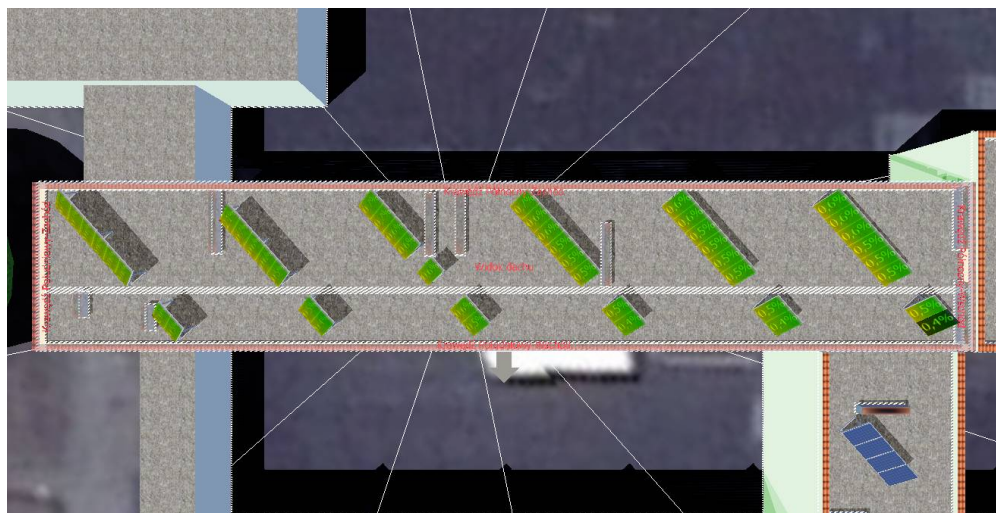
Kolejne rysunki prezentują warunki nasłonecznienia modułów fotowoltaicznych PV na dachach poszczególnych segmentów szkoły.



Rysunek 3.2a. Warunki nasłonecznienia połaci dachowych budynku głównego od strony ulicy Wejherowskiej



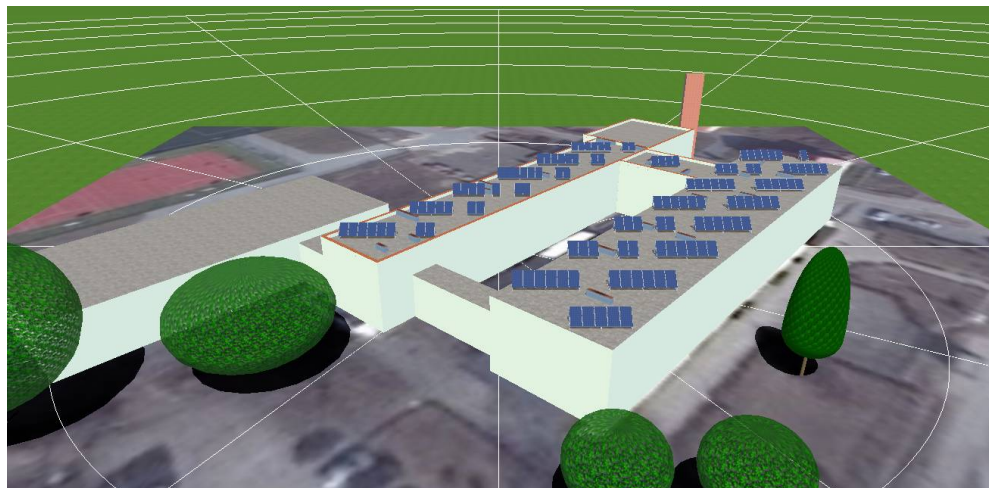
Rysunek 3.2b. Warunki nasłonecznienia połaci dachowych łącznika do kuchni



Rysunek 3.2c. Warunki nasłonecznienia połaci dachowych nowego skrzydła szkoły

Rzędy paneli zwrócono dokładnie na południe oraz rozstawiono w optymalnej odległości od siebie ze względu na wzajemne zacienianie.

Rysunek 3.3 przedstawia instalację elektrowni słonecznej na dachach trójwymiarowego modelu budynków szkoły.



Rysunek 3.3. Widok z góry modelu 3D budynków szkoły, obiektów zacieniających oraz dobranych paneli fotowoltaicznych

Ze względu na:

- niewystępowanie zacinienia w tym samym momencie (cień się przesuwa);
- szeregowe połączenie ogni w module PV oraz modułów w szeregu (łańcuch modułów podłączony do układu MPPT

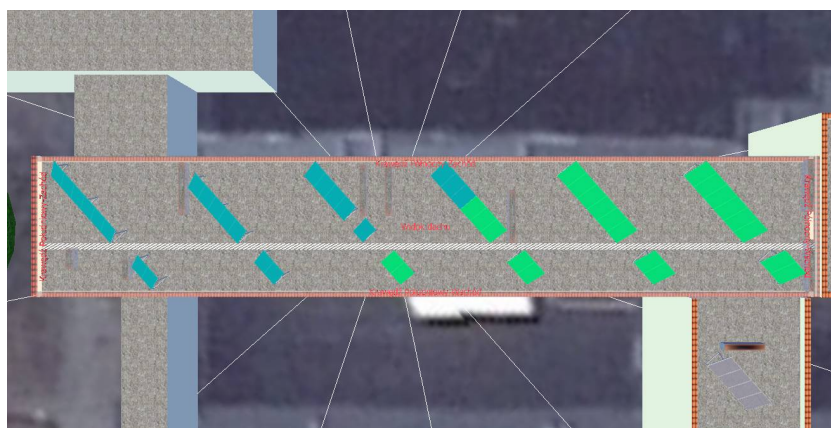
nieoptymalne warunki pracy nawet pojedynczych ogni rzutują na efektywność całego łańcucha.

Problem częściowo można łagodzić poprzez odpowiednie łączenie modułów o podobnym nasłonecznieniu w łańcuch i przyłączanie ich do osobnych układów śledzenia optymalnego punktu pracy MPPT. Wymaga to jednak dużej pieczołowitości na etapie projektowania oraz instalowania elektrowni.

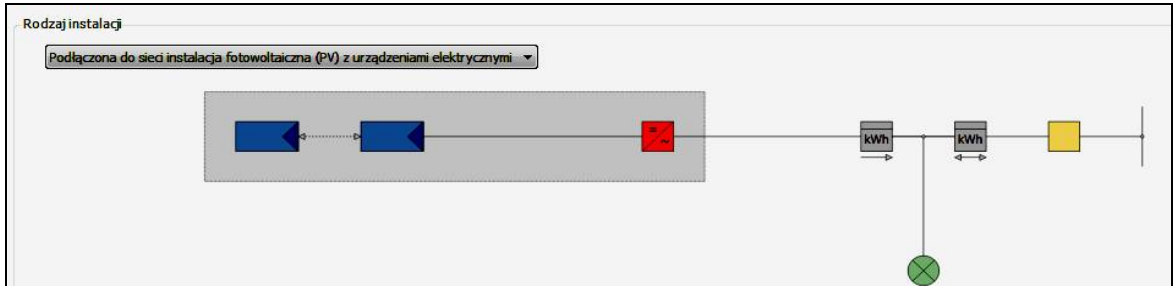
3.2 Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej

3.2.1 Schemat ideowy elektrowni

Przykładowe połączenie modułów w łańcuchy przyłączane do układów MPPT (*Maximal Power Point Tracking*) w inwerterze; układ MPPT służy do śledzenia i wyliczania optymalnego iloczynu prądu i napięcia, a więc mocy) w inwerterach pokazano na rysunku poniżej.



Założono, że elektrownia będzie pracować we współpracy z siecią elektroenergetyczną, do której oddawane będą nadwyżki mocy wytwarzanej i pobierane jej niedobory. Ideę współpracy elektrowni, instalacji odbiorczej i sieci dystrybucji energii prezentuje rysunek poniżej.



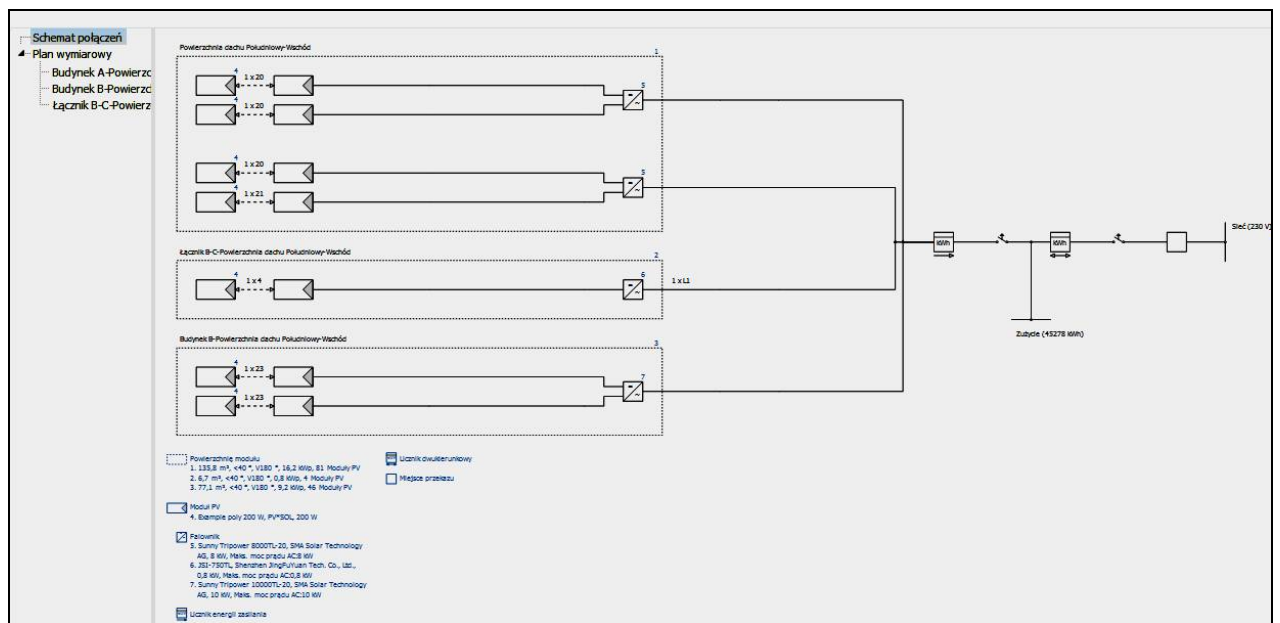
Rysunek 3.4. Schemat współpracy elektrowni słonecznej, instalacji odbiorczej i sieci elektroenergetycznej

3.2.2 Konfiguracja elektrowni

Schemat ideowy elektrowni z łańcuchami modułów i liczbą modułów w każdym łańcuchu prezentuje rysunek poniżej.

W analizowanym wariantcie koncepcji elektrowni dobrano 131 modułów PV i 4 inwertery: o mocy 2x8 kW, 10 kW i 0,8 kW.

Inwertery posiadają po 2 układy MPPT z łańcuchami po 20 do 23 modułów, za wyjątkiem inwertera z jednym MPPT dla 4 modułów na budynku łącznika.



Powierzchnia dachu...	
1 x Falown. 1	Sunny Tripower 8000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 20 MPP 2: 1 x...
1 x Falown. 2	Sunny Tripower 8000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 21 MPP 2: 1 x...
Łącznik B-C-Powier...	
1 x Falown. 1	JSI-750TL
Producent	Shenzhen JingFuYuan Tec...
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 4
Budynek B-Powierz...	
1 x Falown. 1	Sunny Tripower 10000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 23 MPP 2: 1 x...

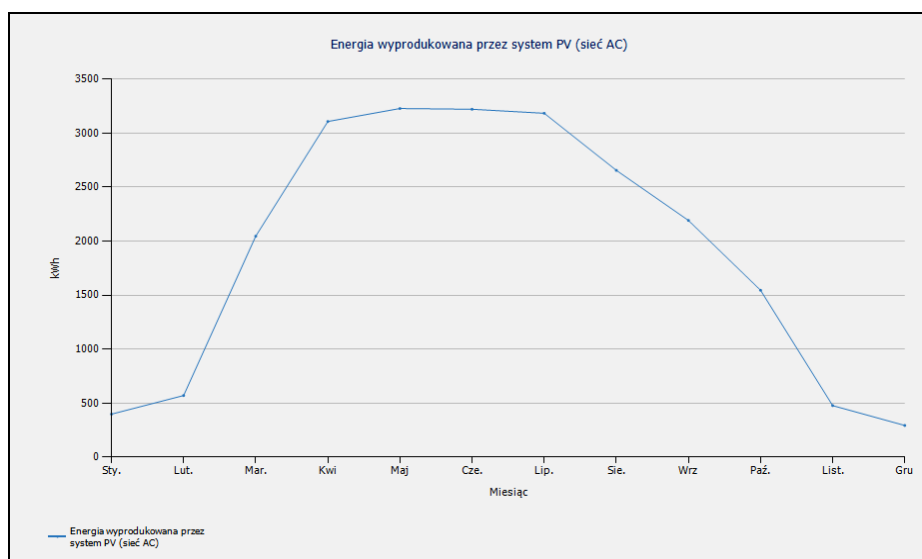
Dobre typy modułów oraz typy inwerterów należy traktować wyłącznie jako przykładowe na potrzeby koncepcji elektrownie słonecznej.

Dopuszczalny jest szereg innych, konkurencyjnych rozwiązań.

3.2.3 Zmienność produkcji energii

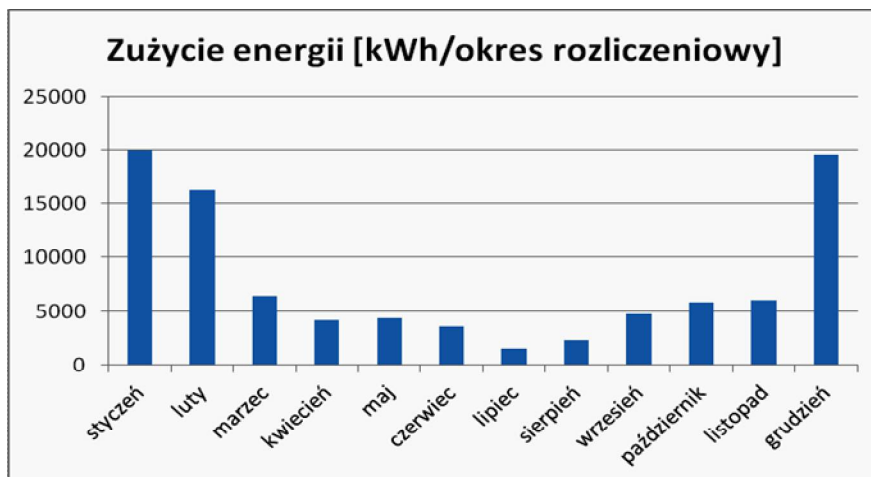
Produkcja energii charakteryzuje się silną roczną zmiennością.

Wykres zamieszczony poniżej (rys. 3.5) potwierdza potrzebę współpracy z krajowym systemem elektroenergetycznym i bilansowania w oparciu o ten system produkcji i zużycia energii w budynku.



Rysunek 3.5. Energia wyprodukowana przez system PV

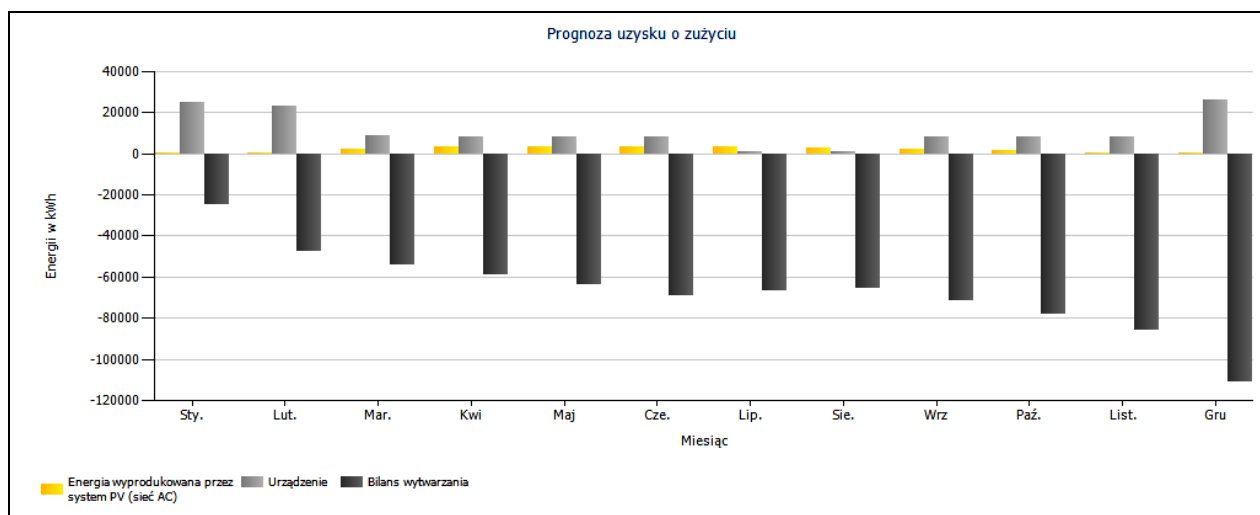
Wykres zamieszczony na rys. 3.6 przedstawia przyjęty profil obciążenia dla szkoły (uwzględniający spadek zapotrzebowania na energię w wyniku przewidywanej modernizacji oświetlenia). Z obciążeniem tym bilansowana jest praca elektrowni słonecznej.



Rysunek 3.6. Profil obciążenia dla szkoły

Kolejny wykres na rys. 3.7 przedstawia wynik bilansu wytwarzania i zużycia na koniec roku dla szkoły w sytuacji pracy elektrowni słonecznej na potrzeby kompleksy szkolnego.

W analizowanym wariancie roczny bilans jest ujemny, co oznacza, że nie wystąpi sprzedaż energii do sieci po niekorzystnych stawkach hurtowych.



Rysunek 3.7. Roczny bilans produkcji i zużycia energii elektrycznej

3.2.4 Moc elektrowni i produkcja roczna

Sumaryczna moc elektrowni – 26,2 kW.

Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	22 910 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	874,42 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	75,8 %

Wskaźnik PR (Performance ratio) to współczynnik wydajności określający stosunek rzeczywiście wyprodukowanej energii elektrycznej do energii, którą mógłby wyprodukować ten sam system pracując z nominalną sprawnością.

Uwaga: Wartość energii wyprodukowanej przez system PV podano po odjęciu strat technicznych i kosztów dystrybucji na wymianie z siecią elektroenergetyczną.

3.3 Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku

Analizę opłacalności budowy instalacji słonecznych na dachach budynków szkoły wykonano dla dwóch wariantów finansowania inwestycji.

3.3.1 Założenia

1. Założenia techniczno-ekonomiczne

- Nakłady jednostkowe na elektrownię wynoszą 6600 zł/kWp netto na kilowat mocy zainstalowanej na podstawie założeń do projektu ustawy o OZE dla fotowoltaicznej instalacji dachowej o mocy z przedziału 10–100 kW.
- Podatek VAT 23%.
- Jednostkowa cena energii elektrycznej w zł/kWh obejmująca wszystkie składniki zmienne wynosi 0,56 zł/kWh brutto (VAT 23%) - określona na podstawie taryf za energię Energa Operator i Energa dla Firm.
- Okres eksploatacji elektrowni słonecznej : 20 lat.
- Roczne zapotrzebowanie odbiorcy na energię elektryczną jest większe od rocznej produkcji elektrowni słonecznej.
- Tylko część energii produkowanej jest natychmiast konsumowana na terenie obiektu. Pozostała część energii jest wysyłana do sieci i bierze udział w bilansowaniu rocznym opartym o system elektroenergetyczny. Przedsiębiorstwo obrotu energią elektryczną tę część energii rozlicza w stosunku 1 : 0,7. Oznacza to na przykład, że przy wymianie z systemem 1/3 produkowanej energii, 10% wyprodukowanej energii (1/3 x 30%) nie będzie mogło zostać odebrane za darmo z sieci i skonsumowane przez odbiorcę, a zostanie zaliczone i przepadnie na poczet strat technicznych w sieci dystrybucyjnej i innych kosztów operatora sieci i kosztów obrotu energią.

2. Założenia dotyczące finansowania inwestycji

1) Wariant A

Dotacja wynosi 70% wartości inwestycji.

30% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

2) Wariant B

Dotacja wynosi 45% wartości inwestycji.
55% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

3.3.2 Wyniki obliczeń

Poniżej zaprezentowano skumulowany przepływ kapitału oraz tabelę przepływów finansowych dla obu wariantów finansowania.

1) Wyniki obliczeń dla wariantu A (dotacja 70%)

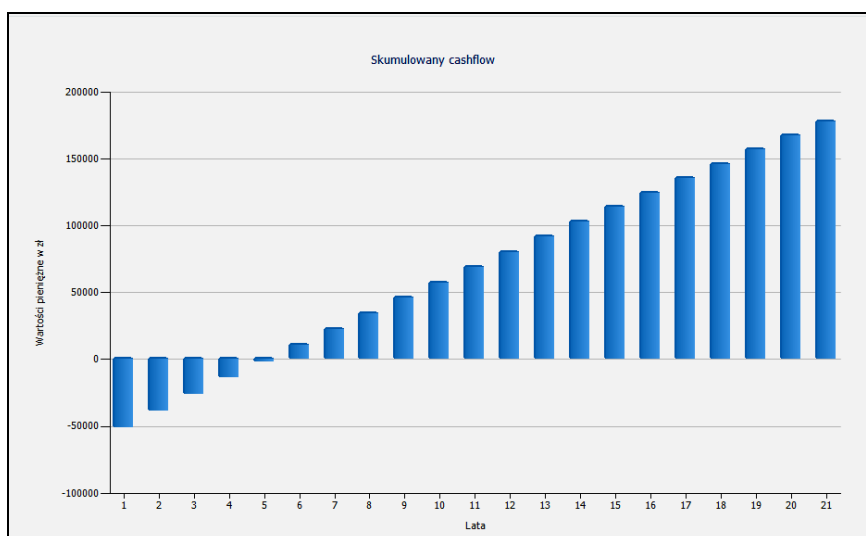
Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy już w 6 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-212 691,60 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	148 884,12 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	12 673,48 zł	12 548,00 zł	12 423,76 zł	12 300,75 zł	12 178,96 zł
Roczny cashflow	-51 134,00 zł	12 548,00 zł	12 423,76 zł	12 300,75 zł	12 178,96 zł
Skumulowany cashflow	-51 134,00 zł	-38 586,01 zł	-26 162,25 zł	-13 861,50 zł	-1 682,54 zł

	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	12 058,38 zł	11 938,99 zł	11 820,78 zł	11 703,74 zł	11 587,86 zł
Roczny cashflow	12 058,38 zł	11 938,99 zł	11 820,78 zł	11 703,74 zł	11 587,86 zł
Skumulowany cashflow	10 375,84 zł	22 314,83 zł	34 135,61 zł	45 839,35 zł	57 427,22 zł

	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	11 473,13 zł	11 359,54 zł	11 247,07 zł	11 135,71 zł	11 025,46 zł
Roczny cashflow	11 473,13 zł	11 359,54 zł	11 247,07 zł	11 135,71 zł	11 025,46 zł
Skumulowany cashflow	68 900,35 zł	80 259,89 zł	91 506,96 zł	102 642,67 zł	113 668,12 zł

	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	10 916,29 zł	10 808,21 zł	10 701,20 zł	10 595,25 zł	10 490,34 zł
Roczny cashflow	10 916,29 zł	10 808,21 zł	10 701,20 zł	10 595,25 zł	10 490,34 zł
Skumulowany cashflow	124 584,41 zł	135 392,62 zł	146 093,82 zł	156 689,07 zł	167 179,41 zł



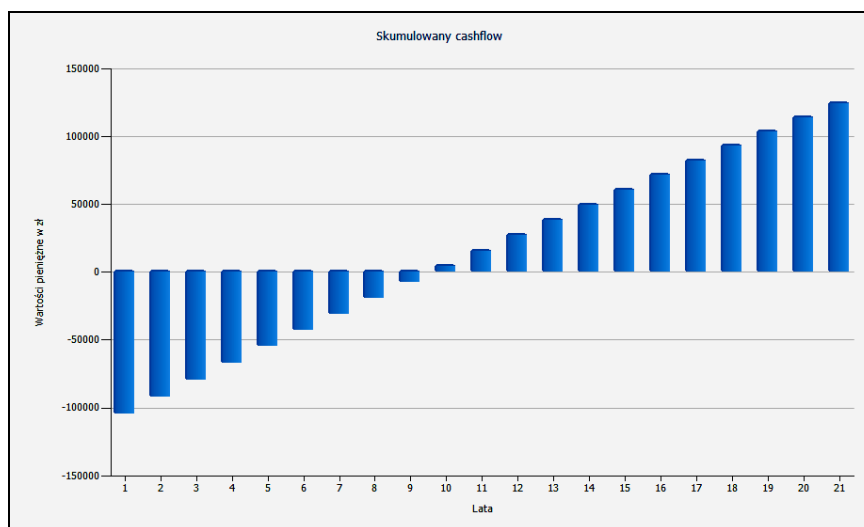
Rysunek 3.8. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant A

**Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku około 70% dotacji.
Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 6 roku eksploatacji.**

2) Wyniki obliczeń dla wariantu B (dotacja 45%)

Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy w 10 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-212 691,60 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	95 711,22 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	12 673,48 zł	12 548,00 zł	12 423,76 zł	12 300,75 zł	12 178,96 zł
Roczny cashflow	-104 306,90 zł	12 548,00 zł	12 423,76 zł	12 300,75 zł	12 178,96 zł
Skumulowany cashflow	-104 306,90 zł	-91 758,91 zł	-79 335,15 zł	-67 034,40 zł	-54 855,44 zł
	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	12 058,38 zł	11 938,99 zł	11 820,78 zł	11 703,74 zł	11 587,86 zł
Roczny cashflow	12 058,38 zł	11 938,99 zł	11 820,78 zł	11 703,74 zł	11 587,86 zł
Skumulowany cashflow	-42 797,06 zł	-30 858,07 zł	-19 037,29 zł	-7 333,55 zł	4 254,32 zł
	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	11 473,13 zł	11 359,54 zł	11 247,07 zł	11 135,71 zł	11 025,46 zł
Roczny cashflow	11 473,13 zł	11 359,54 zł	11 247,07 zł	11 135,71 zł	11 025,46 zł
Skumulowany cashflow	15 727,45 zł	27 086,99 zł	38 334,06 zł	49 469,77 zł	60 495,22 zł
	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	10 916,29 zł	10 808,21 zł	10 701,20 zł	10 595,25 zł	10 490,34 zł
Roczny cashflow	10 916,29 zł	10 808,21 zł	10 701,20 zł	10 595,25 zł	10 490,34 zł
Skumulowany cashflow	71 411,51 zł	82 219,72 zł	92 920,92 zł	103 516,17 zł	114 006,51 zł



Rysunek 3.9. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant B

**Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku 45% dotacji.
Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 10 roku eksploatacji.**

3.3.3 Wnioski

Oszacowane nakłady inwestycyjne w wariantcie I budowy elektrowni słonecznej pracującej na potrzeby własne budynku wynoszą 212 692 zł.

Koszty inwestycyjne pomniejszane są o dotację w wysokości 148 884 zł (wariant I A – 70% dofinansowania) lub w wysokości 95 711 zł (wariant I B – 45% dofinansowania).

Roczne oszczędności na zakupie energii elektrycznej wynoszą około 12 693 zł w pierwszym roku eksploatacji i spadają do 10 490 zł w dwudziestym roku eksploatacji elektrowni.

Przeanalizowany wariant I budowy elektrowni słonecznej pracującej na potrzeby własne szkoły charakteryzuje się opłacalnością.

Wiąże się jednak ze znacznym ograniczeniem zakupu energii elektrycznej od dostawcy „Energia dla Firm”.

Wraz z redukcją zapotrzebowania z powodu modernizacji oświetlenia może to oznaczać, że szkoła przestanie być atrakcyjnym klientem i w efekcie nie będzie w stanie uzyskać korzystnej ceny zakupu energii.

4 Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu II

W analizowanym wariantcie rozpatruje się budowę mniejszej elektrowni słonecznej o mocy 16,2 kW pracującej na potrzeby własne szkoły, ale pokrywającej zapotrzebowanie na energię elektryczną w mniejszym udziale niż w wariantcie I.

Elektrownia zlokalizowana będzie na dachu budynku głównego szkoły od ul. Wejherowskiej.

W rozpatrywanym wariantcie koncepcji elektrowni PV profile obciążenia również nie są zgodne z profilem generacji – profile generacji i zużycia energii są niedopasowane.

Szacuje się, że tylko część wyprodukowanej energii może zostać natychmiast skonsumowana w budynkach szkoły. Reszta musi zostać zbilansowana w ciągu roku w oparciu o współpracę z siecią krajowego systemu elektroenergetycznego. Tylko dzięki bilansowaniu w oparciu o system elektroenergetyczny można osiągnąć zadowalającą efektywność techniczną i ekonomiczną inwestycji.

Energia bilansowana obłożona jest 30% redukcją mającą pokryć straty techniczne i koszty dystrybucji energii. Oznacza to, że przedsiębiorstwo skupujące energię dokonuje rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej przez prosumenta do sieci elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w stosunku ilościowym 1 do 0,7.²

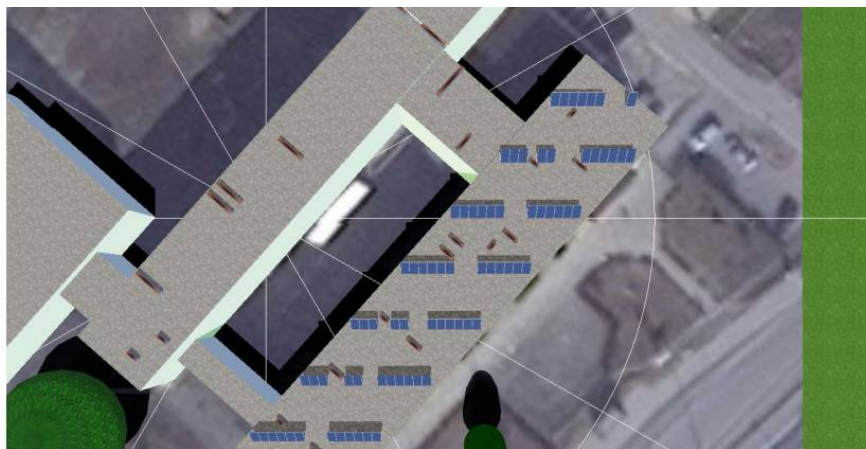
4.1 Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia

Na potrzeby analizy nasłonecznienia zbudowano trójwymiarowy model komputerowy budynku.

Zdecydowano się na ułożenie paneli z optymalnym pochyleniem na stelażach.

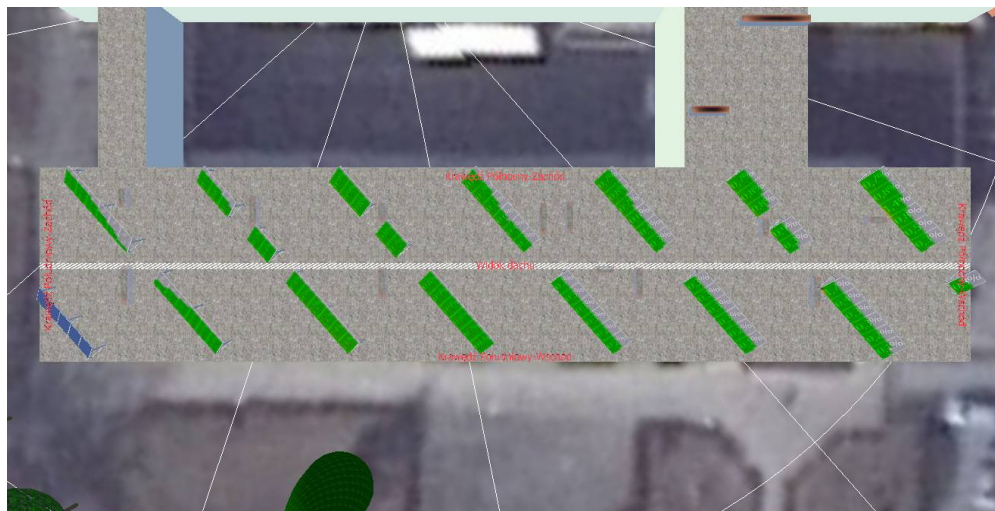
Rzędy paneli zwrócone będą dokładnie na południe.

Na rysunku poniżej przedstawiono koncepcję pokrycia dachu budynku głównego modułami PV.



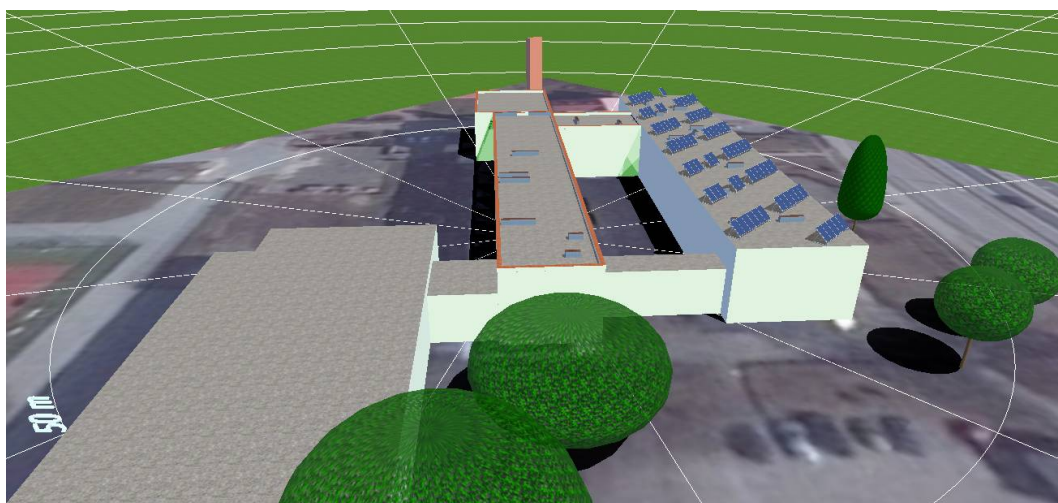
Rysunek 4.1. Koncepcja pokrycia dachu budynku głównego modułami PV dla wariantu II

² USTAWA z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw. Dz.U. poz. 925, Warszawa, dnia 28 czerwca 2016 r.



Rysunek 4.2. Warunki nasłonecznienia modułów na połaci dachowej budynku głównego

Poniżej przedstawiono trójwymiarowy model budynków szkoły i ich otoczenia wykorzystany na potrzeby obliczeń symulacyjnych elektrowni słonecznej dla wariantu II.



Rysunek 4.3. Widok z góry modelu 3D budynku, obiektów zacięających oraz dobranych paneli fotowoltaicznych dla wariantu II

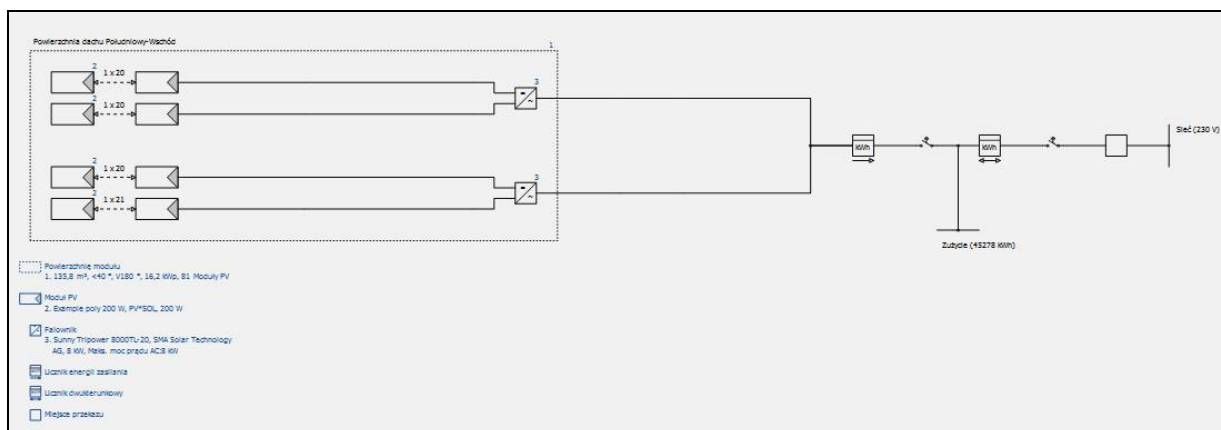
4.2 Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej

4.2.1 Konfiguracja elektrowni

Schemat ideowy elektrowni z łańcuchami modułów i liczbą modułów w każdym łańcuchu prezentuje rysunek poniżej.

W analizowanym wariantcie koncepcji elektrowni dobrano 81 modułów PV i 2 inwertery o mocy 8 kW każdy.

Inwertery posiadają po 2 układy MPPT z łańcuchami po 20 do 21 modułów.



Rysunek 4.4. Schemat ideowy połączeń modułów, inwerterów i sieci odbiorczo-rozdzielczej

Konfiguracja

▼ Powierzchnia dachu...

1 x Falown. 1	Sunny Tripower 8000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 20 MPP 2: 1 x...
1 x Falown. 2	Sunny Tripower 8000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 21 MPP 2: 1 x...

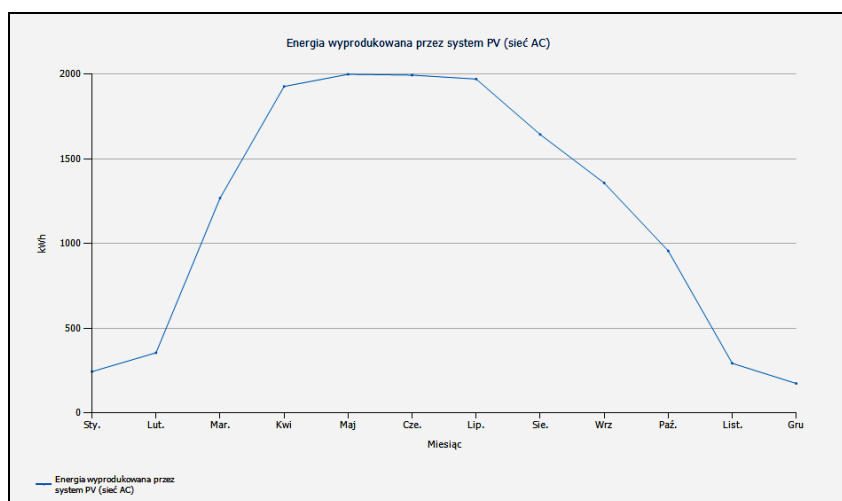
Dobre typy modułów oraz typy inwerterów należy traktować wyłącznie jako przykładowe na potrzeby koncepcji elektrowni słonecznej.

Dopuszczalny jest szereg innych, konkurencyjnych rozwiązań.

4.2.2 Zmienność produkcji energii

Produkcja energii charakteryzuje się silną roczną zmiennością.

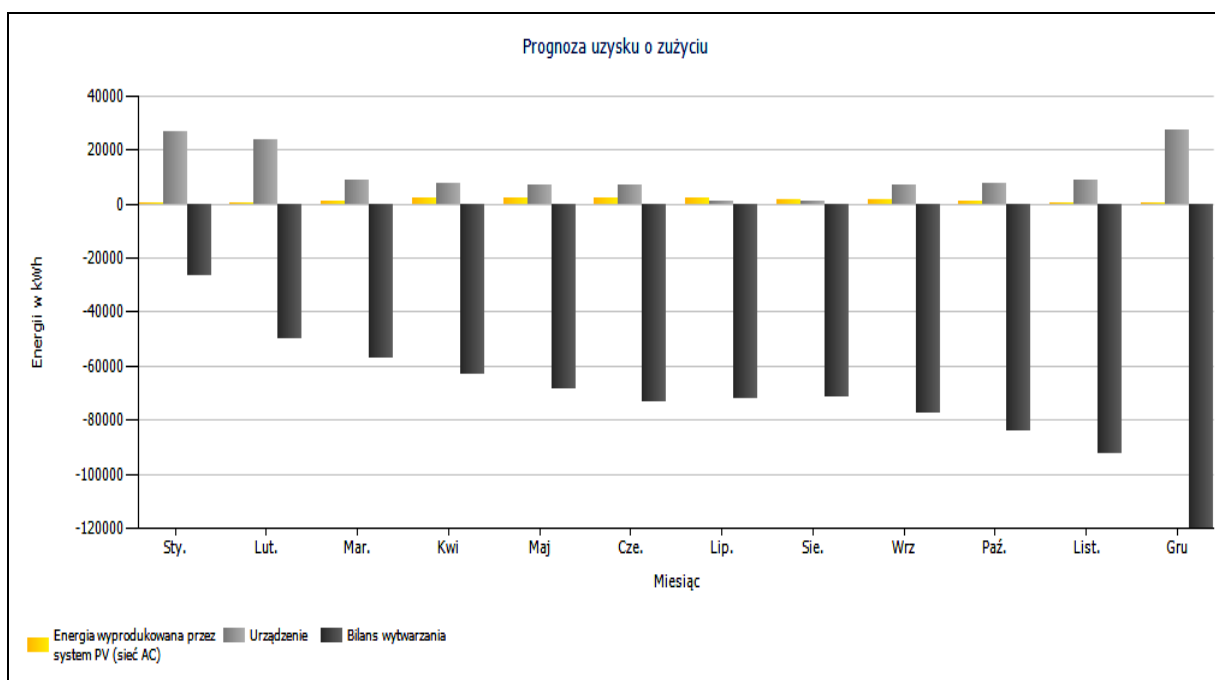
Wykres zamieszczony poniżej (rys. 4.5) potwierdza potrzebę współpracy z krajowym systemem elektroenergetycznym i bilansowania w oparciu o ten system produkcji i zużycia energii w budynku.



Rysunek 4.5. Energia wyprodukowana przez system PV - wariant II

Wykres zamieszczony na rys. 4.6 przedstawia wynik bilansu wytwarzania i zużycia na koniec roku w sytuacji pracy elektrowni na rzecz potrzeb własnych budynków kompleksu szkolnego.

Niezbilansowana na koniec roku energia ma wartość ujemną, co oznacza, że nie wystąpi sprzedaż energii do sieci po niekorzystnych stawkach.



Rysunek 4.6. Roczny bilans produkcji i zużycia energii elektrycznej

Gdyby wystąpiła w bilansie półrocznym nadprodukcja energii, wówczas niezbilansowana energia rozliczana byłaby po cenie hurtowej energii elektrycznej. W analizowanym wariantcie elektrowni słonecznej takie zagrożenie nie występuje.

4.2.3 Moc elektrowni i produkcja roczna

Moc generatora PV	16,2 kWp
Powierzchnia generatora PV	135,8 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1152,7 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	14185 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	875,6 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	75,9 %

Uwaga: Wartość energii wyprodukowanej przez system PV podano po odjęciu strat technicznych i kosztów dystrybucji na wymianie z siecią elektroenergetyczną.

4.3 Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku

Analizę opłacalności instalacji słonecznych na dachu budynku wykonano dla dwóch wariantów finansowania inwestycji.

4.3.1 Założenia

1. Założenia techniczno-ekonomiczne

- Nakłady jednostkowe na elektrownię wynoszą 6600 zł/kWp netto na kilowat mocy zainstalowanej na podstawie założeń do projektu ustawy o OZE dla fotowoltaicznej instalacji dachowej o mocy z przedziału 10–100 kW.
- Podatek VAT 23%.
- Jednostkowa cena energii elektrycznej w zł/kWh obejmująca wszystkie składniki zmienne wynosi 0,56 zł/kWh brutto (VAT 23%) - określona na podstawie taryf za energię Energa Operator i Energia dla Firm.
- Okres eksploatacji elektrowni słonecznej : 20 lat.
- Roczne zapotrzebowanie odbiorcy na energię elektryczną jest większe od rocznej produkcji elektrowni słonecznej.
- Tylko część energii produkowanej jest natychmiast konsumowana na terenie obiektu. Pozostała część energii jest wysyłana do sieci i bierze udział w bilansowaniu rocznym opartym o system elektroenergetyczny. Przedsiębiorstwo obrotu energią elektryczną tę część energii rozlicza w stosunku 1 : 0,7. Oznacza to, że np. przy wymianie z systemem 1/3 produkowanej energii, 10% oddawanej do sieci energii (1/3 x 30%) przepada na poczet strat technicznych w sieci dystrybucyjnej i innych kosztów operatora sieci i kosztów obrotu energią.

2. Założenia dotyczące finansowania inwestycji

1) Wariant A

Dotacja wynosi 70% wartości inwestycji.

30% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

2) Wariant B

Dotacja wynosi 45% wartości inwestycji.

55% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

4.3.2 Wyniki obliczeń

Poniżej zaprezentowano skumulowany przepływ kapitału oraz tabelę przepływów finansowych dla obu wariantów finansowania.

Nakłady inwestycyjne przedstawione w tabelach stanowią odpowiednio 30% i 55% przewidywanych nakładów całkowitych na realizację inwestycji (po uwzględnieniu subwencji).

1) Wyniki obliczeń dla wariantu A (dotacja 70%)

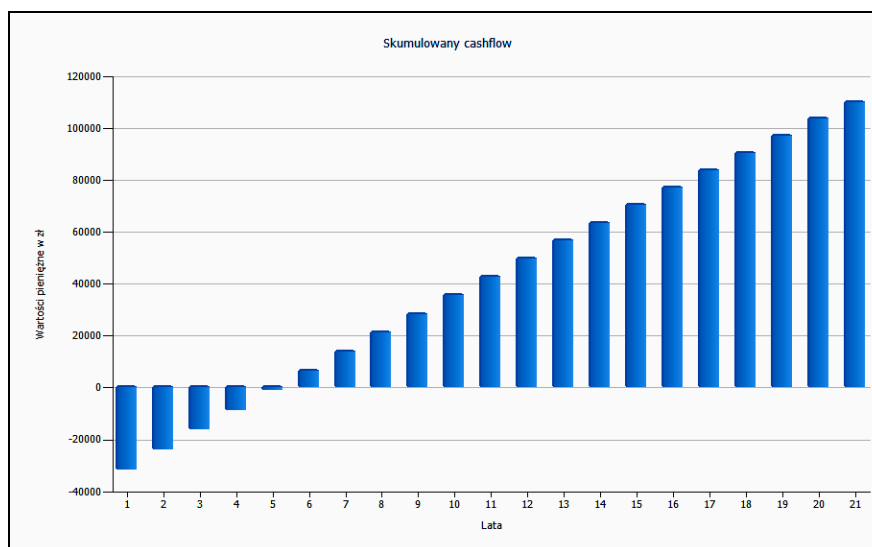
Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy już w 6 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-131 511,60 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	92 058,12 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	7 845,77 zł	7 768,09 zł	7 691,18 zł	7 615,03 zł	7 539,63 zł
Roczny cashflow	-31 607,71 zł	7 768,09 zł	7 691,18 zł	7 615,03 zł	7 539,63 zł
Skumulowany cashflow	-31 607,71 zł	-23 839,62 zł	-16 148,44 zł	-8 533,41 zł	-993,78 zł

	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	7 464,98 zł	7 391,07 zł	7 317,89 zł	7 245,44 zł	7 173,70 zł
Roczny cashflow	7 464,98 zł	7 391,07 zł	7 317,89 zł	7 245,44 zł	7 173,70 zł
Skumulowany cashflow	6 471,21 zł	13 862,28 zł	21 180,17 zł	28 425,61 zł	35 599,31 zł

	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	7 102,67 zł	7 032,35 zł	6 962,72 zł	6 893,79 zł	6 825,53 zł
Roczny cashflow	7 102,67 zł	7 032,35 zł	6 962,72 zł	6 893,79 zł	6 825,53 zł
Skumulowany cashflow	42 701,99 zł	49 734,34 zł	56 697,06 zł	63 590,85 zł	70 416,38 zł

	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	6 757,95 zł	6 691,04 zł	6 624,79 zł	6 559,20 zł	6 494,26 zł
Roczny cashflow	6 757,95 zł	6 691,04 zł	6 624,79 zł	6 559,20 zł	6 494,26 zł
Skumulowany cashflow	77 174,33 zł	83 865,37 zł	90 490,17 zł	97 049,37 zł	103 543,62 zł



Rysunek 4.8. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant A

Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku około 70% dotacji. Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 6 roku eksploatacji.

2) Wyniki obliczeń dla wariantu B (dotacja 45%)

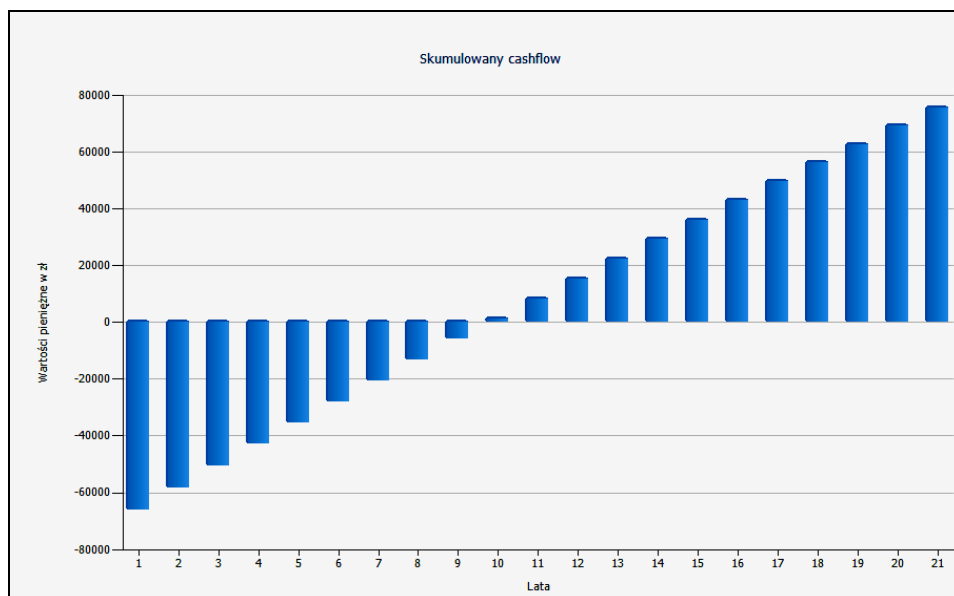
Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy w 10 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-131 511,60 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	57 722,22 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	7 845,77 zł	7 768,09 zł	7 691,18 zł	7 615,03 zł	7 539,63 zł
Roczny cashflow	-65 943,61 zł	7 768,09 zł	7 691,18 zł	7 615,03 zł	7 539,63 zł
Skumulowany cashflow	-65 943,61 zł	-58 175,52 zł	-50 484,34 zł	-42 869,31 zł	-35 329,68 zł

	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	7 464,98 zł	7 391,07 zł	7 317,89 zł	7 245,44 zł	7 173,70 zł
Roczny cashflow	7 464,98 zł	7 391,07 zł	7 317,89 zł	7 245,44 zł	7 173,70 zł
Skumulowany cashflow	-27 864,69 zł	-20 473,62 zł	-13 155,73 zł	-5 910,29 zł	1 263,41 zł

	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	7 102,67 zł	7 032,35 zł	6 962,72 zł	6 893,79 zł	6 825,53 zł
Roczny cashflow	7 102,67 zł	7 032,35 zł	6 962,72 zł	6 893,79 zł	6 825,53 zł
Skumulowany cashflow	8 366,09 zł	15 398,44 zł	22 361,16 zł	29 254,95 zł	36 080,48 zł

	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	6 757,95 zł	6 691,04 zł	6 624,79 zł	6 559,20 zł	6 494,26 zł



Rysunek 4.9. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant B

**Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku 45% dotacji.
Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 10 roku eksploatacji.**

4.3.3 Wnioski

Oszacowane nakłady inwestycyjne w wariantcie II budowy elektrowni słonecznej pracującej na potrzeby własne budynków kompleksu szkolnego wynoszą 131 512 zł.

Koszty inwestycyjne pomniejszane są o dotację w wysokości 92 058 zł (wariant II A – 70% dofinansowania) lub w wysokości 57 722 zł (wariant II B – 45% dofinansowania).

Roczne oszczędności na zakupie energii elektrycznej wynoszą około 7 845 zł w pierwszym roku eksploatacji i spadają do 6 490 zł w dwudziestym roku eksploatacji elektrowni.

Przeanalizowany wariant II budowy elektrowni słonecznej pracującej na potrzeby własne budynku charakteryzuje się opłacalnością.

Okresy zwrotu środków własnych poniesionych na budowę elektrowni dla różnych opcji dofinansowania są porównywalne z wariantem I, jednakże koszty budowy i wielkość wymaganych nakładów własnych są dla wariantu II znacznie niższe i wykazują, że dany wariant może być bardziej rekomendowany do realizacji w porównaniu z wariantem I.

5 Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu III

W analizowanym wariantcie rozpatruje się budowę elektrowni słonecznej o mocy 48,6 kW pracującej na potrzeby własne budynku kompleksu szkolnego i pokrywającej zapotrzebowanie na energię elektryczną obiektu na poziomie ok. 22%.

Elektrownia zlokalizowana będzie na dachu budynku głównego szkoły od ul. Wejherowskiej.

W rozpatrywanym wariantcie koncepcji elektrowni PV profile obciążenia nie są zgodne z profilem generacji – profile generacji i zużycia energii są niedopasowane.

Szacuje się, że tylko część wyprodukowanej energii może zostać natychmiast skonsumowana w budynkach szkoły. Reszta musi zostać zbilansowana w ciągu roku w oparciu o współpracę z siecią krajowego systemu elektroenergetycznego. Tylko dzięki bilansowaniu w oparciu o system elektroenergetyczny można osiągnąć zadowalającą efektywność techniczną i ekonomiczną inwestycji.

Energia bilansowana obłożona jest 30% redukcją mającą pokryć straty techniczne i koszty dystrybucji energii. Oznacza to, że przedsiębiorstwo skupujące energię dokonuje rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej przez prosumenta do sieci elektroenergetycznej wobec ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w stosunku ilościowym 1 do 0,7.³

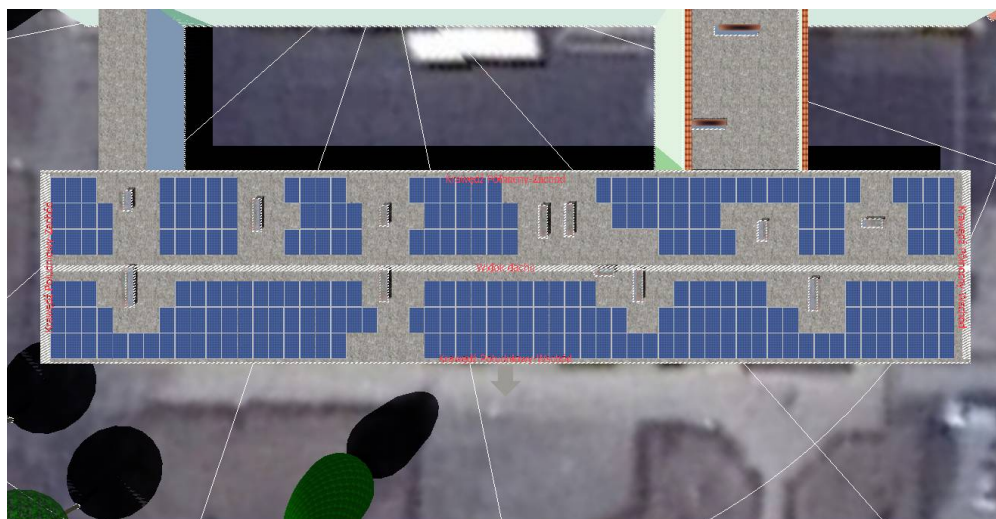
5.1 Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia

Na potrzeby analizy nasłonecznienia dla wariantu III zbudowano trójwymiarowy model komputerowy budynku.

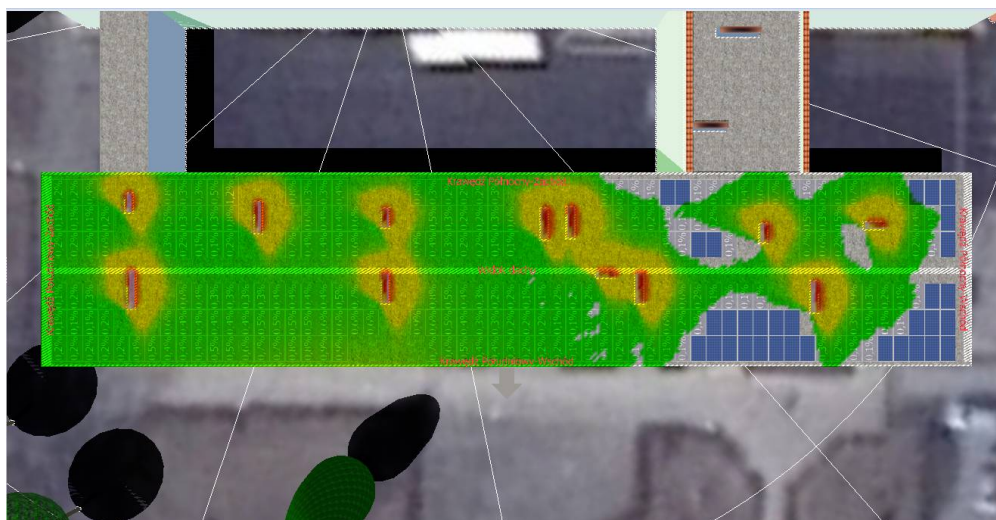
Moduły montowane będą na płasko, tj. równoległe z dachem budynku.

Na rysunku poniżej przedstawiono koncepcję pokrycia dachu budynku głównego modułami PV.

³ USTAWA z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw. Dz.U. poz. 925, Warszawa, dnia 28 czerwca 2016 r.

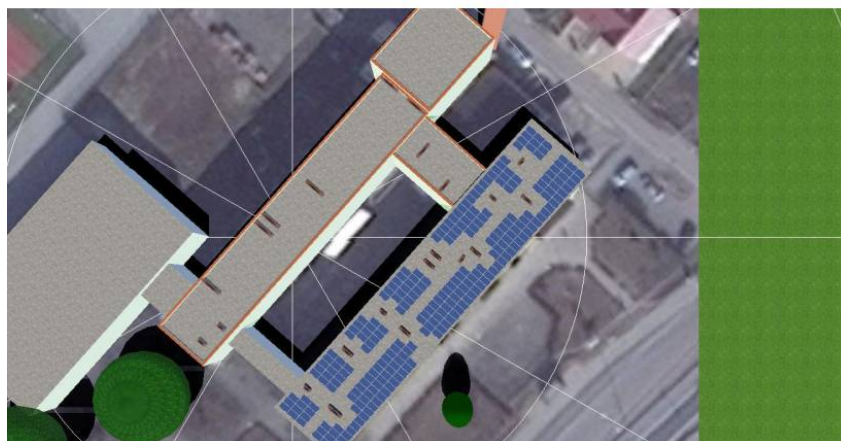


Rysunek 5.1. Konceptcja pokrycia dachu budynku głównego modułami PV dla wariantu III



Rysunek 5.2. Warunki nasłonecznienia modułów na połaci dachowej

Poniżej przedstawiono trójwymiarowy model budynków szkoły i ich otoczenia wykorzystany na potrzeby obliczeń symulacyjnych elektrowni słonecznej dla wariantu III.



Rysunek 5.3. Widok z góry modelu 3D budynku, obiektów zaciemniających oraz dobranych paneli fotowoltaicznych dla wariantu III

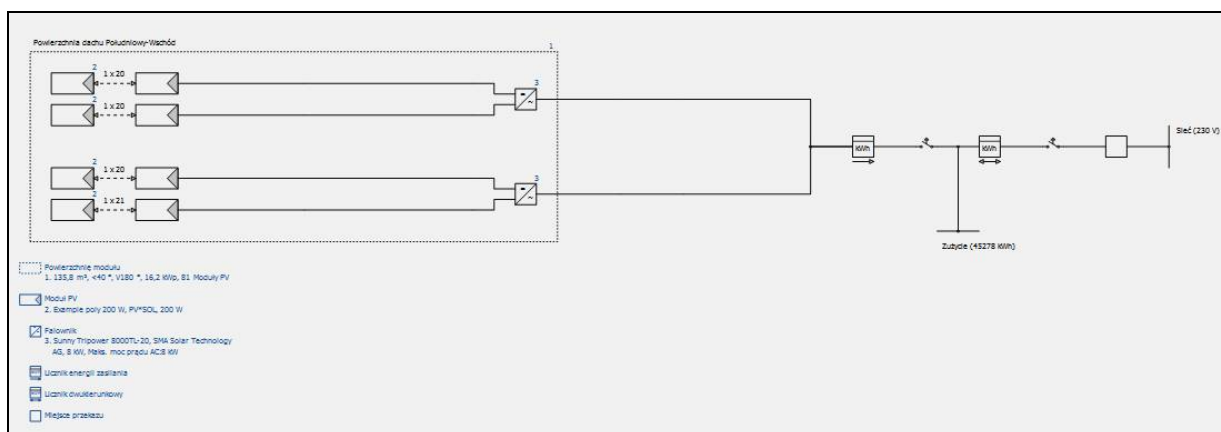
5.2 Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej

5.2.1 Konfiguracja elektrowni

Schemat ideowy elektrowni z łańcuchami modułów i liczbą modułów w każdym łańcuchu prezentuje rysunek poniżej.

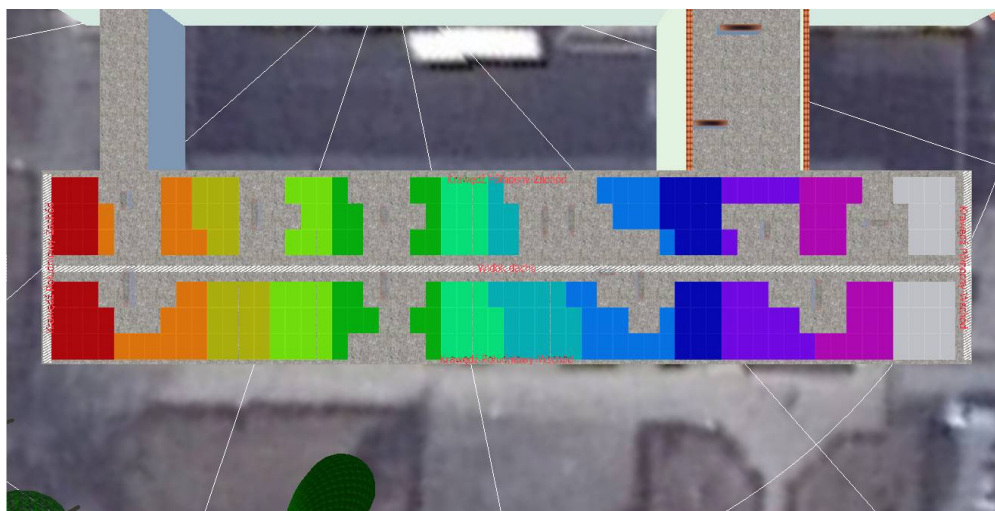
W analizowanym wariantcie koncepcji elektrowni dobrano 81 modułów PV i 2 inwertery o mocy 8 kW każdy.

Inwertery posiadają po 2 układy MPPT z łańcuchami po 20 do 21 modułów.



Rysunek 5.4. Schemat ideowy połączeń modułów, inwerterów i sieci odbiorczo-rozdzielczej

Konfiguracja	
▼ Powierzchnia dachu...	
1 x Falown. 1	Sunny Tripower 8000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 20 MPP 2: 1 x...
1 x Falown. 2	Sunny Tripower 8000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 21 MPP 2: 1 x...



Rysunek 5.5. Schemat połączeń modułów do układów MPPT inwerterów

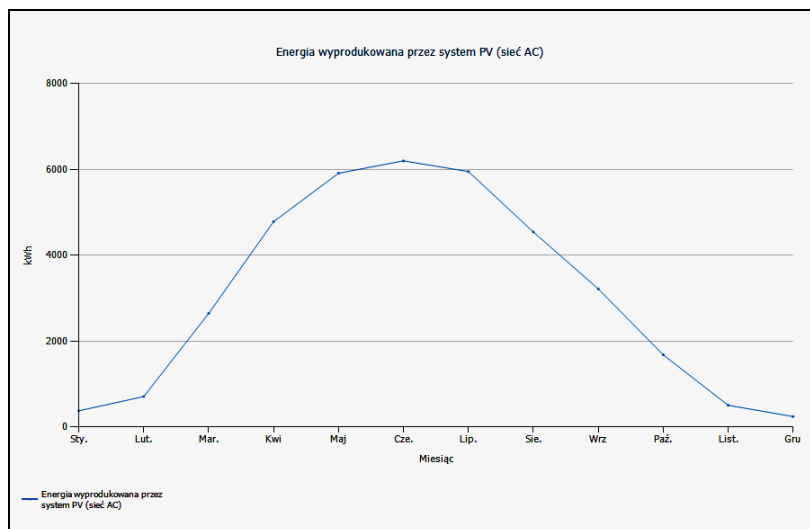
Dobre typy modułów oraz typy inwerterów należy traktować wyłącznie jako przykładowe na potrzeby koncepcji elektrownie słonecznej.

Dopuszczalny jest szereg innych, konkurencyjnych rozwiązań.

5.2.2 Zmienność produkcji energii

Produkcja energii charakteryzuje się silną roczną zmiennością.

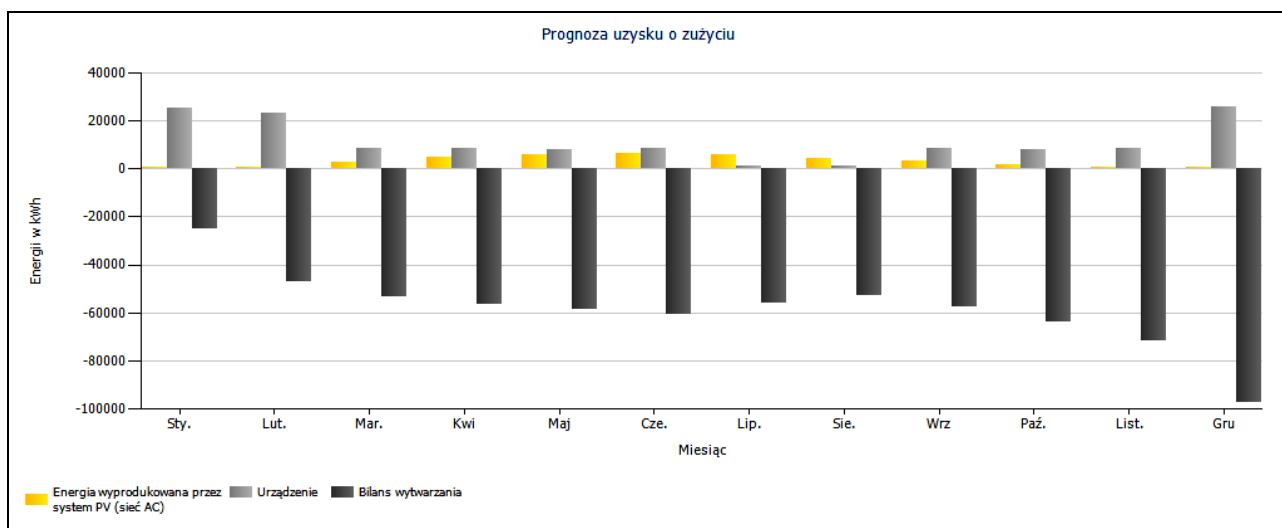
Wykres zamieszczony poniżej (rys. 5.6) potwierdza potrzeby współpracy z krajowym systemem elektroenergetycznym i bilansowania w oparciu o ten system produkcji i zużycia energii w budynku.



Rysunek 5.6. Energia wyprodukowana przez system PV - wariant III

Wykres zamieszczony na rys. 5.7 przedstawia wynik bilansu wytwarzania i zużycia na koniec roku w sytuacji pracy elektrowni na rzecz potrzeb własnych budynków szkolnych.

Niezbilansowana na koniec roku energia ma wartość ujemną, co oznacza, że nie wystąpi sprzedaż energii do sieci po niekorzystnych stawkach.



Rysunek 5.7. Roczny bilans produkcji i zużycia energii elektrycznej

Gdyby wystąpiła w bilansie półrocznym nadprodukcja energii, wówczas niezbilansowana energia rozliczana byłaby po cenie hurtowej energii elektrycznej.

W analizowanym wariantcie budowy elektrowni słonecznej takie zagrożenie nie występuje.

5.2.3 Moc elektrowni i produkcja roczna

Moc generatora PV	48,6 kWp
Powierzchnia generatora PV	407,4 m ²
Globalne nasłonecznienie na moduł	1014,9 kWh/m ²
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	36784,2 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	756,9 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	74,5 %

Uwaga: Wartość energii wyprodukowanej przez system PV podano po odjęciu strat technicznych i kosztów dystrybucji na wymianie z siecią elektroenergetyczną.

5.3 Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku

Analizę opłacalności montażu instalacji słonecznych na dachu budynku wykonano dla dwóch wariantów finansowania inwestycji.

5.3.1 Założenia

1. Założenia techniczno-ekonomiczne

- Nakłady jednostkowe na elektrownię wynoszą 6600 zł/kWp netto na kilowat mocy zainstalowanej na podstawie założeń do projektu ustawy o OZE dla fotowoltaicznej instalacji dachowej o mocy z przedziału 10–100 kW.
- Podatek VAT 23%.
- Jednostkowa cena energii elektrycznej w zł/kWh obejmująca wszystkie składniki zmienne wynosi 0,56 zł/kWh brutto (VAT 23%) - określona na podstawie taryf za energię Energa Operator i Energia dla Firm.
- Okres eksploatacji elektrowni słonecznej : 20 lat.
- Roczne zapotrzebowanie odbiorcy na energię elektryczną jest większe od rocznej produkcji elektrowni słonecznej.
- Tylko część energii produkowanej jest natychmiast konsumowana na terenie obiektu. Pozostała część energii jest wysyłana do sieci i bierze udział w bilansowaniu rocznym opartym o system elektroenergetyczny. Przedsiębiorstwo obrotu energią elektryczną tę część energii rozlicza w stosunku 1 : 0,7. Oznacza to, że np. przy wymianie z systemem 1/3 produkowanej energii, 10% oddawanej do sieci energii (1/3 x 30%) przepada na poczet strat technicznych w sieci dystrybucyjnej i innych kosztów operatora sieci i kosztów obrotu energią.

2. Założenia dotyczące finansowania inwestycji

1) Wariant A

Dotacja wynosi 70% wartości inwestycji.
30% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

2) Wariant B

Dotacja wynosi 45% wartości inwestycji.
55% wartości inwestycji stanowią środki własne właściciela obiektu.

5.3.2 Wyniki obliczeń

Poniżej zaprezentowano skumulowany przepływ kapitału oraz tabelę przepływów finansowych dla obu wariantów finansowania.

Nakłady inwestycyjne przedstawione w tabelach stanowią odpowiednio 30% i 55% przewidywanych nakładów całkowitych na realizację inwestycji (po uwzględnieniu subwencji).

1) Wyniki obliczeń dla wariantu A (dotacja 70%)

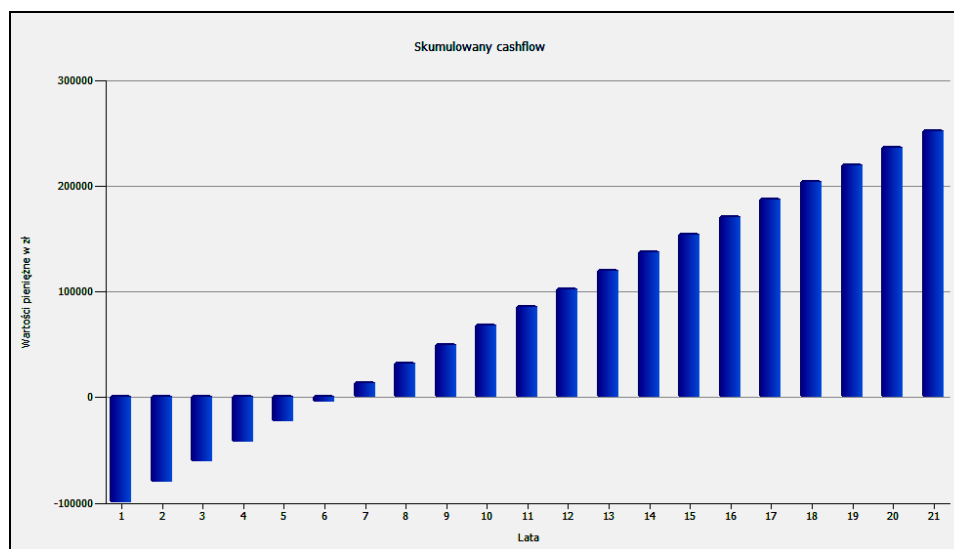
Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy w 7 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-394 534,80 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	276 174,36 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	19 432,08 zł	19 239,69 zł	19 049,19 zł	18 860,59 zł	18 673,85 zł
Roczny cashflow	-98 928,36 zł	19 239,69 zł	19 049,19 zł	18 860,59 zł	18 673,85 zł
Skumulowany cashflow	-98 928,36 zł	-79 688,67 zł	-60 639,48 zł	-41 778,89 zł	-23 105,04 zł

	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	18 488,96 zł	18 305,90 zł	18 124,65 zł	17 945,20 zł	17 767,53 zł
Roczny cashflow	18 488,96 zł	18 305,90 zł	18 124,65 zł	17 945,20 zł	17 767,53 zł
Skumulowany cashflow	-4 616,08 zł	13 689,82 zł	31 814,48 zł	49 759,68 zł	67 527,21 zł

	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	17 591,61 zł	17 417,44 zł	17 244,99 zł	17 074,24 zł	16 905,19 zł
Roczny cashflow	17 591,61 zł	17 417,44 zł	17 244,99 zł	17 074,24 zł	16 905,19 zł
Skumulowany cashflow	85 118,82 zł	102 536,26 zł	119 781,24 zł	136 855,49 zł	153 760,68 zł

	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	16 737,81 zł	16 572,09 zł	16 408,01 zł	16 245,56 zł	16 084,71 zł
Roczny cashflow	16 737,81 zł	16 572,09 zł	16 408,01 zł	16 245,56 zł	16 084,71 zł
Skumulowany cashflow	170 498,50 zł	187 070,59 zł	203 478,60 zł	219 724,16 zł	235 808,87 zł



Rysunek 5.8. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant A

Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku około 70% dotacji. Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 7 roku eksploatacji.

2) Wyniki obliczeń dla wariantu B (dotacja 45%)

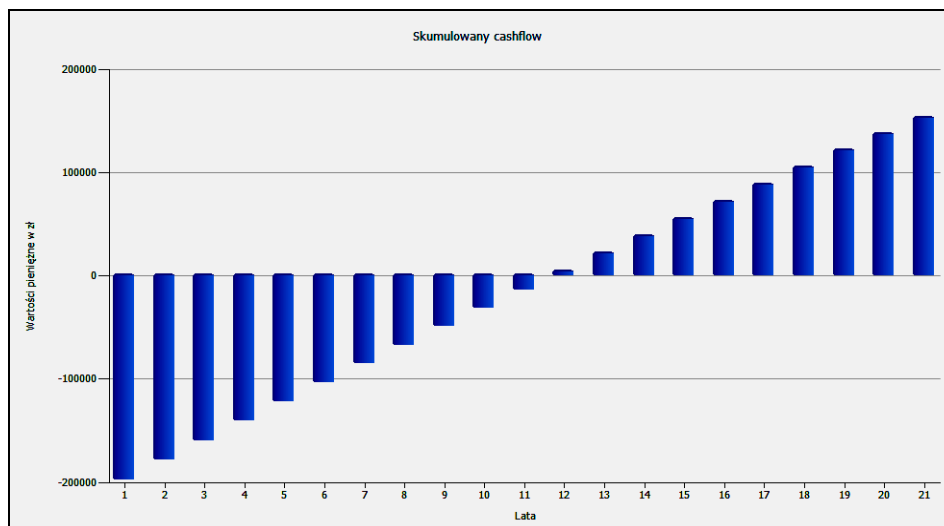
Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy w 12 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-394 534,80 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	177 540,66 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	19 432,08 zł	19 239,69 zł	19 049,19 zł	18 860,59 zł	18 673,85 zł
Roczny cashflow	-197 562,06 zł	19 239,69 zł	19 049,19 zł	18 860,59 zł	18 673,85 zł
Skumulowany cashflow	-197 562,06 zł	-178 322,37 zł	-159 273,18 zł	-140 412,59 zł	-121 738,74 zł

	rok 6	rok 7	rok 8	rok 9	rok 10
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	18 488,96 zł	18 305,90 zł	18 124,65 zł	17 945,20 zł	17 767,53 zł
Roczny cashflow	18 488,96 zł	18 305,90 zł	18 124,65 zł	17 945,20 zł	17 767,53 zł
Skumulowany cashflow	-103 249,78 zł	-84 943,88 zł	-66 819,22 zł	-48 874,02 zł	-31 106,49 zł

	rok 11	rok 12	rok 13	rok 14	rok 15
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	17 591,61 zł	17 417,44 zł	17 244,99 zł	17 074,24 zł	16 905,19 zł
Roczny cashflow	17 591,61 zł	17 417,44 zł	17 244,99 zł	17 074,24 zł	16 905,19 zł
Skumulowany cashflow	-13 514,88 zł	3 902,56 zł	21 147,54 zł	38 221,79 zł	55 126,98 zł

	rok 16	rok 17	rok 18	rok 19	rok 20
Inwestycje	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	16 737,81 zł	16 572,09 zł	16 408,01 zł	16 245,56 zł	16 084,71 zł
Roczny cashflow	16 737,81 zł	16 572,09 zł	16 408,01 zł	16 245,56 zł	16 084,71 zł
Skumulowany cashflow	71 864,80 zł	88 436,89 zł	104 844,90 zł	121 090,46 zł	137 175,17 zł



Rysunek 5.9. Skumulowany przepływ finansowy – Wariant B

Elektrownia słoneczna na budynku jest opłacalna w przypadku 45% dotacji. Zapewnia wówczas zwrot środków własnych w 12 roku eksploatacji.

5.3.3 Wnioski

Oszacowane nakłady inwestycyjne w wariantcie III budowy elektrowni słonecznej pracującej na potrzeby własne budynku wynoszą 394 535 zł.

Koszty inwestycyjne pomniejszane są o dotację w wysokości 276 174 zł (wariant III A – 70% dofinansowania) lub w wysokości 177 540 zł (wariant III B – 45% dofinansowania).

Roczne oszczędności na zakupie energii elektrycznej wynoszą około 19 430 zł w pierwszym roku eksploatacji i spadają do 16 080 w dwudziestym roku eksploatacji elektrowni.

Przeanalizowany wariant III budowy elektrowni słonecznej charakteryzuje się opłacalnością mniejszą od pozostałych wariantów i dłuższymi okresami zwrotu środków własnych.

6 Podsumowanie

Przeprowadzona analiza trzech różnych wariantów budowy elektrowni słonecznej na dachach kompleksu szkolnego w Gościcinie wykazała, że optymalnym rozwiązaniem będzie budowa elektrowni opisanej w wariantcie II, który rekomenduje się do realizacji.

Elektrownia zostanie zlokalizowana na dachu budynku głównego szkoły od ul. Wejherowskiej. Rzędy modułów ustawione zostaną z optymalnym położeniem na stelażach i zwrócone dokładnie na południe.

Moc elektrowni - 16,2 kW.

Roczna produkcja energii - 14 185 kWh/rok *

(po odjęciu strat technicznych i kosztów dystrybucji na wymianie z siecią elektroenergetyczną).

Szacunkowe nakłady inwestycyjne - 131 512 zł.

Okres zwrotu środków własnych poniesionych na budowę elektrowni:

- a) przy dofinansowaniu w wysokości 70% - 6 lat;
- b) przy dofinansowaniu w wysokości 45% - 10 lat.

Roczne oszczędności na zakupie energii elektrycznej wynoszą około 7 845 zł w pierwszym roku eksploatacji i spadają do 6 490 zł w dwudziestym roku eksploatacji elektrowni.

Produkcja elektrowni będzie pokrywała około 12% potrzeb własnych szkoły.

*) - *Elektrownia słoneczna na dachu SSP w Gościcinie produkuje rocznie około 15,6 MWh. Z tego natychmiast jest konsumowane około 9,6 MWh (tzw. konsumpcja własna energii), a 6 MWh oddawane jest w ciągu roku do sieci w okresach gdy generacja przeważa nad zużyciem.*

Korzystając z możliwości bilansowania generacji i zużycia w okresach półrocznych w oparciu o system elektroenergetyczny większość energii odbierana jest z powrotem w okresach, w których z kolei zapotrzebowanie przekracza generację.

Zgodnie z ustawą o OZE 30% bilansowanej energii (1,4 MWh) przepada na rzecz kosztów dystrybucji energii, a reszta w ilości 4,6 MWh, czyli 70% oddanej do sieci energii może być pobrana z powrotem i jest zwolniona od opłat (za wyjątkiem akcyzy) generując oszczędności w postaci unikniętych kosztów energii elektrycznej.