

MSC ENERGOEKSPERT

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. Jana Brzechwy**

**zlokalizowanej
w Orlu przy ul. Nadrzecznej 19**



Gdańsk 2016

1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ (ENERGII ELEKTRYCZNEJ)

1 Strona tytułowa audytu efektywności energetycznej (energii elektrycznej)				
1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1	Rodzaj budynku	Samorządowa Szkoła Podstawowa w Orlu	1.2	Rok budowy
				1965 rozbudowa w latach: 1993-1994 1998 i 2000
1.3	Inwestor (Nazwa 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. Nadrzeczna 19 kod: 84-252 miejscowość: Orle - Zamostne 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				
<p>dr inż. Teresa Żurek, 80-808 Gdańsk, ul. Bpa Andrzeja Wronki 2 Studium Podyplomowe "Audytying energetyczny" Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej nr MI/ŚE/805/2009 - nr wpisu do rejestru: 1523</p> 				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (w tym uprawnienia)	
1	dr inż. Teresa Żurek	obliczenia zbiorcze efektów energetycznych i ekologicznych	jw.	
2	dr inż. Jerzy Buriak	konceptcja budowy elektrowni słonecznej + audyt oświetlenia	studia doktoranckie z zakresu gospodarki energetycznej	
3	dr inż. Marcin Jaskólski	audyt oświetlenia	studia doktoranckie z zakresu gospodarki energetycznej	
5. Miejscowość: Gdańsk Data wykonania opracowania: 30.09.2016 r.				

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.....	8
6	ROZDZIAŁ ENERGII.....	11
7	ANALIZA RZECZYWISTEGO ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA TERENIE OBIEKTU	12
8	CHARAKTERYSTYKA ODBIORNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA TERENIE OBIEKTU	16
8.1	Oświetlenie	16
8.2	Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni	17
8.3	Urządzenia pomocnicze w systemach technicznych budynku.....	19
8.4	Odbiorniki pozostałe	19
9	OCENA ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ DLA POSZCZEGÓLNYCH ODBIORNIKÓW DLA STANU ISTNIEJĄCEGO	20
9.1	Oświetlenie	20
9.2	Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni	21
9.3	Urządzenia pomocnicze w systemach technicznych budynku.....	24
9.4	Odbiorniki pozostałe	25
9.5	Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku dla stanu przed modernizacją	27
10	MOŻLIWOŚCI I SPOSOBY POPRAWY STANU ISTNIEJĄCEGO.....	28
10.1	System zarządzania energią - monitoring i sterowanie	28
10.2	Propozycje dotyczące modernizacji sposobu zaopatrzenia obiektu w energię elektryczną - montaż ogniw fotowoltaicznych.....	31
10.3	Odbiorniki energii elektrycznej	31
10.3.1	Oświetlenie.....	31
10.3.2	Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni.....	33
10.3.3	Urządzenia pomocnicze	34
10.3.4	Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku dla stanu po modernizacji.....	36

11	OCENA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH UZYSKANYCH W WYNIKU WPROWADZENIA PROPONOWANYCH USPRAWNIEŃ	37
12	NAKŁADY INWESTYCYJNE NA REALIZACJĘ PROPONOWANYCH USPRAWNIEŃ.....	38
13	OCENA EFEKTÓW EKONOMICZNYCH UZYSKANYCH W WYNIKU REALIZACJI PROPONOWANYCH USPRAWNIEŃ.....	38
14	OKREŚLENIE ZMNIEJSZENIA ZUŻYCIA ENERGII PIERWOTNEJ I EFEKTÓW EKOLOGICZNYCH.....	39
15	PODSUMOWANIE I WNIOSKI	40


ZALĄCZNIKI

ZALĄCZNIK NR 1.

ZALĄCZNIK NR 2.

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA
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:		Wymiana oświetlenia na energooszczędne i wymiana urządzeń elektrycznych na wyposażeniu kuchni oraz montaż paneli fotowoltaicznych		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Wymiana oświetlenia na LED wraz z montażem czujników ruchu i wymiana części urządzeń na wyposażeniu kuchni oraz montaż paneli PV do wytwarzania energii elektrycznej na potrzeby własne w budynku SSP w Orlu przy ul. Nadrzecznej 19		
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. Jana Brzechwy w Orlu przy ul. Nadrzecznej 19		
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:	9 924,88	[kWh/rok]	0,85	[toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	86 489,64	[kWh/rok]	7,44	[toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***:	23,41			[ton/rok]
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej				
Imię i nazwisko:	Teresa Żurek Jerzy Buriak Marcin Jaskólski			
Nr uprawnienia:	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 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 obiektu budowlanego

1. Inwentaryzacja budowlana, branży architektonicznej Samorządowej Szkoły Podstawowej w Orlu. Opr. Pracownia Architektów ZEN, Wejherowo - czerwiec 2011 r.
2. Projekt techniczny kotłowni olejowej c.o. i c.w.u. w szkole podstawowej – Orle, gm. Wejherowo. Branża grzewczo-technologiczna. Usługi Projektowe Budownictwo Powszechne i Specjalne, Rumia - maj 1994 r.
3. Projekt techniczny instalacji centralnego ogrzewania. Rozbudowa szkoły podstawowej w m. Orle gm. Wejherowo. Branża sanitarna. Usługi Projektowe Budownictwo Powszechne i Specjalne, Rumia - maj 1994 r. (zaktualizowany we wrześniu 1994 r.).
4. Projekt techniczny instalacji wentylacji mechanicznej. Rozbudowa szkoły podstawowej w m. Orle gm. Wejherowo. Branża sanitarna. Usługi Projektowe Budownictwo Powszechne i Specjalne. Rumia - maj 1994 r. (zaktualizowany w październiku 1994 r.).
5. Termomodernizacja budynku Samorządowej Szkoły Podstawowej w Orlu w ramach zadania pn. „Opracowanie dokumentacji projektowej termomodernizacji budynków użyteczności publicznej gminy Wejherowo”. Orle ul. Nadrzeczna 19. Branża sanitarna. Projekt budowlany. Pracownia Architektów ZEN, Wejherowo - sierpień 2011 r.
6. Termomodernizacja budynku Samorządowej Szkoły Podstawowej w Orlu w ramach zadania pn. „Opracowanie dokumentacji projektowej termomodernizacji budynków użyteczności publicznej gminy Wejherowo”. Orle ul. Nadrzeczna 19. Branża sanitarna. Projekt wykonawczy. Pracownia Architektów ZEN, Wejherowo - sierpień 2011 r.
7. Książka Obiektu Budowlanego.
8. Faktury za energię elektryczną pobraną w latach 2013-2015.
9. Faktury za dystrybucję energii elektrycznej w latach 2013-2015.
10. Taryfa Energa Operator 2016.
11. 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 Orlu 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

- p. Ryszard Jeske

Dyrektor SSP w Orlu

- p. Krzysztof Grzenia

3.4 Daty wizji lokalnych

23.06.2016 r. 04.07.2016 r. 08.09.2016 r.

3.5 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora / zlecniodawcy

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.
 - Przewiedzieć 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 im. Jana Brzechwy zlokalizowany w Orlu przy ul. Nadrzecznej 19.

Pierwotny budynek wybudowany został przed 1965 r. jako budynek parterowy z poddaszem użytkowym, częściowo podpiwniczony.

W 1965 r. obok budynku pierwotnego wybudowano parterowy budynek bez podpiwniczenia, który następnie w 1993 r. rozbudowano o segment parterowy (jako etap I rozbudowy całej szkoły).

W 1994 r. dokonano kolejnej rozbudowy szkoły (etap II), w ramach której powstała sala gimnastyczna z zapleczem. W 1996 r. wykonano remont najstarszej części szkoły.

W 1998 r. nadbudowano parterową część budynku z 1965 r. Budynek został rozbudowany o zaplecze noclegowe obsługujące kolonie szkolne.

Ostatnią rozbudową było wykonanie łącznika pomiędzy najstarszą częścią szkoły a budynkiem podstawowym z 1965 r. Łącznik wybudowano w roku 2000.

Budynek częściowo podpiwniczony (podpiwniczenie – ok. 21%).

Podpiwniczenie obejmuje część nowej szkoły oraz niewielką część budynku starej szkoły.

Powierzchnia zabudowy - 1 944 m².

Powierzchnia netto budynku - 2 930,69 m².

Na terenie budynku znajdują się pomieszczenia dydaktyczne i administracyjno-biurowe, sala gimnastyczna z pomieszczeniami zaplecza oraz część noclegowa (10 pokoi sypialnych z zapleczem sanitarnym i świetlicami).

Harmonogram wykorzystania obiektu:

1) Budynki dydaktyczne: Dni powszednie (Pn+Pt) : 7⁴⁵-15⁴⁵

2) Sala gimnastyczna: Dni powszednie (Pn+Pt) : 7⁴⁵-19⁰⁰

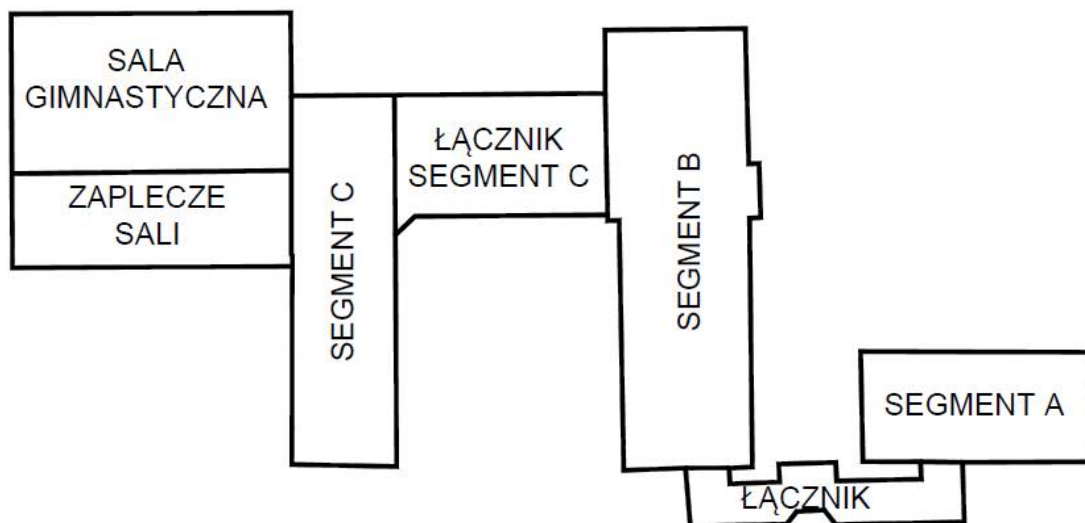
W soboty szkoła i sala gimnastyczna nie pracuje.

W okresie letnim (lipiec) na terenie obiektu organizowane są 2-tygodniowe kolonie z liczbą uczestników ok. 45 osób.

Liczba użytkowników:

1) Liczba uczniów – 355 osób

2) Liczba personelu – 43 osoby.



Rys. 4.1 Umowny podział budynków kompleksu szkolnego w Orlu na segmenty

5 SYSTEM ZASILANIA OBIEKTU W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Budynek szkoły przyłączony jest do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia.

Energia elektryczna dostarczana jest do dwóch punktów poboru (umowne nazwy punktów na potrzeby niniejszego opracowania):

- 1) PPE_ORLE01 (nr PL0037360066171677): moc umowna $P_u = 12$ kW;
- 2) PPE_ORLE02 (nr PL0037360112622452): moc umowna $P_u = 48,8$ kW.

Rozliczenie energii elektrycznej dla PPE_ORLE01 (nr PL0037360066171677) realizowane jest w tablicy rozdzielczej (Fot. 5.2), zlokalizowanej obok złącza kablowego (Fot. 5.1.), na zewnątrz budynku.

Obok znajduje się szafa przyłącza elektroenergetycznego budynku (Fot. 5.3A), w której przewidziano możliwość przyłączenia przenośnego agregatu prądotwórczego (widoczne na Fot. 5.3B). Alternatywny punkt przyłączenia agregatu znajduje się na jednej ze ścian budynku (widoczny na Fot. 5.4.). Rekomendowane jest odpowiednie zabezpieczenie wypustów przed dostaniem się cząstek stałych i wody.

Punkt poboru energii elektrycznej PPE_ORLE02 (nr PL0037360112622452) zlokalizowany jest wewnątrz budynku, przy rozdzielnicy głównej (Fot. 5.5).

Za układem pomiarowo-rozliczeniowym zainstalowano wyłącznik główny zasilania elektroenergetycznego, zabezpieczony bezpiecznikami topikowymi (widocznymi na Fot. 5.6). Układ zasilania wyposażono w przełącznik źródła zasilania PRZK 4125N firmy Sempel, służący do przełączenia z zasilania z systemu elektroenergetycznego na zasilanie z przenośnego agregatu prądotwórczego. Na drzwiach szafy rozdzielniczej zamontowano sygnalizację świetlną stanu źródła zasilania obiektu (system elektroenergetyczny/agregat prądotwórczy).

Obok szaf zawierających urządzenia układu zasilania w energię elektryczną zamontowano podświetlony przycisk awaryjny przeciwpożarowy (widoczny na Fot. 5.5) 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.



Fot. 5.1. Widok szafy złącza kablowego budynku



Fot. 5.2. Widok szafy układu pomiarowo-rozliczeniowego dla punktu poboru energii elektrycznej PPE_ORLE01 (nr PL0037360066171677)



A



B

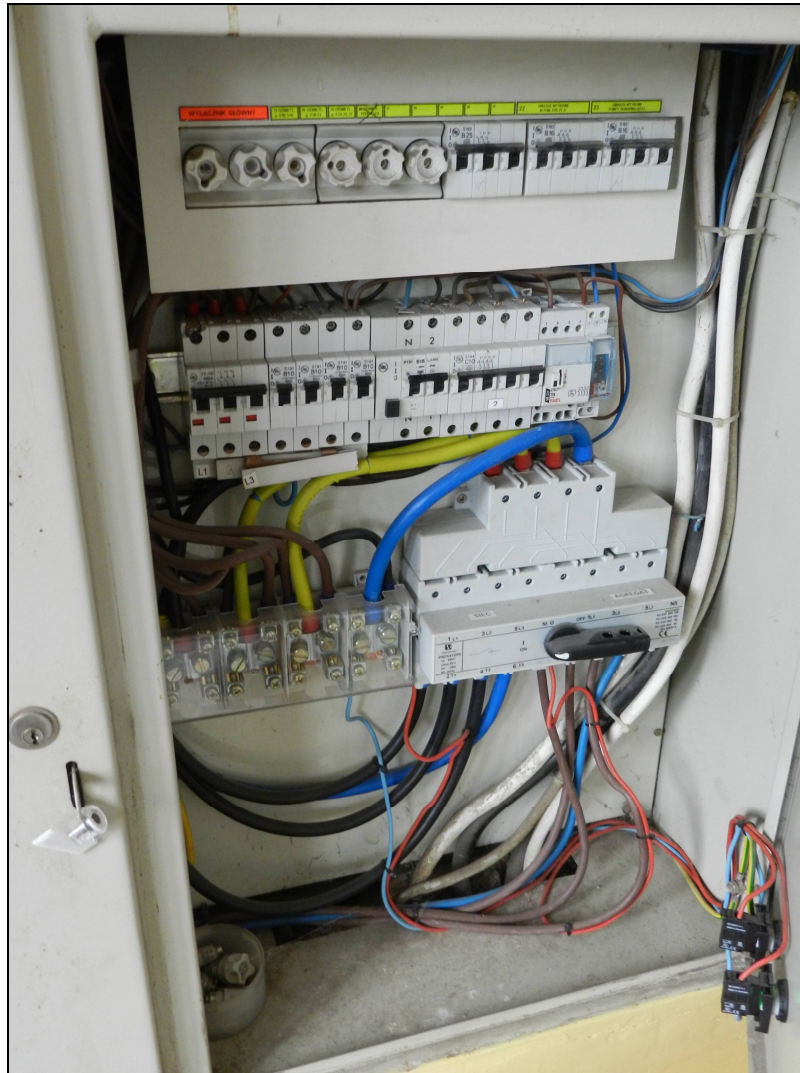
Fot. 5.3. Widok szafy przyłącza elektroenergetycznego budynku (A) z możliwością przyłączenia przenośnego agregatu prądotwórczego (B)



Fot. 5.4. Widok alternatywnego wypustu służącego do przyłączenia przenośnego agregatu prądotwórczego



Fot. 5.5. Widok umiejscowienia szaf zawierających układ pomiarowo-rozliczeniowy, główną rozdzielnicę budynku, główny wyłącznik zasilania elektroenergetycznego oraz przełącznik źródła zasilania



Fot. 5.6. Widok rozmieszczenia aparatury łączeniowo-zabezpieczającej

6 ROZDZIAŁ ENERGII

W tablicy rozdzielczej zainstalowano zabezpieczenia połączeń głównych budynków – wewnętrznych linii zasilających (WLZ) oraz oświetlenia terenu (Fot. 6.1).

Zabezpieczenia te w przeważającej większości wykonane są jako bezpieczniki topikowe. Z uwagi na planowane przyłączenie elektrowni słonecznej oraz montaż systemu monitorowania poboru mocy i zużycia energii elektrycznej, zalecana jest modernizacja rozdzielnic głównej, obejmująca wymianę zabezpieczeń.



Fot. 6.1. Widok rozmieszczenia aparatury łączeniowo-zabezpieczającej i sterującej oświetleniem w rozdzielnicy głównej

7 ANALIZA RZECZYWISTEGO ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA TERENIE OBIEKTU

W celu określenia zużycia energii elektrycznej oraz jego rocznej zmienności, a także weryfikacji prawidłowości doboru taryf, dokonano analizy faktur za energię elektryczną, wystawionych przez operatora systemu dystrybucyjnego (Energa-Operator SA).

Zużycie energii elektrycznej czynnej w PPE_ORLE01 (nr PL0037360066171677) przedstawiono w Tabeli 7.1. Nie określono w niej poboru mocy czynnej, gdyż taka informacja nie jest dostępna na analizowanych fakturach.

Rozliczenie odbywa się według taryfy Energa-Operator SA C12a – dwustrefowej dla odbiorców o mocy przyłączeniowej do 40 kW.

Analiza zużycia w strefie pomiarowej szczytowej (L1) i pozaszczytowej (L2) wykazała, że taryfa jest dobrana prawidłowo.

Wyniki analizy zużycia energii elektrycznej czynnej i biernej i poboru mocy czynnej dla PPE_ORLE02 (nr PL0037360112622452) przedstawiono w tabeli 7.2 i na rysunku 7.1.

Analiza poboru maksymalnej mocy czynnej wykazała, że moc umowna $P_u = 48,8$ kW jest przewymiarowana w stosunku do najwyższych wartości poboru mocy w rozpatrywanym okresie (2015.11 – $P_s = 36,7$ kW).

Obniżenie mocy umownej o 1 kW wiąże się z redukcją kosztów stałych o ok. 19 zł (dane za 2014.04) za każdy okres rozliczeniowy. Należy zatem rozważyć obniżenie mocy umownej, mając na uwadze proponowane przedsięwzięcia proefektywnościowe oraz zakup i przyłączenie nowych urządzeń odbiorczych do instalacji elektroenergetycznej budynku.

Rozliczenie dla tego punktu poboru energii elektrycznej odbywa się wg taryfy C22a Energa-Operator SA – dwustrefowej dla odbiorców o mocy przyłączeniowej powyżej 40 kW.

Analiza zużycia energii elektrycznej czynnej w strefach taryfowych „szczytowa” i „pozaszczytowa” wykazała, że taryfa dobrana jest prawidłowo.

Analiza zużycia energii biernej nie wykazała przekroczenia granicznego współczynnika mocy $\text{tg}\varphi_{\text{umowny}} = 0,4$. Najwyższą wartość rozliczeniowego współczynnika mocy uzyskano w sierpniu 2015 roku ($\text{tg}\varphi_{\text{rozliczeniowy}} = 0,35$). Z kolei oddawanie mocy biernej pojemnościowej do sieci elektroenergetycznej może być spowodowane przekompensowaniem opraw oświetleniowych świetlówkowych, w przypadku gdy jedna ze świetlówek jest przepalona lub gdy ingerowano w oryginalny układ oprawy, np. zmieniając statecznik.

Tabela 7.1. Zużycie energii elektrycznej dla PPE_ORLE01 (nr PL0037360066171677)

L.p.	Data początkowa	Data końcowa	Strefa pomiarowa /taryfowa	Moc umowna [kW]	Pobór mocy czynnej [kW]	Zużycie energii elektrycznej czynnej [kWh]
1	2013.12.10	2013.12.31	L1	12	ND	130
2	2013.12.10	2013.12.31	L2	12	ND	202
3	2013.12.31	2013.12.31	L1	12	ND	5
4	2013.12.31	2013.12.31	L2	12	ND	7
5	2014.01.01	2014.02.06	L1	12	ND	166
6	2014.01.01	2014.02.06	L2	12	ND	267
7	2014.02.06	2014.04.07	L1	12	ND	304
8	2014.02.06	2014.04.07	L2	12	ND	478
9	2014.04.07	2014.06.04	L1	12	ND	165
10	2014.04.07	2014.06.04	L2	12	ND	397
11	2014.06.04	2014.08.27	L1	12	ND	154
12	2014.06.04	2014.08.27	L2	12	ND	441
13	2014.08.27	2014.10.27	L1	12	ND	311
14	2014.08.27	2014.10.27	L2	12	ND	534
15	2014.10.27	2014.12.20	L1	12	ND	386
16	2014.10.27	2014.12.20	L2	12	ND	568
17	2014.12.20	2014.12.29	L1	12	ND	22
18	2014.12.20	2014.12.29	L2	12	ND	43
19	2014.12.29	2014.12.31	L1	12	ND	16
20	2014.12.29	2014.12.31	L2	12	ND	26
21	2015.01.01	2015.01.01	L1	12	ND	6
22	2015.01.01	2015.01.01	L2	12	ND	8
23	2015.01.02	2015.02.19	L1	12	ND	269

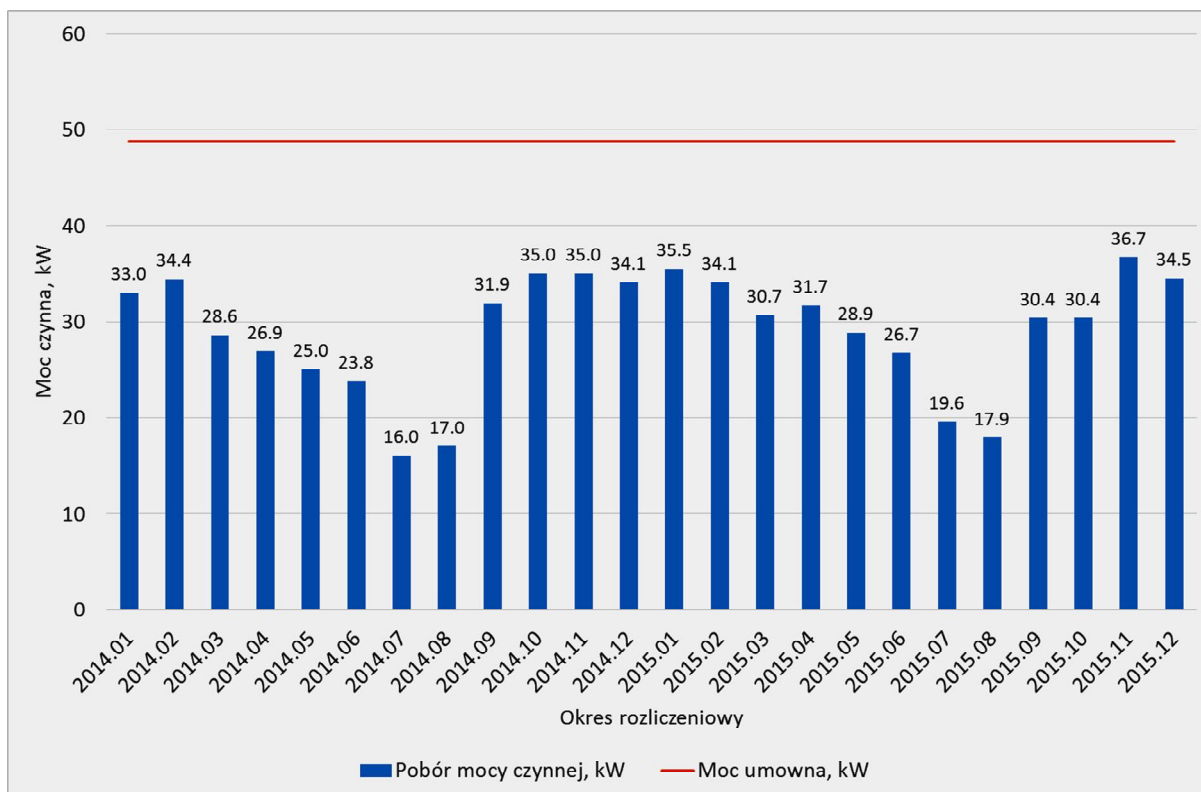
L.p.	Data początkowa	Data końcowa	Strefa pomiarowa /taryfowa	Moc umowna [kW]	Pobór mocy czynnej [kW]	Zużycie energii elektrycznej czynnej [kWh]
24	2015.01.02	2015.02.19	L2	12	ND	406
25	2015.02.19	2015.04.20	L1	12	ND	315
26	2015.02.19	2015.04.20	L2	12	ND	535
27	2015.04.20	2015.06.22	L1	12	ND	292
28	2015.04.20	2015.06.22	L2	12	ND	566
29	2015.06.22	2015.08.19	L1	12	ND	103
30	2015.06.22	2015.08.19	L2	12	ND	299

ND – Dane niedostępne

Tabela 7.2. Zużycie energii elektrycznej dla PPE_ORLE02 (nr PL0037360112622452)

L.p.	Okres rozliczeniowy	Strefa pomiarowa /taryfowa	Moc umowna, kW	Pobór mocy czynnej, kW	Zużycie energii elektrycznej czynnej, kWh	Zużycie energii elektrycznej biernej indukcyjnej, kvarh	Zużycie energii elektrycznej biernej pojemnościowej, kvarh	$\text{tg}\varphi_{\text{umowny}}$	$\text{tg}(\varphi_{\text{rozliczeniowy}})$
1	2014.01	szczytowa	48.8	33	1562	352	10	0.4	0.23
2	2014.01	pozaszczytowa	48.8	33	1856	359	37	0.4	0.19
3	2014.02	szczytowa	48.8	34.4	1793	467	5	0.4	0.26
4	2014.02	pozaszczytowa	48.8	34.4	1948	492	25	0.4	0.25
5	2014.03	szczytowa	48.8	28.6	1408	313	12	0.4	0.22
6	2014.03	pozaszczytowa	48.8	28.6	2081	511	62	0.4	0.25
7	2014.04	szczytowa	48.8	26.9	936	204	10	0.4	0.22
8	2014.04	pozaszczytowa	48.8	26.9	1610	404	62	0.4	0.25
9	2014.05	szczytowa	48.8	25	1005	242	8	0.4	0.24
10	2014.05	pozaszczytowa	48.8	25	1716	497	67	0.4	0.29
11	2014.06	szczytowa	48.8	23.8	780	208	8	0.4	0.27
12	2014.06	pozaszczytowa	48.8	23.8	1416	445	71	0.4	0.31
13	2014.07	szczytowa	48.8	16	240	40	5	0.4	0.17
14	2014.07	pozaszczytowa	48.8	16	699	66	49	0.4	0.09
15	2014.08	szczytowa	48.8	17	369	78	4	0.4	0.21
16	2014.08	pozaszczytowa	48.8	17	1133	224	29	0.4	0.20
17	2014.09	szczytowa	48.8	31.9	1120	286	11	0.4	0.26
18	2014.09	pozaszczytowa	48.8	31.9	1691	539	74	0.4	0.32
19	2014.10	szczytowa	48.8	35	1513	356	14	0.4	0.24
20	2014.10	pozaszczytowa	48.8	35	2061	570	76	0.4	0.28

L.p.	Okres rozliczeniowy	Strefa pomiarowa /taryfowa	Moc umowna, kW	Pobór mocy czynnej, kW	Zużycie energii elektrycznej czynnej, kWh	Zużycie energii elektrycznej biernej indukcyjnej, kvarh	Zużycie energii elektrycznej biernej pojemnościowej, kvarh	$\text{tg}\varphi_{\text{umowny}}$	$\text{tg}(\varphi)_{\text{rozliczeniowy}}$
21	2014.11	szczytowa	48.8	34.1	1932	466	9	0.4	0.24
22	2014.11	pozaszczytowa	48.8	34.1	2031	477	36	0.4	0.23
23	2014.12	szczytowa	48.8	35.5	1824	418	19	0.4	0.23
24	2014.12	pozaszczytowa	48.8	35.5	2042	418	50	0.4	0.20
25	2015.01	szczytowa	48.8	34.1	2001	474	15	0.4	0.24
26	2015.01	pozaszczytowa	48.8	34.1	2160	484	51	0.4	0.22
27	2015.02	szczytowa	48.8	30.7	1305	348	7	0.4	0.27
28	2015.02	pozaszczytowa	48.8	30.7	1509	379	30	0.4	0.25
29	2015.03	szczytowa	48.8	31.7	1593	383	2	0.4	0.24
30	2015.03	pozaszczytowa	48.8	31.7	2266	642	16	0.4	0.28
31	2015.04	szczytowa	48.8	29.4	1087	276	3	0.4	0.25
32	2015.04	pozaszczytowa	48.8	29.4	1735	507	23	0.4	0.29
33	2015.05	szczytowa	48.8	28.9	1028	264	3	0.4	0.26
34	2015.05	pozaszczytowa	48.8	28.9	1778	556	24	0.4	0.31
35	2015.06	szczytowa	48.8	26.7	871	219	5	0.4	0.25
36	2015.06	pozaszczytowa	48.8	26.7	1456	466	40	0.4	0.32
37	2015.07	szczytowa	48.8	19.6	447	92	2	0.4	0.21
38	2015.07	pozaszczytowa	48.8	19.6	1365	199	17	0.4	0.15
39	2015.08	szczytowa	48.8	17.9	192	68	2	0.4	0.35
40	2015.08	pozaszczytowa	48.8	17.9	756	94	19	0.4	0.12
41	2015.09	szczytowa	48.8	30.4	1184	314	5	0.4	0.27
42	2015.09	pozaszczytowa	48.8	30.4	1870	600	35	0.4	0.32
43	2015.10	szczytowa	48.8	35.6	1683	378	3	0.4	0.22
44	2015.10	pozaszczytowa	48.8	35.6	2349	621	17	0.4	0.26
45	2015.11	szczytowa	48.8	36.7	2434	579	1	0.4	0.24
46	2015.11	pozaszczytowa	48.8	36.7	2688	617	6	0.4	0.23
47	2015.12	szczytowa	48.8	34.5	1908	385	2	0.4	0.20
48	2015.12	pozaszczytowa	48.8	34.5	2294	415	11	0.4	0.18



Rys. 7.1. Pobór mocy czynnej (maksymalny w okresie rozliczeniowym) na tle mocy umownej dla PPE_ORLE02 (nr PL0037360112622452)

8 CHARAKTERYSTYKA ODBIORNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA TERENIE OBIEKTU

8.1 Oświetlenie

Ogólny stan instalacji oświetleniowej w szkole można określić jako zadowalający. W zdecydowanej większości oparty jest o oprawy świetlówkowe - rastrowe, bądź biurkowe. W salach lekcyjnych i pomieszczeniach towarzyszących (pokój nauczycielski, biblioteka itd.) zamontowano oprawy rastrowe, które nie wykazują śladów nadmiernego wyeksploatowania. Korytarze w większości oświetlone są biurowymi oprawami świetlówkowymi.

Oprócz tego na obiekcie zainstalowano oprawy żarówkowe - w salach lekcyjnych nad umywalkami oraz w toaletach. Część opraw została wymieniona i jest w dobrym stanie, pozostałe wymagają jednak wymiany.

Sala gimnastyczna oświetlana jest przy użyciu opraw typu high bay, pomieszczenia zaplecza, takie jak szatnie, oświetlane są w większości oprawami świetlówkowymi - w zadowalającym stanie technicznym.

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

8.2 Urządzenia 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	4 godz/dobę/11 m-cy	
2	Typ		PE-26N	640	
3	Rok produkcji		2006		Urządzenie 10 letnie
4	Moc	kW	6,0		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Patelnia elektryczna	4 godz/dobę/11 m-cy	
2	Typ		PE-025A	640	
3	Rok produkcji		2001		Urządzenie 15 letnie
4	Moc znamionowa	kW	5,4		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Taboret elektryczny	3 godz/dobę/11 m-cy	
2	Typ		TE-3A	480	
3	Rok produkcji		2004		Urządzenie 12 letnie
4	Moc	kW	4,8		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Taboret elektryczny	3 godz/dobę/11 m-cy	
2	Typ		TE-3	480	
3	Rok produkcji		1998		Urządzenie 18 letnie
4	Moc	kW	4,8		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Robot kuchenny	1 godz/tydzień/11 m-cy	
2	Typ		886.8	33	
3	Rok produkcji				Urządzenie 12 letnie
4	Moc	kW	0,55		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Robot kuchenny	1 godz/tydzień/11 m-cy	
2	Typ		587.54	33	
3	Rok produkcji				Urządzenie nowe
4	Moc	kW	0,5		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Robot kuchenny	2 godz/tydzień/11 m-cy	
2	Typ		KU2-3E/K	65	
3	Rok produkcji				Urządzenie 16 letnie
4	Moc	kW	0,8		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Miesiarka planetarna	1 godz/tydzień/11 m-cy	
2	Typ		B10	33	
3	Rok produkcji		2008		Urządzenie 8 letnie
4	Moc	kW	0,62		

L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Kuchenka mikrofalowa	brak	
2	Typ/Model		JT369/WH	0	
3	Rok produkcji				Urządzenie 3 letnie
4	Moc	kW	2,2		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Kuchnia elektryczno-gazowa	2 godz/tydzień/11 m-cy	
2	Typ/Model		SEG2.32S2pPwR	65	
3	Rok produkcji				Urządzenie 12 letnie
4	Moc	kW	2,2		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Zmywarka	9 cykli/doba	
2	Typ/Model/Nr kat.		801005	10 m-cy	
3	Rok produkcji		2014	20 cykli/doba	Urządzenie 2 letnie
4	Moc	kW	4,9	1 m-c	
				1120	
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Pralka	2 godz/dzień/12 m-cy	
2	Typ/Model/Nr kat.		AWT5109/p	160	
3	Rok produkcji				Urządzenie 7 letnie
4	Moc	kW	2,3		
5	Pojemność	kg	5		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Zamrażarka	11 m-cy	zużycie energii 272kWh/rok
2	Typ/Model/Nr kat.		EC3201AOW	7680	
3	Rok produkcji		2013		Urządzenie 3 letnie
4	Moc				
5	Pojemność	l	300		
6	Klasa energetyczna	kWh/rok	272		
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Chłodziarko-Zamrażarka	11 m-cy	
2	Typ/Model/Nr kat.		SF-35/CEO/NA	7680	
3	Rok produkcji				Urządzenie 10 letnie
4	Moc	kW	0,16		
5	Pojemność	l	237		chłodziarka
		l	96		zamrażarka
6	Klasa energetyczna				
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Chłodziarka	11 m-cy	
2	Typ/Model/Nr kat.		HS3966AF	7680	
3	Rok produkcji				Urządzenie 8 letnie
4	Moc	kW	0,08		
5	Pojemność	l	388		
6	Klasa energetyczna				
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Chłodziarka	11 m-cy	
2	Typ/Model/Nr kat.		211024	7680	
3	Rok produkcji				Urządzenie 9 letnie
4	Moc	kW	0,1		
5	Pojemność	l	160		
6	Klasa energetyczna				
L.p.	Nazwa	Jednostka	Wielkość	Użytkowanie	Uwagi
1	Nazwa urządzenia		Chłodziarko-Zamrażarka	11 m-cy	zużycie energii 154 kWh/rok
2	Typ/Model/Nr kat.		FM136	7680	
4	Rok produkcji				Urządzenie 2 letnie
5	Moc				
6	Pojemność	l	93		chłodziarka
		l	12		komora
7	Klasa energetyczna	kWh/rok	154		

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. Pompa obiegu kotła (1 szt.) - pobór mocy ok. 100 W.
2. Pompy obiegowe w instalacji centralnego ogrzewania:
 - Pompa typu UPE 32-120 - pobór mocy 80-360 W (1 szt.)
 - Pompa typu UPS 25-60 - pobór mocy 35-100 W (2 szt.)
 - Pompa typu UPS 25-40 (1 szt.)
 - Pompa typu Star S25/6 - pobór mocy 46-93 W (1 szt.).
3. Pompa cyrkulacyjna w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej
Pompa UPS 15-30B (1 szt. - praca ciągła).
4. Pompa ładująca zasobnik w systemie ciepłej wody użytkowej (1 szt.)
5. Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.
6. Wentylacja wywiewna w sali gimnastycznej i pom. sanitarnych przy sali gimnastycznej - wentylatory dachowe typu WD (6 szt.).
7. Wentylacja wywiewna w pom. kuchni (okap wyciągowy) - praca okresowa
Wentylator wyciągowy (1 szt.)

8.4 Odbiorniki pozostałe

Szkoła posiada salę komputerową.

Pojedyncze komputery są ponadto na wyposażeniu innych sal lekcyjnych.

W tabeli 8.4.1 zestawiono sprzęt komputerowy i urządzenia biurowe szkoły.

Tabela 8.4.1. Sprzęt komputerowy i urządzenia biurowe na terenie obiektu

Lp.	Nazwa	Jednostka	Komputer stacjonarny	Laptop	Monitor	Kopiarka	Drukarka	Faks	Skaner	Razem
1	Ilość urządzeń na terenie obiektu	szt.	38	17	37	1	5	1	0	99

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. Zbiorcze 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	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	świetlówka	72	432	4	124,42
2	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	świetlówka	72	720	16	829,44
3	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	720	2	103,68
4	1x36 biała	świetlówka	36	720	2	51,84
5	1x36 higienistka	świetlówka	36	720	1	25,92
6	2x16 biała	świetlówka	32	720	2	46,08
7	2x36W bez obudowy	świetlówka	72	432	1	31,10
8	biurowa 4x16 biała	świetlówka	64	720	2	92,16
9	halogeny punktowe	halogen	30	720	5	108,00
10	highbay metalohalogen	lampa wyładowcza	200	720	8	1 152,00
11	lampka biurkowa	żarówka	50	720	2	72,00
12	oprawa świetłówkowa 1200 mm 2x36 - stara	świetlówka	72	720	2	103,68
13	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	216	13	202,18
14	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	432	47	1 461,89
15	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	480	12	414,72
16	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	720	19	984,96
17	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	880	5	316,80
18	plafon hotel	żarówka	50	200	39	390,00
19	plafon nowy	żarówka	50	216	2	21,60
20	plafon nowy	żarówka	50	720	34	1 224,00
21	plafon stary	żarówka	50	216	22	237,60
22	plafon stary	żarówka	50	720	21	756,00
23	Plafon stary	żarówka	50	880	1	44,00
24	przemysłowa wisząca	żarówka	50	216	4	43,20
25	rastrowa 2x16	świetlówka	32	216	1	6,91
26	rastrowa 2x36	świetlówka	72	432	6	186,62
27	rastrowa 2x36	świetlówka	72	720	143	7 413,12
28	rastrowa 2x36	świetlówka	72	880	1	63,36
29	rastrowa 2x58	świetlówka	116	432	1	50,11
30	rastrowa 4x16	świetlówka	64	432	8	221,18
31	rastrowa 4x16	świetlówka	64	720	23	1 059,84
32	rastrowa 4x16	świetlówka	64	880	2	112,64
	Razem					17 951,06

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.

Zbiorcze 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					Urządzenie 10 letnie
1	Typ urządzenia			PE-26N		
2	Czas użytkowania	T_U		640	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		6,0	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	3840,0	kWh/rok	
II	Patelnia elektryczna					Urządzenie 15 letnie
1	Typ urządzenia			PE-025A		
2	Czas użytkowania	T_U		640	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		5,4	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	3456,0	kWh/rok	

Lp.	Nazwa	Oznaczn.	Formuła	Wartość	Jedn.	Uwagi
III	Taboret elektryczny					Urządzenie 12 letnie
1	Typ urządzenia			TE-3A		
2	Czas użytkowania	T_U		480	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		4,8	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	2304,0	kWh/rok	
IV	Taboret elektryczny					Urządzenie 18 letnie
1	Typ urządzenia			TE-3		
2	Czas użytkowania	T_U		480	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		4,8	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	2304,0	kWh/rok	
V	Robot kuchenny					Urządzenie 12 letnie
1	Typ urządzenia			886.8		
2	Czas użytkowania	T_U		33	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		0,55	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	18,0	kWh/rok	
VI	Robot kuchenny					Urządzenie nowe
1	Typ urządzenia			587.54		
2	Czas użytkowania	T_U		33	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		0,50	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	16,4	kWh/rok	
VII	Robot kuchenny					Urządzenie 16 letnie
1	Typ urządzenia			KU2-3E/K		
2	Czas użytkowania	T_U		65	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		0,80	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	52,3	kWh/rok	
VIII	Miesiarka planetarna					Urządzenie 8 letnie
1	Typ urządzenia			B10		
2	Czas użytkowania	T_U		33	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		0,62	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	20,3	kWh/rok	
IX	Kuchenka mikrofalowa					Urządzenie 3 letnie
1	Typ urządzenia			JT369/WH		
2	Czas użytkowania	T_U		0	h/rok	
3	Moc urządzenia	P_U		2,20	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot P_U$	0,0	kWh/rok	
X	Kuchnia elektryczno-gazowa					Urządzenie 12 letnie
1	Typ urządzenia			SEG2.32S2pPw R		
2	Ilość cykli	N_C		65	h/rok	
3	Zużycie energii na 1 cykl	E_S		2,20	kW	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot E_S$	143,9	kWh/rok	
XI	Zmywarka					Urządzenie 2 letnie
1	Typ urządzenia			801005		
2	Ilość cykli	N_C		1120	cykli/rok	
3	Zużycie energii na 1 cykl	C		0,16	kWh/cykl	
4	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot C$	181,1	kWh/rok	

Lp.	Nazwa	Oznaczn.	Formuła	Wartość	Jedn.	Uwagi
XII	Pralka					Urządzenie 7 letnie
1	Typ urządzenia			AWT5109/p		
2	Ilość cykli prania	N_C		160	cykli/rok	
3	Zużycie energii na jeden cykl	E_S		2,30	kWh/1 cykl	
4	Ładunek (wsad jednorazowy)	L_N		5	kg	
5	Zużycie energii na 1 cykl na kg wsadu	C		0,46	kWh/kg prania	
6	Roczne zużycie energii	Q_0	$Q_0 = N_C \cdot L_N \cdot C$	368,0	kWh/rok	odpowiednik klasy G
XIII	Zamrażarka					Urządzenie 3 letnie
1	Typ urządzenia			EC3201AOW		
2	Roczne zużycie energii	Q_0		249,3	kWh/rok	klasa A+
XIV	Chłodziarko-Zamrażarka					Urządzenie 10 letnie
1	Typ urządzenia			SF-35/CEO/NA		
2	Roczne zużycie energii przez urządzenie	AC		700,8	kWh/rok	
3	Współczynnik	M_α		0,777		
4	Pojemność użytkowa komór	V_{C1}		237,0		
		V_{C2}		96,0		
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		665,9		
12	Wskaźnik efektywności energetycznej	l_t		105,2		odpowiednik klasy E
13	Roczne zużycie energii	Q_0		614,4	kWh/rok	
XV	Chłodziarka					Urządzenie 8 letnie
1	Typ urządzenia			HS3966AF		
2	Roczne zużycie energii przez urządzenie	AC		350,4	kWh/rok	
3	Współczynnik	M		0,233		
4	Współczynnik korygujący	N		245,0		
5	Pojemność użytkowa komór	AV		388,0		
6	Standardowe roczne zużycie energii	SC	$SC = M \cdot AV + N$	445,1		
7	Wskaźnik efektywności energetycznej	l_t		78,7		odpowiednik klasy C
8	Roczne zużycie energii	Q_0		307,2	kWh/rok	
XVI	Chłodziarka					Urządzenie 9 letnie
1	Typ urządzenia			211024		
2	Roczne zużycie energii przez urządzenie	AC		438,0	kWh/rok	
3	Współczynnik	M		0,233		
4	Współczynnik korygujący	N		245,0		
5	Pojemność użytkowa komór	AV		160,0		
6	Standardowe roczne zużycie energii	SC	$SC = M \cdot AV + N$	217,1		
7	Wskaźnik efektywności energetycznej	l_t		201,8		odpowiednik klasy G
8	Roczne zużycie energii	Q_0		384,0	kWh/rok	
XVII	Chłodziarko-Zamrażarka					Urządzenie 2 letnie
1	Typ urządzenia			FM136		
2	Roczne zużycie energii	Q_0		131,3	kWh/rok	klasa A+

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		6,00	640	3 840,00
2	Patelnia elektryczna		5,40	640	3 456,00
3	Taboret elektryczny		4,80	480	2 304,00
4	Taboret elektryczny		4,80	480	2 304,00
5	Robot kuchenny		0,55	33	17,99
6	Robot kuchenny		0,50	33	16,36
7	Robot kuchenny		0,80	65	52,34
8	Miesiarka planetarna		0,62	33	20,28
9	Kuchenka mikrofalowa		2,20	0	0,00
10	Kuchnia elektryczno-gazowa		2,20	65	143,94
11	Zmywarka		4,90		181,10
12	Pralka		2,30		368,00
13	Zamrażarka	klasa A+		7 680	249,33
14	Chłodziarko-Zamrażarka		0,16	7 680	614,40
15	Chłodziarka		0,08	7 680	307,20
16	Chłodziarka		0,10	7 680	384,00
17	Chłodziarko-Zamrażarka	klasa A+		7 680	131,33
	Suma	-	-	-	14 390,29

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	Oznac.	Wartość	Jednostka
	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze w budynku	A_f	2 889,79	m^2
1	Pompy obiegowe w systemie ogrzewania			
1.1	Pompa obiegu kotła		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,1}$	100	W
	b) czas pracy	$t_{el,1}$	4 700	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,1}$	470	kWh/rok
1.2	Pompy obiegowe w instalacji c.o.		5	szt.
	a) sumaryczne zapotrzebowanie mocy do napędu urządzeń pomocniczych	$P_{el,2}$	380	W
	b) czas pracy	$t_{el,2}$	4 700	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom,2}$	1 786	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	$P_{el,3}$	50	W
	b) czas pracy (praca ciągła)	$t_{el,3}$	8 760	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,3}$	438	kWh/rok
2.2	Pompa ładująca zasobnik w systemie ciepłej wody użytkowej		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,4}$	50	W
	b) czas pracy	$t_{el,4}$	580	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,4}$	29	kWh/rok
3	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania i przygotowania c.w.u.			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze	A_f	2 889,79	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$Q_{el,5}$	0,09	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,5}$	4 310	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,5}$	1 121	kWh/rok
4	Wentylatory			
4.1	Sala gimnastyczna			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	325	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$Q_{el,6}$	0,40	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,6}$	1 616	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,6}$	210	kWh/rok
4.2	Zaplecze sali gimnastycznej			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	182	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$Q_{el,7}$	0,90	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,7}$	1 616	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,7}$	265	kWh/rok
4.3	Kuchnia			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	33	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$Q_{el,8}$	0,90	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,8}$	1 332	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,8}$	39	kWh/rok
5	Łączne zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom}$	4 358	kWh/rok

9.4 Odbiorniki pozostałe

W tabeli 9.4.1 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 około 200 dni w roku;
- komputery wykorzystywane są przez 7-8 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 9.4.1

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

Lp.	Nazwa	Oznac.	Jednostka	Computer	Laptop	Monitor	Kopiartha	Drukarka	Faks	Skaner	Razem
1	Średnia długość pozostawiania urządzenia w trybie pracy "on mode"	T _{OM}	h/rok	1 480	1 480	1 480	330	330	330	110	--
2	Średnia długość pozostawiania urządzenia w trybie pracy "standby"	T _{SM}	h/rok	255	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	58,2	32,0	31,4	500,0	180,0	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	65,0	30,0	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	70	39	41	243	103	28	31	--
8	Ilość urządzeń na terenie obiektu	n	szt.	38	17	37	1	5	1	0	99
9	Sumaryczne zużycie roczne energii elektrycznej	Q	kWh/rok	2 660	663	1 517	243	515	28	0	5 626

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

W tabeli 9.5.1 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 9.5.1
Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku - stan przed modernizacją

Lp.	Nazwa	Wartość	Jednostka
1	Oświetlenie	17 951	kWh/rok
2	Urządzenia pomocnicze	4 358	kWh/rok
3	Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni	14 390	kWh/rok
4	Odbiorniki pozostałe	5 626	kWh/rok
5	Straty energii elektrycznej	634	kWh/rok
6	RAZEM	42 959	kWh/rok

10 MOŻLIWOŚCI I SPOSOBY POPRAWY STANU ISTNIEJĄCEGO

10.1 System zarządzania energią - monitoring i sterowanie

Proponuje się stworzenie dla budynku Samorządowej Szkoły Podstawowej w Orlu nowoczesnego i funkcjonalnego systemu 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 w Orlu 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

Lp.	Nazwa i opis	Ilość [szt.]
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
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.	SENTRON 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 SENTRON 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

Lp.	Nazwa i opis	Ilość [szt.]
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
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 systemem 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.

Nie jest konieczne wprowadzanie konfiguracji side-by-side. Wystarczy zainstalowanie aplikacji klienckiej OpenVPN na laptopie dyrektora szkoły lub osoby odpowiedzialnej za nadzorowanie rozliczeń za energię oraz na serwerze.

Jeżeli odpowiedzialny za energetykę pracownik Urzędu Gminy będzie chciał mieć możliwość nadzorowania zużycia w kilku placówkach dla każdej może mieć zainstalowaną osobną instancję aplikacji klienckiej OpenVPN.

Sieci VPN gwarantują wysoki poziom bezpieczeństwa przesyłu danych.

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

10.2 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 Orlu.

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

Elektrownia zostanie zlokalizowana na dachach budynków należących do segmentów B i C szkoły oraz na wschodniej połaci dachu segmentu A.

Moc elektrowni - 23 kW.

Roczna produkcja energii - 19 288 kWh/rok
(po uwzględnieniu strat technicznych i kosztów dystrybucji na wymianie z siecią elektroenergetyczną).

Szacunkowe nakłady inwestycyjne - 186 714 zł.

Okres zwrotu środków własnych poniesionych na budowę elektrowni:

- a) przy dofinansowaniu w wysokości 70% - 6 lat;
- b) przy dofinansowaniu w wysokości 45% - 11 lat.

Roczne oszczędności na zakupie energii elektrycznej wynoszą około 9 900 zł w pierwszym roku eksploatacji i spadają do 8 180 zł w dwudziestym roku eksploatacji elektrowni.

Produkcja elektrowni będzie pokrywała około 57% potrzeb własnych szkoły.

10.3 Odbiorniki energii elektrycznej

10.3.1 Oświetlenie

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

Wykaz proponowanych usprawnień analizowanych w ramach poszczególnych wariantów zamieszczono w tabeli 10.3.1.

Zestawienie efektów energetycznych dla poszczególnych rozwiązań pokazano w tabeli 10.3.2.

Tabela 10.3.1 Zestawienie proponowanych usprawnień analizowanych w ramach poszczególnych wariantów modernizacji oświetlenia

Lp.	Rodzaj modernizacji i usprawnień	Sposób realizacji
1	Wymiana źródeł światła na LED z pozostawieniem dotychczasowych opraw	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 źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych 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 źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetłówekowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu	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 Instalacja czujników ruchu w toaletach, szatniach i małowczęszczanych częściach szkoły

Tabela 10.3.2 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 LED z pozostawieniem dotychczasowych opraw	17 951,06	10 282,17	7 668,89
2	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych na oprawy LED	17 951,06	9 876,67	8 074,38
3	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetłówekowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu	17 951,06	9 780,35	8 170,71

W tabeli 10.3.3 pokazano wskaźniki ekonomiczne dla analizowanych wariantów. Proponowane rozwiązania uszeregowano według rosnącej wartości okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT.

Tabela 10.3.3 Zestawienie wskaźników ekonomicznych dla poszczególnych wariantów modernizacji oświetlenia

Lp.	Rodzaj i zakres modernizacji	Nakłady [zł]	SPBT [lata]
1	Wymiana źródeł światła na LED z pozostawieniem dotychczasowych opraw	82 638,21	9,93
2	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych na oprawy LED	168 464,84	19,45
3	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetłówekowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu	174 701,84	20,05

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).

10.3.2 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 Jediną formą oszczędności może być stosowanie w eksploatacji tych urządzeń stopniowania załączania mocy.

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

Ostatecznie w celu poprawienia efektywności energetycznej kuchni zaleca się wymianę obecnie użytkowanych urządzeń chłodniczych na urządzenia klasy A+++ (dla chłodziarek przewiduje się klasę A+ i A++) oraz wymianę pralki na urządzenie klasy A+++ i kuchenki mikrofalowej na urządzenie mniejszej mocy i o wyższej klasie energetycznej.

Szacunkowy koszt wymiany ww. urządzeń - 9 688 zł brutto.

Roczny zysk energetyczny z tytułu proponowanej modernizacji - 1 286 kWh/rok.

Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych poniesionych na wymianę urządzeń - 25,4 lat.

Tabela 10.3.4 Zestawienie zbiorcze wyników obliczeń zapotrzebowania na energię elektryczną dla urządzeń technologicznych kuchni dla stanu po modernizacji

L.p.	Typ urządzenia	Klasa efektywności energetycznej	Moc [kW]	Czas użytkowania [h/a]	Roczne zużycie energii [kWh/rok]
1	Patelnia elektryczna		6,00	640	3840,00
2	Patelnia elektryczna		5,40	640	3456,00
3	Taboret elektryczny		4,80	480	2304,00
4	Taboret elektryczny		4,80	480	2304,00
5	Robot kuchenny		0,55	33	17,99
6	Robot kuchenny		0,50	33	16,36
7	Robot kuchenny		0,80	65	52,34
8	Miesiarka planetarna		0,62	33	20,28
9	Kuchenka mikrofalowa		0,70	0	0,00
10	Kuchnia elektryczno-gazowa		2,20	65	143,94
11	Zmywarka		4,90		181,10
12	Pralka	A+++	0,78	242	188,76
13	Zamrażarka	A+++		7680	120,08
14	Chłodziarko-Zamrażarka	A+++		7680	158,58
15	Chłodziarka	A++		7680	104,50
16	Chłodziarka	A+		7680	114,58
17	Chłodziarko-Zamrażarka	A+++		7680	81,58
	Suma	-	-	-	13104,12

10.3.3 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 nowego układu wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego dla sali gimnastycznej, a także budowę dwóch nowych układów wentylacji wywiewnej dla pomieszczeń kuchni (wyciąg z nad okapów) i zmywalni.

W ramach modernizacji instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej nie przewiduje się montażu nowych urządzeń pomocniczych.

Ulegnie natomiast zmianie czas pracy pompy cyrkulacyjnej w systemie przygotowania c.w.u., która będzie działała w trybie z ograniczeniem czasu pracy (zastosowane będą przerwy w cyrkulacji).

Planowane działania spowodują przyrost 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 10.3.5 zamieszczono szacunkową ocenę zapotrzebowania na energię urządzeń pomocniczych dla stanu po modernizacji.

Tabela 10.3.5 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	2 889,79	m^2
1	Pompy obiegowe w systemie ogrzewania			
	Pompa obiegu kotła i istniejące pompy obiegowe w instalacji c.o.		6	szt.
	Sumaryczne zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom,1}$	2 256	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	$P_{el,2}$	50	W
	b) czas pracy (praca przerywana do 8 godzin na dobę)	$t_{el,2}$	3 424	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,2}$	171	kWh/rok
2.2	Pompa ładująca zasobnik w systemie ciepłej wody użytkowej		1	szt.
	a) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$P_{el,3}$	50	W
	b) czas pracy	$t_{el,3}$	580	h/rok
	c) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,3}$	29	kWh/rok
3	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania i przygotowania c.w.u.			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze	A_f	2 889,79	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,4}$	0,09	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,4}$	4 310	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,4}$	1 121	kWh/rok
4	Wentylatory w centrali nawiewno-wywiewnej sali gimnastycznej			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	325	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,5}$	1,30	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,5}$	2 020	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,5}$	853	kWh/rok
5	Wentylatory wyciągowe			
5.1	Zaplecze sali gimnastycznej			
	Sumaryczne zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom,6}$	265	kWh/rok
5.2	Kuchnia			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	33	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,7}$	0,90	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,7}$	1 332	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,7}$	39	kWh/rok
5.3	Zmywalnia			
	a) powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze obsługiwana przez system	A_{f-w}	6	m^2
	b) zapotrzebowanie mocy do napędu urządzenia pomocniczego	$q_{el,8}$	0,90	W/ m^2
	c) czas pracy	$t_{el,8}$	1 332	h/rok
	d) zapotrzebowanie na energię do napędu urządzenia pomocniczego	$E_{el,pom,8}$	7	kWh/rok
6	Łączne zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych	$E_{el,pom}$	4 741	kWh/rok

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

W tabeli 10.3.6 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 systemów technicznych przewidzianą w audycie energetycznym.

Tabela 10.3.6
Sumaryczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku - stan po modernizacji

Lp.	Nazwa	Wartość	Jednostka
1	Oświetlenie	9 780	kWh/rok
2	Urządzenia pomocnicze	4 741	kWh/rok
3	Urządzenia elektryczne na wyposażeniu kuchni	13 104	kWh/rok
4	Odbiorniki pozostałe	5 626	kWh/rok
5	Straty energii elektrycznej	166	kWh/rok
6	RAZEM	33 417	kWh/rok

11 OCENA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH UZYSKANYCH 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 oświetlenia;
- b) 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	System zarządzania energią	634 (*)	166 (*)	468
2	Wymiana oświetlenia na energooszczędne	17 951	9 780	8 171
3	Wymiana urządzeń na wyposażeniu kuchni	14 390	13 104	1 286
4	RAZEM	32 975	23 050	9 925
*/ dotyczy strat energii elektrycznej				

Tabela 11.2

Określenie procentowych oszczędności energii końcowej (finalnej) w wyniku modernizacji

1	Zapotrzebowanie na energię końcową przed modernizacją	32 975	kWh/rok
2	Zapotrzebowanie na energię końcową po modernizacji	23 050	kWh/rok
3	Oszczędności energii końcowej	9 925	kWh/rok
		0,85	toe/rok
		30,10	%

12 NAKŁADY INWESTYCYJNE NA REALIZACJĘ PROPONOWANYCH USPRAWNIĘĆ

W tabeli 12.1 zestawiono nakłady inwestycyjne na realizację zaproponowanych przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej wraz z kosztami systemu zarządzania energią 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	Wymiana oświetlenia na energooszczędne	174 702
2	Wymiana urządzeń na wyposażeniu kuchni	9 688
3	Budowa systemu zarządzania energią	32 415
4	Budowa elektrowni słonecznej do produkcji energii elektrycznej	186 714
5	Koszty dodatkowe a) audyt i dokumentacja projektowa b) nadzór inwestorski	21 000 11 000
6	RAZEM	435 519

13 OCENA EFEKTÓW EKONOMICZNYCH UZYSKANYCH W WYNIKU REALIZACJI PROPONOWANYCH USPRAWNIĘĆ

Tabela 13.1

Oszczędności ekonomiczne możliwe do uzyskania w wyniku proponowanych usprawnień

Lp.	Nazwa	Wartość	Jednostka
1	Zmniejszenie zużycia energii	5 459	zł/rok
2	Obniżenie mocy umownej	4 220	zł/rok
3	Uniknięte koszty zakupu energii z tytułu produkcji energii w elektrowni słonecznej	9 035	zł/rok
4	Oszczędności ekonomiczne razem	18 714	zł/rok
5	Nakłady inwestycyjne	435 519	zł
6	Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT	23,27	lat

14 OKREŚLENIE ZMNIEJSZENIA ZUŻYCIA 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 9.5.1) oraz po modernizacji (tabela 10.3.6) z uwzględnieniem zarówno spadków zapotrzebowania spowodowanych realizacją proponowanych usprawnień w odniesieniu do oświetlenia i elektrycznego wyposażenia 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	42 959
2	Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ¹⁾	sieć elektroenergetyczna systemowa	---	3,00
3	Zapotrzebowanie na energię pierwotną		kWh/rok	128 878
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	34,88
II Stan po modernizacji				
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową w budynku (energia finalna)	sieć elektroenergetyczna systemowa + ogniwa PV	kWh/rok	33 417
2	Pokrycie zapotrzebowania na energię końcową			
	a) elektrownia słoneczna	z uwzględnieniem 30% strat przy wymianie energii z siecią elektroenergetyczną systemową	kWh/rok	19 288
	b) sieć elektroenergetyczna systemowa		kWh/rok	14 129
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	42 388
		razem	kWh/rok	42 388
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	11,47
III Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej w wyniku modernizacji			kWh/rok	86 490
			toe/rok	7,44
			%	67,11
IV Zmniejszenie emisji CO₂ w wyniku modernizacji			t CO₂ /rok	23,41
			%	67,12
1) Zgodnie z Rozporządzeniem MiiR 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 Orlu wytypowano do realizacji następujące przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej:
 - 1) Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu (zgodnie z wynikami audytu oświetlenia)
 - 3) Wymiana urządzeń elektrycznych na wyposażeniu kuchni (zakup nowych chłodziarek, chłodziarko-zamrażarek i zamrażarki oraz pralki i kuchenki mikrofalowej)
 - 4) Budowa systemu zarządzania energią (monitoring 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 2015.

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 9.5.1) oraz po modernizacji (tabela 10.3.6) z uwzględnieniem zarówno spadków zapotrzebowania spowodowanych realizacją proponowanych usprawnień w odniesieniu do oświetlenia i urządzeń elektrycznych na wyposażeniu kuchni, jak i przewidywanego przyrostu zapotrzebowania na energię do napędu urządzeń pomocniczych spowodowanego budową nowych układów wentylacji mechanicznej.

ZAŁĄCZNIK NR 1

**AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ
OŚWIETLENIA**

5.4	Zużycie energii elektrycznej na oświetlenie po modernizacji	str. 16
5.5	Efekty energetyczne proponowanych rozwiązań	str. 22
5.6	Efekty ekonomiczne proponowanych rozwiązań	str. 23
5.6A	Wymiana źródeł światła na LED z pozostawieniem dotychczasowych opraw	str. 23
5.6B	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych na oprawy LED	str. 24
5.6C	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu	str. 24
5.7	Proponowane rozwiązania uszeregowane według rosnącej wartości SPBT	str. 25
5.8	Propozycja rozwiązania optymalnego	str. 25
5.9	Efekt ekologiczny proponowanego rozwiązania	str. 25
6	Wykaz norm, aktów prawnych i materiałów źródłowych	str. 26
	ZAŁĄCZNIKI	str. 27
Załącznik 1	Obliczenie jednostkowego kosztu energii elektrycznej	str. 27
Załącznik 2	Nowoczesne oprawy oświetleniowe	str. 28
Załącznik 3	Pomiary natężenia oświetlenia	str. 30

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 źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		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 Instalacja czujników ruchu w toaletach, szatniach i małowcześniejszych 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 ul. Osiedle Przyjaźni 6 84-200 Wejherowo Samorządowa Szkoła Podstawowa im. Jana Brzechwy w Orlu przy ul. Nadrzecznej 19	
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:	8 170,71	[kWh/rok]	0,70 [toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	24 512,12	[kWh/rok]	2,11 [toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***:	6,63		[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 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 Uprawnieniami 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. Jana Brzechwy w Orlu Projekt architektoniczny rozbudowy Szkoły Podstawowej w Orlu - 1993 r. Plan sytuacyjny SSP w Orlu Plany ewakuacyjne SSP w Orlu.
3.2. Inne dokumenty i dane źródłowe	
1	Faktury za energię elektryczną pobraną w latach 2013-2015
2	Faktury za dystrybucję energii elektrycznej w latach 2013-2015
3	Taryfa Energa Operator 2016
3.3. Osoby udzielające informacji	
1	Ryszard Jeske - Główny Specjalista ds. elektroenergetycznych Urzędu Gminy Wejherowo
2	Krzysztof Grzenia - Dyrektor SSP w Orlu
3.4. Daty wizji lokalnych	
	23.06.2016 r. 04.07.2016 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 Orlu zlokalizowany przy ul. Nadrzecznej 19.

Obiekt wybudowany został w około 1965 r., a następnie rozbudowany w latach 1993-1994 oraz w 1998 r. i 2000 r.

Jest to budynek o 2 kondygnacjach nadziemnych – częściowo podpiwniczony.

Powierzchnia zabudowy – 1 944 m².

Powierzchnia użytkowa budynku – 2 930,69 m².

Na terenie budynku znajdują się pomieszczenia dydaktyczne, sala gimnastyczna z zapleczem, pomieszczenia administracyjne oraz część noclegowa (10 pokoi sypialnych).

Liczba użytkowników:

- 1) Liczba uczniów – 355 osób.
- 2) Liczba personelu – 42 osoby.

Szkoła pracuje w godzinach od 7.45 do 15.40.

Sala gimnastyczna wykorzystywana jest do godziny 19:00.

Zajęcia odbywają się w dni robocze od poniedziałku do piątku.

W weekendy obiekt nie pracuje.

W okresie letnim (lipiec) na terenie obiektu organizowane są kolonie dla grupy ok. 45 osób.

Obiekt zasilany jest poprzez dwa przyłącza energii elektrycznej, które zestawiono poniżej.

Charakterystyka przyłączy elektroenergetycznych

Lp.	PPE	Nr licznika	Taryfa	Średnia stawka brutto za energię elektryczną [zł/kWh]	Moc umowna [kW]
1	PL0037360066171677	3998302/2	C12a	0,52	12
2	PL0037360112622452	3237193	C22a	0,53	48,8

Moc zamówiona w ciągu roku jest stała.

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 w okresie 27.08.2014-19.08.2015 (dla taryfy C12a) oraz w okresie 01.2015-12.2015 (dla taryfy C22a).

Do dalszych analiz przyjęto uśrednioną stawkę za energię elektryczną wynoszącą 0,52 zł/kWh (taryfa C12a) oraz 0,53 zł/kWh (taryfa C22a).

Przyłącze rozliczane jest w taryfach C12a i C22a, co oznacza rozliczenie dwustrefowe odbiorcy o mocy przyłączeniowej odpowiednio poniżej i 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.




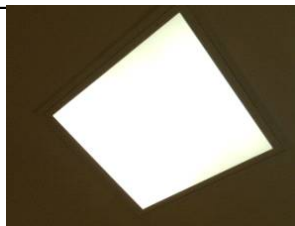












Czasy użytkowania oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach określono w oparciu o Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii oraz skorygowano z uwzględnieniem harmonogramu wykorzystania obiektu oraz rzeczywistego zużycia energii budynku określonego w oparciu o analizę faktur za energię elektryczną za 2015 r.

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	Pom magazynowe 1	Plafon stary	4	1	Żarówka	50	50	200	216
0.2	Pom magazynowe 2	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	1	2	Świetłówk	36	72	72	216
0.3	Warsztat konserwatora	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	2	2	Świetłówk	36	72	144	720
0.4	Kotłownia	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	3	2	Świetłówk	36	72	216	216
0.5	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	9	2	Świetłówk	36	72	648	720
0.5	sala lekcyjna	rastrowa 2x58	1	2	Świetłówk	58	116	116	720
0.6	szatnia	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	5	2	Świetłówk	36	72	360	432
0.7	Pokój sprzęteczek	oprawa świetłówkowa mleczna 1200 mm 1x36	2	1	Świetłówk	36	36	72	720
0.8	korytarz	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	7	2	Świetłówk	36	72	504	720
0.9	klatka schodowa	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	1	2	Świetłówk	36	72	72	880
0.9	klatka schodowa	Plafon stary	1	1	Żarówka	50	50	50	880
0.10	magazyn oleju	Przemysłowa wisząca	4	1	Żarówka	50	50	200	216
0.11	składzik piwnica	rastrowa 2x16	1	2	Świetłówk	16	32	32	216
	RAZEM - Piwnica							2 686	
1	PARTER								
1.1	wejście	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	1	2	Świetłówk	36	72	72	880
1.2	portiernia	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	1	2	Świetłówk	36	72	72	720
1.3	hol	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	4	2	Świetłówk	36	72	288	432
1.4	hol	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	10	2	Świetłówk	36	72	720	432
1.5	hol	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	3	2	Świetłówk	36	72	216	432
1.6	hol	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	1	2	Świetłówk	36	72	72	432
1.7	hol	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	5	2	Świetłówk	36	72	360	432
1.8	klatka schodowa	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	1	2	Świetłówk	36	72	72	880
1.8	klatka schodowa	rastrowa 2x36	1	2	Świetłówk	36	72	72	880
1.8	klatka schodowa	rastrowa 4x16	1	4	Świetłówk	16	64	64	880
1.9	hol	rastrowa 4x16	8	4	Świetłówk	16	64	512	432
1.10	hol	rastrowa 2x36	2	2	Świetłówk	36	72	144	432
1.11	hol	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	6	2	Świetłówk	36	72	432	432
1.12	toalety	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	2	2	Świetłówk	36	72	144	720

Nr	Nazwa pomieszczenia	Oprawy	Liczba	Liczba źródeł	Źródło	Moc źródła	Moc oprawy	Moc	Czas
			opraw	w oprawie		[W]	[W]	zainstalowana	użytkowania
			[szt.]	[szt.]		[W]	[W]	oświetlenia	mocy
								[W]	zainstalowanej
									[h/rok]
1.12	toalety	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	2	2	Świetlówka	36	72	144	720
1.12	toalety	plafon nowy	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.13	składzik	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	4	2	Świetlówka	36	72	288	216
1.14	szatnia 1	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	2	2	Świetlówka	36	72	144	432
1.15	łazienka 1	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	2	2	Świetlówka	36	72	144	720
1.15	łazienka 1	plafon nowy	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.16	szatnia 2	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	2	2	Świetlówka	36	72	144	432
1.17	łazienka 2	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	2	2	Świetlówka	36	72	144	720
1.17	łazienka 2	plafon nowy	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.18	pokój wísty	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	2	2	Świetlówka	36	72	144	720
1.19	toaleta wísty	plafon stary	2	1	Świetlówka	50	50	100	216
1.20	sala gimnastyczna	highbay metalohalogen	8	1	lampa wyładowcza	200	200	1600	720
1.20	sala gimnastyczna	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	8	2	Świetlówka	36	72	576	720
1.21	toalety	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	2	2	Świetlówka	36	72	144	720
1.21	toalety	oprawa świetłówkowa mleczna 600 mm 2x16	2	2	Świetlówka	16	32	64	720
1.21	toalety	plafon nowy	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.22	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	8	2	Świetlówka	36	72	576	720
1.22	sala lekcyjna	plafon stary	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.23	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	9	2	Świetlówka	36	72	648	720
1.23	sala lekcyjna	plafon nowy	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.24	pokój higienistki	rastrowa 2x36	2	2	Świetlówka	36	72	144	720
1.24	pokój higienistki	oprawa świetłówkowa specjalistyczna 1200 mm 1x36	1	1	Świetlówka	36	36	36	720
1.25	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	10	2	Świetlówka	36	72	720	720
1.25	sala lekcyjna	plafon nowy	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.26	pedagog	rastrowa 2x36	3	2	Świetlówka	36	72	216	720
1.27	sala komputerowa	rastrowa 2x36	11	2	Świetlówka	36	72	792	720
1.28	biblioteka	rastrowa 2x36	10	2	Świetlówka	36	72	720	720

Nr	Nazwa pomieszczenia	Oprawy	Liczba	Liczba źródeł	Źródło	Moc źródła	Moc oprawy	Moc zainstalowana oświetlenia	Czas użytkowania mocy zainstalowanej
			opraw	w oprawie					
			[szt.]	[szt.]				[W]	[h/rok]
1.28	biblioteka	plafon stary	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.29	hol do kuchni	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	2	2	Świetłówk	36	72	144	432
1.30	stołówka	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	12	2	Świetłówk	36	72	864	480
1.31	kuchnia	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	7	2	Świetłówk	36	72	504	720
1.32	wyjscie	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	2	2	Świetłówk	36	72	144	880
1.33	toalety	plafon stary	5	1	Świetłówk	50	50	250	720
1.34	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	8	2	Świetłówk	36	72	576	720
1.34	sala lekcyjna	plafon stary	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.35	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	8	2	Świetłówk	36	72	576	720
1.35	sala lekcyjna	plafon stary	1	1	Świetłówk	50	50	50	720
1.36	pokój nauczycielski	rastrowa 2x36	9	2	Świetłówk	36	72	648	720
1.36	pokój nauczycielski	plafon stary	1	1	Żarówka	50	50	50	720
1.37	toalety	biurowa 4x16 biała	2	4	Świetłówk	16	64	128	720
1.37	toalety	halogeny punktowe	5	1	żarówka halogen	30	30	150	720
1.38	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	4	2	Świetłówk	36	72	288	720
1.38	sala lekcyjna	rastrowa 4x16	8	4	Świetłówk	16	64	512	720
1.39	toalety	plafon nowy	5	1	Żarówka	50	50	250	720
1.40	sala lekcyjna	rastrowa 4x16	6	4	Świetłówk	16	64	384	720
1.41	sala lekcyjna	rastrowa 4x16	6	4	Świetłówk	16	64	384	720
RAZEM - Parter								17 080	
1	PIĘTRO								
2.1	hol	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	8	2	Świetłówk	36	72	576	432
2.2	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	10	2	Świetłówk	36	72	720	720
2.2	sala lekcyjna	plafon stary	1	1	Żarówka	50	50	50	720
2.3	łazienki	plafon stary	8	1	Żarówka	50	50	400	720
2.4	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	9	2	Świetłówk	36	72	648	720
2.4	sala lekcyjna	plafon stary	1	1	Żarówka	50	50	50	720
2.5	logopeda	oprawa świetłówkowa 1200 mm 2x36 - stara	2	2	Świetłówk	36	72	144	720
2.6	sala lekcyjna	rastrowa 2x36	10	2	Świetłówk	36	72	720	720
2.6	sala lekcyjna	plafon stary	1	1	Żarówka	50	50	50	720
2.7	hol	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	3	2	Świetłówk	36	72	216	432
2.8	Gabinet Dyrektora	rastrowa 2x36	2	2	Świetłówk	36	72	144	720
2.9	łazienka Dyrektora	plafon nowy	2	1	Żarówka	50	50	100	216
2.10	archiwum	2x36W bez obudowy	1	2	Świetłówk	36	72	72	432
2.11	toaleta	plafon nowy	2	1	Żarówka	50	50	100	720
2.12	Gabinet 3 osobowy	rastrowa 2x36	3	2	Świetłówk	36	72	216	720
2.12	Gabinet 3 osobowy	lampka biurkowa	2	1	Żarówka	50	50	100	720
2.13	pokój	rastrowa 4x16	2	4	Świetłówk	16	64	128	720
2.14	pokój	rastrowa 4x16	1	4	Świetłówk	16	64	64	720

Nr	Nazwa pomieszczenia	Oprawy	Liczba	Liczba źródeł	Źródło	Moc źródła	Moc oprawy	Moc	Czas
			opraw	w oprawie		[W]	[W]	zainstalowana	użytkowania
			[szt.]	[szt.]		[W]	[W]	oświetlenia	mocy
								[W]	zainstalowanej
									[h/rok]
2.15	sekretariat	rastrowa 2x36	2	2	Świetlówka	36	72	144	720
2.16	łazienka	plafon nowy	2	1	Żarówka	50	50	100	720
2.17	łazienka	plafon nowy	2	1	Żarówka	50	50	100	720
2.18	pokój	rastrowa 2x36	2	2	Świetlówka	36	72	144	720
2.19	klatka schodowa	rastrowa 4x16	1	4	Świetlówka	16	64	64	880
2.19	klatka schodowa								
2.20	hol	rastrowa 2x36	4	2	Świetlówka	36	72	288	432
2.21	pokój gościnny	Plafon hotel	5	1	Żarówka	50	50	250	200
2.22	pokój gościnny	Plafon hotel	5	1	Żarówka	50	50	250	200
2.23	pokój gościnny	Plafon hotel	5	1	Żarówka	50	50	250	200
2.24	pokój gościnny	Plafon hotel	5	1	Żarówka	50	50	250	200
2.25	pokój gościnny	Plafon hotel	5	1	Żarówka	50	50	250	200
2.26	pokój gościnny	Plafon hotel	5	1	Żarówka	50	50	250	200
2.27	świetlica	rastrowa 2x36	14	2	Świetlówka	36	72	1008	720
2.27	świetlica	plafon nowy	4	1	Żarówka	50	50	200	720
2.28	łazienki	plafon nowy	8	1	Żarówka	50	50	400	720
2.29	pokój gościnny	Plafon hotel	3	1	Żarówka	50	50	150	200
2.30	pokój gościnny	Plafon hotel	2	1	Żarówka	50	50	100	200
2.31	pokój gościnny	Plafon hotel	2	1	Żarówka	50	50	100	200
2.32	pokój gościnny	Plafon hotel	2	1	Żarówka	50	50	100	200
2.33	składzik	oprawa świetlówkowa 1200 mm mleczna 2x36	1	2	Świetlówka	36	72	72	216
2.34	łazienka	plafon nowy	5	1	Żarówka	50	50	250	720
3.1	Strych	oprawa świetlówkowa 1200 mm mleczna 2x36	4	2	Świetlówka	36	72	288	216
3.1	Strych	plafon stary	16	1	Żarówka	50	50	800	216
Razem - Piętro								10 306	
RAZEM								30 072	

Inwentaryzacja fotograficzna zastosowanych opraw oświetleniowych					
Lp.	Typ oprawy	Widok oprawy	Lp.	Typ oprawy	Widok oprawy
1	Rastrowa 2x16		9	Oprawa świetłówkowa mleczna 1200 mm 1x36	
2	Rastrowa 2x36		10	Biurowa 4x16	
3	Rastrowa 4x16		11	Halogen punktowy	
4	Oprawa świetłówkowa 2x36 - stara		12	Highbay sala gimnast.	
5	Oprawa świetłówkowa mleczna 1200 mm 2x36		13	Oprawa świetłówkowa specjalistyczna 1200 mm 1x36	
6	Oprawa świetłówkowa mleczna 600 mm 2x16		14	Plafon hotelowy	
7	Hermetyczna 2x36		15	Plafon nowy	
8	Przemysłowa wisząca		16	Plafon stary	

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 z pozostawieniem dotychczasowych opraw	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 źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych 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 źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu	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 Instalacja czujników ruchu w toaletach, szatniach i małowłączanych 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	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	świetlówka	72	432	4	124,42
2	oprawa świetłówkowa 1200 mm hermetyczna 2x36 biała	świetlówka	72	720	16	829,44
3	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	720	2	103,68
4	1x36 biała	świetlówka	36	720	2	51,84
5	1x36 higienistka	świetlówka	36	720	1	25,92
6	2x16 biała	świetlówka	32	720	2	46,08
7	2x36W bez obudowy	świetlówka	72	432	1	31,10
8	biurowa 4x16 biała	świetlówka	64	720	2	92,16
9	halogeny punktowe	halogen	30	720	5	108,00
10	highbay metalohalogen	lampa wyładowcza	200	720	8	1 152,00
11	lampka biurkowa	żarówka	50	720	2	72,00
12	oprawa świetłówkowa 1200 mm 2x36 - stara	świetlówka	72	720	2	103,68
13	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	216	13	202,18
14	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	432	47	1 461,89
15	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	480	12	414,72
16	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	720	19	984,96
17	oprawa świetłówkowa 1200 mm mleczna 2x36	świetlówka	72	880	5	316,80
18	plafon hotel	żarówka	50	200	39	390,00
19	plafon nowy	żarówka	50	216	2	21,60
20	plafon nowy	żarówka	50	720	34	1 224,00
21	plafon stary	żarówka	50	216	22	237,60
22	plafon stary	żarówka	50	720	21	756,00
23	Plafon stary	żarówka	50	880	1	44,00
24	przemysłowa wisząca	żarówka	50	216	4	43,20
25	rastrowa 2x16	świetlówka	32	216	1	6,91
26	rastrowa 2x36	świetlówka	72	432	6	186,62
27	rastrowa 2x36	świetlówka	72	720	143	7 413,12
28	rastrowa 2x36	świetlówka	72	880	1	63,36
29	rastrowa 2x58	świetlówka	116	432	1	50,11
30	rastrowa 4x16	świetlówka	64	432	8	221,18
31	rastrowa 4x16	świetlówka	64	720	23	1 059,84
32	rastrowa 4x16	świetlówka	64	880	2	112,64
Razem						17 951,06

5.3 Nakłady inwestycyjne na proponowane modernizacje

5.3A Wymiana źródeł światła na LED z pozostawieniem dotychczasowych opraw

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	ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	150	71,04	10 656,00
2	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	75	40,00	3 000,00
3	wymiana w oprawie przemysłowej żarówki na żarówkę LED	4	40,00	160,00
4	ultraefektywna tuba LED 1500mm 26W 3400 lm do opraw ze stabilizacją HF (High Frequency) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	1	190,07	190,07
5	wymiana w lampce biurkowej żarówki na żarówkę LED 9W	2	32,00	64,00
6	oprawa rastrowa LED 28W 3100 lm barwa 4000K	2	297,32	594,64
7	hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	20	309,00	6 180,00
8	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	72	339,00	24 408,00
9	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	31	409,00	12 679,00
10	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	44	40,00	1 760,00
11	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	2	539,00	1 078,00
12	wysoce efektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	34	54,75	1 861,50
13	Montaż oświetlenia	171	117,00	20 007,00
Nakłady łącznie				82 638,21

5.3B Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych na oprawy LED

Tabela 5.3.2

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

Lp.	Składowa inwestycji	Ilość [szt.]	Jednostkowe nakłady inwestycyjne [zł/szt.]	Całkowite nakłady inwestycyjne [zł]
1	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	75	40,00	3 000,00
2	wymiana w oprawie przemysłowej żarówki na żarówkę LED	4	40,00	160,00
3	wymiana w lampce biurkowej żarówki na żarówkę LED 9W	2	32,00	64,00
4	oprawa rastrowa LED 28W 3100 lm barwa 4000K	3	297,32	891,96
5	oprawa rastrowa LED 50W 5040 lm barwa 3000K	1	410,88	410,88
6	hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	20	309,00	6 180,00
7	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	72	339,00	24 408,00
8	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	31	409,00	12 679,00
9	Plafon + żarówka LED	44	249,00	10 956,00
10	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	35	539,00	18 865,00
11	oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	150	297,00	44 550,00
12	Highbay + lampa HIE	8	464,00	3 712,00
13	Montaż oświetlenia	364	117,00	42 588,00
Nakłady łącznie				168 464,84

5.3C Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją 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	wymiana w plafonie żarówka na żarówkę LED	75	40,00	3 000,00
2	wymiana w oprawie przemysłowej żarówka na żarówkę LED	4	40,00	160,00
3	wymiana w lampce biurkowej żarówka na żarówkę LED 9W	2	32,00	64,00
4	oprawa rastrowa LED 28W 3100 lm barwa 4000K	3	297,32	891,96
5	oprawa rastrowa LED 50W 5040 lm barwa 3000K	1	410,88	410,88
6	hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	20	309,00	6 180,00
7	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	72	339,00	24 408,00
8	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	31	409,00	12 679,00
9	Plafon + żarówka LED	44	249,00	10 956,00
10	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	35	539,00	18 865,00
11	oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	150	297,00	44 550,00
12	Highbay + lampa HIE	8	464,00	3 712,00
13	Czujnik ruchu 360st	71	45,00	3 195,00
14	Montaż oświetlenia	390	117,00	45 630,00
	Nakłady łącznie			174 701,84

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 powyższymi formułami obliczeniowymi 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 powyższymi formułami obliczeniowymi 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.

Zbiórce 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 z pozostawieniem dotychczasowych opraw							
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 38W 5150 lm	LED	38	432	1	4	65,66
2	hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	720	1	16	437,76
3	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	2	73,44
4	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	720	1	2	57,60
5	halogeny punktowe	halogen	30	720	1	5	108,00
6	highbay metalohalogen	lampa wyładowcza	200	720	1	8	1 152,00
7	wymiana w lampce biurkowej żarówki na żarówkę LED 9W	LED	9	720	1	2	12,96
8	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	2	73,44
9	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	216	1	13	98,28
10	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	432	1	47	710,64
11	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	480	1	12	201,60
12	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	19	697,68
13	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	880	1	5	224,40
14	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	432	1	1	22,03
15	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	2	73,44
16	oprawa rastrowa LED 28W 3100 lm barwa 4000K	LED	28	720	1	2	40,32
17	oprawa świetłówkowa specjalistyczna 1200 mm 1x36	świetłówka	36	720	1	1	25,92
18	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	LED	13	200	1	39	101,40
19	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	LED	13	216	1	2	5,62
20	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	LED	13	720	1	34	318,24
21	plafon + żarówka LED	LED	13	216	1	22	61,78
22	plafon + żarówka LED	LED	13	720	1	21	196,56
23	plafon + żarówka LED	LED	13	880	1	1	11,44
24	wymiana w oprawie przemysłowej żarówki na żarówkę LED	LED	13	216	1	4	11,23
25	wysoce efektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	21	216	1	1	4,54
26	ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	720	1	6	181,44

Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użyt. [h/a]	Współcz. F _o	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
27	ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	720	1	143	4 324,32
28	ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	880	1	1	36,96
29	ultraefektywna tuba LED 1200mm 18W 2500 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	54	720	1	1	38,88
30	wysoce efektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	432	1	8	145,15
31	wysoce efektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	720	1	23	695,52
32	wysoce efektywna tuba LED 600mm 10,5W 1000 lm do opraw ze stabilizacją EM (Electro Magnetic) 50 000 h pracy, 5 lat gwarancji	LED	42	880	1	2	73,92
Razem							10 282,17

5.4.1B Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych na oprawy LED

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 38W 5150 lm	LED	38	432	1	4	65,66
2	hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	720	1	16	437,76
3	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	2	73,44
4	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	720	1	2	57,60
5	halogeny punktowe	halogen	30	720	1	5	108,00
6	Highbay + lampa HIE	lampa wyładowcza	150	720	1	8	864,00
7	wymiana w lampce biurkowej żarówki na żarówkę LED 9W	LED	9	720	1	2	12,96
8	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	2	73,44
9	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	216	1	13	98,28
10	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	432	1	47	710,64
11	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	480	1	12	201,60
12	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	19	697,68

Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użyt. [h/a]	Współcz. F_o	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
13	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	880	1	5	224,40
14	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	432	1	1	22,03
15	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	2	73,44
16	oprawa rastrowa LED 28W 3100 lm barwa 4000K	LED	28	720	1	2	40,32
17	oprawa świetłóvkowa specjalistyczna 1200 mm 1x36	świetłóvka	36	720	1	1	25,92
18	wymiana w plafonie żaróvki na żaróvkę LED	LED	13	200	1	39	101,40
19	wymiana w plafonie żaróvki na żaróvkę LED	LED	13	216	1	2	5,62
20	wymiana w plafonie żaróvki na żaróvkę LED	LED	13	720	1	34	318,24
21	Plafon + żaróvka LED	LED	13	216	1	22	61,78
22	Plafon + żaróvka LED	LED	13	720	1	21	196,56
23	Plafon + żaróvka LED	LED	13	880	1	1	11,44
24	wymiana w oprawie przemysłowej żaróvki na żaróvkę LED	LED	13	216	1	4	11,23
25	oprawa rastrowa LED 28W 3100 lm barwa 4000K	LED	28	216	1	1	6,05
26	oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	432	1	6	108,86
27	oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	720	1	143	4 324,32
28	oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	880	1	1	36,96
29	oprawa rastrowa LED 50W 5040 lm barwa 3000K	LED	50	720	1	1	36,00
30	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	432	1	8	138,24
31	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	720	1	23	662,40
32	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	880	1	2	70,40
	Razem						9 876,67

5.4.1C Wymiana źródeł światła w oprawach żaróvkowych na LED z wymianą opraw świetłóvkowych na oprawy LED z instalacją 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 38W 5150 lm	LED	38	432	1	4	65,66
2	hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	720	0,9	8	196,99
3	hermetyczna liniowa LED 38W 5150 lm	LED	38	720	1	8	218,88
4	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	2	73,44

Lp.	Typ oprawy	Źródło światła	Moc oprawy [W]	Czas użyt. [h/a]	Współcz. F_o	Liczba opraw [szt.]	Zużycie energii elektrycznej [kWh]
5	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	720	0,9	2	51,84
6	halogeny punktowe	halogen	30	720	0,9	5	97,20
7	Highbay + lampa HIE	lampa wyładowcza	150	720	1	8	864,00
8	wymiana w lampce biurkowej żarówki na żarówkę LED 9W	LED	9	720	1	2	12,96
9	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	2	73,44
10	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	216	1	13	98,28
11	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	432	0,9	5	68,04
12	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	432	1	42	635,04
13	oprawa liniowa LED z kloszem 35W	LED	35	480	1	12	201,60
14	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	0,9	2	66,10
15	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	17	624,24
16	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	880	1	5	224,40
17	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	432	1	1	22,03
18	oprawa liniowa LED z kloszem 51W	LED	51	720	1	2	73,44
19	oprawa rastrowa LED 28W 3100 lm barwa 4000K	LED	28	720	0,9	2	36,29
20	oprawa świetłówkowa specjalistyczna 1200 mm 1x36	świetłówka	36	720	1	1	25,92
21	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	LED	13	200	1	39	101,40
22	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	LED	13	216	1	2	5,62
23	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	LED	13	720	0,9	28	235,87
24	wymiana w plafonie żarówki na żarówkę LED	LED	13	720	1	6	56,16
25	Plafon + żarówka LED	LED	13	216	0,9	2	5,05
26	Plafon + żarówka LED	LED	13	216	1	20	56,16
27	Plafon + żarówka LED	LED	13	720	0,9	13	109,51
28	Plafon + żarówka LED	LED	13	720	1	8	74,88
29	Plafon + żarówka LED	LED	13	880	1	1	11,44
30	wymiana w oprawie przemysłowej żarówki na żarówkę LED	LED	13	216	1	4	11,23
31	oprawa rastrowa LED 28W 3100 lm barwa 4000K	LED	28	216	1	1	6,05
32	oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	432	1	6	108,86
33	oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	720	1	143	4 324,32
34	oprawa rastrowa LED 1200mm 42W / 5000 lm	LED	42	880	1	1	36,96
35	oprawa rastrowa LED 50W 5040 lm barwa 3000K	LED	50	720	1	1	36,00
36	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	432	1	8	138,24
37	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	720	1	23	662,40
38	oprawa rastrowa LED 600 mm 40W / 4980 lm	LED	40	880	1	2	70,40
	Razem						9 780,35

5.5 Efekty energetyczne proponowanych rozwiązań				
<p>Zyski energetyczne wynikające z modernizacji oświetlenia w budynku wyliczono jako różnicę w poborze energii przed i po modernizacji.</p> <p>Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 5.5.1</p>				
<p>Tabela 5.5.1 Określenie efektów energetycznych dla proponowanych wariantów modernizacji</p>				
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 z pozostawieniem dotychczasowych opraw	17 951,06	10 282,17	7 668,89
2	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych na oprawy LED	17 951,06	9 876,67	8 074,38
3	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu	17 951,06	9 780,35	8 170,71

5.6 Efekty ekonomiczne proponowanych rozwiązań				
5.6A Wymiana źródeł światła na LED z pozostawieniem dotychczasowych opraw				
<p>W celu obliczenia efektów ekonomicznych wybranych modernizacji zastosowano stawkę za energię elektryczną obliczoną w załączniku 1, która wynosi 0,53 zł/kWh plus 0,02 zł/kWh opłaty akcyzowej. Oprócz oszczędności wynikających ze zmniejszonego zużycia energii elektrycznej, możliwe będzie obniżenie mocy umownej, które pokazano w pkt. 2 poniższej tabeli..</p> <p>Stawka za kW (suma opłaty przejściowej i stawki stałej sieciowej) wg taryfy Energa Operator dla taryfy C22a wynosi 19,99 zł/kW netto miesięcznie (brutto 24,59 zł/kW).</p>				
<p>Tabela 5.6.1 Efekty ekonomiczne wymiany źródeł światła na LED z pozostawieniem dotychczasowych opraw</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]	7 668,89	0,55	4 217,89
2	Obniżenie mocy umownej [kW]	13,90	24,59	4 101,61
3	Nakłady inwestycyjne [zł]			82 638,21
4	Prosty okres zwrotu (SPBT) [a]			9,93

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 3);
- 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 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 źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych na oprawy LED			
Opis jak w pkt. 5.6A				
Tabela 5.6.2 Efekty ekonomiczne wymiany źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED				
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]	8 074,38	0,55	4 440,91
2	Obniżenie mocy umownej [kW]	14,30	24,59	4 219,64
3	Nakłady inwestycyjne [zł]			168 464,84
4	Prosty okres zwrotu (SPBT) [a]			19,45
5.6C	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu			
Opis jak w pkt. 5.6A				
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 w salach zajęciowych i biurach				
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]	8 170,71	0,55	4 493,89
2	Obniżenie mocy umownej [kW]	14,30	24,59	4 219,64
3	Nakłady inwestycyjne [zł]			174 701,84
4	Prosty okres zwrotu (SPBT) [a]			20,05

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

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

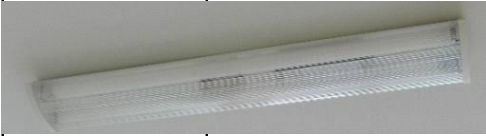












- zastępowane są stare, wyeksploatowane oprawy nowymi oprawami (oryginalne oprawy LED);
- nowe oprawy mają odbłyśniki fabrycznie dostosowane do kąta strumienia świetlnego wbudowanego w te oprawy źródła;
- nie wystąpi potrzeba ingerencji w układy elektryczne opraw jak w przypadku zastępowania świetlówek 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 z pozostawieniem dotychczasowych opraw	82 638,21	9,93
2	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw rastrowych na oprawy LED	168 464,84	19,45
3	Wymiana źródeł światła w oprawach żarówkowych na LED z wymianą opraw świetlówkowych na oprawy LED z instalacją czujników ruchu	174 701,84	20,05
5.8 Propozycja rozwiązania optymalnego			
<p>Z punktu widzenia wskaźników ekonomicznych najbardziej korzystnym rozwiązaniem jest wymiana źródeł światła we wszystkich oprawach zainstalowanych w obiekcie. Autor audytu sugeruje jednakże 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).</p> <p>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 świetlnego 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>			
5.9 Efekt ekologiczny proponowanego rozwiązania			
<p>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.</p> <p>Na podstawie danego wskaźnika wyliczono efekt ekologiczny proponowanego rozwiązania, polegającego na modernizacji oświetlenia według wariantu 1 (A).</p>			
Oszczędność energii		Wskaźnik emisji	Zmniejszenie emisji
[MWh/rok]		[t CO ₂ /MWh]	[t CO ₂ /rok]
8,17		0,812	6,63

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	PL0037360066171677			Moc umowna: 12 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]
2014.08.27	311	70,60	0,227	104,59	0,3363	175,19	0,56
2014.10.27	534	121,22	0,227	59,65	0,1117	180,87	0,34
2014.10.27	386	87,62	0,227	129,81	0,3363	217,43	0,56
2014.12.20	568	128,94	0,227	63,45	0,1117	192,38	0,34
2014.12.20	22	4,99	0,227	7,40	0,3363	12,39	0,56
2014.12.29	43	9,76	0,227	4,80	0,1117	14,56	0,34
2014.12.29	16	3,63	0,227	5,38	0,3363	9,01	0,56
2015.01.01	26	5,90	0,227	2,90	0,1117	8,81	0,34
2015.01.01	6	1,36	0,227	2,02	0,3363	3,38	0,56
2015.01.02	8	1,82	0,227	0,89	0,1117	2,71	0,34
2015.01.02	269	61,06	0,227	90,46	0,3363	151,53	0,56
2015.02.19	406	92,16	0,227	45,35	0,1117	137,51	0,34
2015.02.19	315	71,51	0,227	105,93	0,3363	177,44	0,56
2015.04.20	535	121,45	0,227	59,76	0,1117	181,20	0,34
2015.04.20	292	66,28	0,227	98,20	0,3363	164,48	0,56
2015.06.22	566	128,48	0,227	63,22	0,1117	191,70	0,34
2015.06.22	103	23,38	0,227	34,64	0,3363	58,02	0,56
Suma netto	4 406	1 000,16	0,23	878,46	0,20	1 878,62	0,43
Suma brutto	4 406	1 230,20	0,28	1 080,51	0,25	2 310,71	0,52
PPE	PL0037360112622452			Moc umowna: 48,8 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]
2015,01	2001	454,23	0,227	472,32	0,2360	926,54	0,46
2015,01	2160	490,32	0,227	401,94	0,1861	892,26	0,41
2015,02	1305	296,24	0,227	304,77	0,2335	601,00	0,46
2015,02	1509	342,54	0,227	265,06	0,1757	607,60	0,40
2015,03	1593	361,61	0,227	377,02	0,2367	738,63	0,46
2015,03	2266	514,38	0,227	406,38	0,1793	920,76	0,41
2015,04	1087	246,75	0,227	255,54	0,2351	502,28	0,46
2015,04	1735	393,85	0,227	310,32	0,1789	704,17	0,41
2015,05	1028	233,36	0,227	240,47	0,2339	473,83	0,46
2015,05	1778	403,61	0,227	314,40	0,1768	718,01	0,40
2015,06	871	197,72	0,227	201,80	0,2317	399,51	0,46
2015,06	1456	330,51	0,227	247,30	0,1698	577,81	0,40
2015,07	447	101,47	0,227	103,93	0,2325	205,40	0,46
2015,07	1365	309,86	0,227	236,45	0,1732	546,30	0,40
2015,08	192	43,58	0,227	44,66	0,2326	88,24	0,46
2015,08	756	171,61	0,227	131,05	0,1734	302,67	0,40
2015,09	1184	268,77	0,227	277,21	0,2341	545,97	0,46
2015,09	1870	424,49	0,227	338,40	0,1810	762,89	0,41
2015,10	1683	382,04	0,227	392,87	0,2334	774,92	0,46
2015,10	2349	533,22	0,227	405,87	0,1728	939,09	0,40
2015,11	2434	552,52	0,227	576,06	0,2367	1 128,58	0,46
2015,11	2688	610,18	0,227	483,00	0,1797	1 093,18	0,41
2015,12	1908	433,12	0,227	445,14	0,2333	878,25	0,46
2015,12	2294	520,74	0,227	404,19	0,1762	924,93	0,40
Suma netto	37 959	8 616,69	0,23	7 636,13	0,20	16 252,82	0,43
Suma brutto	37 959	10 598,53	0,28	9 392,44	0,25	19 990,97	0,53
PPE	Zużycie całkowite obiektu - stawka uśredniona						
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]
Suma netto	42 365	9 616,86	0,23	8 514,59	0,20	18 131,44	0,43
Suma brutto	42 365	11 828,73	0,28	10 472,94	0,25	22 301,68	0,53

Załącznik 2 Nowoczesne oprawy oświetleniowe					
Lp.	Typ oprawy zamienianej	Widok oprawy	Lp.	Typ oprawy proponowanej	Widok oprawy
1	Światłótkowa 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		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	 <small>CAPRI LED</small>
8	Rastrowa 2x36		8'	MONZA II LED 42W / 5000 lm cena 297 zł brutto	
9	Bez oprawy 2x36		9'	FIBRA LED 60W (409zł) / 8000 lm firmy PLEXIFORM	
			9"	TORINO SPORT LED 100W / 12000 lm	

Załączniki

Załącznik 3. 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-3.1÷Z-3.3).

Wartości normatywne pokazano w tabeli Z-3.1.

Porównanie normatywnych wartości natężenia oświetlenia w salach lekcyjnych, korytarzach i pomieszczeniach innego typu z wartościami zmierzonymi prowadzi do wniosku, że generalnie w pomieszczeniach szkoły (z nielicznymi wyjątkami) zainstalowano oświetlenie z zapasem.

Niedostateczne natężenie oświetlenia zanotowano w pomieszczeniu stanowiącym magazyn oleju opałowego oraz w pomieszczeniu z nim sąsiadującym.

Podobna sytuacja miała miejsce w pomieszczeniu, w którym znajduje się warsztat konserwatora.

Tabela Z-3.1. 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
Audytoria, 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) kontuary	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-3.1:

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

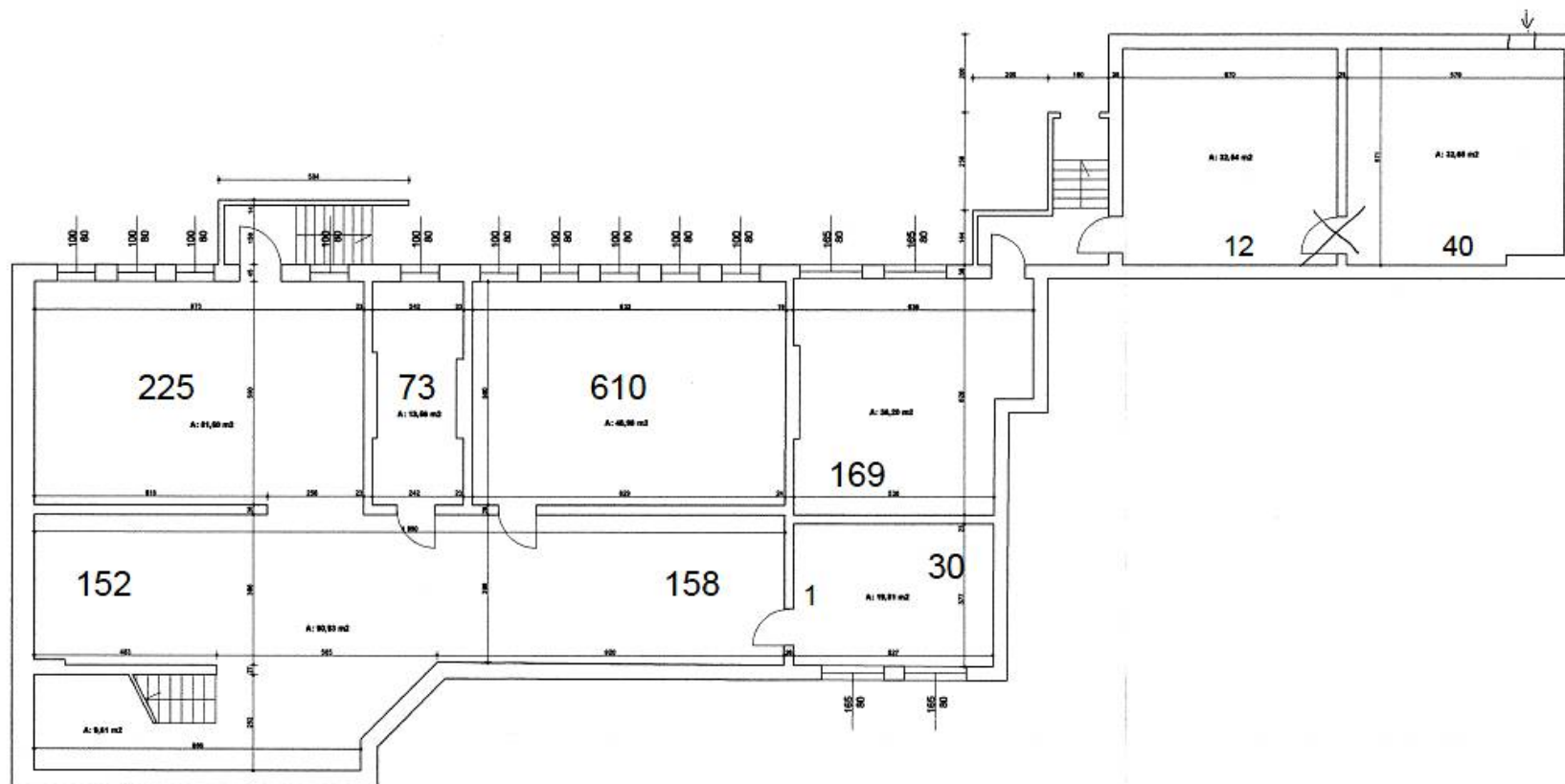
W przypadku klas szkolnych średnie eksploatacyjne natężenie oświetlenia powinno kształtować się na poziomie 300 lx, a równomierność natężenia oświetlenia powinna wynosić przynajmniej 0,6.

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.

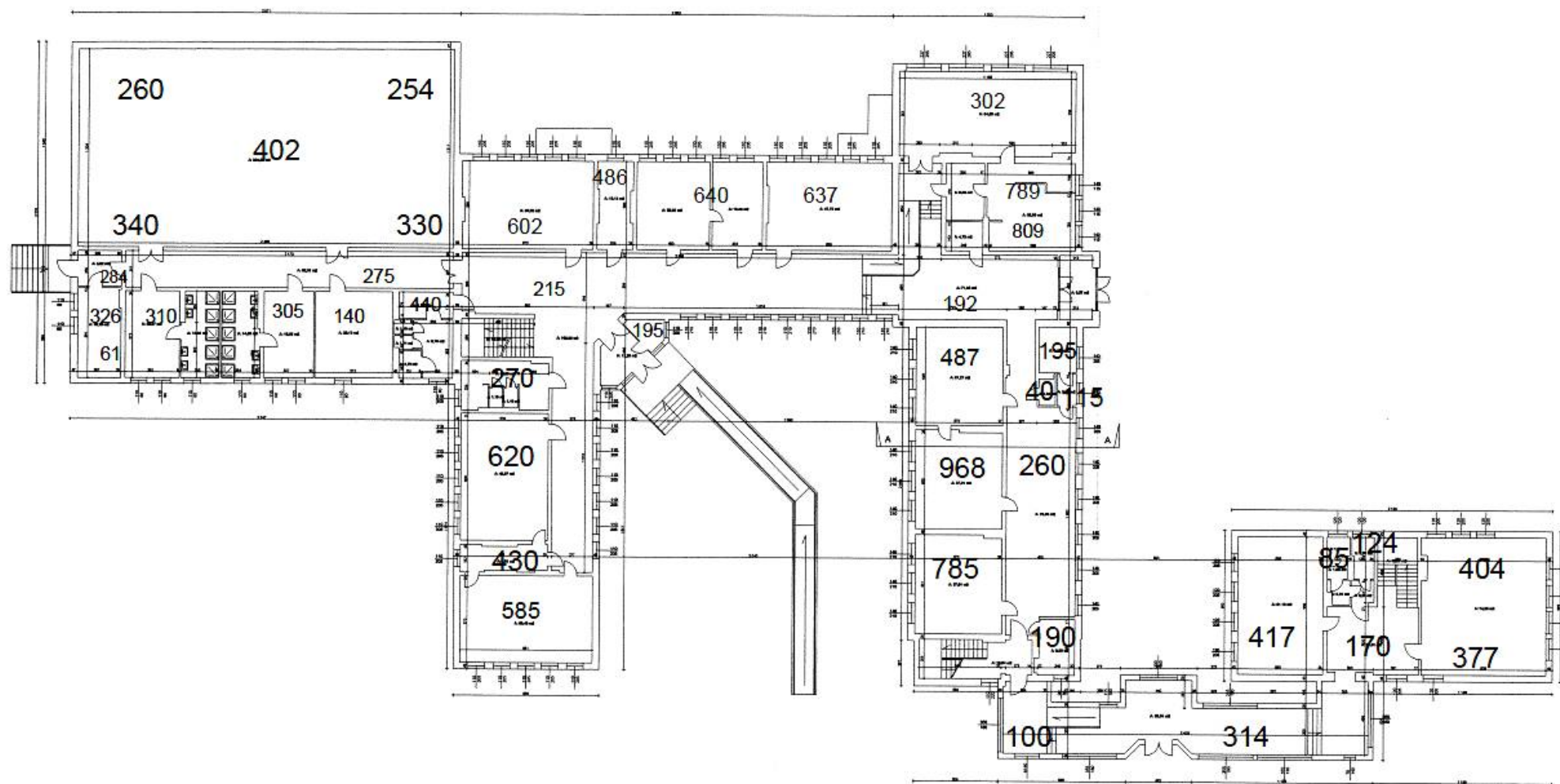
Równomierność natężenia oświetlenia nie zawsze jest spełniona. W przypadku klas szkolnych może być to wynikiem doświetlenia tablic szkolnych dodatkowymi oprawami.

Wnioski:

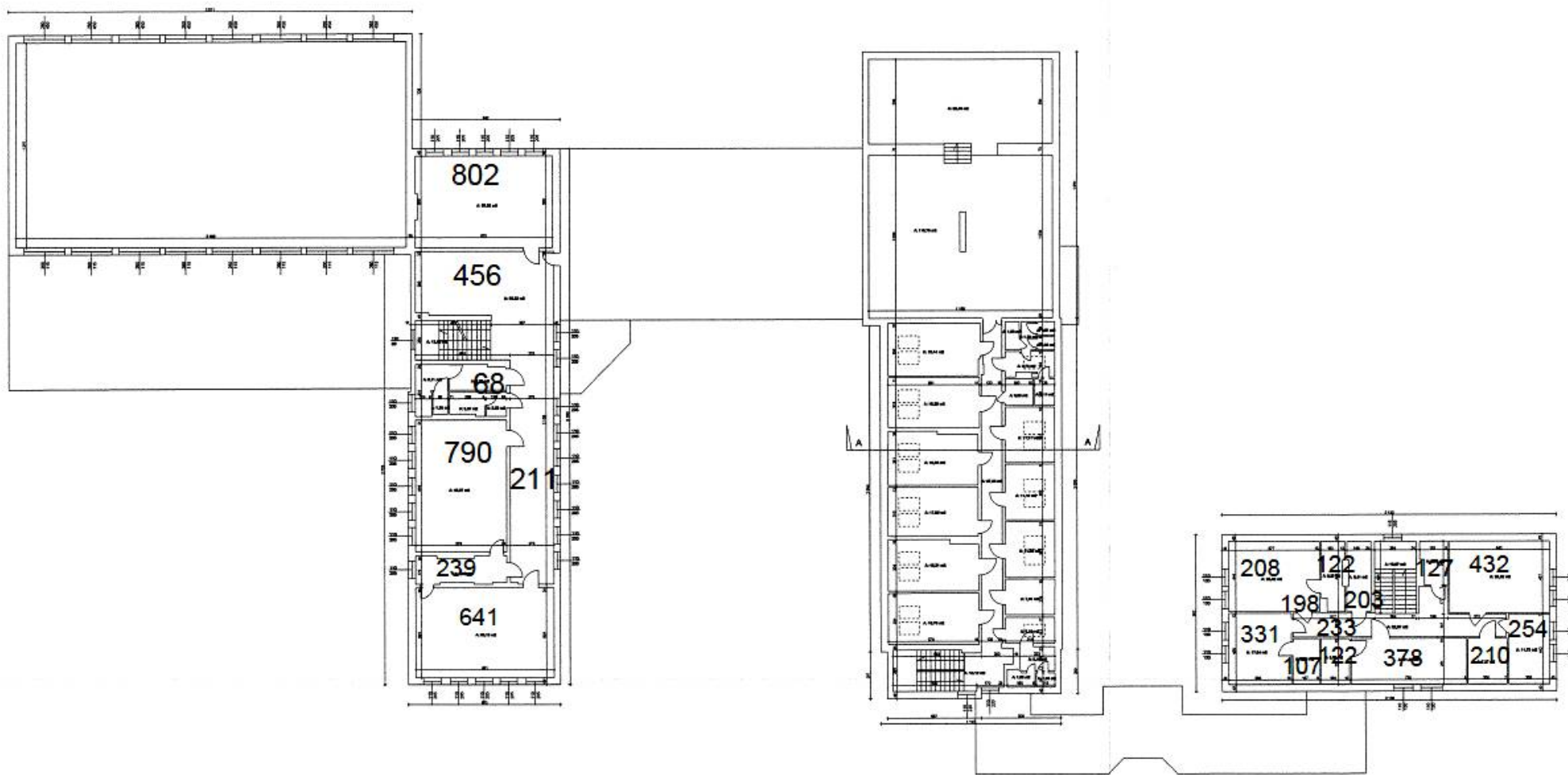
Przeprowadzone pomiary natężenia oświetlenia w budynkach kompleksu szkolnego pozwalają na rozważanie wariantów modernizacji z ograniczeniem liczby opraw oświetlenia lub zamianą źródeł światła w istniejących oprawach na źródła o mniejszym strumieniu światła.



Rysunek Z-3.1. Wyniki pomiarów natężenia oświetlenia w pomieszczeniach piwnic



Rysunek Z-3.2. Wyniki pomiarów natężenia oświetlenia w pomieszczeniach parteru



Rysunek Z-3.3. 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.....	2
2	Lokalizacja budynku i analiza nasłonecznienia dachu	2
2.1	Założenia	2
2.2	Lokalizacja budynku	3
2.3	Dokumentacja fotograficzna	4
2.4	Dane klimatyczne	7
3	Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu I.....	8
3.1	Warunki nasłonecznienia i wpływ zacielenia	8
3.2	Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej	13
3.2.1	Schemat ideowy elektrowni.....	13
3.2.2	Konfiguracja elektrowni.....	14
3.2.3	Zmienność produkcji energii	15
3.2.4	Moc elektrowni i produkcja roczna	17
3.3	Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku dla wariantu I	17
4	Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu II.....	18
4.1	Warunki nasłonecznienia i wpływ zacielenia	18
4.2	Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej	19
4.2.1	Konfiguracja elektrowni.....	19
4.2.2	Zmienność produkcji energii	20
4.2.3	Moc elektrowni i produkcja roczna	21
4.3	Analiza opłacalności instalacji słonecznych na budynku	22
4.3.1	Założenia	22
4.3.2	Wyniki obliczeń.....	22
4.3.3	Wnioski.....	25
5	Podsumowanie.....	25

1 Wstęp

Na podstawie analizy nasłonecznienia połaci dachowych budynków Samorządowej Szkoły Podstawowej w Orlu przy ul. Nadrzeczna 19 w istniejącym kształcie wytypowano powierzchnie pod zabudowę modułami PV typu polikrystalicznego.

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

Wariant I:

Elektrownie słoneczne na dachach budynków szkolnych o sumarycznej mocy 66,6 kW i rocznej produkcji energii ok. 51 MWh.

Moduły ustawione będą równolegle, zgodnie z pochyleniem dachów budynków.

Wariant II:

Elektrownia tylko na 3 budynkach o mocy łącznej 23 kW z produkcją pokrywającą część zapotrzebowania szkoły.

Moduły ustawione będą na południowych połaciach dachów budynków należących do segmentów B i C szkoły oraz wschodniej połaci dachu segmentu A.

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 okresach półrocznych w oparciu o współpracę z siecią krajowego systemu elektroenergetycznego.

W przypadku nadprodukcji i niezbilansowania energia będzie odsprzedawana po cenie hurtowej.

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 szkoły i wpływ zacienienia w przypadku budowy elektrowni na dachach przyjmując:

- ułożenie modułów zgodnie z pochyleniem dachów;
- dobrą wentylację między modułami i pokryciem dachowym;
- wykorzystanie modułów z ogniwami z krzemu polikrystalicznego;

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.

- 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.

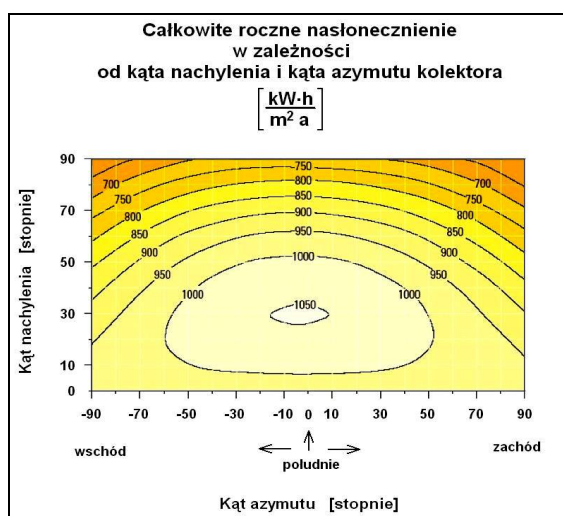
2.2 Lokalizacja budynku

Budynki szkoły zlokalizowane są w miejscowości Orle przy ulicy Nadrzecznej 19 na 54.6401 stopnia szerokości geograficznej północnej i 18.1647 stopnia długości geograficznej wschodniej.



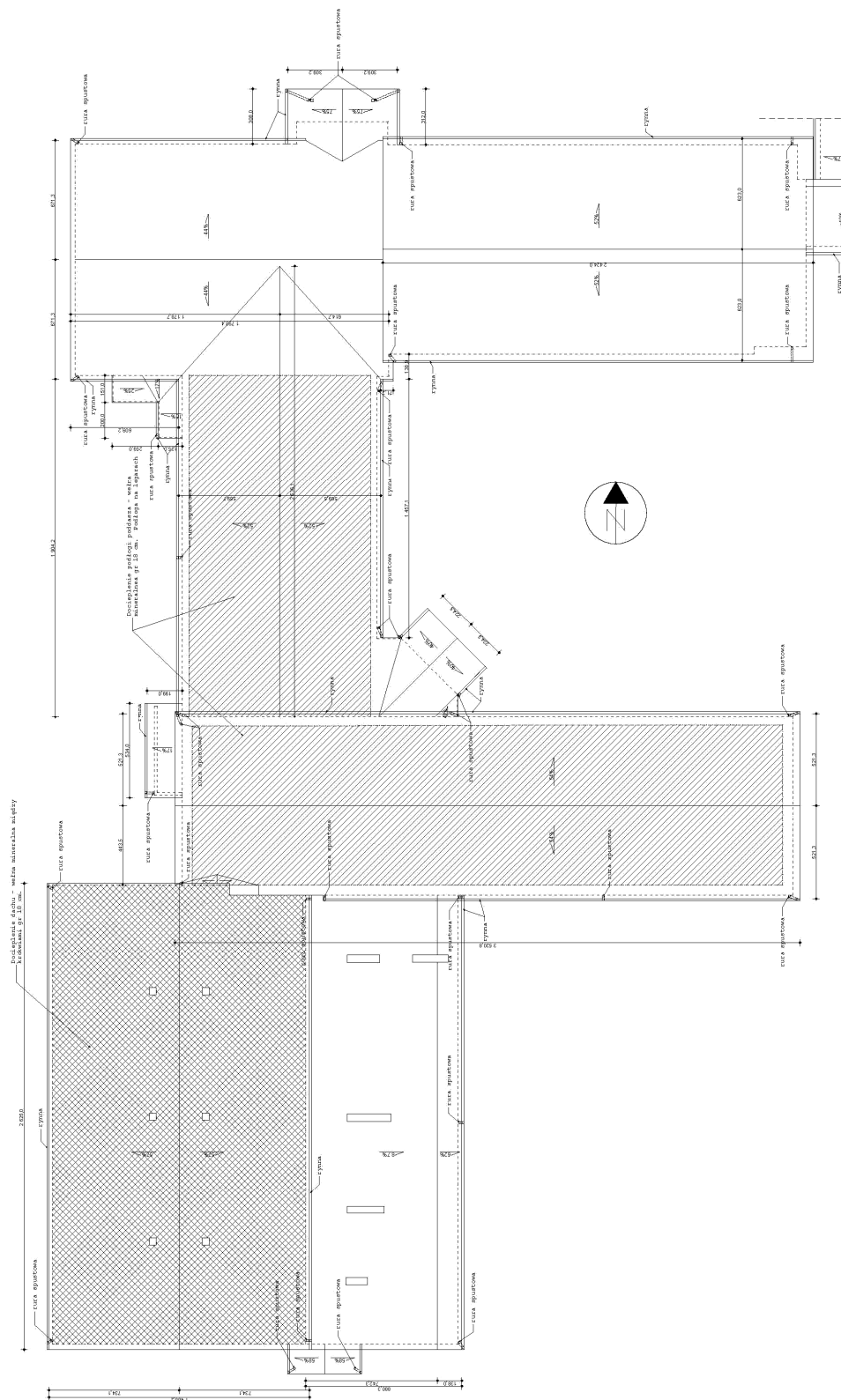
Rysunek 2.1 Lokalizacja budynku wg Google Maps

Budynki posiadają tylko część połaci dachowych zorientowanych prawie dokładnie na południe. Dlatego przewiduje się również wykorzystanie dachów o orientacji wschodniej i zachodniej. W przypadku elektrowni słonecznej z panelami słonecznymi zwróconymi na wschód lub zachód odnotowujemy około 20% stratę nasłonecznienia względem orientacji południowej mimo doboru optymalnego pochylenia konstrukcji wsporczej (rysunek poniżej).



Rysunek 2.2. Wpływ azymutu na roczną wartość nasłonecznienia powierzchni nachylonej

2.3 Dokumentacja fotograficzna



Rysunek 2.3. Rzut dachów szkoły - bez segmentu A



Rysunek 2.4. Widok segmentu A



Rysunek 2.5. Widok segmentu B



Rysunek 2.6. Widok segmentu C



Rysunek 2.7. Widok segmentu D – sala gimnastyczna

Na dachach budynków zlokalizowane są kominy wentylacyjne i okna połaciowe.

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 o sumarycznej mocy 66,6 kW i rocznej produkcji energii około 51 MWh.

3.1 Warunki nasłonecznienia i wpływ zacienienia

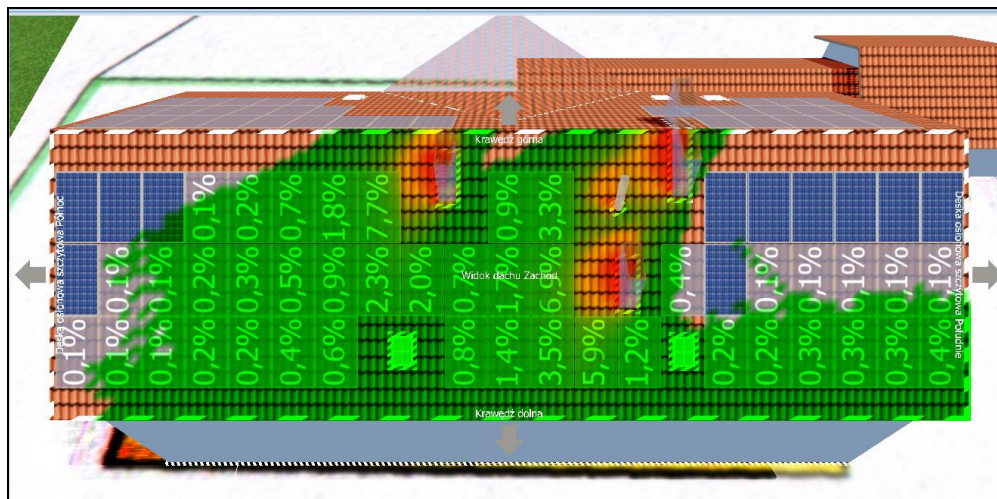
Na rysunku 3.1 przedstawiono koncepcję pokrycia dachów modułami PV. Tylko część każdego dachu może być pokryta modułami PV ze względu na kominy i okna.



Rysunek 3.1. Koncepcja pokrycia dachów szkoły modułami PV

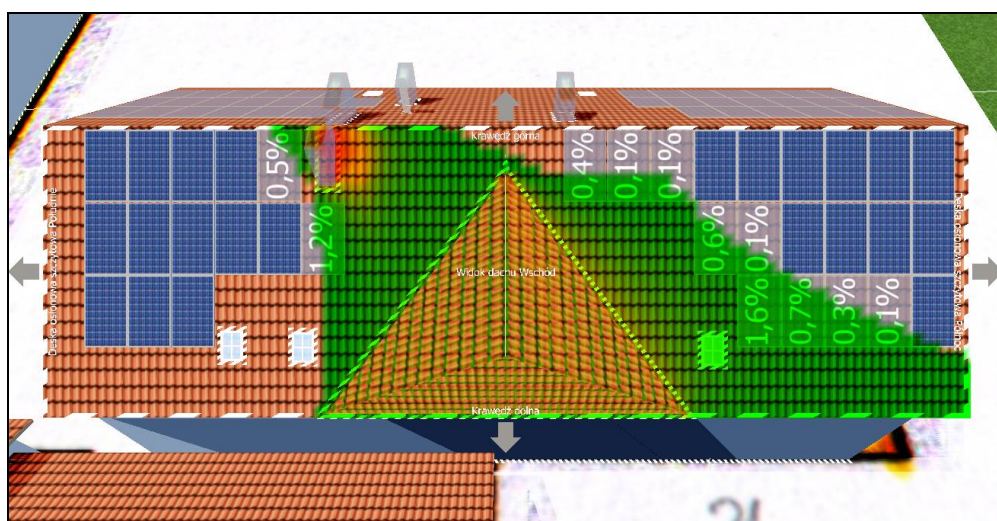
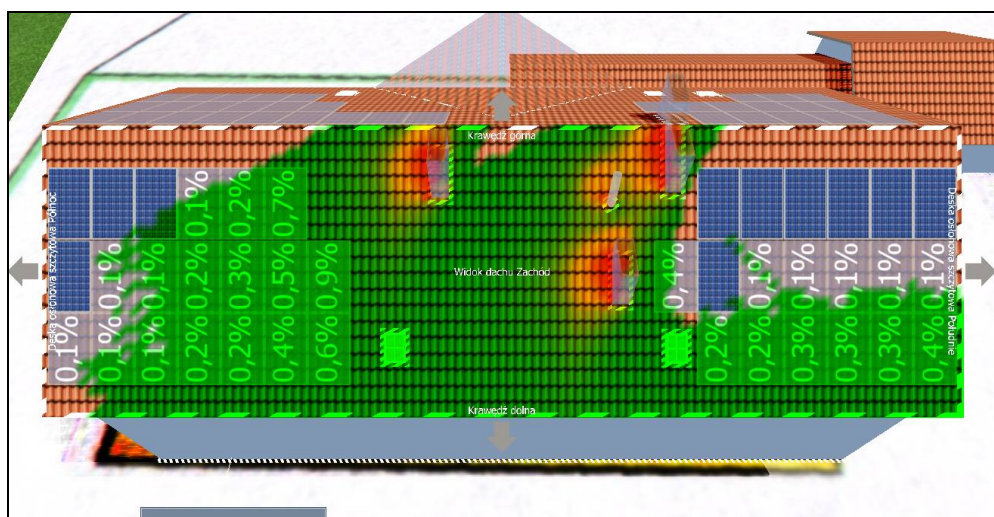
Kolejne rysunki prezentują warunki nasłonecznienia modułów fotowoltaicznych PV na poszczególnych dachach.

Rysunki 3.2 a-b przedstawiają warunki nasłonecznienia i rozplanowanie modułów na połaci dachowej budynku A.



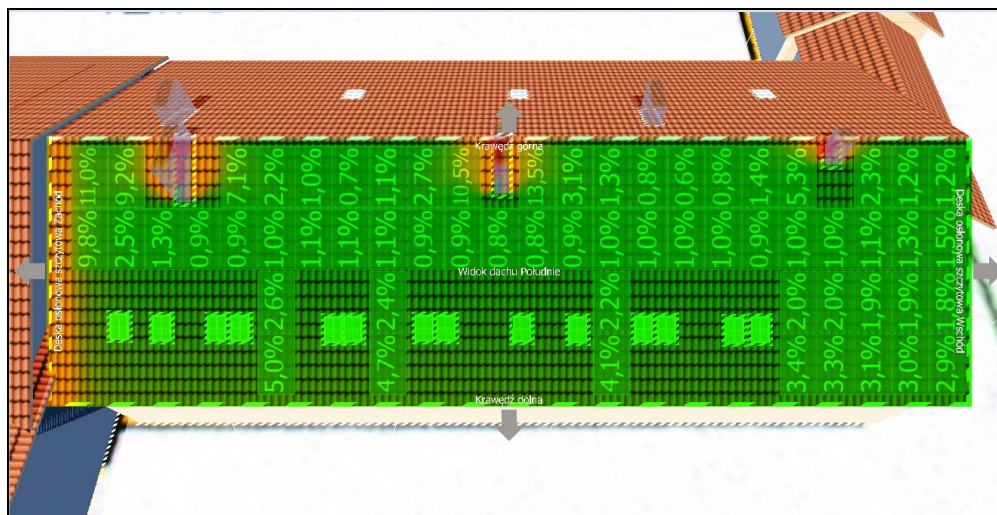
Rysunek 3.2a. Warunki nasłonecznienia modułów na połaci dachowej budynku A od strony zachodniej

Z części modułów zrezygnowano ze względu na gorsze warunki nasłonecznienia, co przedstawiono na kolejnym rysunku.



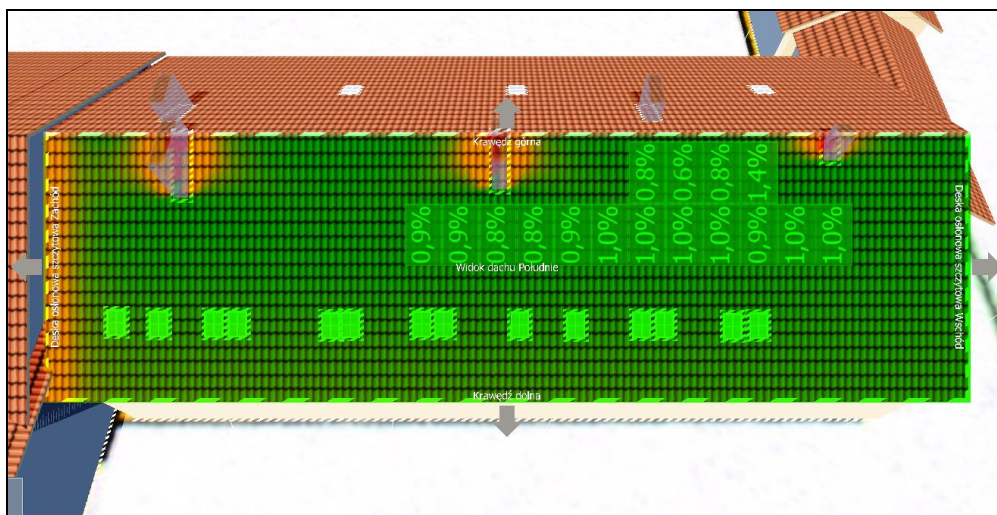
Rysunek 3.2b. Rozplanowanie modułów na połaci dachowej budynku A od strony zachodniej i wschodniej po uwzględnieniu nasłonecznienia

Rysunki 3.2 c-d przedstawiają warunki nasłonecznienia i rozplanowanie modułów na połaci dachowej budynku B.



Rysunek 3.2c. Warunki nasłonecznienia modułów na połaci dachowej budynku B od strony południowej

Z części modułów zrezygnowano ze względu na gorsze warunki nasłonecznienia, co przedstawiono na kolejnym rysunku.



Rysunek 3.2d. Rozplanowanie modułów na połaci dachowej budynku B od strony południowej po uwzględnieniu nasłonecznienia

Rysunki 3.2 e-f przedstawiają warunki nasłonecznienia i rozplanowanie modułów na połaci dachowej budynku C.



Rysunek 3.2e. Warunki nasłonecznienia modułów na połaci dachowej budynku C od strony południowej

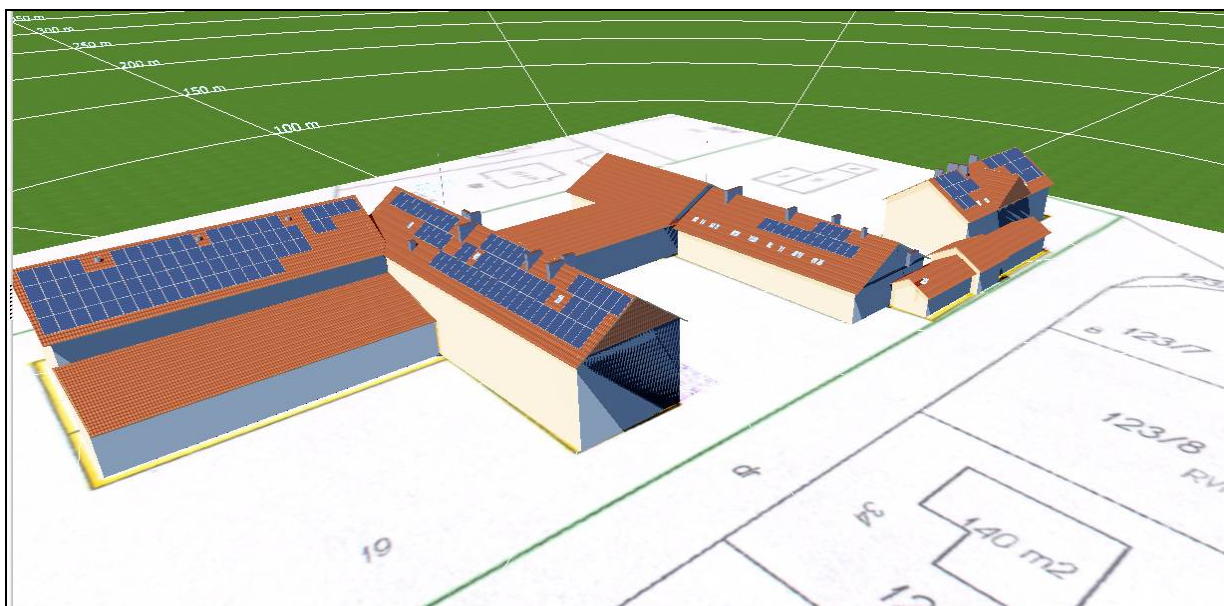
Z części modułów zrezygnowano ze względu na gorsze warunki nasłonecznienia, co przedstawiono na kolejnym rysunku.



Rysunek 3.2f. Rozplanowanie modułów na połaci dachowej budynku C od strony południowej po uwzględnieniu nasłonecznienia

Rysunki 3.2 g-i prezentują warunki nasłonecznienia i rozplanowanie modułów na połaciach dachowych budynku D (sali gimnastycznej).

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



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

Ze względu na:

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

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

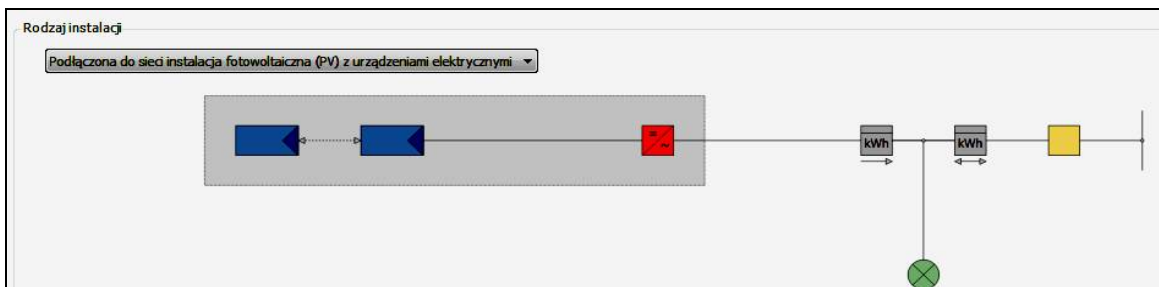
Problem częściowo można łagodzić poprzez odpowiednie łączenie modułów o podobnym nasłonecznieniu w łańcuch i przyłączanie ich do osobnych układów śledzenia optymalnego punktu pracy MPPT. Wymaga to jednak dużej pieczołowitości na etapie projektowania oraz instalowania elektrowni.

3.2 Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej

3.2.1 Schemat ideowy elektrowni

Założono, że elektrownia będzie współpracować 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.



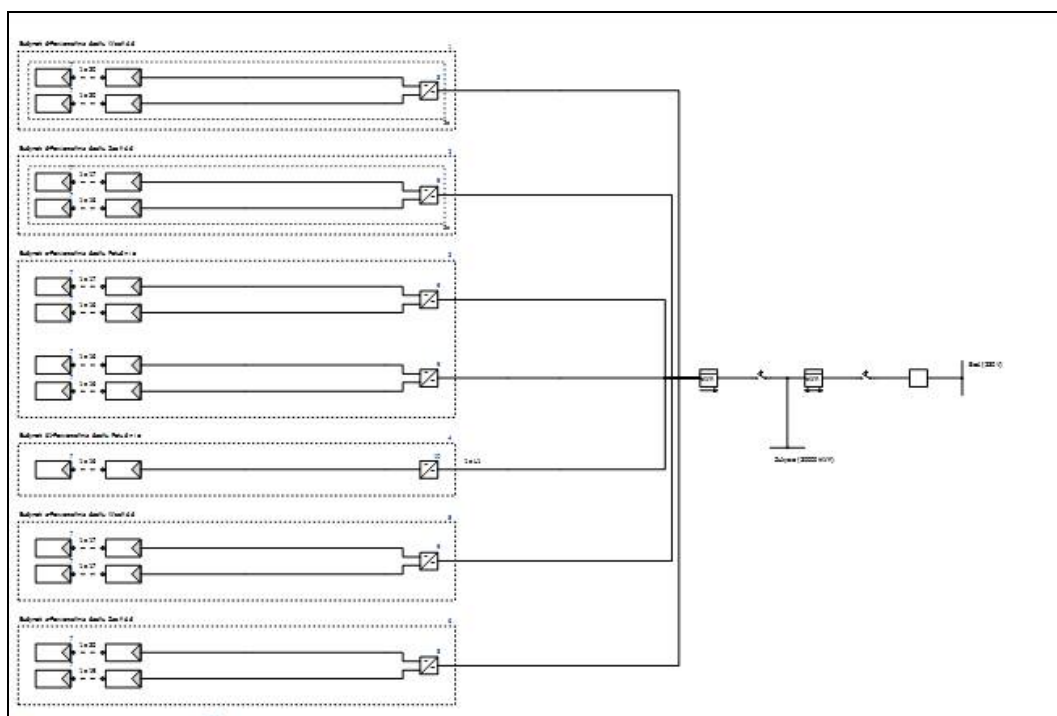
Rysunek 3.4. Schemat współpracy elektrowni słonecznej, instalacji odbiorczej i sieci elektroenergetycznej

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 333 moduły PV i 10 inwerterów: o mocy 3x8 kW, 6x7 kW i 1x3 kW.

Inwertery posiadają po 2 układy MPPT z łańcuchami po 16 do 20 modułów.



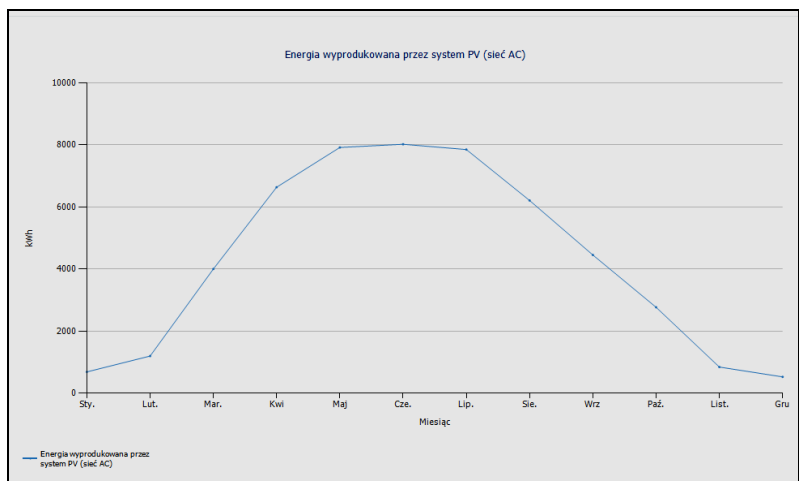
Konfiguracja		
↳ Budynek d-Powierzchnia dachu W...	2 x Falown. 1	Sunny Tripower 8000TL-20
	Producent	SMA Solar Technology AG
	Konfiguracja	MPP 1: 1 x 20 MPP 2: 1 x 20
↳ Budynek d-Powierzchnia dachu Za...	3 x Falown. 1	Sunny Tripower 7000TL-20
	Producent	SMA Solar Technology AG
	Konfiguracja	MPP 1: 1 x 16 MPP 2: 1 x 17
↳ Budynek c-Powierzchnia dachu Poł...	1 x Falown. 1	Sunny Tripower 7000TL-20
	Producent	SMA Solar Technology AG
	Konfiguracja	MPP 1: 1 x 16 MPP 2: 1 x 17
	1 x Falown. 2	Sunny Tripower 7000TL-20
	Producent	SMA Solar Technology AG
	Konfiguracja	MPP 1: 1 x 16 MPP 2: 1 x 16
↳ Budynek b1-Powierzchnia dachu P...	1 x Falown. 1	Sunny Boy 3000TLST-21
	Producent	SMA Solar Technology AG
	Konfiguracja	MPP 1: 1 x 16
↳ Budynek a-Powierzchnia dachu W...	1 x Falown. 1	Sunny Tripower 7000TL-20
	Producent	SMA Solar Technology AG
	Konfiguracja	MPP 1: 1 x 17 MPP 2: 1 x 17
↳ Budynek a-Powierzchnia dachu Za...	1 x Falown. 1	Sunny Tripower 8000TL-20
	Producent	SMA Solar Technology AG
	Konfiguracja	MPP 1: 1 x 19 MPP 2: 1 x 20

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

Dopuszczalny jest szereg innych, konkurencyjnych rozwiązań.

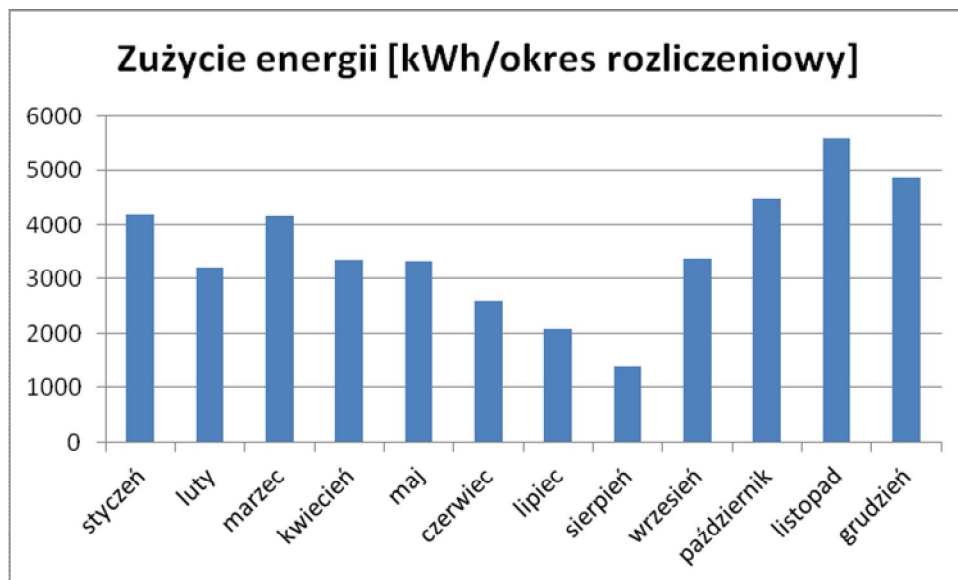
3.2.3 Zmienność produkcji energii

Produkcja energii charakteryzuje się silną roczną zmiennością. Wykres zamieszczony poniżej (rys. 3.5) potwierdza potrzeby 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

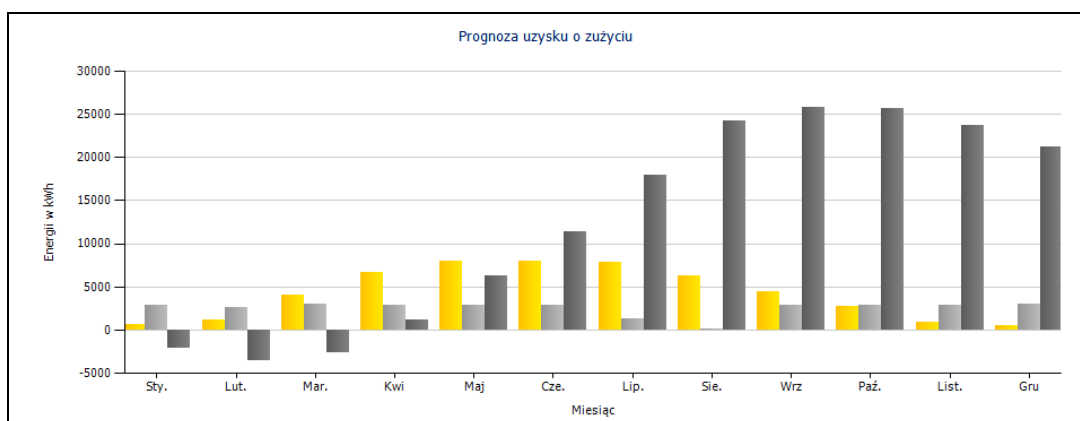
Wykres zamieszczony na rys. 3.6 przedstawia przyjęty profil obciążenia dla szkoły. Obciążenie to pokrywane jest przez elektrownię słoneczną współpracującą z siecią dystrybucji energii elektrycznej.



Rysunek 3.6. Profil obciążenia dla szkoły

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

W analizowanym wariantcie roczny bilans jest silnie dodatni (nadwyżka ponad 20 MWh/a), co oznacza, że 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 – 66,6 kW.

Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	51 168 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	768,29 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	75,0 %

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 dla wariantu I

W wariantcie I koncepcji budowy elektrowni słonecznej na dachach budynków kompleksu szkolnego w Orlu wystąpi nadprodukcja energii w znacznej ilości (rocznie ponad 20 MWh).

Ze względu na konieczność jej odsprzedaży po niskich cenach hurtowych wariant ten jest nieopłacalny i nie jest rekomendowany do realizacji.

4 Koncepcja budowy elektrowni słonecznej dla wariantu II

W analizowanym wariantcie rozpatruje się budowę mniejszej elektrowni słonecznej o mocy 23 kW pracującej na potrzeby własne szkoły.

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

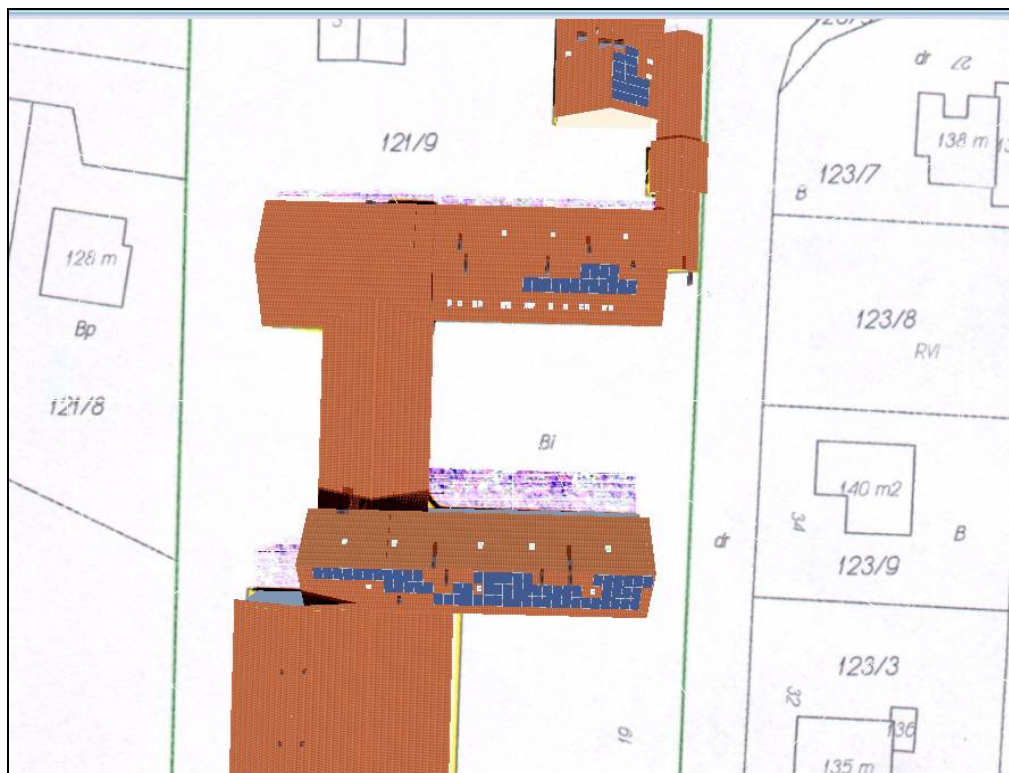
Szacuje się, że znaczna część wyprodukowanej energii zostanie natychmiast skonsumowana w budynkach szkoły. Reszta musi zostać zbilansowana w ciągu roku w oparciu o współpracę z siecią krajowego systemu elektroenergetycznego. Tylko dzięki bilansowaniu w oparciu o system elektroenergetyczny można osiągnąć 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

Warunki nasłonecznienia połaci dachowych są analogiczne do przeanalizowanych w pkt. 3.1. W porównaniu z poprzednim wariantem w wariantcie II zrezygnowano z budowy elektrowni na części połaci dachowych kompleksu szkolnego.

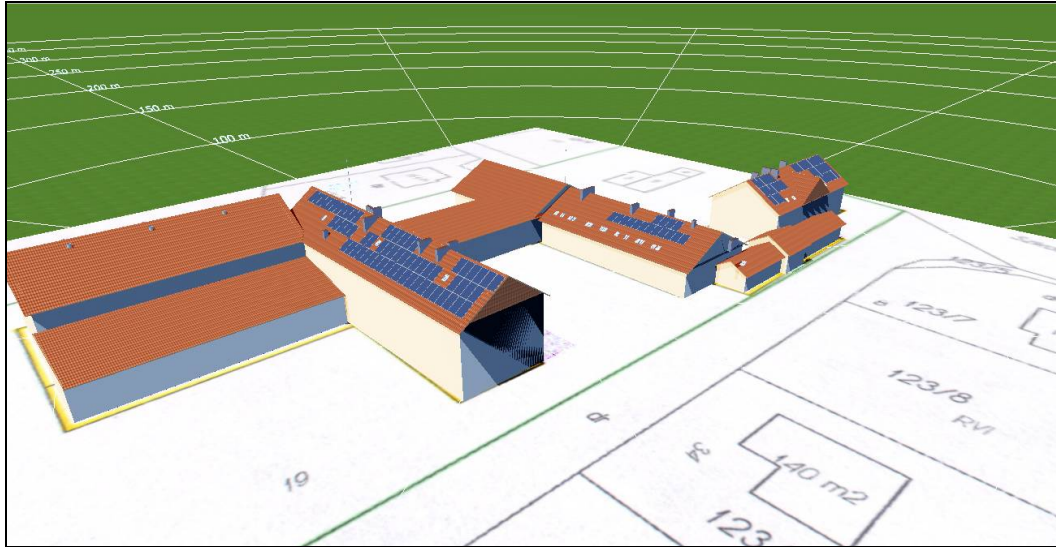
Na rysunku poniżej przedstawiono koncepcję pokrycia dachu modułami PV dla wariantu II.



Rysunek 4.1. Koncepcja pokrycia dachu modułami PV

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.

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



Rysunek 4.2. Widok z góry modelu 3D budynków, obiektów zaciemniających oraz dobranych paneli fotowoltaicznych

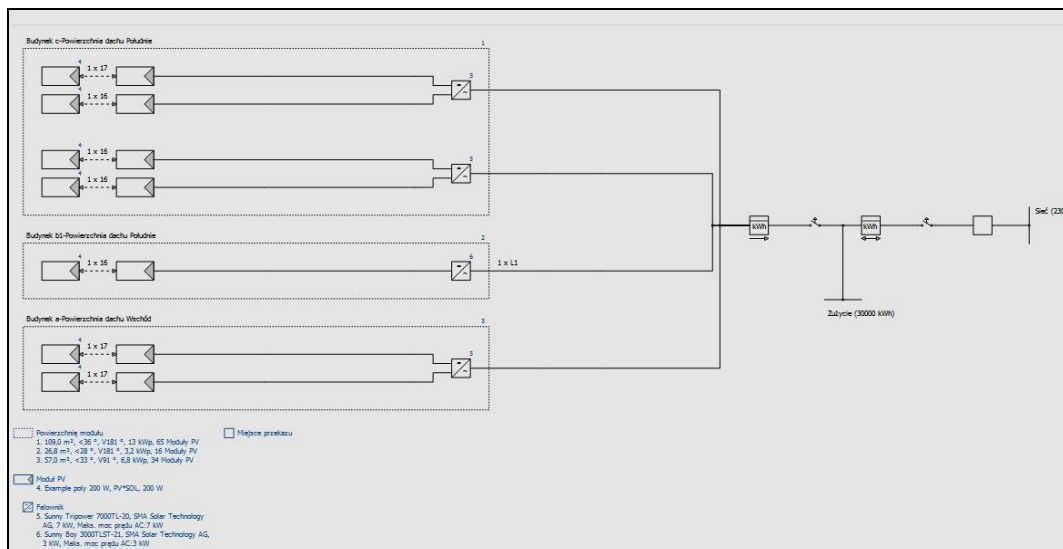
4.2 Charakterystyka techniczna elektrowni słonecznej

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 115 modułów PV i 4 inwertery: o mocy 3x7 kW i 1x3 kW..

Inwertery posiadają po 2 układy MPPT z łańcuchami po 16 do 20 modułów.



Rysunek 4.3. Schemat ideowy połączeń modułów, inwerterów i sieci odbiorczo-rozdzielczej

Konfiguracja

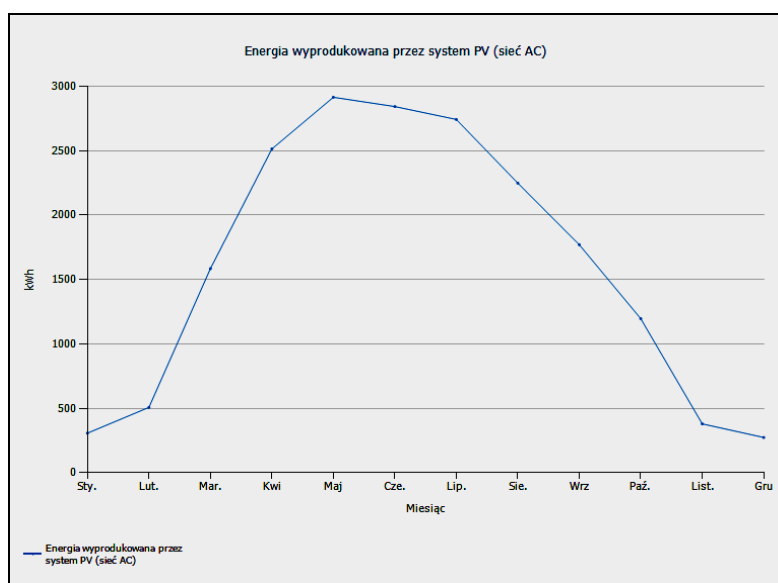
▼ Budynek c-Powierzchnia d...	
1 x Falown. 1	Sunny Tripower 7000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 16 MPP 2: 1 x 17
1 x Falown. 2	Sunny Tripower 7000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 16 MPP 2: 1 x 16
▼ Budynek b1-Powierzchnia ...	
1 x Falown. 1	Sunny Boy 3000TLST-21
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 16
▼ Budynek a-Powierzchnia d...	
1 x Falown. 1	Sunny Tripower 7000TL-20
Producent	SMA Solar Technology AG
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 17 MPP 2: 1 x 17

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

Dopuszczalny jest szereg innych, konkurencyjnych rozwiązań.

4.2.2 Zmienność produkcji energii

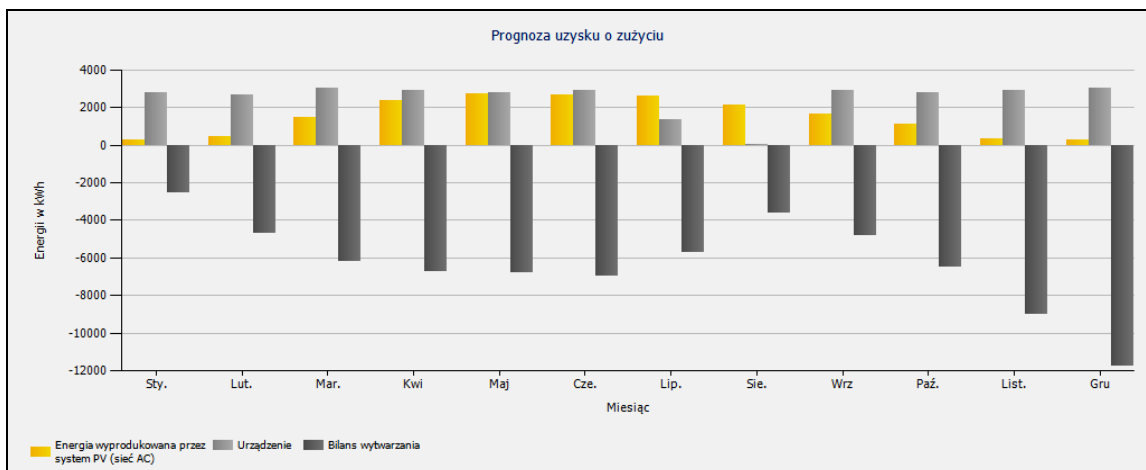
Produkcja energii charakteryzuje się silną roczną zmiennością. Wykres zamieszczony poniżej (rys. 4.4) potwierdza potrzeby współpracy z krajowym systemem elektroenergetycznym i bilansowania w oparciu o ten system produkcji i zużycia energii w budynku.



Rysunek 4.4. Energia wyprodukowana przez system PV - wariant II

Wykres zamieszczony na rys. 4.5 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 4.5. 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 wariancie elektrowni słonecznej takie zagrożenie nie występuje.

4.2.3 Moc elektrowni i produkcja roczna

Moc generatora PV	23 kWp
Spec. uzysk roczny	838,61 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	75,2 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacielenia	1,4 %/rok
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	19 288 kWh/rok
Regulacja w punkcie zasilania	0 kWh/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	11 537 kg / rok

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 0,55 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 w szkole. 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. Uwzględniając przyjęty profil obciążenia dla SSP Orle wyznaczono, że udział energii bilansowanej w całości produkcji elektrowni wynosi 45% i przyjęto, że 15% z całości produkowanej w elektrowni słonecznej energii przepada na rzecz kosztów przedsiębiorstw energetycznych.

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

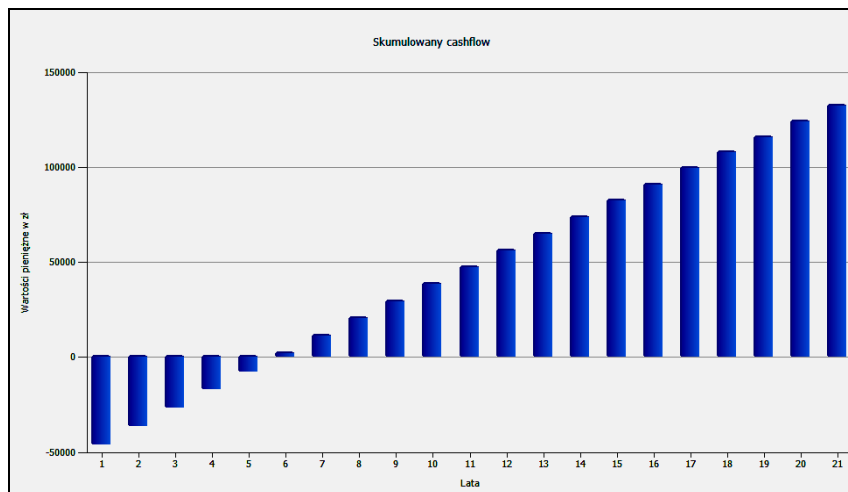
Poniżej zaprezentowano skumulowany przepływ kapitału oraz tabelę przepływów finansowych dla obu wariantów finansowania.

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	-186 714,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	130 699,80 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	9 886,93 zł	9 789,04 zł	9 692,12 zł	9 596,16 zł	9 501,15 zł
Roczny cashflow	-46 127,27 zł	9 789,04 zł	9 692,12 zł	9 596,16 zł	9 501,15 zł
Skumulowany cashflow	-46 127,27 zł	-36 338,23 zł	-26 646,11 zł	-17 049,95 zł	-7 548,81 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]	9 407,08 zł	9 313,94 zł	9 221,72 zł	9 130,41 zł	9 040,01 zł
Roczny cashflow	9 407,08 zł	9 313,94 zł	9 221,72 zł	9 130,41 zł	9 040,01 zł
Skumulowany cashflow	1 858,27 zł	11 172,20 zł	20 393,92 zł	29 524,34 zł	38 564,35 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]	8 950,51 zł	8 861,89 zł	8 774,15 zł	8 687,28 zł	8 601,26 zł
Roczny cashflow	8 950,51 zł	8 861,89 zł	8 774,15 zł	8 687,28 zł	8 601,26 zł
Skumulowany cashflow	47 514,86 zł	56 376,75 zł	65 150,90 zł	73 838,18 zł	82 439,44 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]	8 516,10 zł	8 431,78 zł	8 348,30 zł	8 265,65 zł	8 183,81 zł
Roczny cashflow	8 516,10 zł	8 431,78 zł	8 348,30 zł	8 265,65 zł	8 183,81 zł
Skumulowany cashflow	90 955,54 zł	99 387,33 zł	107 735,63 zł	116 001,28 zł	124 185,08 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%)

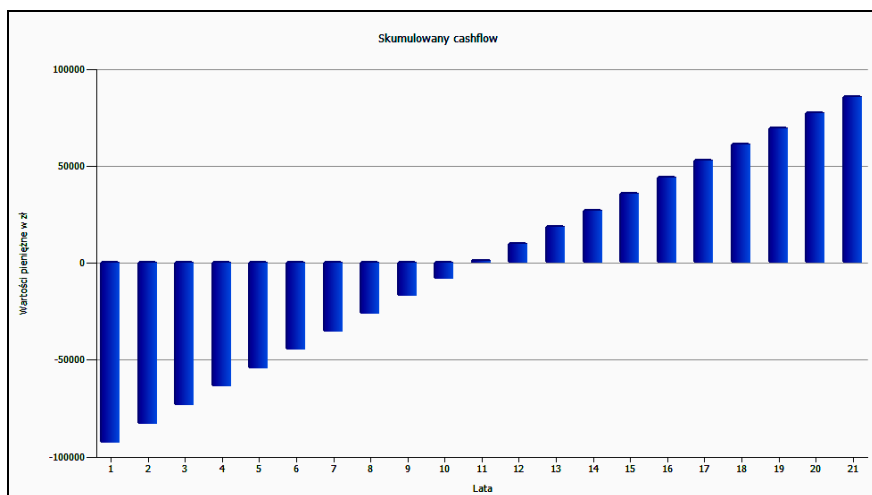
Dodatnią wartość skumulowanych przepływów finansowych odnotowujemy w 11 roku (wykres poniżej).

	rok 1	rok 2	rok 3	rok 4	rok 5
Inwestycje	-186 714,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Należności	84 021,30 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
Oszczędności na zakupie energii [DM]	9 886,93 zł	9 789,04 zł	9 692,12 zł	9 596,16 zł	9 501,15 zł
Roczny cashflow	-92 805,77 zł	9 789,04 zł	9 692,12 zł	9 596,16 zł	9 501,15 zł
Skumulowany cashflow	-92 805,77 zł	-83 016,73 zł	-73 324,61 zł	-63 728,45 zł	-54 227,31 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]	9 407,08 zł	9 313,94 zł	9 221,72 zł	9 130,41 zł	9 040,01 zł
Roczny cashflow	9 407,08 zł	9 313,94 zł	9 221,72 zł	9 130,41 zł	9 040,01 zł
Skumulowany cashflow	-44 820,23 zł	-35 506,30 zł	-26 284,58 zł	-17 154,16 zł	-8 114,15 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]	8 950,51 zł	8 861,89 zł	8 774,15 zł	8 687,28 zł	8 601,26 zł
Roczny cashflow	8 950,51 zł	8 861,89 zł	8 774,15 zł	8 687,28 zł	8 601,26 zł
Skumulowany cashflow	836,36 zł	9 698,25 zł	18 472,40 zł	27 159,68 zł	35 760,94 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]	8 516,10 zł	8 431,78 zł	8 348,30 zł	8 265,65 zł	8 183,81 zł
Roczny cashflow	8 516,10 zł	8 431,78 zł	8 348,30 zł	8 265,65 zł	8 183,81 zł
Skumulowany cashflow	44 277,04 zł	52 708,83 zł	61 057,13 zł	69 322,78 zł	77 506,58 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 11 roku eksploatacji.

4.3.3 Wnioski

Oszacowane nakłady inwestycyjne w wariantcie II budowy elektrowni słonecznej pracującej na potrzeby własne budynków kompleksu szkolnego wynoszą 186 714 zł.

Koszty inwestycyjne pomniejszane są o dotację w wysokości 130 700 zł (wariant II A – 70% dofinansowania) lub w wysokości 84 021 zł (wariant II B – 45% dofinansowania).

Roczne oszczędności na zakupie energii elektrycznej wynoszą około 9 900 zł w pierwszym roku eksploatacji i spadają do 8 180 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 kształtuje się na poziomie 6 lat (przy dofinansowaniu 70%) i 11 lat (przy dofinansowaniu 45%).

Wariant II budowy elektrowni słonecznej jest rekomendowany do realizacji.

5 Podsumowanie

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

Elektrownia zostanie zlokalizowana na dachach budynków należących do segmentów B i C szkoły oraz na wschodniej pości dachu segmentu A.

Moc elektrowni - 23 kW.

Roczna produkcja energii - 19 288 kWh/rok *

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

Szacunkowe nakłady inwestycyjne - 186 714 zł.

Okres zwrotu środków własnych poniesionych na budowę elektrowni:

- a) przy dofinansowaniu w wysokości 70% - 6 lat;
- b) przy dofinansowaniu w wysokości 45% - 11 lat.

Roczne oszczędności na zakupie energii elektrycznej wynoszą około 9 900 zł w pierwszym roku eksploatacji i spadają do 8 180 zł w dwudziestym roku eksploatacji elektrowni.

Produkcja elektrowni będzie pokrywała około 57% potrzeb własnych szkoły.

*) - *Elektrownia słoneczna na dachu SSP w Orlu produkuje rocznie około 21,8 MWh. Z tego natychmiast jest konsumowane około 10,8 MWh (tzw. konsumpcja własna energii), a ponad 11 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 (ok. 2,5 MWh) przepada na rzecz kosztów dystrybucji energii, a reszta w ilości 8,5 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.