

# **AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ**

## **W ZAKRESIE MODERNIZACJI OŚWIETLENIA**

### **HALA SPORTOWA**

### **II LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCE PRZY UL. KRÓLOWEJ JADWIGI**

**INWESTOR:**

**KZB Legionowo Sp. z o.o.  
ul. Marszałka Józefa Piłsudskiego 3  
05-120 Legionowo**

Otwock, sierpień 2022r.

## KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania		
		<b>26.09.2022</b>		
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:	Modernizacja systemu oświetlenia.			
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):	Modernizacja oświetlenia, polegająca na wymianie opraw oświetleniowych na hali sportowej II Liceum ogólnokształcącego przy ul. Królowej Jadwigi 11			
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/ <del>zostało zrealizowane</del> * przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):	KZB Legionowo Sp. Z o.o. Wydział Techniczny Ul. Marszałka Józefa Piłsudskiego 05-120 Legionowo			
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:**	Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:***	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:		
01.07.2023r.	Nie dotyczy	5		
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>				
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **	<b>8416,8</b>	kWh/rok	<b>0,72</b>	toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **	<b>21040</b>	kWh/rok	<b>1,80</b>	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej: ***	<b>n.d.</b>	kWh/rok	<b>n.d.</b>	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej: ***	<b>n.d.</b>	kWh/rok	<b>n.d.</b>	toe/rok
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>				
Imię i nazwisko:	MJ Energy Bogusław i Jakub Sucheccy Sp. Jawna			
Nr telefonu:	605 554 465 / 605 555 631			
Podpis:				

\* Niepotrzebne skreślić.

\*\* W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

\*\*\* W przypadku zrealizowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

## Spis treści

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ .....	2
1. Wstęp .....	4
2. Dane identyfikacyjne przedsięwzięcia.....	4
3. Metoda badań .....	5
3.1 Podstawa opracowania .....	5
3.2 Metodyka i założenia.....	6
4. Ocena stanu technicznego przed modernizacją.....	7
5. Koncepcja prac modernizacyjnych .....	11
6. Efekt energetyczny .....	12
7. Efekt ekonomiczny .....	12
8. Efekt ekologiczny.....	13
9. Podsumowanie .....	13
10. Załączniki .....	15

## 1. Wstęp

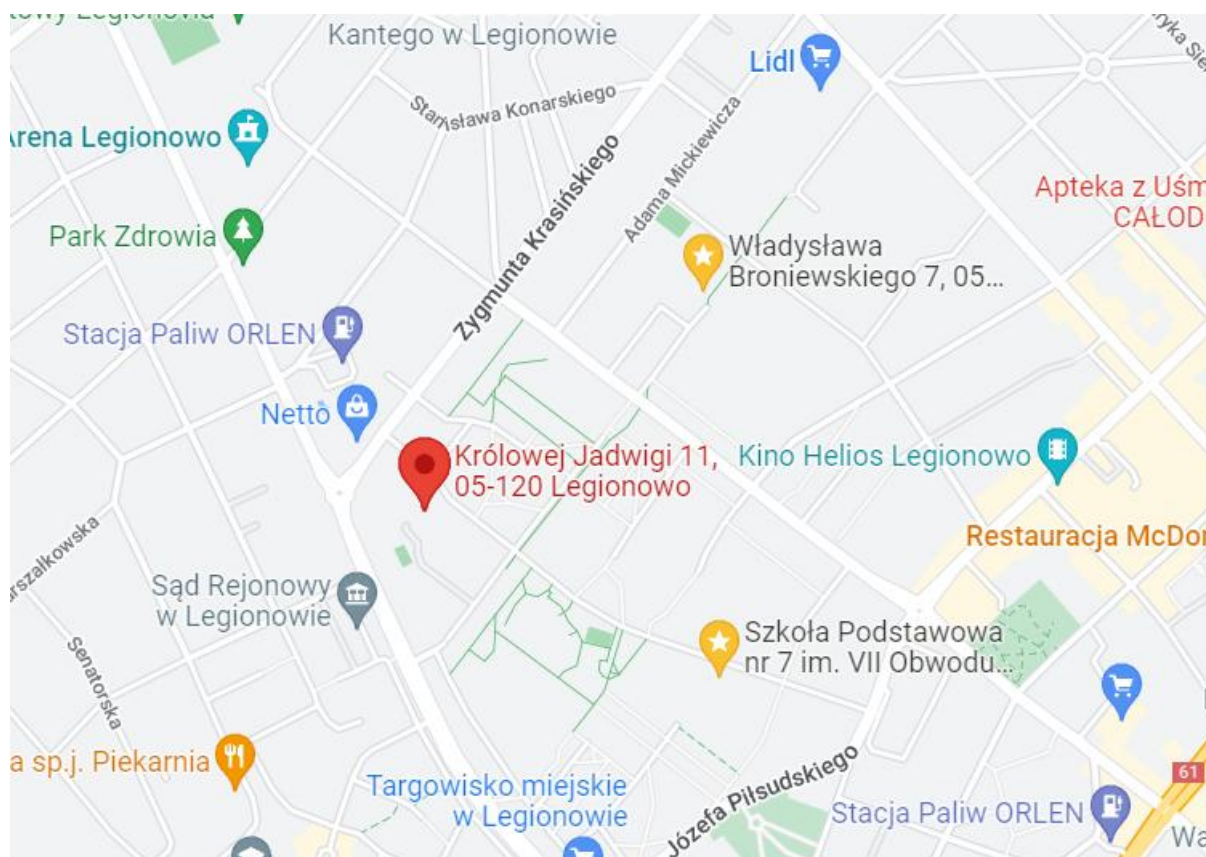
Celem audytu jest analiza efektów planowanych do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej w budynku II Liceum Ogólnokształcącego przy ulicy Królowej Jadwigi 11 w Legionowie w zakresie modernizacji oświetlenia hali sportowej. Planowane przedsięwzięcie polega na wymianie istniejącego systemu oświetlenia podstawowego, opraw wraz ze źródłami światła na rozwiązanie oparte na technologii LED. Technologia ta gwarantuje obecnie wysoką energooszczędność z jednoczesną poprawą jakości oświetlenia, zmniejszeniem kosztów konserwacji i eksploatacji.

Audyt efektywności został przygotowany zgodnie z rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. 2017 poz. 1912).

**Przedsięwzięcie modernizacyjne jest przedsięwzięciem planowanym.**

## 2. Dane identyfikacyjne przedsięwzięcia

### Szkoła Podstawowa nr 1 w Legionowie



**Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 2 im. Jana III Sobieskiego w Legionowie** jest placówką, w której wykwalifikowana kadra pedagogiczna stwarza doskonałe warunki do nauki i rozwijania zainteresowań a także kształtowania osobowości uczniów. Dzięki wybudowanemu przed budynkiem podjazdowi dla wózków inwalidzkich, wewnętrznej windzie oraz specjalnie przystosowanym toaletom, szkoła stwarza **przyjazne warunki dla niepełnosprawnych**. Szkoła daje pełne możliwości rozwoju zarówno umysłowego jak i fizycznego. Dzięki **wyspecjalizowanym pracownikom przedmiotowym**: (fizycznej, biologicznej, chemicznej, informatycznej, geograficznej, muzycznej, plastycznej, polonistycznej, historycznej), uczniowie mają możliwość wykorzystania wiedzy w praktyce i jej pogłębiania. Zaś dzięki:

- basenowi,
- odnowionej sali gimnastycznej,
- boisku,
- siłowni,

Każdy uczeń ma możliwość rozwoju fizycznego i rozwijania swoich umiejętności w różnych dziedzinach sportu. Szkoła zapewnia też możliwość pogłębiania zainteresowań dzięki **kółkom tematycznym** (teatralnemu, europejskiemu, młodego prawnika, informatycznemu) oraz zajęciom chóru szkolnego. Dzięki **bogatemu programowi nauczania**, nauczaniu wielu języków obcych (angielskim, francuskim, niemieckim, rosyjskim) i wykwalifikowanej kadrze nasza szkoła jest w stanie w pełni przygotować młodych ludzi do życia w dzisiejszych realiach.

Oprócz tego, nasza szkoła jako jedna z nielicznych, posiada **własny, niezależny radiowęzeł**, który został wybudowany dzięki współpracy grupki uczniów i nauczycieli szkoły, którzy rozumieją potrzeby swoich podopiecznych.

<https://szkolnictwo.pl/index.php?id=PB6378>.

### 3. Metoda badań

#### 3.1 Podstawa opracowania

- Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej;
- Ustawa z dnia 20 kwietnia 2021 r. o zmianie ustawy o efektywności energetycznej oraz niektórych innych ustaw;

- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;
- Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 30 listopada 2021 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej;
- USTAWA z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków;
- 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.
- Norma PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy - Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach;
- Norma PN-EN 15193 Charakterystyka energetyczna budynków - Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia;
- Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i pyłu całkowitego energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2020 rok;
- Dane dotyczące stanu istniejącego: model opraw, źródeł światła, instalacji, itp., dostarczone przez Inwestora;
- Inwentaryzacja i wizja lokalna;
- Aktualna cena energii elektrycznej - dostarczone przez Inwestora.

### 3.2 Metodyka i założenia

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii i zapisem § 4 pkt 2. Audyt dla przedsięwzięcia służącego poprawie energetycznej, określonego w załączniku nr 1 do rozporządzenia, może być sporządzony w sposób uproszczony.

**Wymiana 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 i weryfikacji oszczędności energii określone w załączniku nr 2 do rozporządzenia.”

(7) *Oprawy oświetleniowe i źródła światła:*

$$\Delta Q_0 = T_U (M_0 - M_1) / 1000$$

$\Delta Q_0$  - ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażonej w [kWh/rok],

$T_U$  - czas użytkowania źródła światła, określony na podstawie danych tabeli nr 6, wyrażony w [h/rok],

$M_0$  - łączna moc znamionowa istniejących (starych) opraw oświetleniowych wyrażona w [W],

$M_1$  - łączna moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych po modernizacji, wyrażona w [W].

Z uwagi na charakter obiektu, czas użytkowania został przyjęty według czasu z rozporządzenia dla budynków użyteczności publicznej hale.

Zakres modernizacji oświetlenia obejmuje oświetlenie podstawowe na obszarze hali sportowej dużej oraz hali sportowej małej.

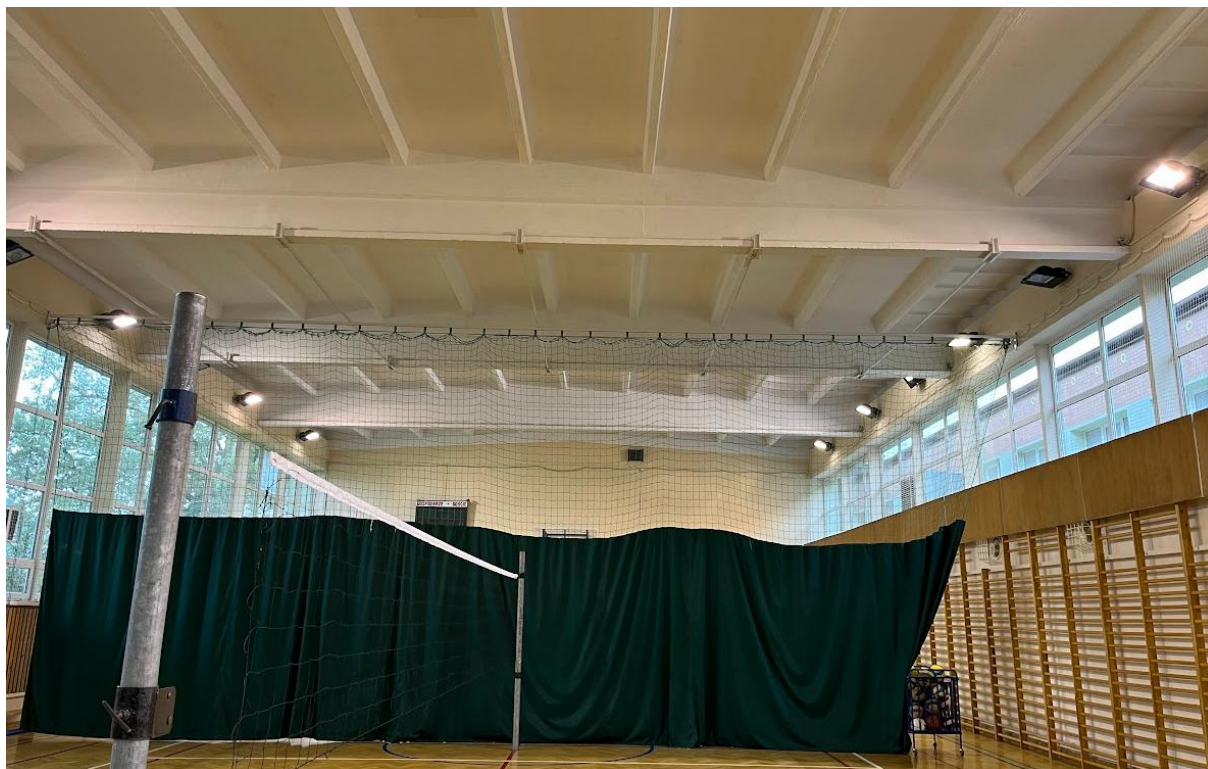
#### 4. Ocena stanu technicznego przed modernizacją

Zakres planowanej modernizacji obejmuje wymianę opraw oświetleniowych zainstalowanych na terenie Hal sportowych LO nr II w Legionowie. Rozłożone w czasie prace modernizacyjne obejmować mają kompleksową wymianę systemu oświetlenia zainstalowanego na całym terenie LO. Są to obszary komunikacji ogólnej dostępne dla ogółu użytkowników typu: pasaż, korytarze, klatki schodowe, parkingi, toalety oraz strefa administracyjno-techniczna, klasy. W omawianym Audycie zakres modernizacji wchodzi jedynie oprawy zainstalowane na obszarze hali sportowej. Niniejszy audyt swoim zakresem obejmuje ilości opraw (tabela poniżej) wskazane przez Inwestora w obszarach planowanych do modernizacji. W przeważającej części tego zakresu oświetlenie bazuje na źródłach metalohalogenkowych, rtęciowych oraz świetlówkach kompaktowych. Niestety znajdują się również rozwiązania Rtęciowe. Oprawy zamontowane są w przeważającej ilości na sufitach. Są to oprawy związane z wysokimi kosztami utrzymania. Oprócz stosunkowo wysokiej

energochłonności, wymagają stałej konserwacji polegającej na wymianie źródeł światła i utrzymaniu przejrzystości kloszy w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu oświetlenia.

Z uwagi na częściowe wyeksploatowanie analizowanego systemu oświetlenia zaleca się przeprowadzenie planowanej modernizacji.

Stan obecny użytkowanego systemu oświetlenia obrazują poniższe zdjęcia.









Zestawienie opraw objętych planowaną modernizacją w odpowiednich obszarach przeznaczonych do modernizacji:

Oprawa	Stan istniejący			Stan projektowany		
	Ilość	Moc jednostkowa [W]	Moc łączna [kW]	Ilość	Moc jednostkowa [W]	Moc łączna [kW]
Beghelli 40870 PRO/RIF 200W	0	0	0	10	200	2,00
metalohal. 400	22	430	9,5	0	430	0,00
<b>Razem</b>	<b>22</b>		<b>9,46</b>	<b>10</b>		<b>2</b>

## 5. Koncepcja prac modernizacyjnych

Planowana modernizacja polega na całkowitej wymianie opraw oświetleniowych objętych zakresem. Podczas analizy dobrano nowoczesne oświetlenie oparte na technologii LED zgodnie z wymogami normy. Ze względu na różnorodność montażu oraz miejsca przeznaczenia wśród proponowanych opraw są:

Zestawienie opraw przewidzianych do instalacji:

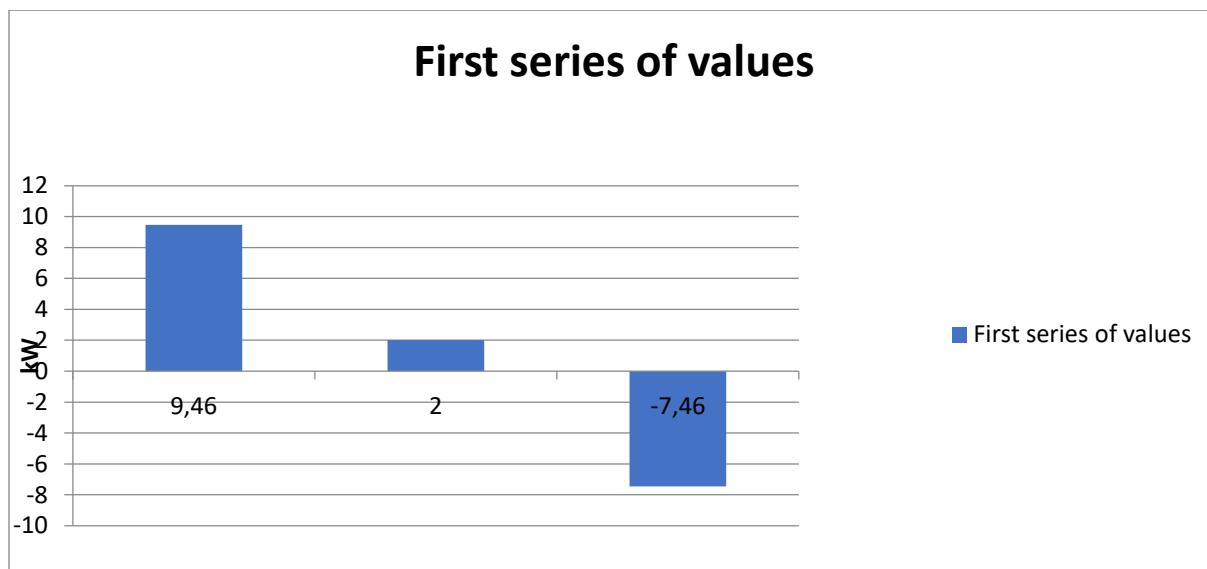
Oprawa	Stan projektowany		
	Ilość	Moc jednostkowa [W]	Moc łączna [kW]
Beghelli 40870 PRO/RIF 200W	10	200	2,00
metalohal. 400	0	430	0,00
<b>Razem</b>	<b>10</b>		<b>2</b>

Wymagania dla opraw wykonanych w technologii LED:

Oprawa oświetleniowa na źródła LED, IP66, IK09, UGR<23, T=4000K, Ra>80, strumień po przejściu przez zespół optyczny =32400lm, pobór mocy 200W, montaż za pomocą regulowanego uchwyty goniometrycznego, obudowa wykonana z ciśnieniowego odlewu aluminium z żebrowaniem odprowadzającym ciepło, lakierowana proszkowym poliestrem na RAL 7040, haki oraz zatrzaski wykonane ze stali nierdzewnej, klosz wykonany ze szkła hartowanego gr. 4mm z zewnętrzną warstwą zawierającą mikrosfery redukującą olśnienie, odbłyśnik oraz lamelki rastra z błyszczącego polerowanego aluminium gwarantujące wysoki poziom odbicia światła oraz asymetryczny rozsył światła, siatka ochronna zabezpieczająca przed skutkami uderzenia, układ zasilający: inteligentny zasilacz LED z wyjściem napięciowym SELV umożliwiający zmianę strumienia światła; oprawa wyposażona w zintegrowany sensor, dostosowujący strumień świetlny oprawy w zależności od ilości światła naturalnego, powodujący wzrost dodatkowej oszczędności energii do 30% oraz zwiększenie żywotności oprawy do 40%; sterowanie oprawą oparte na klasycznych łącznikach oświetlenia - nie wymaga stosowania dodatkowych urządzeń sterujących takich jak panel, zasilacz, router itp.; cosφ>0,96, MTBF: 100000h, stabilność temp. barwowej: 3 SDCM, żywotność: 70000h (L80B20), temperatura pracy: -30°C ÷ +50°C, zgodność z normami: EN 60598-1, EN 60598-2-1, EN 60598-2-22, EN62471

## 6. Efekt energetyczny

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Różnica
Ilość punktów świetlnych	szt.	22	10	
Moc zainstalowana	kW	9,46	2	-7,46
Redukcja mocy	%		79%	



## 7. Efekt ekonomiczny

Taryfa C21	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - dzień + noc	1080	9,46	10216,8	1,1646	11898,49	14635,14
Suma					11898,49	14635,14

Taryfa C21	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - dzień + noc	1080	2	2160	1,1646	2515,54	3094,11
Suma					2515,54	3094,11

Oszczędności w zużyciu energii – 8056 kWh

Oszczędność w budżecie – 11 541,03zł brutto

po modernizacji, redukcja 40 %

Taryfa C21	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - dzień + noc	1080	1,2	1296	1,1646	1509,32	1856,47
Suma					1509,32	1856,47

Oszczędności w zużyciu energii – 8416,8 kWh

Oszczędności w budżecie – 12 778,67zł brutto

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	22	10
Pobór mocy	kWh	10216,8	1800
Redukcja mocy	%		82%

## 8. Efekt ekologiczny

Wskaźniki emisyjności dla energii elektrycznej wyliczone według KOBiZE za rok 2020 opublikowane w grudniu 2021 r.:

1	Moc przed modernizacją [kW]	9,46	
2	Moc po modernizacji [kW]	1,2	-8,26
3	Czas świecenia [h]	4150	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	8,4168	
L.p.	Zanieczyszczenia	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO <sub>2</sub>	5874,9264	698
2	Tlenek węgla CO	1,7086104	0,203
3	Dwutlenek siarki SO <sub>2</sub>	4,2841512	0,509
4	Tlenki azotu NO <sub>x</sub>	4,3935696	0,522
5	Pyły całkowite TSP	0,2188368	0,026
	<b>Razem [kg]</b>	<b>5885,531568</b>	

## 9. Podsumowanie

Planowane do realizacji przedsięwzięcie modernizacji oświetlenia na terenie Hali sportowej II LO w Legionowie, przyniesie wymierne korzyści. Zastosowanie nowych opraw bazujących na technologii LED przynosi korzyści nie tylko związane z oszczędzaniem zużywanej energii (oszczędność na poziomie 8,42 MWh/rok), ogranicza również koszty związane z konserwacją. Nowoczesne oprawy nie wymagają kłopotliwej wymiany źródeł światła, zwiększona żywotność i wydajność pozwala na wydłużenie okresów konserwacji.

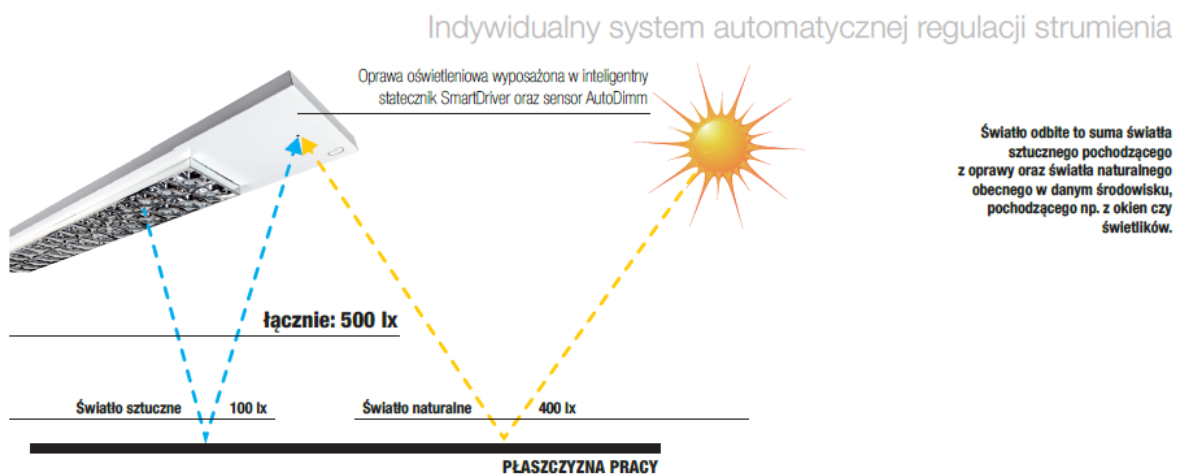
Zużycie energii elektrycznej MWh/rok		
Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Różnica
10,22	1,80	8,42

Technologia LED pozwala w zdecydowanie większym stopniu (od obecnie stosowanej) kreować oświetlane otoczenie. Odpowiedni dobór temperatury barwowej światła oraz zwiększone współczynniki oddawania barw to niewątpliwe zalety, które mogą być wykorzystane do kreowania wizerunku otoczenia.

Należy również zwrócić uwagę, że zastosowana technologia pozwala na większą kontrolę. Wyposażona w odpowiednie komponenty sterujące zsynchronizowane z różnego typu czujnikami (ruchu, światła dziennego itp.) pozwala dobierać automatycznie odpowiedni poziom oświetlenia.

Każda oprawa oświetlenia podstawowego zawarta w projekcie posiada inteligentny fotosensor, który możemy zaprogramować jako czujnik oświetlenia dynamicznego działający jako detektor ruchu,

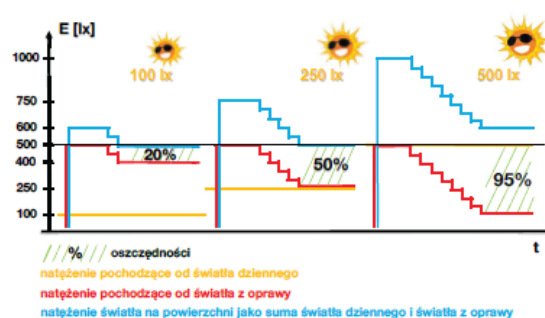
fotosensor reaguje na najmniejsze zmiany światła wynikające z ruchu ludzi w pobliżu źródła światła i aktywuje zaprogramowane ustawienie.



#### Efektywność ściemniania

Wzrost wydajności świetlnej (lm/W) oraz wydłużenie żywotności opraw to dodatkowe atuty jakie daje nam ściemnianie. Zakładając, że średni strumień oprawy ściemnianej wynosi 50% jej wartości nominalnej, możemy przyjąć:

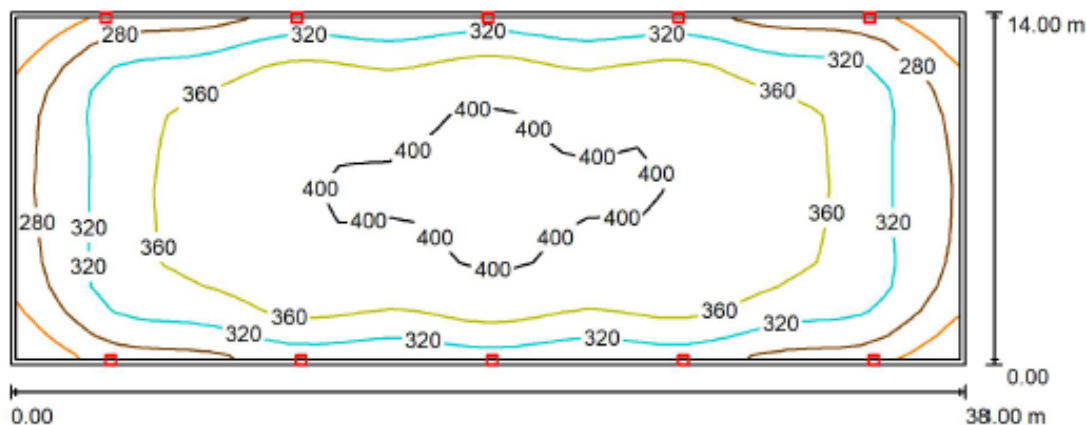
**Wzrost żywotności +40%**  
**Skuteczność świetlna +15%**



## 10. Załączniki

### Obliczenia Fotometryczne

#### Sala sportowa / Podsumowanie



Wysokość pomieszczenia: 7.000 m, Wysokość montażu: 6.500 m,  
Współczynnik konserwacji: 0.80

Wartości Lux, Skala 1:272

Powierzchnia	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Płaszczyzna pracy	/	350	211	405	0.604
Podłoga	20	345	178	408	0.517
Sufit	50	91	64	146	0.695
Ściany (4)	40	200	78	3652	/

#### Płaszczyzna pracy:

Wysokość: 0.000 m  
Siatka: 38 x 14 Punkty  
Margines: 0.200 m

#### Wykaz opraw

Nr.	Ilość	Etykieta (Czynnik korekcyjny)	$\Phi$ (Oprawa) [lm]	$\Phi$ (Lampy) [lm]	P [W]
1	10	Beghelli 40870 PRO/RIF 200W SD 4K (1.000)	32398	32400	200.0
			W sumie: 323984	W sumie: 324000	2000.0

Specyfikacja mocy przyłączeniowej:  $3.76 \text{ W/m}^2 = 1.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Powierzchnia podstawowa:  $532.00 \text{ m}^2$ )

