

# **Audyt oświetlenia**

## **Budynek Zespołu Szkół w Ostrówku**

ul. Warszawska 2, 05-205 Klembów

**INWESTOR:** Urząd Gminy Klembów  
ul. Gen. F. Żymirskiego 38,  
05-205 Klembów

Warszawa, styczeń 2016 r.

**1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO BUDYNKU**

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Budynek użyteczności publicznej	<b>1.2 Rok budowy</b>	1938/1998r.
<b>1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)</b>	Urząd Gminy Klembów ul. Gen. F. Żymirskiego 38, 05-205 Klembów tel. (29) 753-88-00 fax: (29) 777-90-85	<b>1.4 Adres budynku</b>	Zespół Szkół w Ostrowku ul. Warszawska 2 05-205 Klembów pow. wołomiński woj. mazowieckie
<b>2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt:</b> Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A., regon 010691500, ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa; tel. (22) 50 54 661			
<b>3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:</b> mgr Marek Mazur, ul. Pokorna 2/221, 00-199 Warszawa, Audytor systemów zarządzania ISO 14001 i ISO 50001 - Autoryzacja DEKRA <div style="text-align: right;"><i>Marek Mazur</i></div>			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje:</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	mgr inż. Justyna Kozuń	Obliczanie mocy układów oświetlenia, analiza oprav	Inżynier energetyk, WAT im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie
<b>5. Miejscowość:</b>	Warszawa	<b>data wykonania opracowania:</b>	2016-01-14
<b>6. Spis treści</b>			
1	Strona tytułowa audytu oświetlenia wbudowanego budynku _____		1
2	karta audytu oświetlenia wbudowanego budynku _____		2
3	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora _____		2
4	Inwentaryzacja oświetlenia _____		5
5	zgodność z normami oświetlenia _____		13
6	Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć modernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego _____		16
7	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego _____		16
8	Podsumowanie _____		23
9	Załączniki _____		23



**2 KARTA AUDYTU OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO BUDYNKU**

<b>1. Dane ogólne</b>			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Konstrukcja tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	nie dotyczy	
4.	Powierzchnia użytkowa, rozpatrywana [m <sup>2</sup> ]	2759,4	
5.	Liczba osób użytkujących budynek	545	
6.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	nie dotyczy	
7.	Oświetlenie wewnętrzne	Głównie w oparciu o świetlówki linowe z zapłonikiem elektronicznym, świetlówki kompaktowe, źródła liniowe	
8.	Ilość opraw szt.	265	
<b>2. Charakterystyka energetyczna oświetlenia wbudowanego budynku</b>		<b>Stan przed modernizacją</b>	<b>Stan po modernizacji</b>
9.	Instalacja elektryczna – oświetlenie [kW]	46,2	11,1
10.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [kWh/rok]	86826	29776
11.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [GJ/rok]	312,57	107,20
<b>3. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
12.	Opłata za dostawę energii elektrycznej 1kWh na oświetlenie [zł]	0,6971	0,6971
<b>4. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego</b>			
Planowana kwota dotacji 30%[zł]	36182,1	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	66
Planowane koszty całkowite [zł]	120607,0	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	39769,53

**3 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA****3.1 Cel pracy**

Celem opracowania jest wskazanie ekonomicznie uzasadnionych działań prowadzących do obniżenia zapotrzebowania na energię elektryczną układów oświetlenia wewnętrznego w budynku Zespołu Szkół w Ostrówku, ul. Warszawska 2, 05-205 Klembów. W szczególności celem audytu jest analiza możliwości wykorzystania wydajnych opraw, nowoczesnych źródeł



światła o wyższej klasie energetycznej oraz układów automatycznego sterowania natężeniem oświetlenia.

### 3.2 Dokumentacja projektowa

- Rzuty kondygnacji (zdjęcia dokumentacji).

### 3.3 Inne dokumenty:

- aktualne ceny nośnika energii dostarczone przez inwestora,
- zużycie energii elektrycznej z faktur,
- dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródeł światła, instalacji, itp.
- wizja lokalna,
- obowiązujące normy i rozporządzenia:
  - Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej (...).
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku (...).
  - Ustawa z dnia 31 grudnia 2015 r. o zmianie ustawy o efektywności energetycznej.
  - Ustawa z dnia 31 grudnia 2015 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz ustawy - Prawo energetyczne.
  - Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz. U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625, z późn. zm.)
  - Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 2 lipca 2007 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie energią elektryczną (Dz. U. z 2007 r. Nr 128, poz. 895 z późn. zm.), zwane dalej „rozporządzeniem taryfowym”.
  - Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. z 2007 r. Nr 93, poz. 623 z późn. zm.), zwane dalej „rozporządzeniem systemowym”.





- Ustawa z dnia 15.04.2011 r. o efektywności energetycznej
- Ustawa z dnia 29 czerwca 2007 r. o zasadach pokrywania kosztów powstałych u wytwórców w związku z przedterminowym rozwiązaniem umów długoterminowych sprzedaży mocy i energii elektrycznej (Dz. U. z 2007 r. Nr 130, poz. 905 z późn. zm.) zwana dalej „ustawą o rozwiązaniu KDT”.
- Norma PN-EN 12464-1: 2012 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy.
- Polska Norma PN-IEC60364-5-559: 2003. - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Inne wyposażenie. Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe.

### 3.4 Wizja lokalna

- styczeń 2016

### 3.5 Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia modernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia:

Inwestor zamierza pozyskać dofinansowanie w maksymalnej możliwej wielkości w formie dotacji lub pożyczki. Wkład własny Inwestora w przypadku zaciągnięcia kredytu modernizacyjnego nie powinien przekraczać sumy podanej w poniższej tabeli.

Udział środków własnych Inwestora z kosztów podlegających pod kredyt modernizacyjny	nie zdefiniowano
---	------------------

<b>Maksymalna wartość kredytu</b>	nie zdefiniowano
-----------------------------------	------------------

### 3.6 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

Zlecniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu:

- Instalacja oświetlenia wewnętrznego wymaga modernizacji w zakresie zmniejszenia zużycia energii elektrycznej, sterowania oraz poprawy warunków oświetleniowych. Z powodu znacznych kosztów eksploatacyjnych potrzebne jest usprawnienie układów oświetlenia wewnętrznego,



- obniżenie zużycia energii elektrycznej, a tym samym kosztów na potrzeby oświetlenia wbudowanego,
- uzyskanie dotacji lub pożyczki na wykonanie działań modernizacyjnych ze środków NFOŚ, WFOŚ, GIS, POIŚ, RPO lub podobnych.

## 4 INWENTARYZACJA OŚWIETLENIA

### 4.1 Lokalizacja budynku



Lokalizacja obiektu przy ul. Warszawskiej 2 w Ostrówku

### 4.2 Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Rozpatrywany budynek trzy kondygnacyjny, podpiwniczony. W piwnicy znajdują się pomieszczenia ogrzewane np. szatnie. Ściany zewnętrzne:

- ściany piwnic wykonane są z cegły ceramicznej pełnej – grubość 42 cm
- ściany części starej wykonane są z cegły dziurawki – grubość 63 cm
- ściany korpusu głównego wykonane są z cegły dziurawki – grubość 42 cm
- ściany Sali sportowej i łącznika wykonane są z cegły dziurawki i ocieplone styropianem o grubości 8 cm – grubość 47,5 cm

Budynek przykryty jest trzema rodzajami stropów:

- nad salą sportową płyty warstwowe o grubości 12 cm wypełnione wełną mineralną
- nad łącznikiem strop drewniany wypełniony 18 cm wełny mineralnej



- nad korpusem głównym i częścią starą strop drewniany wypełniony wełną mineralną o grubości 16 cm

Opis techniczny podstawowych elementów budynku - stolarka okienna i drzwiowa:

W budynku znajdują się trzy rodzaje okien. Najwięcej jest okien w ramie drewnianej z szybą zespoloną, jednokomorową z lat 90. Okna które wymagały wymiany zostały zastąpione przez okna PCV z szybą zespoloną jednokomorową (około 5 lat temu). Dodatkowo w ramach ostatniej rozbudowy zamontowano 49 okien połaciowych w ramie drewnianej z szybą zespoloną jednokomorową.

Główne wejścia do budynku znajdują się od strony północno-zachodniej. Zestawienie powierzchni poszczególnych pomieszczeń podano w tabeli oraz rzutach, dostarczonych przez inwestora – załączniki 1 i 2.

#### **4.3 Stan istniejący, dotyczący zastosowanego oświetlenia**

Audyt wykonano na podstawie wizji lokalnej, inwentaryzacji oraz dokumentacji dostarczonej przez Zamawiającego. Oświetlenie ogólne zainstalowane jest naściennie nastropowo lub podwieszane. We wszystkich typach pomieszczeń wykorzystuje się głównie oświetlenie żarowe, fluorescencyjne, liniowe i kompaktowe o barwie neutralnej 4000K. W większości sal lekcyjnych zamontowano oprawy podwieszane 1x100W z rastrem wykonanym z tworzywa sztucznego. W niektórych klasach podwieszono oprawy liniowe T8 typu raster 2x36W z zapłonikiem magnetycznym. W jednym z pomieszczeń znajdują się oprawy typu raster 1x36W. W korytarzach i klatkach schodowych zamontowano oprawy podwieszone 1x100W, oprawy z ryflowanym lub mlecznym kloszem 1/2x18W z zapłonikiem magnetycznym oraz plafonierę ze świetłówkami kompaktowymi 1/2x26W. W toaletach i pomieszczeniach socjalnych zamontowano głównie plafonierę z tradycyjnymi żarówkami 60/100W E27 oraz świetłówkami kompaktowymi 1/2x24/26W. W Sali gimnastycznej zainstalowano oprawy E40/150W z zapłonikiem magnetycznym. Większość opraw jest sprawna i nie wymaga wymiany.

Przeprowadzone w trakcie inwentaryzacji pomiary natężenia oświetlenia wykazały zróżnicowane spełnienie wymogów normatywnych. W odniesieniu do pomieszczeń z dostępem do oświetlenia dziennego badanie wykazało spełnienie wymagań normatywnych dla większości stanowisk przy oknach oraz brak spełnienia norm najdalej oddalonych od okien, w szczególności przy wyłączonym oświetleniu sztucznym. Oświetlenie



płaszczyzny roboczej w tych pomieszczeniach przy całkowitym włączeniu oświetlenia ogólnego wahało się od 200 do 800 lx. W łazienkach bez dostępu do światła dziennego, pomiar natężenie oświetlenia wyniósł od 90 do 250lx. W pomieszczeniach socjalnych i technicznych, gdzie zamontowano oprawy świetlówkowe z ryflowanym kloszem natężenie oświetlenia wahało się od 80 do 120lx.

Duże powierzchnie okien zapewniają dostęp do światła dziennego, stąd też oświetlenie sztuczne włączane jest sporadycznie, wyłącznie podczas zajęć. Podczas wywiadu i wizji lokalnej ustalono, że Zespół Szkół w sposób świadomy oszczędza energię elektryczną.

#### 4.4 Metoda badań

Obliczenia zapotrzebowania na oświetlenie budynku wykonano 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, i zapisem § 4 pkt 2.

Modernizacja opraw oświetleniowych lub źródeł światła znajduje się na liście Załącznika nr 1 Rozporządzenia jako pozycja 6 wśród przedsięwzięć, dla których audyt może być wykonany w sposób uproszczony według metodologii określonej w Rozporządzeniu w § 6 pkt 1. Do sporządzenia audytu w sposób uproszczony wykorzystuje się dane i metody określania ilości energii zaoszczędzonej:

$$\Delta Q_{\text{rok}} = Q_{k,L,\text{pocz}} - Q_{k,L,\text{kon}} \quad \text{kWh / rok} \quad (1)$$

gdzie:

$Q_{k,L,\text{pocz}}$	zapotrzebowanie na energię do oświetlenia budynku przed modernizacją	kWh/rok
$Q_{k,L,\text{kon}}$	zapotrzebowanie na energię do oświetlenia budynku po modernizacji	kWh/rok

W celu przeprowadzenia audytu bilansowego przeanalizowano dopuszczone przez Rozporządzenie usprawnienia umożliwiające uzyskanie oszczędności energii: zastosowanie bardziej energooszczędnych źródeł światła lub opraw oświetleniowych, systemów automatycznego sterowania wydajnością i parametrami oświetlenia, optymalizację czasu załączania oświetlenia oraz wprowadzenie sekcji oświetleniowych w zależności od przeznaczenia oświetlanych stref i pomieszczeń.



Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27 lutego 2015 roku zapotrzebowanie na energię na potrzeby oświetlenia należy wyznaczać w oparciu o polską normę PN-EN 15193.

Roczne zapotrzebowania na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia  $Q_{k,L}$  oblicza się według wzoru:

$$Q_{k,L} = LENI \times A_L \quad \text{kWh/rok} \quad (2)$$

gdzie:

LENI	liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków – wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia	kWh/(m <sup>2</sup> rok)
$A_L$	powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia równa powierzchni przyjętej do obliczenia wskaźnika LENI	m <sup>2</sup>

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną przez system oświetlenia wbudowanego:

$$Q_{p,L} = Q_{k,L} \times w_{el} \quad \text{kWh/rok} \quad (3)$$

gdzie:

$Q_{k,L}$	roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia	kWh/rok
$w_i$	współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie: a) nośnika energii lub energii dla systemu ogrzewania (współczynnik $w_H$ ), b) nośnika energii lub energii dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej (współczynnik $w_W$ ), c) nośnika energii lub energii dla systemu chłodzenia (współczynnik $w_C$ ), <b>d) energii elektrycznej (współczynnik <math>w_{el}</math>)</b>	–

Przyjęto współczynnik nakładu  $w_i = 3,0$ , na podstawie tabeli 1 (Lp. 15) załącznika nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015r..



Lp.	Sposób zasilania budynku lub części budynku w energię	Rodzaj nośnika energii lub energii	$w_i$
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku	Olej opałowy	1,10
2		Gaz ziemny	
3		Gaz płynny	
4		Węgiel kamienny	
5		Węgiel brunatny	
6		Energia słoneczna	0,00
7		Energia wiatrowa	
8		Energia geotermalna	
9		Biomasa	0,20
10		Biogaz	0,50
11	Ciepło sieciowe z kogeneracji	Węgiel kamienny lub gaz	0,80
12		Biomasa, biogaz	0,15
13	Ciepło sieciowe z ciepłowni	Węgiel kamienny	1,30
14		Gaz lub olej opałowy	1,20
15	Sieć elektroenergetyczna systemowa	Energia elektryczna	3,00

Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków LENI oblicza się na podstawie wzoru:

$$\text{LENI} = \{F_C \times (P_N / 1000) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)]\} + m + n \times \{5/t_y \times [t_y - (t_D + t_N)]\} \quad \text{kWh/m}^2 \text{ rok (4)}$$

gdzie:

$P_N$	jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru 6	W/m <sup>2</sup>
$t_D$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z tabelą 1	h/rok
$t_N$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z tabelą 1	h/rok
$t_0$	czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów $t_D$ i $t_N$ , zgodnie z tabelą 1	h/rok
$t_y$	liczba godzin w roku, 8760 h	h
$F_D$	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z tabelą 2	–
$F_O$	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z tabelą 3	–
$F_C$	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na podstawie wzoru 5	–
$m$	$m=1$ - gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie $m=0$	–
$n$	$n=1$ - gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie $n=0$	–





Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a		
		$t_p$	$t_N$	$t_o$
1	Biura	2250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitala	3000	2000	5000
4	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000

Tabela 1 Roczne odniesieniowe czasy użytkowania oświetlenia w budynkach

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_D$
1	Biura, budynki sportowo-rekreacyjne	Ręczna	1.0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.9
3	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
4		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

Tabela 2 Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynkach

*Uwaga – Założono, że co najmniej 60 % instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane*

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji <sup>1)</sup>	$F_o$
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Budynki sportowo-rekreacyjne,	Ręczna	1.0
4	Szpitala	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

Tabela 3 Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy

<sup>1)</sup> W przypadku automatycznej regulacji, co najmniej jeden czujnik obecności powinien być zainstalowany w pomieszczeniu a w pomieszczeniach dużych, co najmniej jednym czujnik obecności na 30m<sup>2</sup>. Założono, że w przypadku automatycznej regulacji, co najmniej 60 % instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane.

Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego oblicza się według wzoru:

$$F_C = (1 + MF) / 2 \quad W/m^2 \quad (5)$$

gdzie:

MF	współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja natężenia oświetlenia. W praktyce jego wartość wynosi przeważnie 0,8-0,9; gdy nie zastosowano regulacji to przyjmuje się 1	–
----	---	---

Jednostkową moc opraw oświetlenia ocenianego budynku  $P_N$  oblicza się na podstawie wzoru:



$$P_N = \Sigma P_{rzecz} / \Sigma A_L \quad W/m^2 \quad (6)$$

$P_{rzecz}$	moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach	W
$A_L$	łączna powierzchnia pomieszczeń wziętych do wyliczenia wskaźnika LENI	$m^2$

Ocena wydajności energetycznej oświetlenia budynku polega na porównaniu wartości wskaźnika LENI do wyników budynków danego typu, z uwzględnieniem systemów sterowania.

Typ budynku <sup>c</sup>	Klasa <sup>b</sup>	Bez cte		Z cte	
		R	A	R	A
Edukacja	* 15	34,9	27	31,9	24,8
	** 20	44,9	34,4	40,9	31,4
	*** 25	54,9	41,8	49,9	38,1

<sup>a)</sup> – klasa jakości oświetlenia oraz wartość mocy opraw  $P_N$  w  $W/m^2$

\*, \*\*, \*\*\* – podstawowe, dobre i pełne spełnienie wymagań oświetlenia.

**cte** – system kontroli stałego natężenia oświetlenia.

**R** – ręczne sterowanie oświetleniem

**A** – automatyczne sterowanie oświetleniem

Tabela 4 Wartości wskaźnika LENI na podstawie normy PN-EN 15193.

Wskaźnik emisyjności dwutlenku węgla wyliczono metodą z wykorzystaniem wskaźnika referencyjnego:

$$E_{CO_2,L} = W_e \times Q_{k,L} \quad Mg \text{ CO}_2 / \text{rok} \quad (7)$$

gdzie:

$Q_{k,L}$	moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach	kWh/rok
$W_e$	referencyjny wskaźnik emisyjności dwutlenku węgla dla produkcji energii elektrycznej na poziomie $W_e = 0,8315 \text{ Mg CO}_2/\text{MWh}$ , podany w komunikacie, opublikowanym 22.12.2014r.	$Mg \text{ CO}_2/\text{MWh}$

#### 4.5 Roczny koszt oświetlenia

Kalkulacja kosztów przedstawiona w audycie oświetlenia ma charakter szacunkowy. Roczny koszt oświetlenia obliczono na podstawie wskaźników odniesieniowych. Koszt odniesieniowy może znacznie przewyższać rzeczywisty, jednak odzwierciedla on poziom, zapewniający pełne wykorzystanie pomieszczeń budynku dla spełnienia norm natężenia



oświetlenia. Szczegółowa kalkulacja powinna zostać wykonana na podstawie kosztorysu inwestorskiego po zakończeniu prac projektowych.

Średnioroczna cena energii elektrycznej w wysokości 0,6971zł/kWh, ustalona została na podstawie analizy faktur oraz zestawienia zużycia z 12 miesięcy. Ceny BRUTTO energii czynnej i dystrybucji z dnia sporządzania audytu.

Moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach, uwzględniająca sprawność opraw EEI (szczegółowe zestawienie opraw w załączniku nr 1):

$$P_{rzecz} = 46\,191\text{ W}$$

Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego:

$$P_N = 46\,191 / 2759,4 = 16,74\text{ W/m}^2$$

Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków:

$$\text{LENI} = \{1 \times (16,74 / 1000) \times [(1800 \times 1 \times 0,9) + (200 \times 1)]\} + 1 + 0,5 / 8760 \times \{[8760 - (1800 + 200)]\}$$
$$\text{LENI} = 31,47\text{ kWh/m}^2\text{ rok}$$

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia:

$$Q_{k,L} = 31,47 \times 2759,4 = 86\,826\text{ kWh/rok}$$

Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną przez system oświetlenia wbudowanego:

$$Q_{p,L} = 3,0 \times 86\,826 = 260\,478\text{ kWh/rok}$$

Przyjęto współczynnik nakładu  $w_i = 3,0$  - na podstawie Tabeli 1 załącznika nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015r.

Wskaźnik emisyjności dwutlenku węgla.

Metoda z wykorzystaniem wskaźnika referencyjnego:

$$E_{CO_2,L} = 0,8315 \times 86,826 = 72,20\text{ Mg CO}_2/\text{rok}$$



Przyjęto referencyjny wskaźnik emisyjności dwutlenku węgla dla produkcji energii elektrycznej na poziomie  $We = 0,8315 \text{ Mg CO}_2/\text{MWh}$ , podany w komunikacie, opublikowanym 22.12.2014r.

Roczny koszt oświetlenia w budynku:

$$C_{\text{rok}} = 86\,826 \times 0,6971 = \mathbf{60\,526,71 \text{ zł BRUTTO}}$$

#### 4.6 Pozostałe instalacje

Budynek wyposażony jest ponadto w instalacje:

- Oświetlenia ewakuacyjnego,

Instalacja oświetlenia ewakuacyjnego została uwzględniona w niniejszym opracowaniu (wskaźnik  $m$  we wzorze na LENI).

### 5 ZGODNOŚĆ Z NORMAMI OŚWIETLENIA

W trakcie wizji lokalnej przeprowadzono pomiary natężenia oświetlenia. Część pomieszczeń biurowych od strony północnej było niedoświetlonych. Zgodnie z zaleceniami normy PN-EN12464-1: 2012, przestrzenna zmienność w natężeniach oświetlenia wokół obszaru zadania może prowadzić do stresu wzrokowego i dyskomfortu.

Natężenie oświetlenia na obszarze zadania $E_{\text{task}}$ lx	Natężenie oświetlenia na obszarach bezpośredniego otoczenia lx
$\geq 750$	500
500	300
300	200
200	150
150	$E_{\text{task}}$
100	$E_{\text{task}}$
$\leq 50$	$E_{\text{task}}$

Tabela 5. Tabela zmienności natężenia oświetlenia.

Po zejściu zmroku i w pochmurne dni, szczególnie od strony zachodniej oraz w na parterze i przyziemi, występuje konieczność stosowania oświetlenia sztucznego. W pomieszczeniach należy zadbać o równomierny rozkład natężenia oświetlenia, dostosowany do



warunków zewnętrznych. Liczne okna o dużej powierzchni zapewniają dostęp do światła słonecznego, co sprawia, że podczas dnia występuje znaczne przekroczenie norm oświetlenia dla tego typu pomieszczeń od strony wschodniej, a co za tym idzie mamy do czynienia z efektem olśnienia. Miejscowo pomiary wykazały 1200lx przy włączonym oświetleniu sztucznym. W pomieszczeniach od strony wschodniej w najdłuższe dni roku, zaleca się eliminować efekt olśnienia stosując rolety oraz automatyczne sterowanie natężeniem oświetlenia. Należy zwrócić uwagę na konfigurację stanowisk, a w szczególności rozmieszczenie lamp oraz ustawienie ławek względem okien oraz możliwość włączania lub wyłączania poszczególnych opraw, w zależności od warunków zewnętrznych. Pomiary wykazały zróżnicowanie w spełnianiu wymogów normatywnych od 100 do 850lx. Oświetlenie płaszczyzny roboczej przy całkowitym włączeniu oświetlenia ogólnego na niektórych stanowiskach nie przekraczało wartości 100 lx, co nie jest zgodne z normą. Dla tego typu działalności natężenie oświetlenia w polu zadania powinno wynosić min 500lx. Podczas wizji lokalnej większość pomieszczeń, w których przebywali ludzie miała wyłączone oświetlenie. Normy natężenia oświetlenia nie były tam spełnione. Temperatura barwowa źródeł światła jest prawidłowo dobrana, wynosi średnio 4000K, co mieści się w zakresie barwy, określanej jako neutralna. Średni współczynnik oddawania barw dla świetlówek CRI [Ra]  $\geq 85$ .

Zgodnie z PN-EN12464-1: 2012 średnie natężenie oświetlenia dla pola zadania nie powinno spadać poniżej wartości podanych w tabeli, niezależnie od wieku i stanu instalacji. Wartości te odnoszą się do normalnych warunków widzenia, gdzie oprócz czynników ekonomicznych wzięto pod uwagę następujące czynniki:

- aspekty psychofizjologiczne, takie jak komfort widzenia i dobre samopoczucie;
- wymagania dla zadań wzrokowych;
- ergonomię widzenia;
- doświadczenie praktyczne;
- wpływ na bezpieczeństwo i higienę pracy.

Pomiary natężenia oświetlenia na korytarzach i klatkach schodowych wykazał zgodność z normą (100lx). Niektóre części korytarzy ze względów ekonomicznych nie były oświetlone.



Nr ref.	Typ obszaru, zadanie lub działalność	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ –	$U_o$ –	$R_a$ –	Wymagania specyficzne
5.26.1	Segregowanie, kopiowanie itp.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Pisanie, pisanie na maszynie, czytanie, przetwarzanie danych	500	19	0,60	80	Praca – DSE, patrz 4.9.
5.26.3	Rysowanie techniczne	750	16	0,70	80	
5.26.4	Stanowiska pracy CAD	500	19	0,60	80	Praca – DSE, patrz 4.9.
5.26.5	Pokoje konferencyjne i pokoje spotkań	500	19	0,60	80	Zaleca się, aby oświetlenie było sterowane.
5.26.6	Miejsce recepcji	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archiwa	200	25	0,40	80	

Tabela 6. Wymagania normy dotyczące biur.

Nr ref.	Typ obszaru, zadanie lub działalność	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ –	$U_o$ –	$R_a$ –	Wymagania specyficzne
5.4.1	Składy i magazyny	100	25	0,40	60	200 lx, jeśli są stale zajęte.
5.4.2	Obszary pakowania i wysyłania	300	25	0,60	60	

Tabela 7. Wymagania normy dotyczące magazynów.

W ciągach komunikacyjnych i pomieszczeniach magazynowych pomiary wykazały względną poprawność. Natężenie oświetlenia wahało się od 80 do 250lx. Temperatura barwowa mieści się w granicach normy i wynosi dla tych źródeł CRI [Ra]  $\geq 80$ .





Nr ref.	Typ obszaru, zadanie lub działalność	$E_m$ lx	$UGR_L$ –	$U_o$ –	$R_a$ –	Wymagania specyficzne
5.1.1	Obszary ruchu i korytarze	100	28	0,40	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>Natężenie oświetlenia na poziomie podłogi.</li> <li><math>R_a</math> i <math>UGR</math> podobne do sąsiednich obszarów.</li> <li>150 lx, jeśli na drodze są pojazdy.</li> <li>Oświetlenie wyjść i wejść powinno tworzyć strefę przejściową, aby unikać nagłych zmian w natężeniu oświetlenia między wnętrzem i na zewnątrz w ciągu dnia lub w nocy.</li> <li>Zaleca się dołożyć wszelkich starań, aby uniknąć olśnienia kierowców i pieszych.</li> </ul>
5.1.2	Schody, schody ruchome, chodniki ruchome	100	25	0,40	40	Wymagane jest wzmocnienie kontrastu na stopniach schodów.
5.1.3	Windy, dźwigi	100	25	0,40	40	Zaleca się, aby poziom oświetlenia przed windą wynosił co najmniej $E_m = 200$ lx.
5.1.4	Rampy przeładunkowe/zatoki	150	25	0,40	40	

Tabela 8. Wymagania normy, dotyczące korytarzy.

Należy rozważyć usprawnienia polegające na poprawie warunków oświetleniowych w celu automatycznego dostosowania natężenia oświetlenia do warunków zewnętrznych, a co za tym idzie zwiększenia bezpieczeństwa i higieny pracy.

## 6 WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO

Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej z polepszeniem komfortu oświetlenia oraz bezpieczeństwa i higieny pracy.	Wymiana świetlówek liniowych i kompaktowych oraz żarówek na nowoczesne lampy LED. W wybranych pomieszczeniach oraz ciągach komunikacyjnych zastosować układy regulacji natężenia oświetlenia oraz układy wyzwalania lamp do mocy nominalnej czujnikami dostępu.

## 7 OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA MODERNIZACYJNEGO

W niżej prezentowanych tabelach przeprowadza się:



- Ocenę opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia zużycia energii elektrycznej przez układy oświetlenia dla poszczególnych typów pomieszczeń,
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT), poprawiającego sprawność systemu oświetleniowego.
- Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu oświetlenia.
- Określenie wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych.
- Ocenę wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań stawianych przez normę PN-EN 12464-1: 2012.
- Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego.

## **7.1 Wymiana opraw, świetlówek liniowych i kompaktowych na nowoczesne lampy LED**

Założono poprawę warunków oświetleniowych w klasach lekcyjnych, salach gimnastycznych oraz pomieszczeniach biurowych i korytarzach, poprzez zastosowanie źródeł LED. Opracowanie uwzględnia brak konieczności stosowania działań oszczędnościowych, w szczególności wyłączania oświetlenia podczas pracy / obecności osób w pomieszczeniach. Zasadniczym celem jest uzyskanie niskiego zużycia energii elektrycznej na cele oświetleniowe przy racjonalnym stosowaniu oświetlenia sztucznego, zapewniającego spełnienie norm. Charakterystykę źródeł światła (zamienników) należy potwierdzić badaniami fotometrycznymi - symulacją komputerową efektu zmiany.

W celu zapewnienia komfortu świetlnego i stałych warunków oświetlenia założono zastosowanie układów regulacji natężenia oświetlenia i czujników dostępu. Układy automatyki należy zastosować w pomieszczeniach o największej zmienności występowania światła naturalnego/ klatkach schodowych i wybranych korytarzach. Ze względu na względnie krótki czas świecenia nie założono wymiany opraw w pomieszczeniach technicznych oraz, których stan techniczny podczas inwentaryzacji oceniono jako dobry.



Lp.	Omówienie		Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Moc zainstalowana	kW	46,2	11,1	11,1	14,7
2	Średni czas świecenia	godzin/rok	2000	2000	2000	2000
3	Energia elektryczna na cele oświetleniowe	MWh/rok	86,83	29,78	29,78	35,10
4	Energia elektryczna na cele oświetleniowe	GJ/rok	312,57	107,20	107,20	126,35
5	Emisja CO <sub>2</sub>	Mg/rok	72,20	24,76	24,76	29,18
6	Ograniczenie emisji CO <sub>2</sub>	Mg/rok		47,44	47,44	43,01
7	Roczna oszczędność kosztów	zł/m <sup>2</sup>		14,4	14,4	13,1
8	Koszt usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		44	60	57
9	SPBT	lata		3,0	4,2	4,4
Wybrany wariant: 1		Koszt: 43,7zł/m <sup>2</sup>		SPBT= 3		

Tabela 9. Charakterystyka proponowanych wariantów.

Zaproponowano trzy warianty usprawnień, w tym jeden, z zastosowaniem tańszych, nowoczesnych świetlówek kompaktowych. W każdym z wariantów uwzględniono zastosowanie elementów automatyki.

#### Wariant 1

Wariant zakłada modernizację istniejących opraw rastrowych 2x36W i 2x18W, polegającą na ominięciu zapłonników i bezpośrednim przyłączeniu lamp do sieci 230V. W oprawach typu raster 4x18W oraz 2x36W założono wymianę źródeł na lampy LED T8 9W, 850lm oraz LED T8 18W, 1800lm. W klasach, gdzie zamontowano żyrandole z gwintem E27 założono wymianę źródeł żarowych na lampy LED o mocy 13,5W. W toaletach, łazienkach i szatniach wymienić źródła światła na żarówki LED 9W 806lm i LED 10W 810lm. W wybranych salach lekcyjnych i salach gimnastycznych zastosować układy regulacji natężenia oświetlenia, których zadaniem jest utrzymanie stałych warunków w ramach normy PN-EN 12464-1: 2012. W ciągach komunikacyjnych zastosować mikrofalowe czujniki dostępu, a lampy LED wysterować na 30% mocy. W niniejszym wariantcie uwzględniono koszty instalacji programowalnej centrali sterowania oraz radiowych odbiorników, które ze względu na duże zmiany natężenia oświetlenia, należy w pierwszej kolejności zamontować w salach od strony wschodniej. Koszty szacunkowe ujęto w pozycji „automatyka”. Dla poszczególnych pomieszczeń zaleca się przeprowadzenie symulacji fotometrycznych.

Ze względu na najkrótszą stopę zwrotu oraz zadowalający efekt ekologiczny wariant 1 jest rekomendowany. Szacowane koszty wdrożenia wariantu opisano w punktach 7.2 i 7.3.

#### Wariant 2

Wariant ten zakłada wykonanie zmian określonych w wariantcie 1 z wymianą wszystkich opraw, żyrandoli i plafonier dobranych po przeprowadzeniu badań fotometrycznych. Stan



techniczny większości opraw jest zadowalający, dlatego ze względu na dłuższą niż w wariantie 1 stopę zwrotu oraz gorszy efekt ekologiczny, a także konieczność utylizacji obecnych opraw wariant 2 nie jest rekomendowany.

lp.	Typ źródła światła / oprawy	Liczba źródeł/opraw [szt.]	Cena jednostkowa [zł]	Wartość BRUTTO [zł]
1	światłówka LED T8 18W, 1800lm	204	40	8160
2	światłówka LED T8 9W, 850lm	172	40	6880
3	żarówka LED 10W 810lm	11	14	154
4	żarówka LED 13,5W 1521lm	287	40	11480
5	żarówka LED 32W 2580lm	18	400	7200
6	żarówka LED 9W 806lm	41	23	943
6	oprawa LED 2x18W	109	122	13298
7	oprawa LED 2x9W	67	100	6700
8	plafoniera LED E27/15	48	60	2880
9	plafoniera LED E27/25	287	90	25830
10	oprawa LED E40/100	18	900	16200
11	koszty montażu	1	13792	13792
12	automatyka	1	52000	52000
<b>Razem</b>				<b>165517,00</b>

Tabela 10. Szacowane koszty wdrożenia wariantu 2.

### Wariant 3

Wariant trzeci zakłada wymianę wszystkich opraw, analogicznie jak w wariantie 2. W żyrandolach, plafonierach założono wykorzystanie świetlówek kompaktowych 15W 970lm oraz 23W 1570lm. Założono wymianę liniowych źródeł fluorescencyjnych na świetłówki LED, analogicznie jak w wariantie 1. Wariant zakłada również zastosowanie układów regulacji natężenia oświetlenia bez czujników dostępu.

Wariant ten jest tańszy niż 2, jednak generuje najmniej zadowalający efekt ekologiczny. Ze względu na fakt, że jest droższy w eksploatacji, a efekt energetyczny niższy niż w wariantach 1 i 2, nie jest on rekomendowany.



lp.	Typ źródła światła / oprawy	Liczba źródeł/opraw [szt]	Cena jednostkowa [zł]	Wartość BRUTTO [zł]
1	światłówka LED T8 18W, 1800lm	204	40	8160
2	światłówka LED T8 9W, 850lm	172	40	6880
3	światłówka kompaktowa 15W 970lm	11	14	154
4	światłówka kompaktowa 23W 1570lm	287	15	4305
5	żarówka LED 32W 2580lm	18	400	7200
6	światłówka kompaktowa 15W 970lm	41	14	574
6	oprawa LED 2x18W	109	122	13298
7	oprawa LED 2x9W	67	100	6700
8	plafoniera LED E27/15	48	60	2880
9	plafoniera LED E27/25	287	90	25830
10	oprawa LED E40/100	18	900	16200
11	koszty montażu	1	13792	13792
12	automatyka	1	42000	42000
<b>Razem</b>				<b>147973,00</b>

Tabela 11. Szacowane koszty wdrożenia wariantu 3.

## Uzasadnienie wyboru wariantu

Ze względu na najkorzystniejszą stopę zwrotu z inwestycji (SPBT) i najwyższy efekt ekologiczny, do dalszej analizy przyjmuje się wariant 1.

## Stan po wdrożeniu wariantu 1:

Ilość zaoszczędzonej energii na potrzeby systemów oświetlenia wbudowanego:

$$\Delta Q_{\text{rok}} = 86\,826 - 29\,776 = \mathbf{57\,050\,kWh/rok}$$

Roczne zapotrzebowania na energię pierwotną przez system oświetlenia wbudowanego:

$$Q_{P,L} = 3,0 \times 29\,776 = \mathbf{89\,328\,kWh/rok}$$

Przyjęto współczynnik nakładu  $w_i = 3,0$  - na podstawie Tabeli 1 załącznika nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015r.

Wskaźnik emisyjności dwutlenku węgla - metoda z wykorzystaniem wskaźnika referencyjnego:



$$E_{CO_2,L} = 0,8315 \times 29,776 = \mathbf{24,76} \text{ Mg CO}_2 / \text{rok}$$

Przyjęto referencyjny wskaźnik emisyjności dwutlenku węgla dla produkcji energii elektrycznej na poziomie  $W_e = 0,8315 \text{ Mg CO}_2/\text{MWh}$ , podany w komunikacie, opublikowanym 22.12.2014r..

Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej:

$$\Delta Q_{P,L} = [(260\,479 - 89\,329) / 1000] \times 3,6 = \mathbf{616,14} \text{ GJ/rok}$$

Ograniczenie emisji:

$$\Delta E_{CO_2,L} = 72,20 - 24,76 = \mathbf{47,44} \text{ Mg CO}_2 / \text{rok}$$

$$\Delta E_{CO_2} [\%] = 65,71$$

Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową:

$$\Delta E_L = (57\,050 / 86\,826) \times 100\% = \mathbf{66\%}$$

Roczna oszczędność kosztów energii:

$$\Delta C_{rok} = (86\,826 \times 0,6971) - (29\,776 \times 0,6971) = \mathbf{39\,769,53} \text{ zł/rok BRUTTO}$$

## 7.2 Opis przyjętych rozwiązań i składowych współczynników sprawności:

Opis pomieszczeń	m <sup>2</sup>	przed		po	
		W	W/m <sup>2</sup>	W	W/m <sup>2</sup>
Komunikacja	920,80	11796,01	12,81	3416,87	3,71
Magazyn	38,90	360,68	9,27	170,53	4,38
Pokoje biurowe	73,30	1074,26	14,66	396,09	5,40
Pokoje socjalne	315,10	7568,00	24,02	1616,63	5,13
Pokoje techniczne	90,70	2579,91	28,44	393,16	4,33
Sala gimnastyczna	349,30	3375,00	9,66	606,32	1,74
Sala lekcyjna	971,30	19436,70	20,01	4504,74	4,64
<b>Razem</b>	<b>2759,40</b>	<b>46190,56</b>	<b>16,74</b>	<b>11104,33</b>	<b>4,02</b>
zmniejszenie mocy oświetlenia wbudowanego				<b>35086,23</b>	<b>-75,96%</b>

Tabela 12. Zmniejszenie mocy układów oświetlenia wbudowanego dla przyjętych usprawnień.





W obliczeniach mocy  $P$  [W] zastosowano wskaźniki efektywności energetycznej (EEI), które szczegółowo ukazano w załączniku. Wskaźniki określają sprawność opraw (np. straty, wynikające z technologii zapłonu lamp fluorescencyjnych).

### 7.3 Zestawienie optymalnych usprawnień oraz ich charakterystyka finansowa

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia modernizacyjnego	Planowane koszty robót w tys. zł (ceny z VAT, zł)	Roczne oszczędności tys. zł	SPBT Lata
1	Wymiana świetlówek liniowych i kompaktowych oraz żarówek na nowoczesne lampy LED. W wybranych pomieszczeniach oraz ciągach komunikacyjnych zastosować układy regulacji natężenia oświetlenia oraz układy wyzwalania lamp do mocy nominalnej czujnikami dostępu.	120,61	39,77	3

Kalkulację kosztów wymiany opraw oświetleniowych opracowano na podstawie oferty firmy instalacyjnej obejmującej projekt, dostawę opraw oraz koszty robocizny. Szczegółowy wykaz szacunkowych kosztów pokazano w poniższej tabeli.

Szacowane, potencjalne oszczędności są różnicą pomiędzy kosztem pełnego wykorzystania obecnych układów oświetleniowych, zapewniających spełnienie norm (min 2x czas świecenia niż obecnie) oraz kosztem energii po wdrożeniu wariantu 1.

lp.	Typ źródła światła / oprawy	Liczba źródeł/opraw [szt]	Cena jednostkowa [zł]	Wartość BRUTTO [zł]
1	światłówka LED T8 18W, 1800lm	204	40	8160
2	światłówka LED T8 9W, 850lm	172	40	6880
3	żarówka LED 10W 810lm	11	14	154
4	żarówka LED 13,5W 1521lm	287	40	11480
5	żarówka LED 32W 2580lm	18	400	7200
6	żarówka LED 9W 806lm	41	23	943
7	oprawa LED 2x18W	109	122	13298
8	oprawa LED 2x9W	67	100	6700
9	koszty montażu	1	13792	13792
10	automatyka	1	52000	52000
<b>Razem</b>				<b>120607,00</b>



Tabela 13. Szacowane koszty wdrożenia wariantu 1.

**Szczegóły:**

Kalkulowany koszt robót wyniesie	120 607,00 zł
Środki NFOŚiGW /dotacja/ 30%*	36 182,10zł*
Oszczędności kosztów energii	39 769,53 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	3 lat

Wszystkie kwoty BRUTTO z VAT.

\*) Należy przeprowadzić weryfikację dostępności i wysokości dofinansowania.

**7.4 Określenie wariantów modernizacji oświetlenia budynku**

Przyporządkowuje się każdemu z usprawnień numer.

Określenie wariantów modernizacji oświetlenia budynku:

Wariant	Usprawnienia
I	1

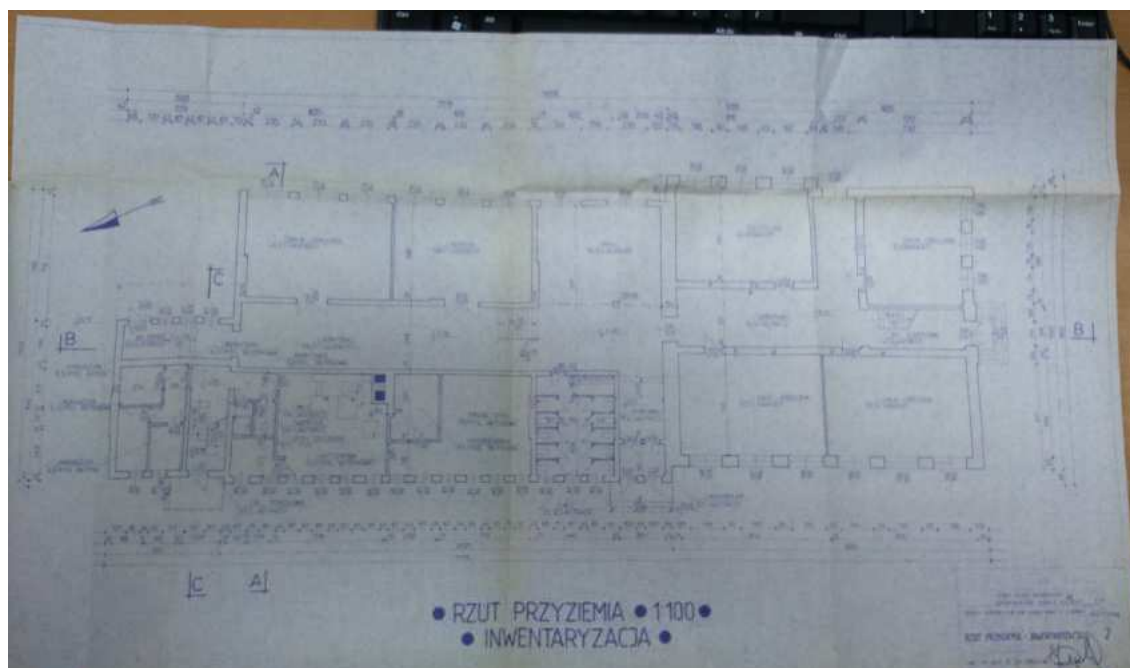
**8 PODSUMOWANIE**

Do niniejszego opracowania dołączono rzuty poziome obiektu. Dołączono szczegółowy wykaz mocy układów oświetleniowych w poszczególnych pomieszczeniach budynku, który posłużył do przeprowadzenia obliczeń.

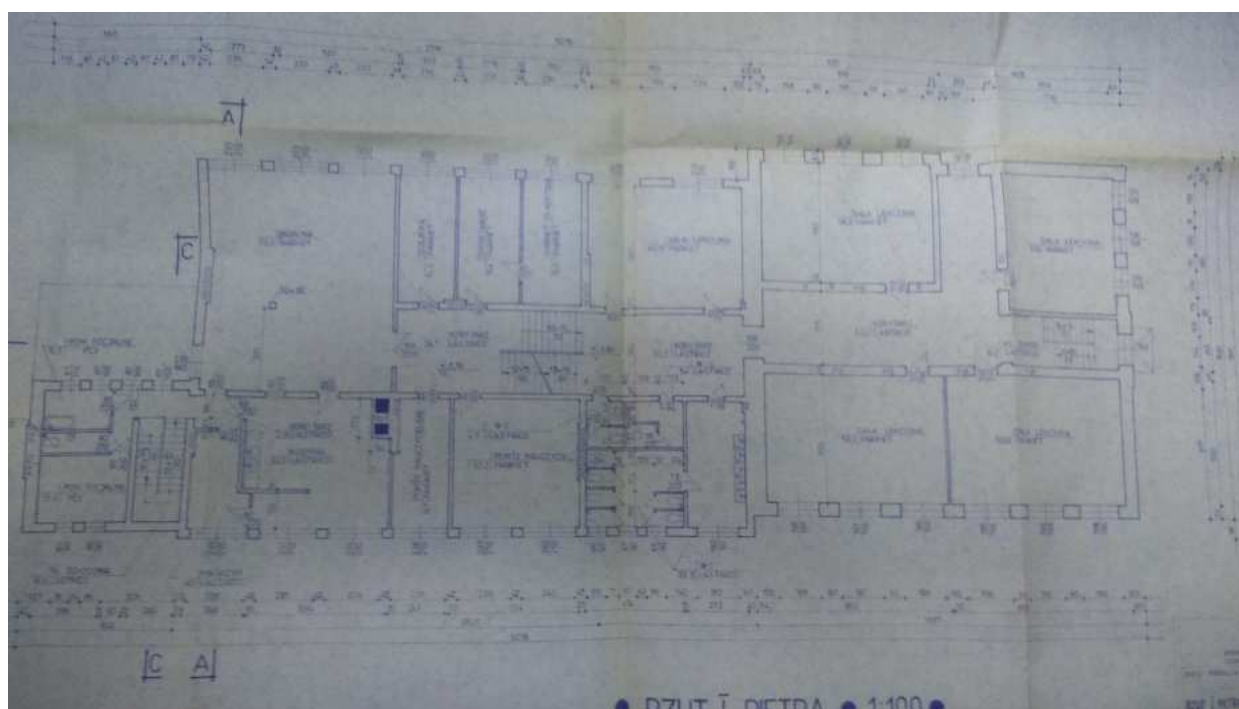
**9 ZAŁĄCZNIKI**

1. Rzuty poziome, udostępnione przez inwestora.



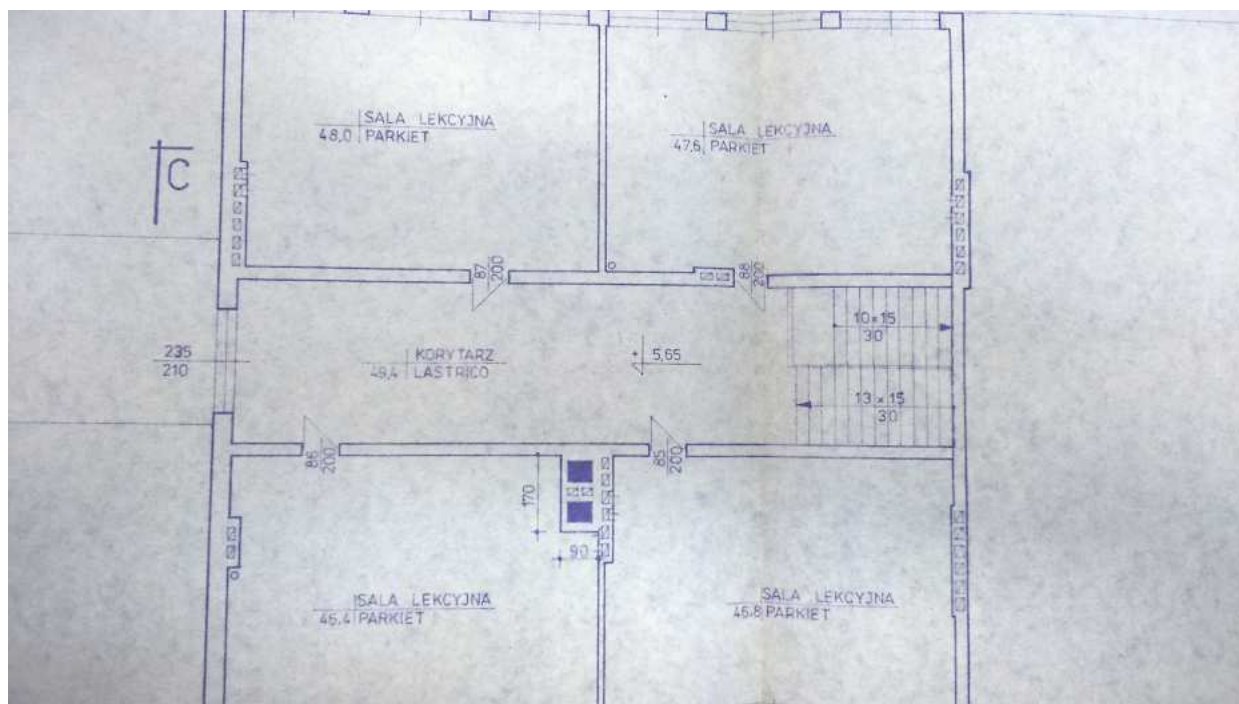


Rzut przyziemia – stara część

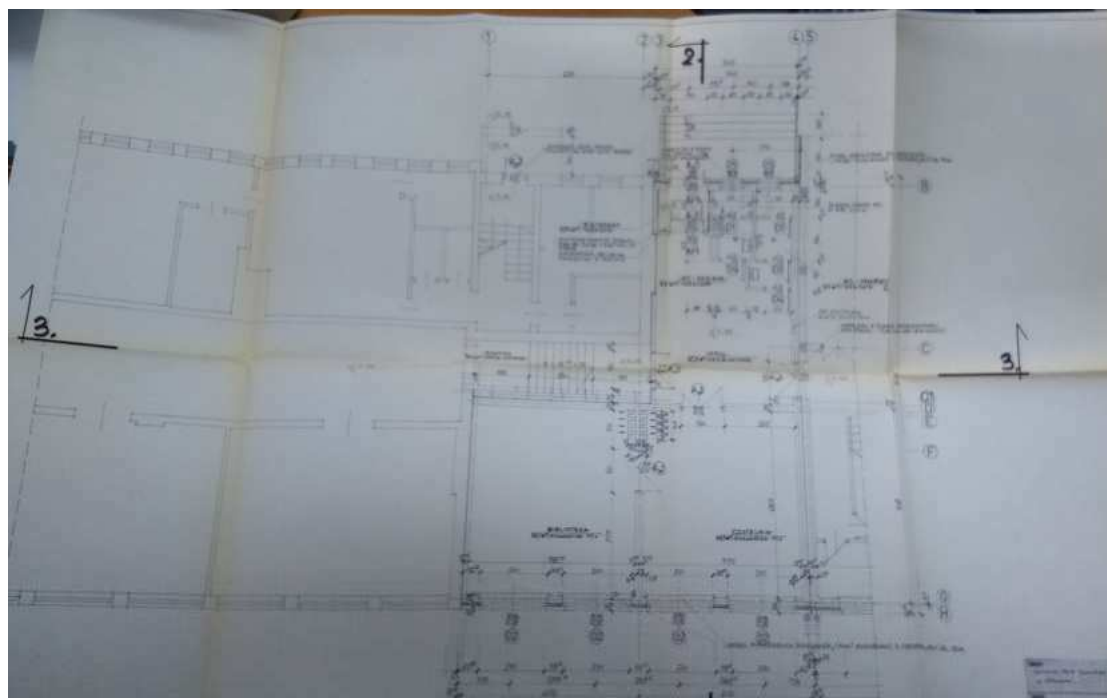


Kondygnacja I



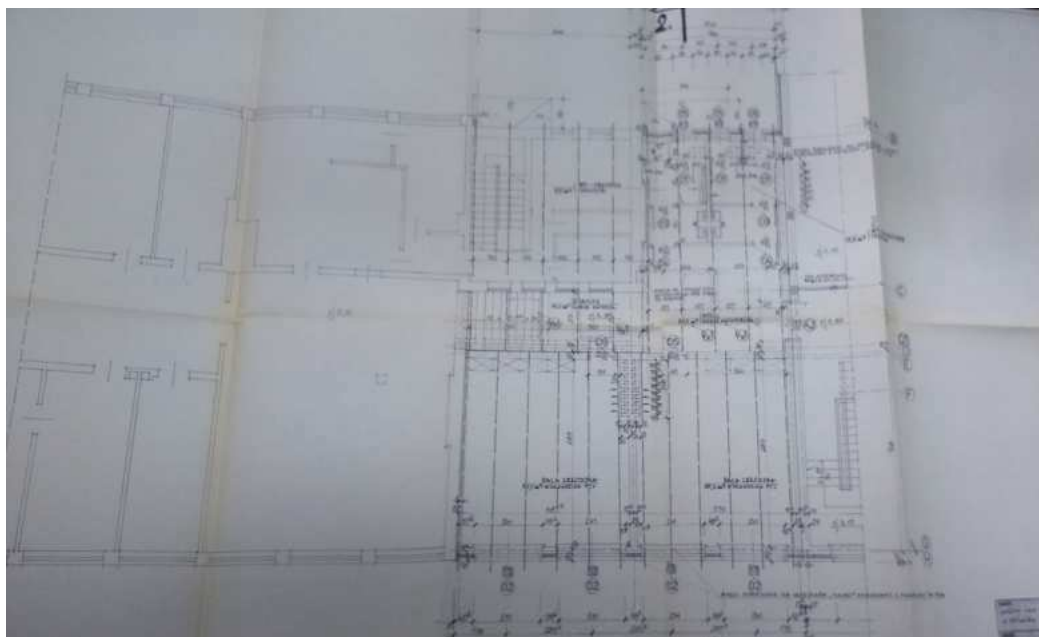


Kondygnacja 2

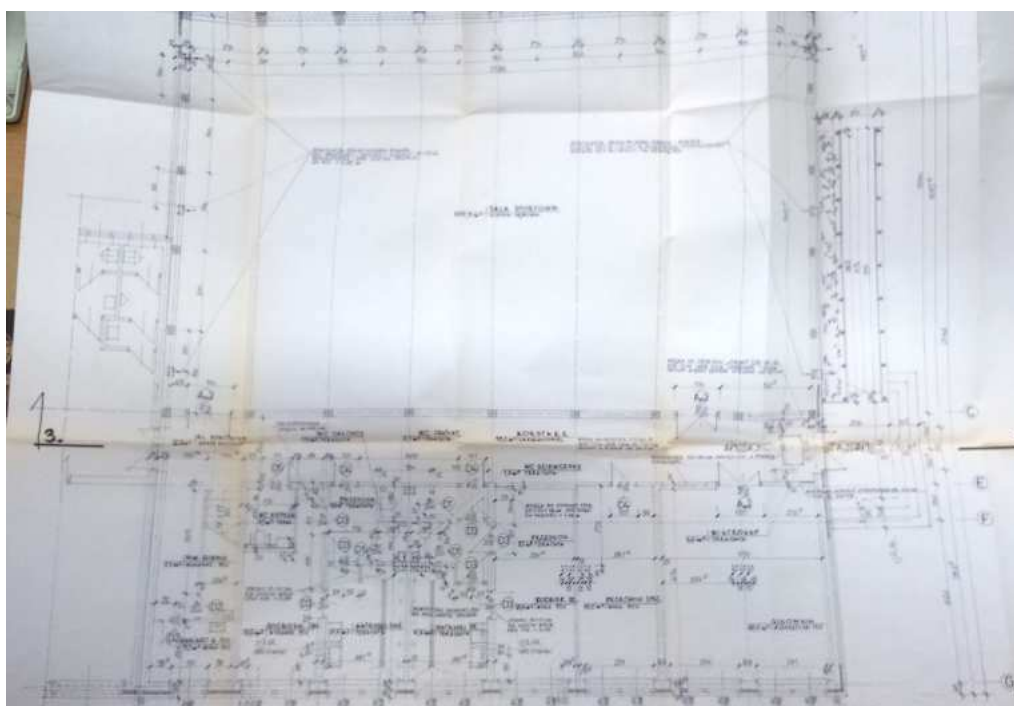


Część stara - łącznik sala gimnastyczna (parter)





Część stara - łącznik sala gimnastyczna (I piętro)



Sala gimnastyczna – parter





## Sala gimnastyczna – poziom antresoli

## 2. Zestawienie mocy układów oświetlenia w podziale na pomieszczenia budynku.

Opis pomieszczenia / grupa	m <sup>2</sup>	W <sub>z</sub>	EEI	W	W/m <sup>2</sup>
Poddasze	11,2	36	0,901	39,96	3,57
Poddasze	24,7	108	0,901	119,87	4,85
Poddasze	11,2	36	0,901	39,96	3,57
Poddasze	49,4	288	0,901	319,64	6,47
Poddasze	18,4	144	0,901	159,82	8,69
Poddasze	13,5	300	1	300,00	22,22
Poddasze	48	576	0,889	647,92	13,50
Poddasze	47,6	576	0,889	647,92	13,61
Poddasze	9,4	48	1	48,00	5,11
Poddasze	3,9	36	0,901	39,96	10,25
Poddasze	9,4	48	1	48,00	5,11
Poddasze	3,9	36	0,901	39,96	10,25
Poddasze	11,5	576	0,889	647,92	56,34
Poddasze	30,2	216	0,889	242,97	8,05
Poddasze	37,6	1000	1	1000,00	26,60
Poddasze	46,4	1200	1	1200,00	25,86
Poddasze	46,8	1200	1	1200,00	25,64
Poddasze	40,1	1200	1	1200,00	29,93
Poddasze	49,4	1200	1	1200,00	24,29
Poddasze	24,7	600	1	600,00	24,29
Poddasze	40,1	576	0,889	647,92	16,16
Poddasze	39,3	576	0,889	647,92	16,49





Poddasze	40,1	576	0,889	647,92	16,16
Poddasze	5,4	36	0,901	39,96	7,40
Poddasze	5,4	72	0,889	80,99	15,00
Poddasze	11,5	36	0,901	39,96	3,47
Poddasze	9,5	52	1	52,00	5,47
Piętro	11,5	360	1	360,00	31,30
Piętro	9,5	100	1	100,00	10,53
Piętro	12,2	600	1	600,00	49,18
Piętro	50,3	1200	1	1200,00	23,86
Piętro	48,3	1200	1	1200,00	24,84
Piętro	30,2	900	1	900,00	29,80
Piętro	50,6	1200	1	1200,00	23,72
Piętro	37,6	900	1	900,00	23,94
Piętro	44,3	144	0,901	159,82	3,61
Piętro	50,3	1200	1	1200,00	23,86
Piętro	9,2	36	0,901	39,96	4,34
Piętro	9,2	52	0,95	54,74	5,95
Piętro	9,2	288	0,889	323,96	35,21
Piętro	16,4	500	1	500,00	30,49
Piętro	15,6	88	0,95	92,63	5,94
Piętro	30,2	800	1	800,00	26,49
Piętro	32,2	288	0,901	319,64	9,93
Parter	53,5	1800	1	1800,00	33,64
Parter	33,5	1400	1	1400,00	41,79
Parter	24,7	400	1	400,00	16,19
Parter	14,1	72	0,901	79,91	5,67
Parter	9,4	100	1	100,00	10,64
Parter	24,7	144	0,901	159,82	6,47
Parter	48,3	648	0,889	728,91	15,09
Parter	44,3	648	0,889	728,91	16,45
Parter	5,4	48	1	48,00	8,89
Parter	5,4	48	0,95	50,53	9,36
Parter	74,9	1400	1	1400,00	18,69
Parter	48,1	1100	1	1100,00	22,87
Parter	11,2	88	0,95	92,63	8,27
Parter	9,4	22	0,95	23,16	2,46
Parter	15,1	66	0,95	69,47	4,60
Parter	9,2	11	0,95	11,58	1,26
Parter	50,3	1200	1	1200,00	23,86
Parter	50,6	1200	1	1200,00	23,72
Parter	48,3	1200	1	1200,00	24,84
Parter	30,7	600	1	600,00	19,54
Parter	40,1	432	0,901	479,47	11,96
Parter	50,3	432	0,901	479,47	9,53
Parter	30,7	216	0,901	239,73	7,81
Parter	5,4	200	1	200,00	37,04



Parter	32,8	432	0,889	485,94	14,82
Parter	39,3	648	0,889	728,91	18,55
Parter	11,2	108	0,901	119,87	10,70
Parter	98	216	0,889	242,97	2,48
Parter	9,1	144	0,889	161,98	17,80
Parter	32,8	800	1	800,00	24,39
Parter	22,1	600	1	600,00	27,15
Parter	59,2	288	0,901	319,64	5,40
Parter	38,5	432	0,889	485,94	12,62
Parter	14	144	0,901	159,82	11,42
Parter	9,3	144	0,889	161,98	17,42
Parter	5,4	45	1	45,00	8,33
Parter	39	360	1	360,00	9,23
Parter	11,2	144	0,901	159,82	14,27
Parter	15,4	315	1	315,00	20,45
Parter	9,4	90	1	90,00	9,57
Parter	2,4	100	1	100,00	41,67
Parter	349,3	2700	0,8	3375,00	9,66
Parter	3,6	36	0,95	37,89	10,53
Piwnica	12	400	1	400,00	33,33
Piwnica	12	72	0,901	79,91	6,66
Piwnica	31,5	1200	1	1200,00	38,10
Piwnica	1,9	40	1	40,00	21,05
Piwnica	1,9	40	1	40,00	21,05
Piwnica	5,1	40	1	40,00	7,84

$W_z$  – suma mocy źródeł światła w oprawach [W]

EEI – klasa energetyczna / sprawność oprawy

$W$  – moc skorygowana opraw wraz ze źródłami światła  $P_{rzecz}$  (uwzględniająca klasę energetyczną/sprawność) [W]

