

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

W ZAKRESIE OŚWIETLENIA

budynku Mszczonowskiego Ośrodka Kultury

przy ul. Warszawskiej 33 w Mszczonowie

INWESTOR: *Gmina Mszczonów
Pl. Piłsudskiego 1
96-320 Mszczonów*

Warszawa, styczeń 2020 r.

1 Strona tytułowa audytu oświetlenia wbudowanego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok rozpoczęcia użytkowania	1920, przebudowa 2005
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Gmina Mszczonów Pl. Piłsudskiego 1 96-320 Mszczonów	1.4 Adres budynku	ul. Warszawska 33 96-320 Mszczonów
2. Nazwa i adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A., 010691500, Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
dr inż. Paweł Kędziński, audytor KAPE 0142, 00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	-	-	-
5. Miejscowość:	Warszawa	data wykonania opracowania:	15 stycznia 2020
6. Spis treści			
1	Strona tytułowa audytu oświetlenia wbudowanego budynku		1
2	Karta audytu efektywności energetycznej		2
3	Karta zbiorcza		3
4	Wprowadzenie		4
5	Opis budynku		5
6	Analiza istniejącej instalacji oświetlenia wbudowanego		5
7	Koncepcja proponowanych prac modernizacyjnych i koszty proponowanych usprawnień ..		5
8	Zapotrzebowanie na energię i efekt wynikający z usprawnień		6
9	Efekt ekonomiczny		10
10	Zestawienie optymalnych usprawnień oraz ich charakterystyka finansowa		10
11	Efekt ekologiczny		11
12	Energia pierwotna		11
13	Zestawienie energii użytkowej, końcowej, pierwotnej i emisji CO2		12
14	Wnioski		13
15	Załączniki		14



2 Karta audytu efektywności energetycznej

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania		
		15.01.2020		
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej	Modernizacja oświetlenia wewnętrznego w budynku Mszczonowskiego Ośrodka Kultury, ul. Warszawska 33, 96-320 Mszczonów			
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max 250 znaków)	Wymiana wyeksploatowanych opraw i źródeł światła			
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/ zostało zrealizowane * przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):	Gmina Mszczonów Pl. Piłsudskiego 1 96-320 Mszczonów			
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia**:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej ***:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii		
-	-	-		
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)				
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia:**	56 813	[kWh/rok]	4,89	[toe/rok]
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia:**	170 438	[kWh/rok]	14,66	[toe/rok]
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej:***	n.d.	[kWh/rok]	n.d.	[toe/rok]
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej:***	n.d.	[kWh/rok]	n.d.	[toe/rok]
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej				
Imię i Nazwisko:	Paweł Kędziński			
Nr telefonu:	22 50 54 661			
Podpis:				
* niepotrzebne skreślić				
** w przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
*** w przypadku zrealizowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				



3 Karta zbiorcza

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna / murowana	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	1 366,12	
4.	Oświetlenie wewnętrzne	głównie w oparciu o świetlówki liniowe z zapłonikiem magnetycznym, halogeny, lampy sodowe, źródła LED.	
2. Charakterystyka energetyczna oświetlenia wbudowanego budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po modernizacji
1.	Instalacja elektryczna – oświetlenia [kW]	20,82	6,63
2.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [kWh/rok]	83 357	26 545
3.	Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia budynku w ciągu roku [GJ/rok]	300,09	95,56
4.	Ilość opraw wraz ze źródłami światła do wymiany [szt.]	388	-
3. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Opłata za dostawę energii elektrycznej 1kWh na oświetlenie brutto [zł]	0,4833	0,4833
4. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia modernizacyjnego			
Planowana kwota dotacji	n.d.	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	68,2%
Planowane koszty całkowite [zł]	80 000,00	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	27 455,72



4 Wprowadzenie

4.1 Podstawa opracowania

W trakcie wykonywania opracowania wykorzystane zostały następujące dokumenty:

- aktualne ceny nośnika energii dostarczone przez Inwestora,
- zużycie energii elektrycznej z faktur,
- dane dostarczone przez Inwestora dotyczące źródeł światła, instalacji, itp.
- Inwentaryzacja i wizja lokalna,
- obowiązujące normy i rozporządzenia:
 - 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. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych.
 - Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz. U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625, z późn. zm.)
 - Ustawa z dnia 20.05.2016 r. o efektywności energetycznej
 - Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. efektywności energetycznej.
 - Norma PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy.
 - PN-EN 15193 - Charakterystyka energetyczna budynków - Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia

4.2 Cel opracowania

Celem opracowania jest wskazanie ekonomicznie uzasadnionych rozwiązań zapewniających obniżenie kosztów zużycia energii elektrycznej na oświetlenie. Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji zaproponowane zostały modernizacje, mające na celu zmniejszenie zużycia energii elektrycznej zużywanej na oświetlenie obiektu – a w konsekwencji również ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń do atmosfery.

4.3 Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje:

- inwentaryzację stanu istniejącego
- analizę możliwych usprawnień
- określenie oszczędności i kosztów inwestycyjnych dla proponowanych usprawnień
- policzenie efektów ekonomicznych, energetycznych i ekologicznych



5 Opis budynku

Budynek wzniesiony w latach 20. XX w., przebudowany w 2005 r. Technologia wykonania tradycyjna, ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej ocieplone styropianem, stropy żelbetowe, stropodach konstrukcji drewnianej ocieplony wełną mineralną.

6 Analiza istniejącej instalacji oświetlenia wbudowanego

Audyt wykonano na podstawie wizji lokalnej, inwentaryzacji oraz dokumentacji dostarczonej przez Zamawiającego. W przeważającej części budynku zamontowano oświetlenie sufitowe nastropowe i naścienne. We wszystkich typach pomieszczeń wykorzystuje się głównie oświetlenie fluorescencyjne, liniowe i kompaktowe o barwie neutralnej 4000K. W galerii oraz w klubie, zamontowano oświetlenie halogenowe (1x35W), LED (1x1,3W), oświetlenie ścienne – kinkiety (1x100W) oraz świetlówki 2 pinowe (1x18W). W salach, gdzie prowadzone są zajęcia zamontowano oprawy rastrowe (2x36W). Dodatkowo w wybranych pomieszczeniach zamontowano oprawy 2 pinowe (1x18W). W toaletach i pomieszczeniach socjalnych zamontowano głównie halogeny (1x35W) oraz oświetlenie żarowe (1x60W). Ze względu na okres amortyzacji nie zaleca się wymiany opraw. W budynku zainstalowano oprawy awaryjne z własnym zasilaniem.

Przeprowadzone w trakcie inwentaryzacji pomiary natężenia oświetlenia wykazały zróżnicowane spełnienie wymogów normatywnych. W odniesieniu do pomieszczeń z dostępem do oświetlenia dziennego badanie wykazało spełnienie, a nawet znaczne przekroczenie wymagań normatywnych. Wyniki pomiarów natężenia oświetlenia zamieszczono w załączniku do opracowania.

7 Koncepcja proponowanych prac modernizacyjnych i koszty proponowanych usprawnień

Wariant zakłada modernizację 224 istniejących opraw 2x36W, 2x18W, 1x35W, 3x18W, 1x100W. Modernizacja polega na ominięciu zapłonników i bezpośrednim przyłączeniu lamp do sieci 230V. W oprawach typu raster założono wymianę źródeł fluorescencyjnych na lampy LED T8 9W 850lm oraz LED T8 18W 1800lm. Zmienione zostały halogeny o mocy 35W (280lm), na lampy LED o mocy 5W (370lm). Lampy sodowe o mocy 100W i sprawności 100lm/W, w kinkietach, zastąpiono lampami LED o mocy 12W 100 lm. Oświetlenie żarowe 60W, zastąpiono lampami LED o mocy 7W 785lm.

W pomieszczeniach przeszklonych, galerii, klubie i innych salach należy zastosować układy regulacji natężenia oświetlenia, których zadaniem jest utrzymanie stałych warunków w ramach normy PN-EN 12464-1: 2012. We wszystkich pomieszczeniach socjalnych zastosować mikrofalowe czujniki dostępu. W niniejszym wariantcie uwzględniono koszty wyłączników, ściemniaczy oraz oprogramowania, które ze względu na duże zmiany natężenia oświetlenia, należy w pierwszej kolejności zamontować w pomieszczeniach, gdzie występuje duża liczba okien. Szacunkowe koszty ww. materiałów ujęto w pozycji „automatyka”. Dla poszczególnych typów pomieszczeń zaleca się przeprowadzenie symulacji fotometrycznych.



Szacowane koszty modernizacji oświetlenia zestawiono poniżej:

lp.	Typ źródła światła/oprawy	Liczba źródeł/opraw, szt.	Cena jednostkowa, zł brutto	Wartość, zł brutto
1	automatyka - kompleksowo		49 500	49 500
2	modyfikacja oprawy	224	46,5	10 427
3	światłówka LED T8 18W, 1800lm 120cm	178	52,4	9 321
4	światłówka LED T8 9W, 850lm 60cm	44	52,4	2 304
5	żarówka LED E27, 12 W, 1000lm	58	23,3	1 350
6	żarówka LED E27 7W 785lm	35	20,9	733
7	żarówka LED GU10, 5W, 370 lm	83	11,6	966
8	oprawa kinkiet E27 2x12W	29	116,4	3 375
9	montaż kinkietów	29	69,8	2 025
Razem				80 000

8 Zapotrzebowanie na energię i efekt wynikający z usprawnień

Obliczenia wykonano na podstawie wytycznych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej i polskiej normy oraz zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

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:

$$Q_{k,L} = LENI \times A_L \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

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

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

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

gdzie:

P_N	jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru 6	W/m ²
t_D	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Rozporządzeniami	h/rok
t_N	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Rozporządzeniami	h/rok
t_0	czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów t_D i t_N , zgodnie z Rozporządzeniami	h/rok
t_y	liczba godzin w roku, 8760 h	h
F_D	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z tabelą 4	–
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 $n=0$	–

$$F_C = (1 + MF) / 2 \quad \text{W/m}^2$$

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 1,0.

Tabele zawierające szacunkowe czasy użytkowania oraz odpowiednie współczynniki zawarte zostały w Rozporządzeniu dot. świadectw energetycznych (pomieszczenia o funkcji użytkowej) oraz Rozporządzeniu dot. efektywności energetycznej (pomieszczenia o funkcji mieszkalnej).

Ze względu na charakter budynku, pełnione funkcje użytkowe pomieszczeń oraz wysoki koszt inwestycji w audycie pominięto zastosowanie systemów automatycznego sterowania wydajnością i parametrami oświetlenia, optymalizację czasu załączania oświetlenia oraz wprowadzenie sekcji oświetleniowych.



Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynku przyjęto na podstawie tabeli poniżej

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

Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy przyjęto na podstawie tabeli poniżej.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji ¹⁾	F _O
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Budynki sportowo-rekreacyjne,	Ręczna	1.0
4	Szpitale	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

Wskaźnik emisyjności zanieczyszczeń wyliczono metodą z wykorzystaniem wskaźnika referencyjnego:

$$\text{Emisja}_L = W_e \times Q_{k,L} \text{ Mg CO}_2 / \text{rok}$$

gdzie:

Q _{k,L}	moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach	kWh/rok
W _e	referencyjny wskaźnik emisyjności zanieczyszczeń dla produkcji energii elektrycznej na poziomie W _e CO ₂ /MWh zgodny z KOBIZE na rok 2019 podany w grudniu 2019	Mg /MWh

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną przez system oświetlenia wbudowanego:

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

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), d) energii elektrycznej (współczynnik w_{el})	–

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.



Wyliczenie efektu energetycznego

Opis	Jedn.	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Moc zainstalowana	kW	20,82	6,63
Powierzchnia użytkowa modernizowanej części budynku A_f	m ²	1 366,12	1 366,12
PN	kW/m ²	15,24	4,85
t_D	h	2 000	2 000
t_N	h	2 000	2 000
F_c	-	1,00	1,00
F_o	-	1,00	1,00
FD	-	1,00	1,00
m	-	1,00	1,00
n	-	1,00	1,00
LENI	kWh/m ² rok	61,02	19,43
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia Q _{k,L}	kWh/rok	83 357	26 545
Efekt energetyczny	kWh/rok		56 813
	GJ/rok		204,5
Efekt procentowy	%		68,2%



9 Efekt ekonomiczny

Cena energii elektrycznej w wysokości 0,4833 (brutto) zł/kWh, ustalona została na podstawie analizy faktur, jako suma ceny energii czynnej 0,2583 (brutto) zł/kWh i dystrybucji 0,2250 (brutto) zł/kWh z dnia sporządzania audytu. W wyliczeniu ceny nie uwzględniono opłat stałych oraz zmiennych wynikających z naliczonych kar umownych, czy opłat za moc bierną.

W tabeli poniżej przedstawiono koszty eksploatacyjne oraz wynik SPBT.

Efekt ekonomiczny

Opis	Jedn.	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia Qk,L	kWh/rok	83 357	26 545
	GJ/rok	300,09	95,56
Jednostkowy koszty zakupu en. elektrycznej	zł/kWh	0,48327	0,48327
Koszty eksploatacyjne	zł/rok	40 284	12 828,15
Efekt ekonomiczny	zł/rok		27 455,72
Koszty inwestycyjne	zł/rok		80 000,00
SPBT	lat		2,9
Koszt: 80 000 zł		SPBT= 2,9 lat	

10 Zestawienie optymalnych usprawnień oraz ich charakterystyka finansowa

L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia modernizacyjnego	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	Roczne oszczędności [zł]	SPBT [lata]
1	Wymiana świetlówek liniowych i kompaktowych, lamp sodowych oraz halogenowych na nowoczesne lampy LED wraz z zastosowaniem układów automatyki	80 000,00	27 455,72	2,9



11 Efekt ekologiczny

Emisja zanieczyszczeń przypadająca na 1 MWh energii elektrycznej wyprodukowanych w elektrowniach i elektrociepłowniach przyjęto na podstawie danych KOBIZE z grudnia 2019 r. obowiązujących w 2020 r. dotyczących „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej”.

W tabeli poniżej przedstawiono redukcje emisji.

Efekt ekologiczny

	Emisja wg. Kobize 2019 dla energii elektrycznej	Zużycie stan istniejący	Zużycie po modernizacji	Redukcja zużycia	Emisja stan istniejący	Emisja po modernizacji	Redukcja emisji
	kg/MWh	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	Mg/rok	Mg/rok	Mg/rok
SO ₂	0,681	83,36	26,54	56,81	0,0568	0,0181	0,0387
NO _x	0,631	83,36	26,54	56,81	0,0526	0,0167	0,0358
CO	0,275	83,36	26,54	56,81	0,0229	0,0073	0,0156
Pyły	0,036	83,36	26,54	56,81	0,0030	0,0010	0,0020
CO ₂	765	83,36	26,54	56,81	63,77	20,31	43,46

12 Energia pierwotna

Poniżej przedstawiono wyliczenia dla energii pierwotnej

Energia pierwotna

Opis	Jedn.	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia Q _{k,L}	kWh/rok	83 357	26 545
Efekt energetyczny	kWh/rok		56 813
wi	-	3	3
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia, Q _{p,L}	kWh/rok	250 072	79 634
Redukcja energii pierwotnej	kWh/rok		170 438



13 Zestawienie energii użytkowej, końcowej, pierwotnej i emisji CO₂

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową Q_u	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność [GJ/rok], [MWh/rok]	Oszczędność [%]
	GJ/rok	0	0	0	0%
	MWh/rok	0	0	0	
	kWh/m ² rok			-	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_k	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność [GJ/rok], [MWh/rok]	Oszczędność [%]
	GJ/rok	300,1	95,6	204,5	68,2%
	MWh/rok	83,4	26,5	56,8	
	kWh/m ² rok			-	
Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną Q_p	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność [GJ/rok], [MWh/rok]	Oszczędność [%]
	GJ/rok	900,3	286,7	613,6	68,2%
	MWh/rok	250,1	79,6	170,4	
	kWh/m ² rok			-	
Emisja dwutlenku węgla	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność [Mg/rok]	Oszczędność [%]
	Mg CO ₂ /rok	64,85	20,65	44,20	68,2%

14 Podsumowanie i wnioski

Należy rozważyć wdrożenie rekomendowanego wariantu w kilku etapach. Pierwszy etap powinien objąć wymianę świetlówek w części komunikacyjnej (klub, galeria), a następnie w części socjalnej i biurowej. Do niniejszego opracowania dołączono rzuty poziome obiektu. W łącznym zestawieniu nie brano pod uwagę oświetlenia teatralnego (specjalnego), ze względu na wymogi stosowane do realizacji audytu oświetlenia. Z wywiadu możemy określić, iż w sali teatralnej zainstalowano 10 lamp scenicznych 500W (PAR 56) oraz 20 lamp o mocy 1 kW (PAR 64). Biorąc pod uwagę liczbę seansów oraz czas świecenia lamp, nie zaleca się wymiany oświetlenia scenicznego, gdyż stopa zwrotu z tej inwestycji mogłaby sięgnąć 20 lat.

Lampy wykorzystujące diody LED mają zalety niespotykane przy innych rozwiązaniach:

- natychmiastowy, stabilny strumień świetlny, brak męczącej wzrok pulsacji światła i brak efektu stroboskopowego;
- brak wpływu częstych włączeń i załączeń na trwałość źródeł światła;
- doskonałe oddawanie barw – $R_a > 70$ (wystarczający w większości zastosowań);
- wysoka sprawność energetyczna przekraczająca 100 lm/W (t.j. dziesięciokrotnie większa niż w przypadku źródeł żarowych);
- niski koszt serwisowania instalacji oświetleniowej, bardzo wysoka trwałość LED,
- brak efektów akustycznych.

Ważną zaletą oświetlenia LED jest osiągnięcie pełnego strumienia świetlnego natychmiast po włączeniu i niewrażliwość na częste włączanie i wyłączanie. Nie występuje tu zjawisko kilkuminutowego braku światła po zaniku zasilania, spowodowanego koniecznością wystudzenia żarnika lamp metalohalogenkowych (układy umożliwiające zapłon gorących HID kosztują kilkunastokrotnie więcej niż układy standardowe). Zastosowanie nowych źródeł światła nie tylko pozwoli na zminimalizowanie poboru energii przez oświetlenie, ale jednocześnie istotnie zmniejszy koszty serwisowania, dzięki wysokiej trwałości źródeł światła (gwarancja producentów dla proponowanych źródeł światła wynosi od 5 do 10 lat, w porównaniu z przeciętnym czasem świecenia zwykłej żarówki rzędu 1 000 godzin). Należy jednak podkreślić, że efektywność energetyczna opraw oświetleniowych nie jest jedynym czynnikiem, jaki należy rozważyć. Modernizacja musi w tym przypadku poprawić parametry oświetlenia w miejscach pierwotnie niedoświetlonych. Tego typu modernizacja, przeprowadzona w sposób zgodny z obowiązującymi normami powinna poprawić efektywność zużycia energii oraz parametry oświetlenia w miejscach pierwotnie niedoświetlonych.



15 Załączniki

Zestawienie mocy układów oświetlenia w podziale na pomieszczenia budynku

Opis pomieszczenia / grupa	m ²	W _z	EEI	W	W/m ²
Pom. Techniczne	16,81	144	0,889	162	9,64
Komunikacja	12,71	72	0,901	80	6,29
Komunikacja	6,76	72	0,901	80	11,82
Pom. Gospodarcze	10,84	144	0,889	162	14,94
Pom. Socjalne	54,28	180	1	180	3,32
Pom. Techniczne	8,79	36	0,901	40	4,55
Pom. Socjalne	103,3	252	0,901	280	2,71
Pom. Socjalne	20	46,8	0,95	49	2,46
Pom. Socjalne	30	3600	0,901	3996	133,19
Pom. Socjalne	15	280	0,95	295	19,65
Pom. Socjalne	6,4	105	0,95	111	17,27
Pom. Socjalne	11,42	216	0,889	243	21,28
Komunikacja	4,12	72	0,89	81	19,64
Pom. Magazynowe	7,06	72	0,889	81	11,47
Pom. Socjalne	8,2	140	0,95	147	17,97
Pom. Socjalne	1,6	60	1	60	37,50
Pom. Socjalne	4	120	1	120	30,00
Pom. Socjalne	4,29	70	0,95	74	17,18
Pom. Socjalne	4	120	1	120	30,00
Pom. Socjalne	4,29	140	0,95	147	34,35
Pom. Socjalne	3,83	60	1	60	15,67
Komunikacja	20,67	72	0,901	80	3,87
Pom. Techniczne	13,08	144	0,889	162	12,38

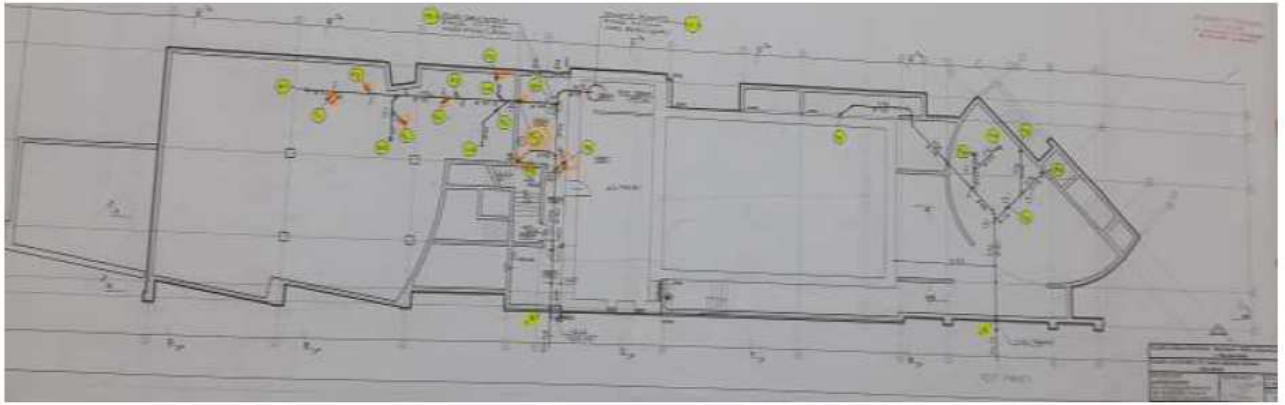


Pom. Magazynowe	11,5	144	0,889	162	14,09
Pom. Magazynowe	11,5	144	0,889	162	14,09
Komunikacja	10,05	144	0,889	162	16,12
Pom. Magazynowe	9,66	72	0,889	81	8,38
Pom. Magazynowe	9,66	72	0,889	81	8,38
Pom. Socjalne	38,64	288	0,889	324	8,38
Pom. Socjalne	76,92	540	0,901	599	7,79
Pom. Socjalne	76,92	560	1	560	7,28
Komunikacja	15	31,2	0,95	33	2,19
Komunikacja	15	315	0,95	332	22,11
Pom. Techniczne	9	72	0,889	81	9,00
Komunikacja	76,84	216	0,901	240	3,12
Komunikacja	76	1400	0,901	1554	20,45
Komunikacja	14	455	0,95	479	34,21
Komunikacja	12	280	0,95	295	24,56
Komunikacja	12	175	0,95	184	15,35
Komunikacja	6,67	54	0,901	60	8,99
Pom. Socjalne	3,3	60	1	60	18,18
Pom. Socjalne	3,63	120	1	120	33,06
Pom. Socjalne	2	70	0,95	74	36,84
Pom. Socjalne	3,77	120	1	120	31,83
Pom. Socjalne	3,77	70	0,95	74	19,54
Komunikacja	3,2	18	0,901	20	6,24
Pom. Techniczne	7,15	72	0,889	81	11,33
Komunikacja	4,44	72	0,889	81	18,24
Komunikacja	2	36	0,901	40	19,98
Pom. Socjalne	3,43	72	0,889	81	23,61
Pom. Socjalne	3,63	72	0,889	81	22,31
Pom. Socjalne	73,08	1296	0,889	1458	19,95
Pom. Magazynowe	7,4	72	0,889	81	10,94
Pom. Magazynowe	7,4	72	0,889	81	10,94
Pom. Socjalne	24,6	648	0,889	729	29,63
Pom. Socjalne	22,1	432	0,889	486	21,99
Pom. Socjalne	39,22	432	0,889	486	12,39
Komunikacja	13,16	54	0,901	60	4,55
Pom. Biurowe	13,58	288	0,889	324	23,86
Pom. Biurowe	11,94	216	0,889	243	20,35
Komunikacja	3,94	72	0,889	81	20,56
Komunikacja	26,6	126	0,901	140	5,26
Pom. Biurowe	11,1	144	0,889	162	14,59

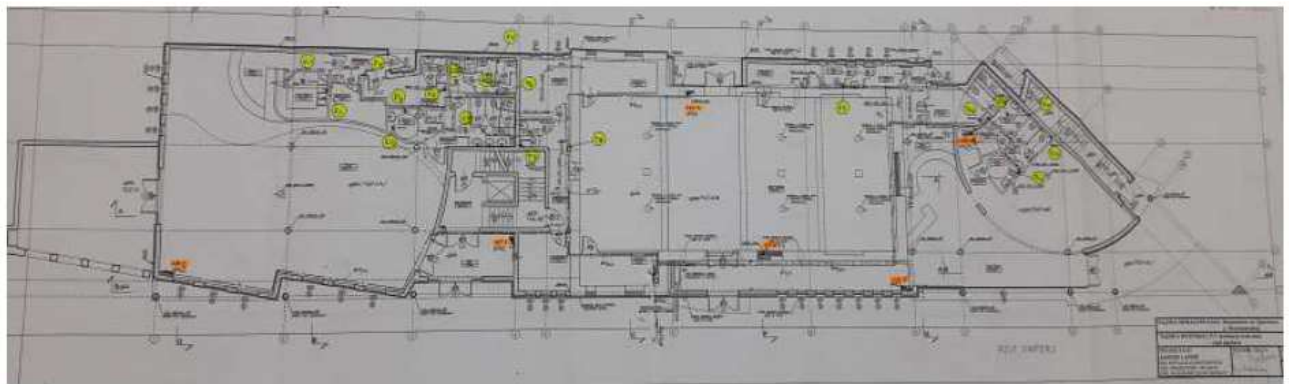


Pom. Magazynowe	3,25	72	0,889	81	24,92
Pom. Socjalne	4	70	0,95	74	18,42
Pom. Socjalne	4,43	120	1	120	27,09
Pom. Socjalne	4	70	0,95	74	18,42
Pom. Socjalne	4,45	120	1	120	26,97
Pom. Biurowe	11,47	216	0,889	243	21,18
Pom. Biurowe	10,59	144	0,889	162	15,30
Pom. Biurowe	25,32	288	0,889	324	12,79
Pom. Biurowe	36	245	0,95	258	7,16
Pom. Biurowe	23,49	144	0,901	160	6,80
Pom. Biurowe	10	280	0,95	295	29,47
Pom. Biurowe	8	11,7	0,95	12	1,54
Pom. Biurowe	16,73	162	0,901	180	10,75
Komunikacja	31,79	126	0,901	140	4,40
Pom. Socjalne	1,77	60	1	60	33,90
Pom. Socjalne	1,59	60	1	60	37,74
Pom. Socjalne	2	70	0,95	74	36,84
Pom. Socjalne	1,75	60	1	60	34,29
Pom. Socjalne	2	70	0,95	74	36,84
Komunikacja	16,24	800	0,901	888	54,67

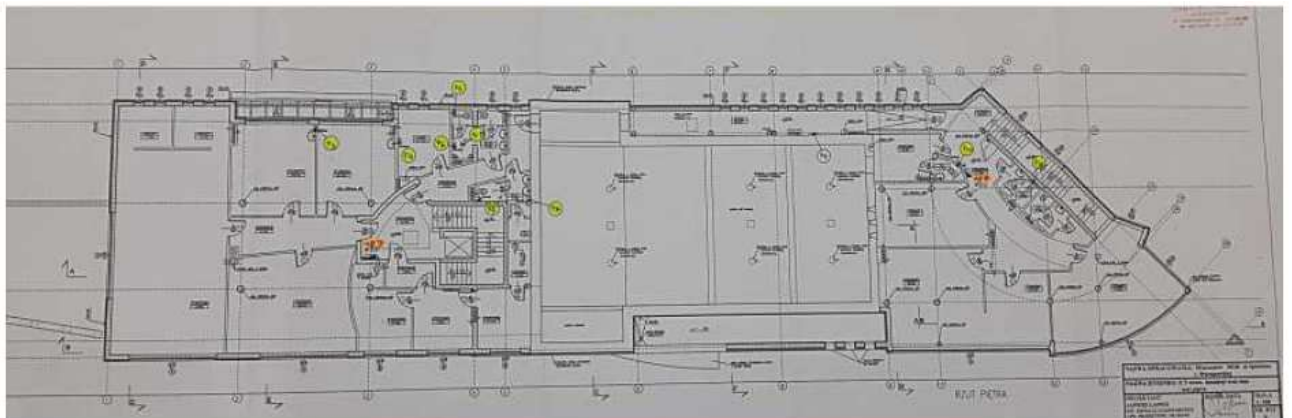




Rzut piwnicy



Rzut parteru



Rzut I piętra