

RAPORT Z AUDYTU
ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI OŚWIETLENIOWEJ
ORAZ
PLAN ROZMIESZCZENIA PUNKTÓW OŚWIETLENIOWYCH

W

ZESPOLE SZKÓŁ NR 3 IM. JANA III SOBIESKIEGO
W SZCZYTNIE

Katowice, 17 czerwca 2016 r.

SPIS TREŚCI

1. CEL RAPORTU	3
2. METODOLOGIA I PODSTAWY AUDYTU	3
2.1. Opis prac.....	3
2.2. Podstawy prawne – wytyczne i normy.....	4
2.3. Podstawy wykonania audytu oświetleniowego.....	5
3. INFORMACJE WSTĘPNE	6
3.1. Informacje na temat placówki.....	6
3.2. Dane firmy wykonującej audyt	6
3.3. Dane osób wykonujących inwentaryzację i audyt	6
3.4. Dane i certyfikaty urządzeń pomiarowych	7
3.5. Informacja na temat kosztów energii.....	8
4. INWENTARYZACJA ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI OŚWIETLENIOWEJ.....	8
4.1. Ogólna diagnoza stanu obiektu i oświetlenia	8
4.2. Informacja na temat rodzaju instalacji elektrycznej w obiekcie	13
4.3. Dokumentacja planów ewakuacyjnych budynków	13
4.4. Inwentaryzacja istniejących punktów oświetleniowych w klasach, na korytarzach i klatkach schodowych	13
4.5. Zestawienie zbiorcze istniejących punktów oświetleniowych.	14
5. INSTALACJA ZASTĘPCZA.....	15
5.1. Wyjaśnienie określenia instalacji zastępczej i dlaczego ją zastosowano	15
5.2. Zestawienie dodanych źródeł światła i ich moc	16
6. SYSTEM OŚWIETLENIA LED	16
6.1. Opis i rekomendacje	16
6.2. Rzut pomieszczeń ze wstępnym rozmieszczeniem punktów oświetleniowych w proponowanym systemie oświetlenia LED (DIALux).....	20
6.3. Zestawienie zamiennych źródeł światła z poborem mocy.....	20
7. PODSUMOWANIE AUDYTU I WNIOSKI.....	21
7.1. Prognoza oszczędności	21
7.2. Wykazanie obniżenia emisji CO ₂ dzięki zastosowaniu technologii LED	24
7.3. Wnioski końcowe.....	24
7.4. Załączniki	26

1. CEL RAPORTU

Niniejszy raport składa się z:

- opisu istniejącej instalacji oświetleniowej (z wyłączeniem sali gimnastycznej oraz części pomieszczeń które są do użytku prywatnego),
- opisu brakującej prawidłowej instalacji oświetleniowej w szkole, tj. zgodnej z obowiązującymi normami, wykorzystującej technologie starego typu,
- planu rozmieszczenia punktów oświetleniowych w proponowanej instalacji opartej na technologii LED oraz porównania ich efektywności ekonomicznej.

Przeprowadzony audyt istniejącej instalacji oświetleniowej pozwala określić jak obecna instalacja oświetleniowa spełnia swoją funkcję oraz jakie generuje koszty. W związku z koniecznością dostosowania oświetlenia w pomieszczeniach edukacyjnych placówki do obowiązujących norm, zaproponowano rozwiązania **nieszkodliwe, ekologiczne i zdecydowanie efektywniejsze ekonomicznie**. Biorąc również pod uwagę wytyczne Komisji Europejskiej dotyczące dostosowania oświetlenia do dyrektyw unijnych regulujących kwestie wymiany oświetlenia na energooszczędne w perspektywie najbliższych lat i obniżających emisję CO₂, proponowane rozwiązania oparto na rozwiązaniach LED spełniających obowiązujące normy.

2. METODOLOGIA I PODSTAWY AUDYTU

2.1. Opis prac

Do opracowania audytu wykorzystano metodę pomiarowo - porównawczą uwzględniającą, jeśli zaistniała taka potrzeba, korektę stanu zastanego o koszt instalacji zastępczej, niezbędnej do spełnienia norm oświetleniowych w szkole.

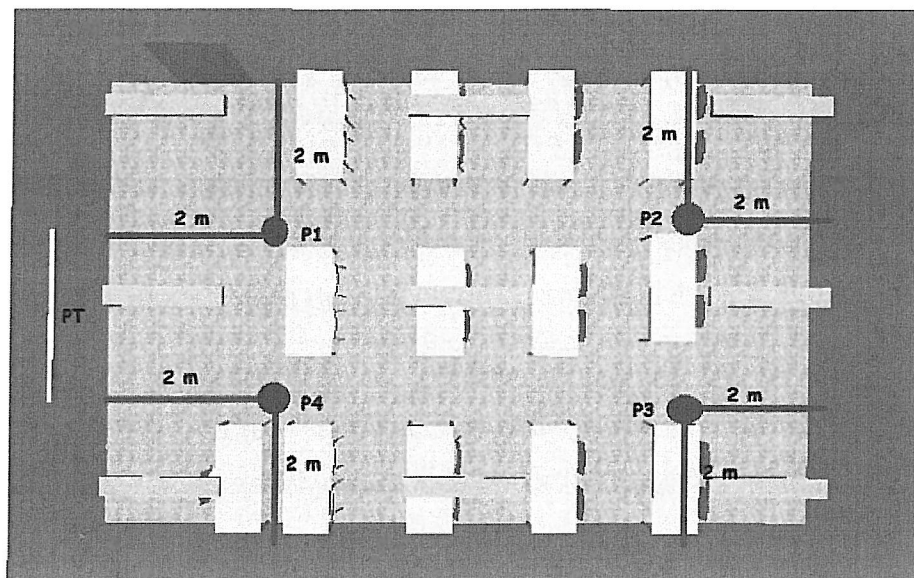
W prognozie oszczędności przedstawiono porównanie kosztów zużycia energii obecnej instalacji wraz z uzupełnioną instalacją zastępczą a nowego Systemu oświetleniowego opartego o technologie LED uwzględniające koszty utrzymania obu instalacji na przestrzeni 20 lat.

Do prac wykorzystano:

- ✓ profesjonalny, certyfikowany sprzęt: luksomierz, dalmierz laserowy,
- ✓ oprogramowanie do analiz oświetleniowych DIALux,

- ✓ oprogramowanie do wyrysowania rzutów inwentaryzowanych pomieszczeń, AutoCad.

Pomiary natężenia światła w klasach lekcyjnych wykonywano w czterech punktach pomiarowych w odległości ok 2 metrów od ścian a także na tablicy.



W pozostałych pomieszczeniach w tym małych magazynkach /toaletach wykonywano po jednym pomiarze natężenia światła. Na korytarzach pomiary wykonywano w zależności od potrzeb co kilka metrów.

W celu prawidłowego porównania efektów ekonomicznych zamiany obecnej instalacji na spełniającą normy na instalacje LED, uwzględniono:

- ✓ straty mocy na oprawach oświetleniowych, spowodowane systemami zasilania,
- ✓ koszty konserwacji instalacji oświetleniowych – na który składają się koszty, materiałowe (zakup nowych świetlówek lub żarówek) oraz koszty usług wymiany,
- ✓ koszty zużycia energii elektrycznej, przy założeniu uśrednionego wzrostu cen energii wysokości 2% w skali roku,
- ✓ koszt wykonania niezbędnych inwestycji w celu spełnienia norm (Instalacja zastępcza).

2.2. Podstawy prawne – wytyczne i normy

Niniejszy raport wykonano na podstawie norm Polskiego Komitetu Normalizacji, także wytycznych i aktów prawnych przyjętych przez Parlament Europejskiej:

- ✓ PN-EN 12464 -1:2011 Światło i oświetlenie – oświetlenie miejsc pracy (grudzień 2012 r.);
- ✓ PN-EN 62471 – Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych
- ✓ PN-EN 55015 – Poziomy dopuszczalne i metody pomiarów zakłóceń radioelektrycznych;
- ✓ PN-EN 61547 – Wymagania dotyczące odporności sprzętu oświetleniowego na zakłócenia elektromagnetyczne;
- ✓ PN-EN-61 000-3-2 – Dopuszczalne poziomy emisji harmonicznego prądu;
- ✓ PN-EN61000-3-3 – Dopuszczalne poziomy. Ograniczenia wahań napięcia i migotania światła;
- ✓ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego z dn. 18 maja 2010r. – zgodnie z którą po roku 2020 wszystkie nowe budynki mają spełniać zaostrzone wymagania dotyczące ich charakterystyki energetycznej. Właściciele budynków (w tym samorządy) winni troszczyć się o uzyskiwanie realnych oszczędności, kontrolować zużycie energii, ograniczać koszty zakupu nośników energii i negocjować warunki sprzedaży nadwyżek. Wzorcowa rola sektora publicznego jest też kluczowa dla krzewienia pozytywnych postaw;
- ✓ 33 Raport Stan Energetyczny Budynków w Polsce, Buildesk, 2010,
34 Dyrektywa 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków – Budynki użyteczności publicznej powinny być wzorcowe w zakresie efektywnej eksploatacji i zmodernizowane pod względem energetycznym, **dlatego tak ważnym jest analiza możliwości poprawy wykorzystania energii w budynkach użyteczności publicznej;**
- ✓ Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych, a także stanowiąca realizację decyzji ustanawiającej cel 20% obniżenia zużycia energii w UE do roku 2020;
- ✓ Pakiet Klimatyczno – Energetyczny („3x20”) - Zestaw aktów legislacyjnych przyjętych na szczycie Unii Europejskiej 12 grudnia 2008 r. i zatwierdzonych przez Parlament Europejski 17 grudnia 2008 r.

2.3. Podstawy wykonania audytu oświetleniowego

Audyt wykonano na zlecenie Powiatu Szczycieńskiego.

3. INFORMACJE WSTĘPNE

3.1. Informacje na temat placówki

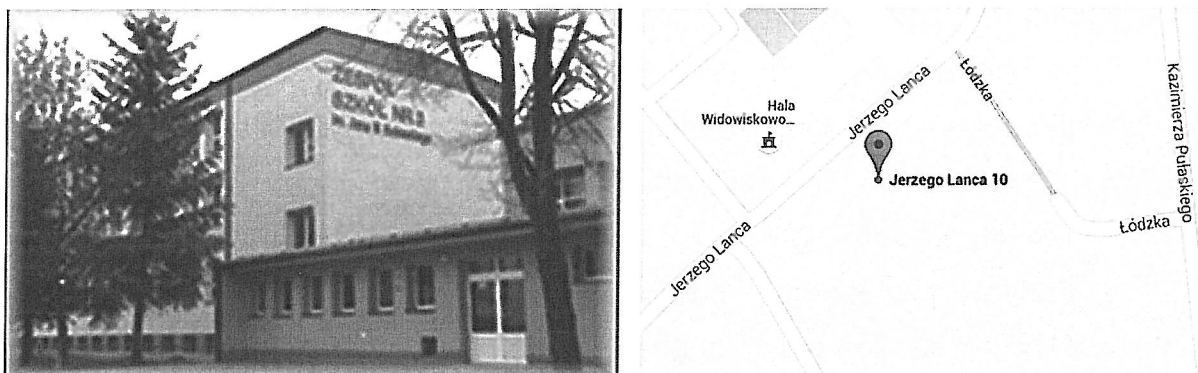
Typ obiektu:

Placówka składa się z jednego obiektu. Jest to budynek wolnostojący o funkcji edukacyjnej. W budynku znajduje się szkoła (w tym hala gimnastyczna- nieobjęta niniejszym audytem), internat oraz Poradnia Psychologiczno- Pedagogiczna.

Budynek podpiwniczony, trzykondygnacyjny (parter, pierwsze piętro i drugie piętro), z klatkami schodowymi.

Lokalizacja:

ul. J. Lanca 10, 12-100 Szczytno, woj. warmińsko- mazurskie.



3.2. Dane firmy wykonującej audyt

Niniejszy audyt został sporządzony przez LEDEOS spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.k. z siedzibą ul. Szopienicka 60, 40-074 Katowice, wpisaną do rejestru przedsiębiorców prowadzonego przez Sąd Rejonowy Katowice – Wschód w Katowicach, VIII Wydział Gospodarczy, pod nr KRS: 0000600939, NIP: 9542762432.

3.3. Dane osób wykonujących inwentaryzację i audyt

Osoby weryfikujące dokumentację:

1. Aleksandra Swałek Gola – architekt wnętrz
2. Ryszard Edward Swałek – architekt projektant
3. Jerzy Zowiecki – elektryk

Osoby wykonujące inwentaryzację:

1. Kamil Klimczak

Osoby przygotowujące raport:

1. Agata Szyszko
2. Kamil Krzysztof Bomber

Potwierdzenia uprawnień w załączeniu:

- kserokopia uprawnień w zawodzie elektryka p. J. Zowieckiego (zał. 1 - decyzja nr 20/02 z dnia 21.01.2002 r.),
- kserokopia świadectwa kwalifikacyjnego dot. eksploatacji p. J. Zowieckiego (zał. nr 2 - świadectwo kwalifikacyjne nr G1-E-108/1357/2015 z dnia 16.04.2015 r.),
- kserokopia świadectwa kwalifikacyjnego dot. dozoru p. J. Zowieckiego (zał. nr 3 - świadectwo kwalifikacyjne nr G1-D-108/1358/2015 z dnia 16.04.2015 r.),
- kserokopia uprawnień budowlanych p. R.E. Swałka (zał. nr 4 - uprawnienia budowlane nr 155/75/Kt z dnia 26.02.1975 r.)
- kserokopia wypisu z listy architektów p. R. E. Swałka (zał. nr 5 - zaświadczenie z dnia 26.04.2016 r.)

Dodatkowo, elektryk oraz architekt projektant, stwierdzili, że prace wymagane do zamontowania Systemu Oświetleniowego zgodnie z Planem Rozmieszczenia Punktów Oświetleniowych znajdującym się w niniejszym raporcie i dotyczącym niniejszej placówki, nie są robotami budowlanymi w rozumieniu ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 poz. 1409 z późn. zm.) oraz nie wymagają wprowadzania zmian w istniejącej instalacji elektrycznej, ani też nie wymagają zmian do projektu istniejącej instalacji elektrycznej (oświadczenia stanowią zał. nr 6 i zał. nr 7).

3.4. Dane i certyfikaty urządzeń pomiarowych

Przy wykonywaniu pomiarów do przeprowadzonego audytu oświetlenia korzystano z luksomierza LXP-2, wyprodukowanego przez SONEL S.A.

Jest to urządzenie spełniające wszystkie obowiązujące normy, czego potwierdzeniem jest świadectwo wzorcowania, stanowiący zał. nr 8.

Dodatkowo, użyty został dalmierz laserowy firmy Bosch.

3.5. Informacja na temat kosztów energii

Poniższe zestawienie zostało sporządzone na podstawie przekazanych faktur dotyczących dystrybucji i zużycia energii elektrycznej za okres 28.11.2014 r. – 18.01.2016 r.

Zużycie energii w szkole Zespołu Szkół nr 3 im. Jana III Sobieskiego w Szczytnie				
Okres	Pobór	Cena brutto	Koszt kWh	średni koszt kWh
28.11.2014 r.-30.01.2015 r.	17571	14 607,14 zł	0,83 zł	0,87 zł
31.01.2015 r.- 30.03.2015 r.	14685	12 946,72 zł	0,88 zł	
31.03.2015 r. - 28.07.2015 r.	15297	13 737,58 zł	0,90 zł	
29.07.2015 r. - 23.09.2015 r.	7962	7 127,27 zł	0,89 zł	
24.09.2015 r.-18.01.2016 r.	33746	28 901,31 zł	0,86 zł	

Z kolei, w internacie na podstawie zestawień rachunków wyliczono kwotę 0,49 zł za dystrybucję oraz kwotę 0,61 zł za koszt 1kWh co daje wartość 1,10 zł.

W internacie osoby przebywają po lekcjach i czas użytkowania oświetlenia jest zbliżony o ile nawet nie większy jak w szkole.

Do celów obliczeniowych w audycie przyjęto wartość uśredniony koszt **1,00 zł** dla obu budynków i ten sam czas użytkowania obiektów.

4. INWENTARYZACJA ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI OŚWIETLENIOWEJ

4.1. Ogólna diagnoza stanu obiektu i oświetlenia

Zespół audytowy stwierdził, że stan obiektów jest ogólnie dobra. Pomieszczenia w szkole zostały odremontowane w 2013 r. W 2012 r. w trzech klasach wymienione zostało oświetlenie w technologii TNS. Oświetlenie zamontowane w szkole, poradni i internacie to w głównej mierze oświetlenie oparte na technologii jarzeniowej.

W ponad połowie wszystkich audytowanych pomieszczeń normy dotyczące natężenia oświetlenia nie zostały spełnione. Jedynie w 6 na 27 klas znajdują się oprawy rastrowe. M.in. w klasach, bibliotece, czytelnicy, toaletach, magazynie trucizn, szatniach nie są spełniane normy związane z natężeniem oświetlenia. Tylko w jednej toalecie znajduje się oprawa hermetyczna.

Większość zamontowanego oświetlenia jest już mocno zużyta. Odblýsniki nie spełniają swoich funkcji, gdyż są trwale zabrudzone a światło docierające do blatów

roboczych to znikoma część jaka powinna oświetlać te miejsca zgodnie z założeniami dla danych opraw. Złe warunki oświetleniowe nie sprzyjają edukacji.

Dokumentacja zdjęciowa, obrazująca ww. stan znajduje się w załączniku nr 9 niniejszego raportu.

Należy zwrócić uwagę na problemy i zagrożenia, które wynikają z zastosowania dotychczasowej technologii kwalifikują ją do wymiany. Pewne zjawiska dotyczące tego typu oświetlenia są jego cechą charakterystyczną (jak migotanie). Inne są efektem niestosowania właściwych opraw oświetleniowych, przeznaczonych do odpowiednich pomieszczeń w których przebywają dzieci. Kolejna część występujących zjawisk jest spowodowana naturalnym zużywaniem się źródeł światła, a tym samym obniżaniem jego efektywności i zwiększającym się niekorzystnym wpływem na zdrowie. Brak bieżącej kontroli jakości światła to poważne niedopełnienie obowiązków. Przy starym typie oświetlenia zalecane jest jego bieżące serwisowanie i częste przeglądy, a przynajmniej 2 razy w roku konserwacja polegająca na czyszczeniu opraw i źródeł światła.

Poniżej wymieniono zjawiska występujące w oświetleniu znajdującym się w placówkach, uzupełniając je o wyjaśnienia:

- ✓ **Migotanie** – używanie świetlówek starego typu może być związane z widocznym migotaniem oprawy oświetleniowej, co zmniejsza komfort widzenia, **doprowadzając w skrajnych przypadkach do powstawania efektu stroboskopowego** (złudzeń wzrokowych przy patrzeniu na przedmioty znajdujące się w ruchu obrotowym lub posuwisto-zwrotnym). **Może to zagrażać bezpieczeństwu**, np. na zajęciach w warsztatach, gdy osobie obsługującej maszynę wydaje się, że jest ona wyłączona, mimo, że w rzeczywistości znajduje się w ruchu.

Źródła światła powodujące migotanie negatywnie wpływają na wzrok i powodują (w szczególności u dzieci) podwyższony stan emocjonalny i rozdrażnienie. **Może to powodować zwiększenie poziom agresji u młodzieży.**

- ✓ **Opary rtęci** – znajdujące się w świetlówkach jarzeniowych, opary rtęci stanowią bardzo poważne **zagrożenie dla zdrowia**. W przypadku stłuczenia

się świetlówki, niezbędne jest wyprowadzenie uczniów z pomieszczenia i jego intensywna wentylacja przez co najmniej 4 godziny.

- ✓ **Zużycie** – świetlówki rzadko przepalają się natychmiast, **ich awarie bywają poprzedzone wzrastającym migotaniem, buczeniem, a także włączaniem i wyłączaniem się.** Do takich sytuacji bezwzględnie nie wolno dopuszczać. W szkole występują pomieszczenia w których zauważono takie zjawiska jak migotanie i buczenie. Jest tylko kwestią czasu kiedy zużyte oświetlenie będzie wydawało dźwięki uniemożliwiające użytkowanie opraw. Takie zjawiska wpływają na stan rozdrażnienie uczniów i nauczycieli. Szybciej się męczą, a zjawisko to może też powodować bóle głowy. Buczenie jest na tyle drażniące, że wymaga wręcz czasem **wyłączenia oświetlenia** w celu przeprowadzenia lekcji. To kolejne negatywne zjawisko, gdyż nauka w niedoświetlonych i ciemnych pomieszczeniach powoduje wytwarzanie u dzieci melatoniny, która nie tylko nie stymuluje człowieka do efektywnej pracy, ale wręcz wycisza, usypia go. Do zwiększenia aktywności potrzebna jest dopamina, która wytwarza się u ludzi przebywających w jasnych i dobrze oświetlonych pomieszczeniach. Potwierdziły to wyniki badań amerykańskich i niemieckich naukowców. Przebywanie dzieci w niedoświetlonych klasach w perspektywie czasu powoduje osiąganie przez nie gorszych wyników w nauce, nawet gdy uczą je wybitni nauczyciele.

- ✓ **Nieefektywność ekonomiczna** – pomijając negatywne aspekty wpływu oświetlenia opartego na starych technologiach na zdrowie i wyniki w nauce dzieci, należy zauważyć, że ma ono też negatywny wpływ na budżet placówki oraz Jednostki Samorządu Terytorialnego. Nieefektywne oświetlenie zamontowane w szkole posiada różny stopień zużycia, co w wielu przypadkach kwalifikuje je do natychmiastowej wymiany, gdyż **efektywność uzyskanego światła z pobieranej mocy jest rażąco niska.** Ponadto należy stwierdzić, że technologia świetlówek jarzeniowych jest zdecydowanie mniej efektywna ekonomicznie niż technologia LED. Wymiana źródeł światła to koszt, który bezwzględnie należy w kalkulować w plany inwestycyjne, gdyż w perspektywie kolejnych 20 lat to nie jest tylko spełnienie wymogów spowodowanych przepisami ale setki tysięcy złotych oszczędności na każdej szkole.

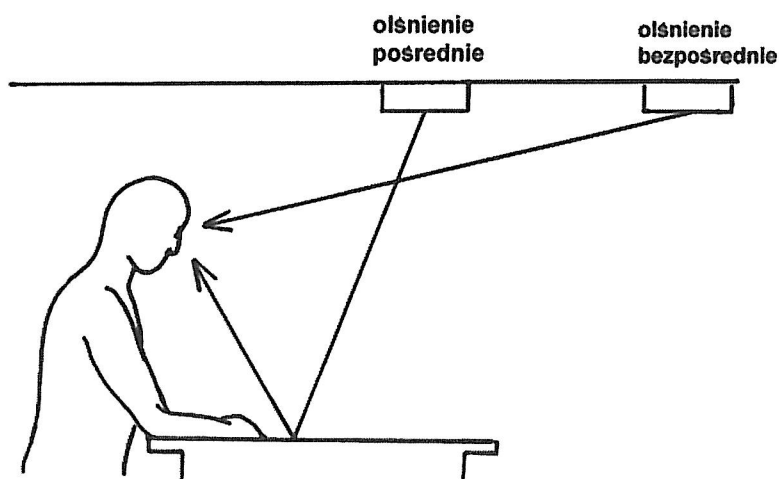
- ✓ **Natężenie i równomierność światła na tablicy** – we wszystkich klasach brakuje doświetlenia tablic, a tym samym **niespełniona jest norma ilości światła 500 lux na tablicy o równomierności 0,70.**

W takim przypadku występuje olśnienie odbiciowe, powstające m.in. wówczas, gdy na białe kartki papieru pada światło, a dziecko przenosi wzrok z niedoświetlonej ciemnej tablicy na jasną kartkę. Dodatkowo wzrok wykonuje niepotrzebną i męczącą pracę (akomodacja), próbując dostosowywać się naprzemiennie do różnych odległości i różnych warunków oświetlenia. To bardzo niebezpieczne zjawisko powoduje pogorszenie widzenia, zmęczenie wzroku, bóle głowy i w przypadku długotrwałego oddziaływania **powstawanie i zwiększanie wad wzroku.**

- ✓ **Olśnienie** – niewłaściwe oprawy lub brak opraw nad tablicą – brak spełnienia normy dotyczącej olśnienia (UGRL), automatycznie dyskwalifikuje takie oświetlenie i należy je bezwzględnie wymienić lub uzupełnić brakujące oprawy. **Olśnienie** jest trudno mierzalne i nazywamy nim stan charakteryzujący się odczuciem niewygody przy patrzeniu i/lub obniżonej zdolności rozpoznawania przedmiotów. Krańcowym stopniem olśnienia jest olśnienie oślepiające. Przyczyną olśnienia jest oddziaływanie światła o zbyt dużym natężeniu lub o zbyt dużych kontrastach. To zjawisko bezpośrednio zagrażające zdrowiu, powodujące oraz pogłębiające wady wzroku. **W audytowanej placówce jedynie w 6 klasach są oprawy rastrowe.**

- ✓ Olśnienie może mieć charakter:
 - bezpośredni, gdy strumień światła o zbyt dużym natężeniu wpada prosto w oczy (przypadki braku zamontowanych rastrów w oprawach), to zjawisko występuje w szkole.
 - odbiciowy (to zjawisko występuje w szkole ze względu na brak doświetlonych tablic) w związku z dochodzeniem do oczu obrazów nadmiernie jaskrawych przedmiotów. **Dla zminimalizowania odbić należy** zadbać, aby uczniowie nie siadali w odległości mniejszej niż 2,2 m od tablicy, a u uczniów z pierwszych ławek, zarówno z rzędu pod oknem jak i pod ścianą, kąt pod którym patrzą na tablicę wynosił maksimum 30°. Sytuując ostatnie ławki należy pamiętać, że przy

prawidłowej ostrości wzroku znaki pisane na tablicy dostrzegane są z odległości nie większej niż 9,6 m (wg Cohna).



- ✓ **W 4 klasach lekcyjnych, pracowni muzycznej, bibliotece, pokoju kadr niespełniona jest norma natężenia oświetlenia miejsca pracy (min. 300 lux).** To bardzo ważny problem, gdyż stwarzanie dobrych warunków do pracy wzrokowej związane jest z zapewnieniem odpowiedniego poziomu natężenia oświetlenia, zachowania należytego kontrastu, w tym kontrastu barwy/jaskrawości obserwowanego przedmiotu. Natężenie 300 lux to minimum zapewniające odpowiedni komfort pracy. Brak spełnienia tej normy w pomieszczeniu **dyskwalifikuje** zamontowane oświetlenie, które należy niezwłocznie wymienić.
- ✓ **Odwzorowanie kolorów** – stare źródła światła posiadają niski wskaźnik CRI (odwzorowania kolorów). Ten element ma bardzo istotne znaczenie w procesie edukacji, gdyż niewłaściwe i niskie CRI zaburza zdolności poznawcze, wprowadzając w błąd umysł dziecka (np. w książce opisany jest kolor, który nie jest odwzorowany w rzeczywistości). To doprowadza do **utrwalania niewłaściwych wzorców kolorów i zaburzeń oceny rzeczywistości.**
- ✓ **Niewłaściwe oprawy** – wiele opraw posiada stare klosze, które absorbują znaczną część światła i nie przepuszczają go dalej, a tym samym obniżają efektywność świetlną lamp. W wielu przypadkach **uniemożliwiają tym samym spełnienie norm oświetlenia miejsc pracy.** Takie oprawy należy bezwzględnie wymienić.

- ✓ **Oprawy odporne na wilgoć IP 65.** Tylko w 1 toalecie w szkole znajdują się oprawy hermetyczne. Należy niezwłocznie zastąpić obecne oprawy na hermetyczne.

4.2. Informacja na temat rodzaju instalacji elektrycznej w obiekcie

Rodzaj zastosowanego materiału w instalacji to miedź i aluminium. W szkole znajduje się instalacja elektryczna w układzie TN-S, w pracowni komputerowej TN-C. Ogólny stan instalacji elektrycznych jest dobry, **bez przeciwwskazań do zmiany oświetlenia na LED.** Oświetlenie w szkole składa się głównie ze źródeł światła opartych na technologii jarzeniowej. W placówce brak jest oświetlenia awaryjnego, jednakże w dwóch korytarzach zamontowane zostało oświetlenie nocne z czujnikiem ruchu.

4.3. Dokumentacja planów ewakuacyjnych budynków

Plany ewakuacyjne obiektu, otrzymane przed przystąpieniem do inwentaryzacji, stanowią zał. nr 10 a.

4.4. Inwentaryzacja istniejących punktów oświetleniowych w klasach, na korytarzach i klatkach schodowych

Na planach ewaluacyjnych, nie wszystkie pomieszczenia (np. pracownie komputerowe, WC) miały swój własny, niepowtarzalny numer/nazwę. W związku z powyższym w trakcie przeprowadzonej inwentaryzacji, zespół audytorów z firmy LEDEOS, samodzielnie oznaczył każde pomieszczenie numerem. Z tego też powodu w zał. nr 10 b znajdują się 2 oznaczenia tego samego pomieszczenia (kolumna „numer/nazwa w/g planu” i „numer wg LEDEOS”).

W tabeli stanowiącej zał. nr 10 b wskazane zostały pomieszczenia z obecnym stanem oświetlenia, rodzajem opraw, źródłem światła, mocami znamionowymi i rzeczywistymi uwzględniającymi straty na balaście, pomiarami natężenia światła w poszczególnych pomieszczeniach, a także normami jakie powinny być spełniane.

Należy zauważyć, że **nazwy na planach ewakuacyjnych** (patrz. zał. 10 b kolumna „Numer/nazwa wg planu ewaluacyjnego”) przekazanych przez pracowników audytowanej placówki **nie zawsze pokrywają się z obecnym przeznaczeniem pomieszczeń.** Firma audytowa w zał. 10 b w kolumnie „Rodzaj pomieszczenia”

określiła aktualne przeznaczenie pomieszczenia dedykując mu odpowiednią miarę natężenia światła zgodną z normą EN 12464-1:2011.

Dodatkowo, w zał. 10 b znajduje się pomieszczenie oznaczone numerem a01, do którego audytorzy nie mieli możliwości wejścia.

4.5. Zestawienie zbiorcze istniejących punktów oświetleniowych.

W audytowanej placówce zinwentaryzowano następujące oprawy wraz ze źródłami światła:

Oprawa zwykła 1 x 36W x 120 cm	2
Moc [W] bez balastu	36
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	53,28
Oprawa hermetyczna 1 x 36W x 120 cm	2
Moc [W] bez balastu	36
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	53,28
Oprawa zwykła 1 x 40W x 120 cm	28
Moc [W] bez balastu	40
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	59,20
Oprawa zwykła 2 x 18 W x 60 cm	14
Moc [W] bez balastu	36
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	53,28
Oprawa hermetyczna 2 x 18 W x 60 cm	8
Moc [W] bez balastu	36
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	53,28
Oprawa zwykła 2 x 36W x 120 cm	267
Moc [W] bez balastu	72
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	106,56
Oprawa raster 2 x 36W x 120 cm	107
Moc [W] bez balastu	72
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	106,56
Oprawa hermetyczna 2 x 36W x 120 cm	17
Moc [W] bez balastu	72
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	106,56
Oprawa zwykła 2 x 40W x 120 cm	1
Moc [W] bez balastu	80

Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	118,40
Oprawa rastrowa 2 x 58W x 150 cm	12
Moc [W] bez balastu	116
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	171,68
Oprawa zwykła 4 x 18W x 60 cm	10
Moc [W] bez balastu	72
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	106,56
Oprawa rastrowa 4 x 18W x 60 cm	32
Moc [W] bez balastu	72
Balast [%]	48
Moc [W] wraz z balastem	106,56
Plafon cfl	23
Moc [W] bez balastu	50
Balast [%]	15
Moc [W] wraz z balastem	57,50
Oprawa E27	165
Moc [W] bez balastu	60
Balast [%]	0
Moc [W] wraz z balastem	60,00
Oprawa hermetyk E27	12
Moc [W] bez balastu	60
Balast [%]	0
Moc [W] wraz z balastem	60,00
Oprawa podwójna E27	1
Moc [W] bez balastu	120
Balast [%]	0
Moc [W] wraz z balastem	120,00

5. INSTALACJA ZASTĘPCZA

5.1. Wyjaśnienie określenia instalacji zastępczej i dlaczego ją zastosowano

Instalacja zastępcza to **dodane** lub wymienione oprawy oświetleniowe w przypadkach kiedy w rażący sposób nie spełnione są normy w pomieszczeniach klas, korytarzy i klatek schodowych. Innymi słowy to niezbędne nakłady inwestycyjne jakie musiałby ponieść organ prowadzący placówkę, w celu spełnienia obowiązujących norm w tych pomieszczeniach. W przypadku Zespołu Szkół nr 3 im. Jana III Sobieskiego w Szczytnie, wskazane zostało jedynie dodatkowe oświetlenie dzięki któremu tablice w klasach zostałyby doświetlone, zgodnie z obowiązującymi normami.

Wykonanie Instalacji zastępczej, byłoby niezbędne w celu spełnienia norm odnośnie natężenia światła i ośnienia w pomieszczeniach klas, korytarzy i klatek schodowych. **Po jej zamontowaniu szkoła miałaby co prawda, spełnione normy w tym wąskim zakresie, jednak nie osiągnęłaby efektów energooszczędnych i korzystałaby dalej z niezdrowego, kosztownego w utrzymaniu oświetlenia w pozostałej części budynku.** Dzięki uwzględnieniu w Prognozie oszczędności tej inwestycji (zaznaczamy – niezbędnej dla dalszego funkcjonowania szkoły), będzie też możliwe wyliczenia prawidłowej efektywności ekonomicznej proponowanego Systemu oświetleniowego LED.

Dla potrzeb określenia zużycia energii przez Instalację zastępczą w Prognozie oszczędności przyjęto parametr strat mocy na oprawach wykorzystujących świetlówki liniowe oraz nowe typy stateczników – elektroniczne, dlatego wartość balastu przy tych oprawach to 15%.

5.2. Zestawienie dodanych źródeł światła i ich moc

W ramach instalacji zastępczej dodano:

Rastry nad tablice, których brakuje 2 x 36W x 120 cm	23
Moc [W] bez balastu	72
Balast [%]	15
Moc [W] wraz z balastem	82,80

Pobór mocy całej Instalacji zastępczej, 23 opraw = **1,90 kW**.

6. SYSTEM OŚWIETLENIA LED

6.1. Opis i rekomendacje

Opracowując audyt wzięto pod uwagę:

- przeprowadzoną inwentaryzację istniejącej instalacji oświetleniowej,
- wyliczenie średniej ceny prądu na podstawie przekazanych kserokopii faktur energii elektrycznej i jej dystrybucji oraz zużycia mierzonego w kilowatogodzinach,
- opracowanie i wyliczenie kosztu Instalacji zastępczej dla tej placówki,
- wyliczenie faktycznego poboru mocy oświetlenia z uwzględnieniem straty na oprawach z wykorzystaniem stateczników magnetycznych

dla istniejących opraw i stateczników elektronicznych dla opraw z Instalacji zastępczej,

- wykazaną przez placówkę liczbę godzin funkcjonowania placówki w ciągu dnia (12h w przypadku szkoły, 10,5 h w przypadku poradni psychologiczno-pedagogicznej, od niedzieli od godz. 16.00 do piątku do godz. 18.00 - jednakże firma LEDEOS zmniejszyła podaną liczbę godzin do 10 godz. w związku z faktem, że część pomieszczeń to pomieszczenia tj. szatnie, toalety, magazynki, które krócej są wykorzystywane, dodatkowo oświetlenie w szkole i internacie z reguły nie jest włączane w tym samym czasie),
- konieczność zastosowania rozwiązań spełniających odpowiednie normy,
- uśredniony, roczny wskaźnik wzrostu ceny za kWh w wysokości 2%,
- uśrednione koszty konserwacji instalacji oświetleniowej,
- pliki rozsyłu źródeł światła dostarczone i pobrane z oficjalnych i publicznych źródeł (strony internetowe).

Przy opracowaniu audytu nie uwzględniono wzrostu kosztów pracy przy określaniu kosztu konserwacji.

Proponowana przez firmę LEDEOS technologia LED przy założeniach, że jest to markowy produkt spełniający wszystkie zapisane w karcie produktowej parametry:

- ✓ nie powoduje migotania właściwego świetlówkom T8,
- ✓ daje lepsze odwzorowanie barw – ma większe (min 80 CRI - co w edukacji przy procesach poznawczych ma olbrzymie znaczenie),
- ✓ ma ukierunkowanie rozsyłu strumienia światła bez niepotrzebnych strat,
- ✓ nie posiada oparów rtęci i podlega całkowicie recyngowi (ekologiczne),
- ✓ nie emituje ponadnormatywnego niebieskiego widma światła i promieniowania UV niszczącego siatkówkę oka,
- ✓ spełnia normy odnośnie olśnienia (UGRL),
- ✓ daje natychmiastowy efekt poziomu natężenia światła po włączeniu,
- ✓ jest odporne na wstrząsy i uszkodzenia,
- ✓ posiada 5 lat gwarancji,
- ✓ gwarantuje zgodność produktów z zapisami w kartach produktowych,
- ✓ oprawy ze świetlówkami przy trwałości 50 000 h, będą mogły być używane przez ponad 20 lat nawet przy świeceniu 2 500 h rocznie,

- ✓ oprawy zastosowane w klasach powinny mieć Wskaźnik oddawania barw na poziomie 80 lub większy zgodnie z Normą PN-EN 12464 -1:2011,
- ✓ oprawy zastosowane w klasach powinny mieć Współczynnik olśnienia(UGR) na poziomie 19 lub mniejszym zgodnie z Normą PN-EN 12464 -1:2011,
- ✓ oprawy zastosowane do oświetlenia tablic powinny mieć asymetryczny odbłyśnik oraz powinny zapewnić oświetlenie powierzchni tablicy światłem o natężeniu min 500 lux przy zachowaniu równomierności na poziomie 0,70 zgodnie z Normą PN-EN 12464 -1:2011,
- ✓ zastosowane oprawy powinny być ponadto zgodne z następującymi normami:
 - EN 62471 – Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych,
 - PN-EN 61547:2009 – Sprzęt do ogólnych celów oświetleniowych -- Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej,
 - PN-EN 55015 – Poziomy dopuszczalne i metody pomiaru zaburzeń radioelektrycznych wytwarzanych przez elektryczne urządzenia oświetleniowe i urządzenia podobne.

Zaproponowane przez firmę LEDEOS oświetlenie jest oparte na najnowszych rozwiązaniach technologii LED.

Przy wyborze producenta, który dostarczy rozwiązanie LED należy brać pod uwagę takiego, który swoją renomą gwarantuje jakość sprzedawanego produktu. Dodatkowo, należy wziąć pod uwagę, że nawet wieloletnia gwarancja nie daje ochrony, w przypadku kiedy producent taki „znika” z rynku a klient nie ma gdzie wyegzekwować tej gwarancji.

Zapisy na kartach produktów mówiące o spełnianiu określonych w przepisach norm nie powodują też, że produkty takie będą fatycznie spełniały te normy. Wprowadzanie klientów w błąd to niestety nie są wyjątki a raczej dość często stosowane praktyki, czego potwierdzeniem są wyniki kontroli Państwowej Inspekcji Handlowej, które wskazują olbrzymią skalę nieprawidłowości, sięgającej blisko 50%, nieuczciwych praktyk wprowadzających w błąd klienta w przypadkach produktów LED.

Zarzuty Państwowej Inspekcji Handlowej dotyczą m.in. rozbieżności pomiędzy wskazanymi parametrami produktu dot. poboru mocy, ilości światła

a rzeczywistymi pomiarami. Różnice te bywają na tyle istotne, że zależy od nich czy normy oświetlenia są spełnione czy też nie.

W bardzo wielu wypadkach firmy sprzedające źródła światła LED dostarczają tanie, bardzo słabej jakości produkty zafałszowując dokumentację lub tworząc nową zupełnie nieadekwatną do parametrów produktu. To olbrzymie ryzyko ponieważ teoretycznie lampy świecą ale jak długo i jakim światłem to już na pierwszy rzut oka nie widać. Konsekwencje pracy w źle oświetlonych pomieszczeniach ponoszą w tym momencie głównie uczniowie i kadra nauczycielska.

W przypadku gmin i zakupu produktów oświetleniowych do celów edukacyjnych jest bardzo ważne, żeby były to dobrej jakości produkty od sprawdzonego i renomowanego producenta bo może się okazać, że po kilku miesiącach instalacja nie spełnia żadnych norm a wręcz szkodzi użytkownikom.

Aspekt szkodliwości oświetlenia LED jest stosunkowo nowy i bardzo ważnym jest, żeby pamiętać o spełnieniu w przypadku planowanej inwestycji normy fotobiologicznej. Norma ta, do tej pory rzadko wymieniana w kontekście źródeł światła, nabiera bardzo ważnego znaczenia w przypadku użycia źródeł LED do oświetlenia klas. Widmo światła, jakie powstaje przy świetle emitowanym z diod LED, trudno wykazać bez specjalistycznych badań. Nasz mózg odbiera światło jako białe o różnej barwie-naturalnej, ciepłej i zimnej. Tak zwana ciepłota barwy wyrażana jest w stopniach Kelwina i nie ma to jednak żadnego związku z widmem jakie to źródło emituje. Jak wiemy widmo świetlne może być w granicach od niebieskiego do czerwieni. Te zbliżone do niebieskiego potrafi uszkodzić siatkówkę w oku, **dlatego tak ważnym wskaźnikiem jest norma foto – biologiczna.** Wielu producentów sprzedaje źródła światła dedykowane tylko do magazynów i przemysłowe jako źródła przeznaczone do szkół. To niedopuszczalna i absolutnie zabroniona praktyka. Dlatego tylko zakup źródeł światła od sprawdzonego producenta daje gwarancję, że wszystkie zastosowane źródła będą dobrej jakości i nie zniszczą wzroku dzieciom.

6.2. Rzut pomieszczeń ze wstępnym rozmieszczeniem punktów oświetleniowych w proponowanym systemie oświetlenia LED (DIALux)

W zał. nr 11 wyszczególnione zostały rzuty pomieszczeń ze wstępnym rozmieszczeniem punktów oświetleniowych w proponowanym Systemie oświetlenia LED przygotowanym w programie DIALux.

6.3. Zestawienie zamiennych źródeł światła z poborem mocy

W tabeli stanowiącej zał. nr 12 przedstawiono zestawienie zamiennych źródeł LED, które nie zostały uwzględnione w programie Dialux wraz z rozmieszczeniem ich w pomieszczeniach szkoły.

OPRAWY PO WYMIANIE ŚWIETLÓWKI I OPRAWY LED	
23	LED oświetlenie tablica 36 W
36	Moc [W] bez balastu
0	Balast [W]
36	Moc [W] wraz z balastem
15	Plafon LED IP65 1600 Lm
25	Moc [W] bez balastu
0	Balast [W]
25	Moc [W] wraz z balastem
11	Oprawa rastrowa 1 x Tuba LED LOW 120
18	Moc [W] bez balastu
0	Balast [W]
18	Moc [W] wraz z balastem
184	Oprawa rastrowa 2 x Tuba LED LOW 120
36	Moc [W] bez balastu
0	Balast [W]
36	Moc [W] wraz z balastem
3	Oprawa rastrowa 1 x Tuba LED MID 120
20	Moc [W] bez balastu
0	Balast [W]
20	Moc [W] wraz z balastem
139	Oprawa rastrowa 2 x Tuba LED MID 120
40	Moc [W] bez balastu
0	Balast [W]
40	Moc [W] wraz z balastem
42	Oprawa hermetyczna LED 120 3500 Lm
40	Moc [W] bez balastu

0	Balast [W]
40	Moc [W] wraz z balastem
49	Oprawa rastrowa 1 x Tuba LED HIGH 120
22	Moc [W] bez balastu
0	Balast [W]
22	Moc [W] wraz z balastem
103	Oprawa rastrowa 2 x Tuba LED HIGH 120
44	Moc [W] bez balastu
0	Balast [W]
44	Moc [W] wraz z balastem

7. PODSUMOWANIE AUDYTU I WNIOSKI

7.1. Prognoza oszczędności

Wyliczenie kosztów zużycia energii elektrycznej odbywało się poprzez dodanie mocy wszystkich istniejących źródeł światła oraz opraw w tym statecznika elektronicznego lub statecznika magnetycznego i startera.

Całość była mnożona przez uśredniony dzienny pobór mocy, mnożony przez dni robocze w roku 2015 (zbliżone do normatywu). W przypadku Zespołu Szkół nr 3 im. Jana III Sobieskiego w Szczytnie, uwzględniając jej 5-dniowy tryb pracy szkoły i deklarowany przez szkołę okres pracy w ciągu dnia tj. 10 godzin, czas pracy jest zbliżony do normatywu jaki podaje Ministerstwo Infrastruktury i stanowi ok 2400 godzin świecenia punktu świetlnego w ciągu roku.

Uśredniony czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku dla budynku o podobnym charakterze zgodnie z Rozporządzeniem Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 listopada 2008r. 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, wynosi 2000 godz./rok.

Wyliczono, że:

- moc obecnej instalacji oświetleniowej składającej się ze **701** punktów oświetleniowych wynosi **63,42 kW**
- moc obecnej instalacji oświetleniowej z uwzględnieniem Instalacji zastępczej, przy liczbie **724** punktów oświetleniowych wynosiłaby **65,33 kW**

- moc proponowanego Systemu oświetleniowego LED składającego się ze **569** punktów oświetleniowych wynosić będzie **20,94 kW**

System oświetleniowy LED będzie miał **32,05 %** mocy obecnej instalacji oświetleniowej z uwzględnieniem Instalacji zastępczej.

Przy opracowaniu Prognozy oszczędności uwzględniono pobory prądu wraz kosztami konserwacji instalacji obecnej z instalacją zastępczą. Było to niezbędne w celu poprawnej prezentacji efektywności ekonomicznej proponowanego rozwiązania, w porównywalnych warunkach – spełnienia norm.

Dodatkowo, należy zauważyć, że w ramach Prognozy oszczędności przyjęto również oszczędności wynikające z braku kosztów konserwacji rozumianej jako koszt zakupu zużytych źródeł światła i ich wymiany, które następują kilkakrotnie częściej przy technologii.

Z dużą dozą prawdopodobieństwa można założyć uśredniony wzrost energii za kW w wysokości 2% w skali roku. Będzie wynikał on pośrednio z inwestycji jakie Polska wykonuje i będzie wykonywać na system produkcji energii, infrastrukturę przesyłową i udział energii OZE w ogólnym koszcie energii.

LP	Rok	Prognozowany koszt energii za 1kWh
1	2016	1,00 zł
2	2017	1,02 zł
3	2018	1,04 zł
4	2019	1,06 zł
5	2020	1,08 zł
6	2021	1,10 zł
7	2022	1,13 zł
8	2023	1,15 zł
9	2024	1,17 zł
10	2025	1,20 zł
11	2026	1,22 zł
12	2027	1,24 zł
13	2028	1,27 zł
14	2029	1,29 zł
15	2030	1,32 zł
16	2031	1,35 zł
17	2032	1,37 zł
18	2033	1,40 zł
19	2034	1,43 zł
20	2035	1,46 zł