



Audyt

energetyczny efektywności wykorzystania energii elektrycznej oświetlenia ulicznego” dla Programu Priorytetowego NFOŚiGW-SOWA

Inwestor:

Miasto Kołobrzeg
78-100 Kołobrzeg
ul. Ratuszowa 13



Autorzy opracowania:

mgr inż. Jacek Majcher
mgr inż. Dariusz Redziński

Spis treści:

1.Wprowadzenie.....	4
1.1. Cel niniejszego opracowania	4
1.2. Warunki uczestnictwa w Programie Priorytetowym NFOŚiGW SOWA.....	5
1.3. Możliwe do uzyskania efekty rzeczowe i ekologiczne	8
2.Charakterystyka projektu.....	9
2.1. Podstawowe informacje.....	9
2.1.1. Tytuł	9
2.2. Definicja projektu	9
3.Ocena jakości oświetlenia dróg i terenów użyteczności publicznej oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm.	11
3.1. Stan aktualny	11
3.2. Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego	12
3.3. Latarnie	12
3.4. Skrzynki sterujące oświetleniem SON, SOK	13
3.5. Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień rozpoczęcia Audytu.....	15
3.6. Zgodność z Normami	16
3.7. Ogólna ocena.....	17
3.8. Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia.....	19
3.9. Zgodność ze standardami	20
3.9.1. Zjawisko Light pollution	20
3.10. Analiza typów i modeli opraw w Mieście Kołobrzeg	21
3.11. Skrzynki sterujące.....	22
3.12. Porównanie mocy systemów oświetleniowych HPS przed i po modernizacji z oprawami LED-wariant optymalny	23
3.13. Porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji oprawami LED-wariant maksymalny.....	24
3.14. Porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji oprawami LED dla modernizowanej części opraw.....	25
4. Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej wraz ze wskazaniem kosztów ewentualnej modernizacji oświetlenia	26
4.1. Sprzęt oświetleniowy-źródła światła.....	26
4.1.1. Półprzewodnikowe źródła światła (SSL - Solid State Lighting).....	26
4.1.2. Sodowe źródła światła	27
4.1.3. Sodowe źródła Sodinette.....	27
4.1.4. Porównanie skuteczności (efficacy) źródeł światła	28
4.2. Sprzęt oświetleniowy - Oprawy.....	32
4.2.3. Analiza możliwości stosowania opraw równoważnych	39
4.3. Skrzynki sterująco-pomiarowe oświetlenia SON	40
4.4. Systemy sterowania	41
4.4.1. System z zegarem czasu z możliwością internetowej transmisji	41
4.4.2. System z kontrolerem oraz analizatorem.....	41
4.4.3. Analiza rozwiązań układów sterowania	43
4.4.4. Ryzyka związane z układami sterowania	43
4.5. System stabilizacji i redukcji napięcia (mocy).....	44
4.6. Słupy oświetleniowe	44
4.7. Propozycje metody kontroli efektów inwestycji	44
4.7.1. Określenie zakresu kontroli	44
4.7.2. Numeracja Opraw.....	45
4.7.3. Numeracja Skrzynek sterujących SON, SOK-Obwodów.....	45
5.Analiza finansowa zawartych umów pod kątem zmniejszenia kosztów dostawy energii elektrycznej, wskazanie możliwości zmian w umowach mających na celu zmniejszenie kosztów oświetlenia ulicznego lub możliwości zmiany dostawcy, z wyliczeniem szacowanych oszczędności.	47
5.1. Model kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego.....	47
5.2. Analiza kosztów eksploatacji systemu przed i po modernizacji	48

5.2.1. Założenia modernizacji.....	48
5.2.2. Analiza kosztów dostawy oraz dystrybucji energii	48
5.2.2.1. Rozliczenie kosztów energii dla 2011 r.....	48
5.2.2.2. Rozliczenie energii dla 2012 r.....	48
5.2.3. Wersja optymalna z Profilem.....	49
5.2.4. Wersja maksymalna z profilem	49
5.2.5. Analiza kosztów mocy Umownej [ceny 2011 oraz 2012].....	49
5.2.6. Porównanie symulowanych wariantów	50
5.2.7. Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego w ciągu roku.....	50
5.2.8. Wnioski z Analizy kosztów energii elektrycznej oraz czasu eksploatacji oświetlenia ulic	51
5.3. Analiza całkowitych kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego (memorialowo).	51
6. Porównanie wariantów zamierzenia inwestycyjnego	53
6.1. Wariant LED minimalny	53
6.2. Wariant LED maksymalny	53
6.3. Szacunkowa wycena oprav oświetleniowych ZE Energa Oświetlenie SA.....	54
7. Analiza instytucjonalna	55
7.1. Wykonalność instytucjonalna projektu	55
7.2. Stosunki umowne	59
8. Analiza oddziaływania na środowisko	60
8.1. Wyliczenie wskaźnika ekologicznego	60
8.2. Zanieczyszczenie powietrza w trakcie modernizacji.....	61
9. Analiza finansowa - rozliczenie inwestycji.....	61
9.1. Nakłady inwestycyjne na realizację projektu.....	61
9.2. Harmonogram rzeczowo-finansowy nakładów na budowę.....	61
9.3. Koszty projektu	61
9.4. Nakłady w okresie eksploatacji.....	61
9.5. Źródła finansowania projektu.....	61
10. Rachunek zysków i strat dla projektu.....	63
10.1. Rachunek przepływów pieniężnych Inwestora w okresie realizacji i eksploatacji inwestycji ...	63
10.2. Przepływy pieniężne z inwestycji w 20 letnim okresie referencyjnym	63
10.3. Analiza możliwości inwestycji oświetleniowej w ramach Programu SOWA.	64
10.3.1. Porównanie kosztów sposobów finansowania zamierzenia inwestycyjnego	64
10.4. Analiza wrażliwości spłaty inwestycji z oszczędności	64
10.5. Wnioski ostateczne	66
10.6. Wartość przedmiotu zamówienia dla celów zamówienia publicznego.	67
10.6.1. Wartość przedmiotu zamówienia modernizacji.	67
10.7. Wartość przedmiotu zamówienia (modernizacji) dla celów Uchwały Rady Miasta.	67
11. Procedura administracyjna w celu rozpoczęcia inwestycji	67
11.1. Dokumenty.....	67
12. Załączniki do Analizy	67
12.1.1. Raporty inwentaryzacyjne	67
12.1.2. Tabele inwentaryzacyjne Excel.....	67
12.1.3. Kosztorysy inwestorskie	67

1. Wprowadzenie

1.1. Cel niniejszego opracowania

Celem głównym niniejszego Audytu jest zbadanie możliwości zmodernizowanie oświetlenia ulicznego, przy kryteriach określonych w Regulaminie Konkursu o dofinansowanie ze środków NFOŚiGW i środków zgromadzonych na Rachunku klimatycznym przedsięwzięć realizowanych w ramach Programu priorytetowego NFOŚiGW p.t.:

System zielonych inwestycji (GIS –Green Investment Scheme), część 6)SOWA - Energooszczędne oświetlenie uliczne. Okres wdrażania programu: 2013-2015. Konkurs I rok 2013.

Niezależnie od celu priorytetowego, każdy inwestor a szczególnie publiczny, chce mieć wiedzę o już wykonanych inwestycjach, jak również tych planowanych, co do sposobu ich realizacji oraz racjonalności wydatkowanych środków.

W prawidłowo zorganizowanym procesie zarządzania infrastrukturą, w tym przygotowania inwestycji, analiza stanu faktycznego, stanowi istotny element potwierdzający lub kwestionujący dotychczasowe kierunki działań jak również pokazuje, w jakim stanie znajduje się badany obiekt po latach eksploatacji.

Analiza pokazuje też, jak dziś oceniamy poczynione inwestycje oświetleniowe, które były realizowane w innym otoczeniu prawnym i normatywnym. Zbiorczy obiekt oświetleniowy, jakim jest zespół lamp ulicznych wraz z ich sterowaniem, budowany był w przeszłości w zgodności z różnymi normami oświetleniowymi. Od 2004 roku, obowiązuje w Polsce europejska norma oświetleniowa **PN-EN 13201**.

Audyt ma na celu przebadanie systemu i określenie możliwości zmniejszenia kosztów eksploatacji oraz wskazanie zasadności (lub – braku zasadności) podjęcia inwestycji usprawniającej system odbiorników energii, jak również efektywnego sposobu jej realizacji. Niniejsza Analiza **jest opracowywana właśnie na tym etapie**: nie istnieje jeszcze projekt techniczny, szczegółowy kosztorys, ani pełny program funkcjonalno-użytkowy dotyczący całości ewentualnej inwestycji. Istnieje jedynie ogólnie zarysowana potrzeba ograniczenia kosztów eksploatacji oświetlenia ulicznego i drogowego oraz wstępne założenia sformułowane przez Zlecającego. Zamawiający ma pełną świadomość, że może znacząco zmniejszyć zużycie energii poprzez zmniejszenie mocy odbiorników. Tak też realizowane są nowe inwestycje modernizacyjne oświetlenia ulic. Efektem nadmiernego ograniczenia mocy opraw może być jednak, niezamierzona sprzeczność z normą oświetleniową, czyli oświetlenie będzie niebezpieczne dla użytkowników dróg. Ten aspekt będzie również podlegał Analizie, pomimo, że wykracza poza zakres zamówienia.

Nie jest analizowana, koncepcja kompleksowej modernizacji całości systemu sterowania oświetleniem oraz modernizacji opraw, będących obecnie w zarządzie Energa Oświetlenie SA, w celu osiągnięcia zgodności z aktualnie obowiązującą normą oświetleniową a jednocześnie znacznie bardziej efektywnych energetycznie i ekonomicznie niż obecnie eksploatowane. Powodem tego jest nieugięte, jak dotąd, stanowisko firmy, w kwestii nie wydawania Warunków Technicznych modernizacji [WTM]

Nie mniej, należałoby rozważyć, objęcie analizą również części oświetlenia ulicznego, będącego własnością Energa Oświetlenie SA, ponieważ mogą się tam kryć poważne rezerwy w ograniczeniu zużycia energii do celów oświetleniowych. Ponadto, z naszego wieloletniego doświadczenia wynika, że zazwyczaj system oświetleniowy miasta jest w znacznie lepszym stanie technicznym, niż system będący w zarządzie. Zważywszy na powyższe ograniczenia, analiza w tym zakresie nie jest pełna.

Autorzy Analizy **przyjęli pewne założenia, dotyczące ewentualnej inwestycji w jeden spójny program funkcjonalno-użytkowy** i następnie rekomendowali je Zamawiającemu. Opracowywanie Analizy na tym etapie pozwala przeprowadzić skomplikowaną inwestycję, w sprawny sposób, w stosunkowo krótkim czasie, przy znacznym ograniczeniu kosztów w porównaniu ze sposobem realizacji inwestycji częściami. Pozwala też znacząco zredukować koszty eksploatacji systemu.

Celem niniejszego opracowania w szczególności jest:

1. Zdiagnozowanie stanu, w jakim znajduje się system oświetleniowy, przebudowywany, rozbudowywany i modernizowany częściowo z zastosowaniem różnych rozwiązań technicznych;
2. Zbadanie możliwości ograniczenia kosztów eksploatacji systemu oświetleniowego, w tym korzyści uzyskanych poprzez zmianę dostawcy energii elektrycznej;
3. Zbadanie zgodności oświetlenia drogowego z Polską Normą przenoszącą normę europejską PN-EN 13201;
4. Potwierdzenie lub zakwestionowanie społeczno-gospodarczej sensu realizacji projektu według koncepcyjnych założeń Zamawiającego (a więc — odpowiedź na pytanie: czy taki projekt jest sensowny i potrzebny?);
5. Potwierdzenie lub zakwestionowanie instytucjonalnych, prawnych, technologicznych i ekonomicznych założeń koncepcyjnych Zamawiającego (a więc — odpowiedź na pytanie: czy taki projekt jest możliwy do zrealizowania?);
6. Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:
 - Zorganizowania systemu kontrolingu finansowego kosztów utrzymania oświetlenia,
 - Zorganizowania systemu zarządzania infrastrukturą odbiorników energii,
 - Wyboru optymalnego rozwiązania technicznego, podnoszącego znacząco sprawność systemu,
 - Warunków zamawiania projektów technicznych i wykonawstwa,
 - Sposobu uwzględnienia, w projekcie technicznym i wykonawstwie, specyficznych wymogów dotyczących sposobów organizowania efektywnego oświetlania dróg, ulic oraz obiektów kubaturowych,
 - Analizy możliwych sposobów finansowania inwestycji, w szczególności w ramach Programu priorytetowego SOWA
7. Przekazanie Zamawiającemu ewentualnych ostrzeżeń, co do wykrytych w toku analizy potencjalnych przeszkód w realizacji celu, które mogłyby zakłócić lub przerwać proces zmniejszania kosztów eksploatacji urządzeń energetycznych.
8. W związku z wszczętym przez Narodowy fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej [zwany dalej NFOŚiGW] Programem Priorytetowym SOWA, wskazanie możliwości lub jej braku w procesie ubiegania się o środki finansowe z tego Programu.
9. W związku z uchwaloną przez Sejm w dniu 4 marca 2011 r., Ustawą o efektywności energetycznej, wskazanie potencjalnych możliwości do ubiegania się o świadectwa efektywności energetycznej (tzw. Białe Certyfikaty), w przetargu organizowanym przez Prezesa URE.

1.2. Warunki uczestnictwa w Programie Priorytetowym NFOŚiGW SOWA

Kluczowe parametry tego programu to:

1. Dotacja dla całego programu **160 mln zł**
2. Preferencyjny zwrotna forma dofinansowania **[pożyczka]** ze środków NFOŚiGW dla JST 196 mln- na warunkach WIBOR minus 1,5 pp., ale nie mniej niż 3%.
3. dofinansowanie w formie dotacji: **do 45 %** kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia;
4. dofinansowanie w formie pożyczki: **do 55%** kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia

Okres wdrażania:

1. Termin wdrażania programu – 2013 -2015
2. Alokacja środków – 2014
3. Wydatkowanie środków: do 31.12.2015 r.

Terminy:

1. Okres kwalifikowalności kosztów: **od 01.01.2012 r., do 31.12.2015 r.**
2. Termin składania wniosków do udziału w konkursie: **do 30.04.2013 r.**
3. Termin publikacji Regulaminu Konkursu: **nie później niż do 28.02.2013 r., jest opublikowany od 10.01.2013 r.**

Warunki przedmiotowe uczestnictwa:

1. minimalne ograniczenie emisji CO₂ o **40%** w wyniku realizacji przedsięwzięcia;

2. minimalne ograniczenie emisji CO₂ o **250 Mg/rok** w wyniku realizacji przedsięwzięcia

Kryterium selekcji:

1. miarą selekcji jest efektywność kosztowa – nazwana **DGC** [Dynamicznego Kosztu Jednostkowego]

Warunki finansowe:

1. maksymalna kwota dotacji **15 mln zł**;
2. maksymalna kwota pożyczki **18,3 mln zł**;
3. oprocentowanie zmienne WIBOR 3M minus 150 pkt bazowych (w skali roku), ale nie mniej niż 3 %. Odsetki z tytułu oprocentowania spłacane są na bieżąco w okresach kwartalnych. Pierwsza spłata na koniec kwartału kalendarzowego, następującego po kwartale, w którym wypłacono pierwszą transzę środków,
4. okres finansowania: pożyczka może być udzielona na okres nie dłuższy niż **10 lat** liczony od daty pierwszej planowanej wypłaty transzy pożyczki,
5. okres karencji: przy udzielaniu pożyczki może być stosowana karencja w spłacie rat kapitałowych liczona od daty wypłaty ostatniej transzy pożyczki, lecz nie dłuższa niż **18 miesięcy** od daty zakończenia realizacji przedsięwzięcia,
6. pożyczka nie podlega umorzeniu.

Rodzaje przedsięwzięć objętych Programem Priorytetowym

1. modernizacji oświetlenia ulicznego (m.in. wymiana: źródeł światła, opraw, zapłonników, kabli zasilających, słupów, montaż nowych punktów świetlnych w ramach modernizowanych ciągów oświetleniowych, jeżeli jest to niezbędne do spełnienia normy PN EN 13201),
2. montażu urządzeń do inteligentnego sterowania oświetleniem,
3. montażu sterowalnych układów redukcji mocy oraz stabilizacji napięcia zasilającego.

Koszty kwalifikowane

1. **prace przygotowawcze (w tym koncepcje techniczne, audyty, raport o oddziaływaniu na środowisko, projekty budowlane i wykonawcze), pod warunkiem, że zostały wykazane we wniosku o dofinansowanie;**
2. koszt nabycia lub koszt wytworzenia nowych środków trwałych;
3. koszt montażu i uruchomienia środków trwałych; koszt nabycia materiałów lub robót budowlanych, pod warunkiem, że pozostają w bezpośrednim związku z celami przedsięwzięcia objętego wsparciem;
4. **nabycie wartości niematerialnych i prawnych dotyczących zarządzania oświetleniem np. oprogramowanie komputerowe, licencje;**
5. koszty utylizacji zdemontowanych elementów oświetlenia (np. rtęciowych źródeł światła);
6. koszt nadzoru.
7. Podatek VAT jest kosztem kwalifikowanym pod warunkiem, że Wnioskodawca nie ma możliwości zwrotu lub odliczenia podatku VAT. W szczególności dotyczy to sytuacji, kiedy inwestycja realizowana jest bezpośrednio przez JST a urządzenia oświetleniowe nie będą źródłem jakiegokolwiek przychodu dla JST. Każda inna sytuację należy rozpatrywać indywidualnie.

Wartość wskaźnika emisyjności

1. Zgodnie z wytycznymi Metodyki, [załącznik nr 2 konkursu GIS], dla krajowej sieci elektroenergetycznej, wyliczany przez Krajowego Operatora Zielonych Inwestycji na podstawie „Tool to calculate the emission factor for an electricity system v 02” wynoszący - **0,89**
2. Zastosowanie do modernizacji oświetlenia ulicznego prowadzącego do zmniejszenia zużycia energii elektrycznej.
3. Do obliczeń należy przyjmować wartość nominalną czasu eksploatacji oświetlenia ulicznego dla strefy czasowej Polski tj. **4024 h**

Model modernizowanego obszaru

1. Model modernizowanego obszaru przedstawiony będzie na mapie wektorowej w układzie współrzędnych geodezyjnych ortogonalnych płaskich [bez współrzędnej wysokościowej] na tle warstwy obwodów rozliczeniowych.
2. Z mapy wektorowej, generowany będzie Raport mocy zainstalowanej przed modernizacją, mocy zainstalowanej po modernizacji, wolumen energii dla obu przypadków wyliczony dla wartości nominalnej czasu eksploatacji tj. **4024 h**
3. Dla celu wykazania wskaźnika redukcji emisji, w wyniku planowanej inwestycji modernizacyjnej, utworzony zostanie specjalny Raport generowany z bazy danych punktów świetlnych oraz obwodów rozliczeniowych w formie określonej w załączniku nr 2 do Regulaminu I konkursu GIS- Metodyka.

Monitorowanie wielkości emisji

1. Monitorowanie zużycia energii odbywać się będzie wg danych otrzymanych z faktur handlowych, narastająco od początku zakończenia [odbioru końcowego] inwestycji do końca roku budżetowego.
2. Interwał rejestracji [odczytu licznika] jest niezależny od JST. O interwale decyduje OSD. Wartości podawane przez OSD jak również przez dostawcę energii na fakturach, mogą istotnie się różnić od wartości rzeczywistych wskazywanych przez liczniki energii. OSD często, nie czyta liczników w terminach niezbędnych do naliczenia faktury a obciążenia dokonuje na podstawie prognozy lub co gorsza normatywnego profilu zużycia. Stąd wartości miesięczne wolumenu mogą istotnie odbiegać od wartości rzeczywistych. Z naszego wieloletniego doświadczenia wynika, że wartości zużycia energii podawane przez OSD w cyklu 12 miesięcznym nie odbiegają istotnie od ich rzeczywistych wolumenów pobranych przez odbiorcę.
3. Dla obszarów o strukturze mieszanej tj. punktach świetlnych [zwanych dalej pś] modernizowanych i niemodernizowanych wolumen energii z ppe [punkt poboru energii] do celu monitoringu rozliczany będzie w oparciu o model mocy średnioważonej. W przeciwnym razie zaburzony zostanie model kontrolingu a wyniki będą w istocie nieporównywalne.
4. Roczny Raport będzie tworzony wg modelu przedstawionego powyżej. Raport będzie tworzony w systemie Informacji Przestrzennej lub innej bazie danych linkowanej do tego systemu.
5. Pierwszy Raport ma być generowany na koniec pierwszego roku budżetowego, który jest zgodny rokiem kalendarzowym. Kolejne zgodne z budżetowymi [kalendarzowymi]
6. Monitorowanie efektu ekologicznego ma zostać delegowane konkretnemu pracownikowi w formie oficjalnego zakresu obowiązków. Przydzielenie tego obowiązku osobie wskazanej z imienia i nazwiska ma stanowić załącznik do Wniosku.
7. Dokumentowanie zużycia energii. Głównie na podstawie dowodów finansowych [faktur] bądź protokołów z odczytów liczników w przypadku korekt zużycia.
8. Minimalny okres przechowywania to okres monitorowania+1 rok.
9. Do końca marca każdego roku po roku rozliczeniowym należy wypełniać kolejne kolumny Tabeli 2. Załącznika 3. Formularz ekologiczno-techniczny.
10. Raport wraz Opinią z jego weryfikacji należy dostarczyć do KOSZI/NFOŚIGW do 31 marca następującego roku.
11. Należy opracować Regulamin Zarządzania danymi podlegającymi monitorowaniu.
12. W przypadku różnicy pomiędzy wartością otrzymaną a planowaną większej niż 30% wymagane jest przedstawić pisemne uzasadnienie zaistniałej różnicy z dowodami źródłowymi w załączeniu.

1.3. Możliwe do uzyskania efekty rzeczowe i ekologiczne

Kluczowe Parametry Projektu w. Optymalny	Przed Modernizacją	Po modernizacji	Zmiana [Mg]	%	SOWA
Zmniejszenie mocy na skutek modernizacji [kW]	289,850	207,790	- 82,06	-28%	min. 40%
Oszczędność energii na oświetlenie uliczne [MWh/rok]	1 166,36	836,15	- 330,21	-28%	min. 40%
Ograniczenie emisji CO2 [Mg]/rok	1 038,06	744,17	- 293,89	-28%	min.250Mg
Liczba zmodernizowanych opraw [szt.]	330	164	- 166,00	-50%	
Wartość wariantu maksymalnego inwestycji [zł]		1 132 375,00			
Oszczędność na energii [zł]	479 593	343 814	-135 779,04	-28%	
Oszczędność na konserwacji	301 708	136 674,00	-165 034,27	-55%	
Oszczędność Razem			-300 813,31		

Kluczowe Parametry Projektu w. maksymalny	Przed Modernizacją	Po modernizacji	Zmiana [Mg]	%	SOWA
Zmniejszenie mocy na skutek modernizacji [kW]	289,850	190,394	- 99,46	-34%	min. 40%
Oszczędność energii na oświetlenie uliczne [MWh/rok]	1 166,36	766,15	- 400,21	-34%	min. 40%
Ograniczenie emisji CO2 [Mg]/rok	1 038,06	681,87	- 356,19	-34%	min.250Mg
Liczba zmodernizowanych opraw [szt.]	664	498	- 166,00	-25%	
Wartość wariantu maksymalnego inwestycji [zł]		2 074 600,00			
Oszczędność na energii [zł]	479 593	315 031	-164 562,34	-34%	
Oszczędność na konserwacji	301 708	136 674,00	-165 034,27	-55%	
Oszczędność Razem			-329 596,61		

Komentarz do Tabeli efektu ekologicznego:

Różnica w ilości opraw przed i po modernizacji wynika z zastąpienia parkowych opraw z 2 kulami, na wydajniejsze oprawy LED, z „jednym” źródłem (są to oprawy z 48 lampami LED).

Zastosowana metodologia liczenia oszczędności w zużyciu energii w tabeli powyżej jest zgodna z Regulaminem konkursu oraz zalecaną metodyką rozliczania zmniejszenia emisji Programu NFOSiGW- SOWA.

Miasto nie kwalifikuje się do Programu Priorytetowego SOWA, w analizowanych wariantach. Analizowany był również wariant ekstensywny, w którym miasto kwalifikowałoby się do Programu SOWA ale pod warunkiem modernizowania niedawno wykonanych instalacji co z przyczyn ekonomiczno-społeczno-formalnych nie jest możliwe. Analizowane są oprawy ze źródłami LED o zmiennym profilu obciążenia [redukcji poboru mocy] dostosowanym do zmiennego natężenia ruchu. Obecnie praktyczne wszystkie oprawy LED standardowo wyposażone są w tego typu rozwiązania oparte o kontrolery mikroprocesorowe. Dostępnych jest, co najmniej 5 scenariuszy oświetlenia. Wartość rozliczeniowa wolumenu energii jest inna niż wykazana w dalszej części opracowania, ze względu na to, że miasto w niektórych miejscach wyłącza oświetlenie jak również opóźnia czas załączenia i przyspiesza wyłączenie, w zależności od pory roku. Ponadto zainstalowanych zostało już kilka układów stabilizacji i redukcji napięcia [mocy] Niemniej dane teoretyczne, wyliczone dla profilu nominalnego nie odbiegają w sposób istotny od siebie, co świadczy o prawidłowości przyjętej metodologii.

2. Charakterystyka projektu

2.1. Podstawowe informacje

2.1.1. Tytuł

Projekt jest opatrzony tytułem:

Wykonanie audytu energetycznego oświetlenia publicznego na terenie dorzecza Parsęty”- część dotycząca Miasta Kołobrzeg.

2.1.2. Lokalizacja projektu

Projekt będzie realizowany w Mieście **Kołobrzeg**, woj. zachodniopomorskie, powiat kołobrzeski.

2.2. Definicja projektu

2.2.1. Tło społeczno-gospodarcze i położenie komunikacyjne Miasta Kołobrzeg

Miasto Kołobrzeg zlokalizowana jest w północno-zachodniej Polsce, w północnej części województwa zachodniopomorskiego, w powiecie kołobrzeskim, położone na Pomorzu Zachodnim, u ujścia rzeki Parsęty, nad Zatoką Pomorską, przy drodze krajowej nr 11. Czwarty ośrodek miejski województwa (pod względem liczby ludności), uzdrowisko z trzema kąpieliskami morskimi.

W ujściu rzeki znajduje się port morski z funkcjami: handlową, pasażerską, rybacką i jachtową. W mieście i okolicach występują źródła wody mineralnej, solanki oraz pokłady borowiny. W Kołobrzegu leczy się głównie choroby górnych dróg oddechowych, krążenia i choroby stawów. Kołobrzeg jest także regionalnym ośrodkiem kulturalnym. Miasto jest siedzibą kapituły kolegiackiej diecezji koszalińsko-kołobrzeskiej Kościoła katolickiego.

Według danych z 31 marca 2011 r., miasto miało 47 078 mieszkańców

Miasto jest położone na pograniczu dwóch makroregionów Pobrzeża Szczecińskiego i Pobrzeża Koszalińskiego. Ujściowy odcinek doliny Parsęty i wschodnia część miasta należy do Wybrzeża Słowińskiego, natomiast zachodni kraniec Kołobrzegu należy do Wybrzeża Trzebiatowskiego.

Historycznie Kołobrzeg leży na Pomorzu Zachodnim, gdzie związany był z biskupim księstwem kamieńskim. Od 1815 roku w rejencji koszalińskiej, w prowincji Pomorze. W 1946 r. Kołobrzeg włączono do województwa szczecińskiego. W 1950–1998 roku należał do województwa koszalińskiego.

2.2.2. Regulacje prawne, specyficzne dla oświetlenia drogowego

W zakresie zagadnień specyficznych dla oświetlenia drogowego za podstawę opracowania niniejszej Analizy służyły następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy:

Ustawy:

- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. Nr 14, poz. 60, tekst jednolity Dz. U. 2007 nr 19 poz. 115 z późniejszymi zmianami)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. 2010, nr 243 poz. 1623 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r.- Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz. U. z 2010 Nr 113, poz. 759 z późn. zmianami)

Rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2.03.1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43 z 1999 z późn. zmianami) § 109.
- Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2012 r., w sprawie wykazu robót, kwalifikujące instalowanie urządzeń oświetlenia drogowego **jako usługę a nie robotę budowlaną.**

Normy: PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg

2.2.3. Założenia wariantów ewentualnej modernizacji oświetlenia

Przedmiotem analizy jest stan systemu oświetlenia ulic, dróg Miasta, pod kątem poprawy ich efektywności energetycznej oraz zapewnienie zgodności z Polską Normą, przenoszącą normę europejską: PN-EN 13201 (Oświetlenie uliczne). Analiza modernizacji systemu oświetlenia dróg, porównuje następujące warianty działań (uwzględnione są oprawy, których właścicielem jest wyłącznie UM Kołobrzeg):

1. Wariant LED minimalny:

Modernizacja wyeksploatowanych lamp sodowych

- a. Modernizacja **330 szt.** punktów świetlnych z **2487** istniejących punktów świetlnych (bez modernizacji pozostaje **2157** punktów świetlnych, które są w dobrym stanie)
- b. Oprawy o IP 66, obudowa aluminiowa, szklany klosz
- c. Instalacja inteligentnych szafek oświetleniowych z zegarami astronomicznymi wyposażonymi w sterowniki sprzężone z GPS łączone do centrum sterowania oświetleniem transmisją GPRS (52 szt.)
- d. Zastosowanie układów stabilizacji i redukcji napięcia (31 szt.)

2. Wariant LED maksymalny:

Modernizacja opraw w głównych ciągach komunikacyjnych miasta Kołobrzeg:

- a. Modernizacja **664 szt.** punktów świetlnych z **2487** istniejących punktów świetlnych (bez modernizacji pozostaje **1436** punktów świetlnych, które są w dobrym stanie)
- b. Instalacja inteligentnych szafek oświetleniowych z zegarami astronomicznymi wyposażonymi w sterowniki sprzężone z GPS, (52 szt.)
- c. Zastosowanie układów stabilizacji i redukcji mocy (31 szt.)

3. Wariant „0”: zaniechanie działań inwestycyjnych;

Po dokładnej analizie (zawartej w rozdziale 6. „Porównywane warianty zamierzenia inwestycyjnego”, wariant optymalny inwestycji okazuje się najkorzystniejszy energetycznie, ekonomicznie oraz społecznie, dlatego też ten wariant przyjęto do dalszej analizy.

Nie jest analizowany wariant zamiany opraw rtęciowych na sodowe wysokoprężne HPS ze względu na to, że takie lampy zostały już w całości wymienione.

3. Ocena jakości oświetlenia dróg i terenów użyteczności publicznej oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm.

3.1. Stan aktualny

Stan aktualny określony został na podstawie analizy danych pozyskanych w wyniku inwentaryzacji z natury metodą geoinformatyczną. Na terenie Miasta Kołobrzeg, zlokalizowanych jest ok. **5 140** punktów świetlnych, w tym **2 487 [48%]** punktów świetlnych, których właścicielem jest miasto (na dzień zakończenia kompleksowej inwentaryzacji 28.02.2013 r., w trakcie inwentaryzacji zidentyfikowano łącznie **2487** punktów świetlnych)

Załącznik nr 1 przedstawia zestawienie tabelaryczne punktów światła z uwzględnieniem parametrów dróg, które zostały zebrane w wyniku pomiarów polowych. Dane te są kompletne i powinny być aktualizowane w platformie do zarządzania infrastrukturą oświetleniową, która jednak nie była przedmiotem zamówienia oraz wdrożenia. Prawdłowo zorganizowana baza danych oświetlenia ulicznego zawiera, parametry jak niżej:

- a) parametry drogi, ulicy
 - szerokość
 - rodzaj nawierzchni
 - kategoria drogi
 - kategoria oświetleniowa drogi
- b) parametry infrastruktury oświetleniowej
 - typ, moc oprawy oświetleniowej aktualna i projektowana,
 - ilość opraw na słupie
 - odległość słupów od krawędzi drogi
 - odległość między słupami
 - wysokość zawieszenia opraw
 - kąt nachylenia wysięgników
 - nr ewidencyjny słupa, jego lokalizacja (X, Y)
 - numer skrzynki SON, SOK, lokalizacja (X, Y)
 - wartość zabezpieczenia
 - typ linii oświetleniowej (napowietrzna kablowa, Al., AsXSn, YKY)
 - data wprowadzenia punktu świetlnego
 - data modyfikacja danych
- c) stacje transformatorowe
 - numer stacji, nazwa,
 - zabezpieczenie
 - budowa [kontenerowa, na platformie]
- d) punkty newralgiczne
 - przejścia dla pieszych
 - przystanki itp.

3.2. Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego

Otrzymane z pomiarów polowych dane o systemie zostały uporządkowane i przeniesione do Bazy Danych w Programie bazodanowym GIS,. Autorzy opracowania przyjęli organizację danych tak, aby jak najdokładniej analitycznie opisać system. Przyjęta nomenklatura opisana jest poniżej:

3.3. Latarnie

Organizacja tej warstwy:

Lp.	Atrybut	Parametry atrybutu	Typ zmiennej
1	ID	Numer kolejny	Num
2	Miasto	Nazwa miejscowości	Tekst
3	Ulica	Nazwa ulicy	Tekst
4	Warstwa	Nazwa warstwy, Latarnie, SON, Trafo, Kable, Napowietrzne	Menu
5	Trafo	Nazwa stacji trafo: Numer, nazwa, Lokalizacja	Tekst
6	Ochrona	Rodzaj ochrony TT, TNC	Menu
7	Konstrukcja	Platforma, Kontener	Menu
8	Nr_Obwodu	Numer umowy na energię	Tekst
9	Opis_Obwodu	Ulica, Miejscowość	Tekst
10	Licznik	Numer licznika	Tekst
11	Taryfa	Rodzaj taryfy rozliczania: C11, C12b, C21...	Tekst
12	Moc_Umowna	Moc z Umowy	Num
13	P	Moc nominalna na obwodzie	Tekst
14	U	Napięcie nominalne	Tekst
15	I	Zabezpieczenie prądowe	Tekst
16	Fazy	Ilość faz w obwodzie, Licznik	Menu
17	Nr_slupa	Kolejny numer słupa	Tekst
18	Linia	Napowietrzna, Kablowa	Menu
19	Typ	AL, AsXSn, YKY/YAKY, AL.+AsXSn	Menu
20	Układ	Poziomo, Pionowo	Menu
21	Liczba_opraw	Liczba opraw na słupie	Num
22	Nawierzchnia	A-asfalt, K-kostka, G-grunt	Menu
23	Kat_drogi	DK, DW, DP, DG, DL	Menu

24	Kat_oswiet	ME1, ME2,ME3,ME4...	Menu
25	Szerokosc	Szerokość drogi	Menu
26	Moc_Nom	Moc nominalna oprawy	Menu
27	Moc_Rzec	Moc rzeczywista oprawy	Menu
28	Model	Model oprawy: SGS 103, SGS 203, OUS-100...	Menu
29	Typ_opr	Sodowa-S, Rtęciowa-R	Menu
30	Zrodlo	Typ źródła światła	Menu
31	Ocena_Oprawy	W skali od 1 do 5	Menu
32	Status_Oprawy	Wymiana, Zostaje	Menu
33	Wlasnosc	Miasto, ZE	Menu
34	Wysokosc_pkt	Wysokość słupa	Menu
35	Modul	Odległość słupów	Menu
36	Krawedz	Odległość od krawędzi drogi	Menu
37	Wysiegnik_H	Wysokość wysięgnika	Menu
38	Wysiegnik_L	Długość wysięgnika	Menu
39	Kat_Nachyl	Kąt nachylenia wysięgnika	Menu
40	Mocowanie	Mocowanie oprawy: Pod linią, Nad Linią	Menu
41	Ocena_Wysiegnika	W skali od 1 do 5	Menu
42	Typ_Slupa	Typ słupa: OŻ, WZ-7,	Menu
43	Ocena_slupa	W skali od 1 do 5	Menu
49	Pochodz	Źródło danych	Tekst
50	REDAKTOR	Autor danych	Menu
51	ZMIANA	Data wprowadzenia zmian	Data
52	DATA_EWID	Data dokonania ewidencji	Data
53	Uwagi	Informacje dodatkowe	Tekst

3.4. Skrzynki sterujące oświetleniem SON, SOK

Baza danych skrzynek sterujących SON, SOK zorganizowana jest jak w tabeli poniżej:

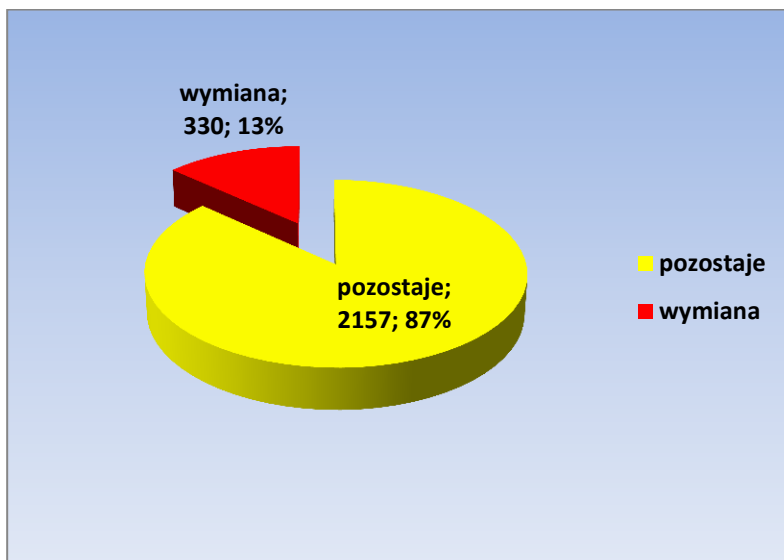
Lp.	Atrybut	Parametry atrybutu	Typ zmiennej
-----	---------	--------------------	--------------

1	ID	Numer kolejny	Num
2	Nr_Obwodu	Numer Umowy o dostawę energii elektrycznej	Tekst
3	Opis_Obwodu	Przyjazna nazwa obwód wraz lokalizacją	Tekst
4	Linia	Kablowa, Napowietrzna	Menu
5	Typ	AL., AsXSn, AL.+AsXSn	Menu
6	Układ	Poziomo, Pionowo	Menu
7	SOpraw	Całkowita liczba oprav w obwodzie	Num
8	SMoc_Rzec	Całkowita moc rzeczywista oprav	Num
9	Moc_Umowna	Moc Umowna z umowy	Num
10	I	Zabezpieczenie	Tekst
11	U	Napięcie znamionowe	Tekst
12	Fazy	Ilość faz	Tekst
13	Wlasciciel	Właściciel punktu sterowania: Gmina, ZE	
13	Status	Pozostaje, Wymiana, Projekt, Wynieść	Menu
14	Trafo	Numer transformatora, nazwa, lokalizacja	Tekst

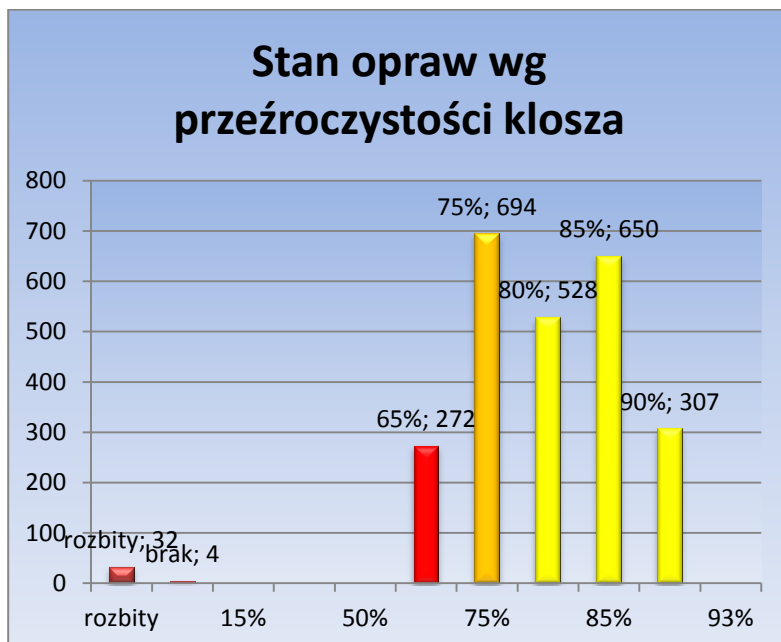
3.5. Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień rozpoczęcia Audytu

- Na dzień rozpoczęcia audytu w Mieście Kołobrzeg było zainstalowanych **2 487** punktów świetlnych miasta. [łącznie z punktami do iluminacji oraz sterowania sygnalizacją]
- Oprawy sodowe w niektórych miejscach, mimo wysokiej mocy, nie spełniają wymogów obecnej normy oświetleniowej PN-EN 13 201. W kilku miejscach powstaje zjawisko braku równomierności oświetlenia, efektem, czego są ciemne niedoświetlone miejsca pomiędzy słupami.
- System sterowania oświetleniem ulicznym wymaga modernizacji w celu dostosowania go do wymogów energooszczędności.

Struktura opraw klasyfikowana wg statusu przedstawia się jak poniżej:

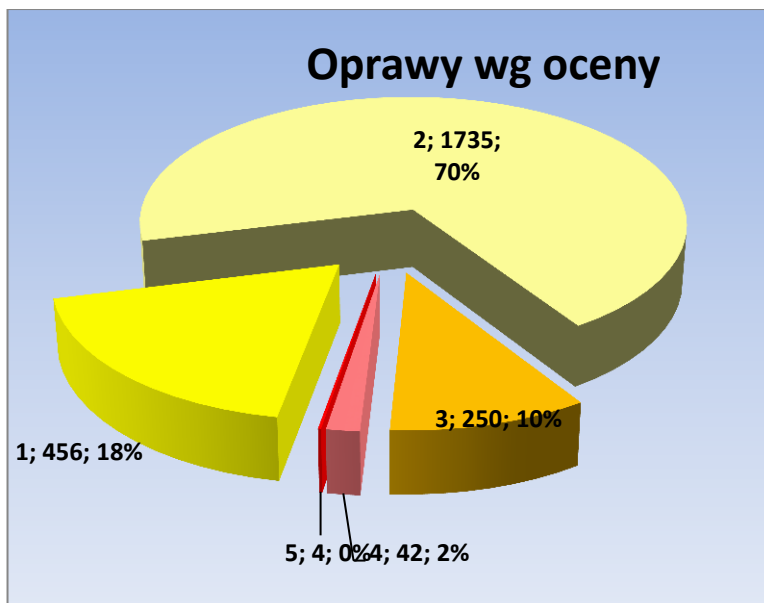


Struktura opraw klasyfikowana wg stanu przejrzystości klosza oraz stanu komory lampy



Struktura opraw przedstawia się jak na wykresie słupkowym powyżej. Wg tej klasyfikacji 308 [8%] opraw nie jest w stanie spełnić minimalnych wartości normy i wymaga wymiany. 694 opraw znajduje się w obszarze ryzyka [klosz 75%], na granicy normy i w ciągu kilku najbliższych lat będzie wymagało wymiany. Zaledwie

308 z 2487 poddanych ewidencji należy wymienić, mając na uwadze, że 272 z tej liczby nieznacznie poniżej normatywu utraciło przezroczystość.



Na podstawie atrybutów wejściowych w postaci stanu komory lampy, przezroczystości klosza oraz typu oprawy ustalona została łączna ocena punktu świetlnego [oprawy] w skali 5-o stopniowej, gdzie 1 oznacza wartość najwyższą a 5 najniższą. Ocena 4 i 5 oznacza oprawy bezwzględnie przeznaczone do wymiany.

3.6. Zgodność z Normami

Oświetlenie uliczne w Mieście Kołobrzeg nie zawsze było projektowane się zgodnie z wymaganiami normy oświetleniowej PN-EN 13201. Norma PN-EN 13201 składa się z czterech części i zawiera wytyczne w zakresie:

1. Wyboru klasy oświetleniowej
2. Wymagań oświetleniowych
3. Obliczenia parametrów oświetleniowych
4. Metod pomiarów oświetlenia

Norma bardzo precyzyjnie określa wymagania oświetleniowe dla poszczególnych klas drogi i wskazuje na pakiet parametrów oświetleniowych, które muszą być spełnione przy projektowaniu oświetlenia. Parametrami dla klas luminancyjnych (wszędzie tam, gdzie występuje ruch kołowy, zazwyczaj drogi podlegają tym parametrom) są:

- luminancja nawierzchni drogi (jaskrawość drogi) - L
- równomierność luminancji – U0
- równomierność wzdłużna luminancji (rozpatrywana w kierunku ruchu pojazdu) - U1
- wskaźnik olśnienia - TI
- wskaźnik oświetlenia otoczenia – SR

Spełnienie wszystkich wymagań oświetleniowych nie jest proste i jest praktycznie niemożliwe bez zastosowania profesjonalnych programów wspomagających projektowanie.

W czasach, gdy w mieście instalowane były oprawy oświetleniowe starego typu, obowiązywała norma oświetleniowa PN/76-E-02032. W porównaniu z dziś obowiązującą była bardziej liberalna. Dopuszczała

większą dowolność w przydzielaniu klas oświetlenia i stosowania wymagań oświetleniowych. Ponadto ilość parametrów do spełnienia była mniejsza. Były to:

- luminancja nawierzchni drogi (jaskrawość drogi) - L
- równomierność luminancji – U0
- wskaźnik olśnienia – TI

Poza tym dopuszczalny wskaźnik olśnienia był wyższy, a w niektórych przypadkach łatwiejszy do uzyskania.

3.7. Ogólna ocena

Na terenie miasta zainstalowane są oprawy, których właścicielem jest Miasto Kołobrzeg, oraz firma Energa Oświetlenie SA. Przez gminę przebiegają uczęszczana droga krajowa 11, jak również wiele dróg lokalnych – wojewódzkich, powiatowych i gminnych o dużym natężeniu ruchu. Z tego powodu, dużą część opraw stanowią oprawy sodowe o dużej mocy, które w większości są dobrym stanie technicznym.



Panorama Kołobrzegu

źródło: premba.pl

W latach 2000 – 2012 były przeprowadzone modernizacje oświetlenia ulicznego w mieście. Stare wyeksploatowane oprawy rtęciowe i sodowe zostały zastąpione oprawami sodowymi, jak na ówczesne standardy dość dobrej klasy. Zainstalowane zostały oprawy wielu producentów – Philips, Thorn, Elgo. Oprócz nielicznych przypadków oprawy oświetleniowe są w dobrym stanie i nie kwalifikują się do modernizacji. Najbardziej zużyte są oprawy montowane przed 2000 r., na głównych ciągach komunikacyjnych, klosze opraw są wyraźnie żółknięte i zostały one zaklasyfikowane do wymiany. Należy jednak zastanowić się nad wyborem rozwiązań technicznych - najtańsze oprawy po kilku latach eksploatacji mogą być uciążliwe w konserwacji, a rozwiązania nieco tylko droższe gwarantują poprawność eksploatacji przez wiele lat. Opis proponowanych rozwiązań znajduje się w dalszej części opracowania.

Wybieranie najtańszych rozwiązań po kilku latach eksploatacji przedstawiamy na fotografiach poniżej. Oprawy na zdjęciach są nie starsze niż 2-3 lata.



OUSc



OUS

W mieście jest wiele obszarów, które zostały poddawane są rewitalizacji – np. bulwary i parki nadmorskie, deptaki i Centrum - okolice Rynku, Ratusza i Katedry. Są tam zainstalowane nowe oprawy, które są w dobrym stanie technicznym.



Kołobrzeg Centrum – ul. Katedralna



Poniżej przedstawiamy fotografie obrazujące charakterystyczne cechy oświetlenia miasta wykonane podczas inwentaryzacji opraw oświetleniowych.



ul. Kołłątaja



ul. Sienkiewicza



ul. 6 Dywizji Piechoty



Ścieżka rowerowa



ul. Rodziewiczówny



ul. Bulwar Nadmorski

Oświetlenie miasta zostało zmodernizowane ok. 10 lat temu. W chwili obecnej stan oświetlenia nie budzi większych zastrzeżeń pod kątem jakości oświetlenia. Zrealizowana modernizacja jednakże nie pozwala na kolejne szybkie, skuteczne i efektywne obniżenie wolumenu energii zużywanej do oświetlenia ulicznego. Możliwe jest przeprowadzenie modernizacji w oparciu o technologię LED (opis i koszt znajduje się w dalszej części opracowania) o zmiennym profilu obciążenia oraz zastosowanie reduktorów mocy dla opraw HPS (sodowych), pozwalające na obniżenie zużycia energii w późnych godzinach nocnych (opis rozwiązania również w dalszej części opracowania).

3.8. Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia

Przeprowadzona analiza pozwala na określenie rekomendacji dla zarządzającego oświetleniem. W szczególności:

Rekomendacja 1. Istnieje potrzeba opracowania, kompletnej spójnej i jednolitej, projektowej koncepcji oświetlenia wszystkich ulic całego miasta [łącznie z majątkiem Energa Oświetlenie], na podstawie wymagań oświetleniowych, analizy funkcji komunikacyjno-urbanistycznej każdej ulicy oraz określenia głównych tras i szlaków przejazdów tranzytowych i lokalnych, zgodnej z aktualnie obowiązującą normą oświetleniową PN-EN 13201. Nabiera to szczególnego znaczenia wobec pojawienia się w 2004 r., nowej normy PN-EN 13201. Formalnie norma PN-EN 13201 nie zastępuje dotychczasowej PN-76/E-02032, a stosowanie norm jest dobrowolne, co do zasady. Niemniej dla zamówień publicznych, zgodnie z orzeczeniami Zespołów Arbitrów (ZA) przy prezesie UZP a aktualnie Krajowej Izby Odwoławczej (KIO), Prawo zamówień publicznych art. 30, nie pozwala, aby projekt i wykonanie były w sprzeczności z normą (od 2004 przenoszącą normę europejską). Spełnienie normy oznacza również, że projekt i wykonanie są bezpieczne dla użytkowników. Analogicznie pożądanym jest, aby wszystkie nowo projektowane, modernizowane i realizowane urządzenia oświetlenia drogowego uwzględniały wymagania normy europejskiej PN-EN 13201, gdyż norma ta uwzględnia najnowszy poziom wiedzy i współczesnej techniki oświetleniowej a jej stosowanie narzuca art. 30 Ustawy Pzp.

Rekomendacja 2. Dopuszczać do stosowania w Mieście wyłącznie oprawy z obudową aluminiową (IP 66) oraz kloszem wypukłym (lub szklanym płaskim w uzasadnionych przypadkach) wykonanym ze szkła lub PMMA. Nie dopuszczać kloszy opraw z PC, ze względu na jego szybką utratę przezroczystości i żółknięcie.

Rekomendacja 3. W przypadku wymian, modernizacji, przebudów i dobudów stosować się do ogólnej koncepcji oświetlenia, opracowanej dla całego miasta.

Rekomendacja 4. Zastosować nowoczesne sterowanie oświetleniem.

Rekomendacja 5. W trakcie czynności konserwacyjnych dokonywać czyszczenia kloszy lub w przypadku zniszczenia lub znacznego żółknięcia - wymiany.

3.9. Zgodność ze standardami

3.9.1. Zjawisko Light pollution

Light pollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczania środowiska światłem. Występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne obiekty, a w szczególności niebo. Zaśmiecanie odpadkami dróg czy ulic jest wykroczeniem, karanym mandatem karnym. Zaśmiecanie światłem, w obecnym stanie prawnym w Polsce, nie jest szczególnie traktowane w przeciwieństwie do Włoch, Hiszpanii czy Portugalii, gdzie jest takim samym wykroczeniem, jak śmiecenie odpadkami. Regulacje Unijne w tym zakresie są opracowywane. Zanieczyszczanie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Zjawisko zanieczyszczania światłem w Mieście Kołobrzeg występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- Oprawy uliczne, z odbłyśnikiem o dużej asymetrii jak np. SGS 204 instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 15°
- Oprawy starego typu, z odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii takie jak np. OUS instalowane są pod kątem większym niż 30°
- Wszędzie tam, gdzie zainstalowane są oprawy typu "Kula" bez układu optycznego kierującego strumień świetlny w dolną półprzestrzeń.
- Oprawy parkowe typu OCP, winne być wyposażone w specjalne rastry przeciwodblaskowe.

Rekomendacja 1

Stosowanie opraw typu "Kula" winno być ograniczane, a już zainstalowane winne być sukcesywnie wymieniane, na niezaśmiecające środowiska światłem.

Rekomendacja 2

Ścieżki, alejki lub ciągi piesze, jeśli nie są oświetlane oprawami ozdobnymi, winne być oświetlane specjalistycznymi oprawami zaprojektowanymi do tego celu, o rozsyle strumienia światła silnie asymetrycznym, wąskim i długim wzdłuż ciągu pieszego.

Rekomendacja 3

Zmienić kąt wysięgników na prawidłowy, wynikający z obliczeń fotometrycznych.

Rekomendacja 4

Zalecać projektantom oświetlenia wykonanie projektów przy uwzględnieniu normy oświetleniowej, jak również biorąc pod uwagę unikanie zjawiska zanieczyszczania światłem środowiska.

3.10. Analiza typów i modeli opraw w Mieście Kołobrzeg.

Na terenie Miasta spotykamy kilka typów opraw oświetleniowych. Dla obwodów modernizowanych w okresie ostatnich kilku lat stosowane są oprawy o przeciętnych i dobrych parametrach użytkowych jak na zdjęciu poniżej.



Oprawa SGS101 (Philips)



Oprawa typu SGP 340 Selenium (Philips)

Po kilku latach eksploatacji opraw powyższych można zaobserwować:

- a) Przydymiony klosz z PC
- b) Osad pod odparowanej deszczówce
- c) Utleniony klosz
- d) Utratę ok. 30% swojej sprawności.



Oprawa SGS 204



Oprawa Civic



Oprawa OUSc



Oprawa Jet



Poliwęglan stosowany w oprawach oświetleniowych ma niższą przezroczystość w stosunku do szkła lub szkła organicznego - PMMA o ok. 5-10% już na samym początku ich użytkowania. W późniejszym czasie (ok. 3 lat) klosz wykonany z PC wyraźnie na niekorzyść odróżnia się od kloszy wykonanych z PMMA lub szkła.

Z tego powodu nie zalecamy, o ile to możliwe, stosowania kloszy z PC.

3.11. Skrzynki sterujące

Większość układów sterujących znajdujących się na terenie Miasta Kołobrzeg to skrzynki umieszczone w szafach stacyjnych transformatorów lub szafkach sterujących wyniesionych poza obszar stacji transformatorowych. W przypadku podjęcia decyzji o przebudowanie systemu oświetlenia na nowoczesne, konieczne jest wyniesienie układów sterująco-pomiarowych poza obszar, którego właścicielem jest operator sieci energetycznej Energa SA. Wiąże się to z koniecznością uzyskania warunków technicznych przyłączenia dla każdego obwodu sterująco-pomiarowego.

3.12. Porównanie mocy systemów oświetleniowych HPS przed i po modernizacji z oprawami LED- wariant optymalny

Tabela 1

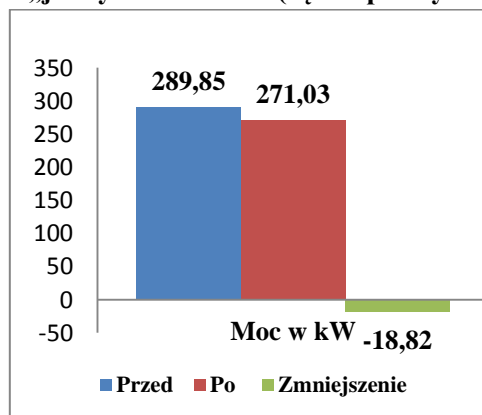
Lp	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja optymalna		
		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Metalohalogen HCI-T 35 W	28	45	1,26	28	45	1,26
2	Sodowa NAV-T 50 W	156	66	10,30	156	66	10,30
3	Sodowa NAV-T 70 W	1 077	83	89,39	747	83	62,00
4	Sodowa NAV-T 100 W	250	115	28,75	250	115	28,75
5	Sodowa NAV-T 150 W	600	176	105,60	600	176	105,60
6	Sodowa NAV-T 250 W	39	285	11,12	39	285	11,12
7	Metalohalogen HQI 100 W	35	137	4,80	35	137	4,80
8	Metalohalogen HQI 400 W	18	450	8,10	18	450	8,10
9	Metalohalogen HQI 1000 W	8	1065	8,52	8	1065	8,52
10	Światłówka 2x36W	240	88	21,12	240	88	21,12
11	LED 18W	36	25	0,90	36	25	0,90
12	LED 42W	0	58	0	111	50	5,55
13	LED 49W	0	57	0	53	57	3,02
	RAZEM:	2 487		289,85	2 321		271,03

Tabela2

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja optymalna
1	ilość punktów świetlnych	szt.	2 487	2 321
2	Pobór mocy	kW	289,85	271,03
3	Redukcja mocy	%	6,49%	

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **271,03 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **18,82 kW** czyli około **6%**. **Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 225 szt. opraw o mocy nominalnej 70W.**

Różnica w ilości opraw przed i po modernizacji wynika z zastąpienia parkowych opraw z 2 kulami na wydajniejsze oprawy LED z „jednym” źródłem. (są to oprawy z 42 lampami LED).



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji.

3.13. Porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji oprawami LED-wariant maksymalny

Tabela 3

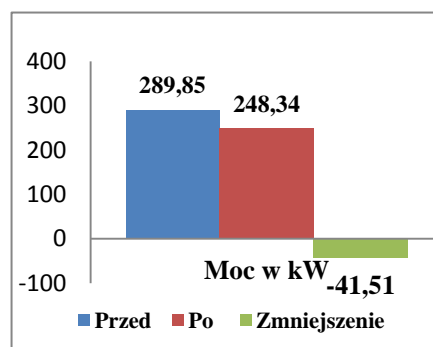
Lp	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja max		
		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Metalohalogen HCI-T 35 W	28	45	1,26	28	45	1,26
2	Sodowa NAV-T 50 W	156	66	10,30	156	66	10,30
3	Sodowa NAV-T 70 W	1 077	83	89,39	682	83	56,61
4	Sodowa NAV-T 100 W	250	115	28,75	159	115	18,29
5	Sodowa NAV-T 150 W	600	176	105,60	436	176	76,74
6	Sodowa NAV-T 250 W	39	285	11,12	25	285	7,13
7	Metalohalogen HQI 100 W	35	137	4,80	35	137	4,80
8	Metalohalogen HQI 400 W	18	450	8,10	18	450	8,10
9	Metalohalogen HQI 1000 W	8	1065	8,52	8	1065	8,52
10	Światłówka 2x36W	240	88	21,12	240	88	21,12
11	LED 18W	36	25	0,90	101	25	2,53
12	LED 36W	0	44	0	0	44	0,00
13	LED 42W	0	50	0	111	50	5,55
14	LED 49W	0	57	0	53	57	3,02
15	LED 73W	0	83	0	179	83	14,86
16	LED 98W	0	106	0	90	106	9,54
	RAZEM:	2 487		289,85	2 321		248,34

Tabela4

Lp		ilość	Stan istniejący	Stan projektowany LED
1	ilość punktów świetlnych	szt.	2 487	2 321
2	Pobór mocy	kW	289,85	248,34
3	Redukcja mocy	%	14,32%	

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **248,34 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **41,51 kW**, czyli około **14 %**. **Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 500 szt. opraw o mocy nominalnej 70W.**

Różnica w ilości opraw przed i po modernizacji wynika z zastąpienia parkowych opraw z 2 kulami na wydajniejsze oprawy LED z „jednym” źródłem. (są to oprawy z 48 lampami LED).



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

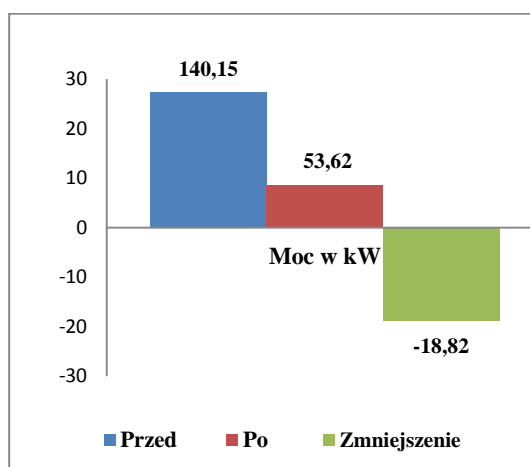
3.14. Porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji oprawami LED dla modernizowanej części opraw

Lp	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja optymalna		
		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa NAV-T 70 W	330	83	27,39	0	83	0,00
2	LED 48W	0	50	0	111	50	5,55
3	LED 49W	0	57	0	53	57	3,02
	RAZEM:	330		27,39	164		8,57

Lp		ilość	Stan istniejący	Stan projektowany LED
1	ilość punktów świetlnych	szt.	330	164
2	Pobór mocy	kW	27,39	8,57
3	Redukcja mocy	%	68,71%	

- **moc rzeczywista** modernizowanej populacji opraw po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **8,57 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **18,82 kW** czyli około **68%**. Różnica w ilości opraw przed i po modernizacji wynika z zastąpienia parkowych opraw z 2 kulami na wydajniejsze oprawy LED z „jednym” źródłem. (są to oprawy z 48 lampami LED)

	ilość	Stan istniejący	Stan projektowany optymalny	Stan projektowany Redukcja
ilość punktów świetlnych	szt.	330	164	164
Pobór mocy	kW	27,39	8,57	6,57
Zmniejszenie mocy zainst.	%		-68,71%	-23,33%
Zmniejszenie mocy zainst.	%		-68,71%	-76,01%
Zmniejszenie mocy zainst.	kW		-18,82	-20,82



4. Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej wraz ze wskazaniem kosztów ewentualnej modernizacji oświetlenia

Wynikiem analizy dokonanej w punktach od 3.6 do 3.12 jest poszukiwanie, takich rozwiązań technicznych i technologicznych, które zabezpieczyłyby długoterminowy interes inwestora publicznego tak, aby przy umiarkowanych kosztach inwestycyjnych, uzyskać korzyść w postaci wysokiej energooszczędności urządzeń oraz niskich kosztów konserwacji, przy długotrwałym użytkowaniu

4.1. Sprzęt oświetleniowy-źródła światła

4.1.1. Półprzewodnikowe źródła światła (SSL - Solid State Lighting)

Technologia LED jest coraz szerzej stosowana w oświetleniu, od niedawna również w oświetleniu zewnętrznym. Na rynku pojawia się coraz więcej produktów będących alternatywą dla klasycznego oświetlenia zewnętrznego opartego do tej pory na źródłach wysokoprężnych. Źródła LED mają wiele zalet. Podstawowe to:

- długa żywotność – ok. 50 000 godzin - (dla utraty strumienia światła 30%),
 - nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR),
 - biała barwa światła,
 - dobra jakość światła,
 - wyeliminowany efekt stroboskopowy,
 - nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji,
 - natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia
- szybki ponowny zapłon źródła światła

Jednak oprawy drogowe LED nie są pozbawione wad. Przede wszystkim, nie wszyscy producenci opraw publikują dane fotometryczne opraw LED. Uniemożliwia to wykonanie obliczeń parametrów świetlnych i dostosowanie oświetlenia do normy PN-EN 13201. Analizując dane katalogowe można dojść do wniosku, iż technologia LED w oświetleniu drogowym jest mniej ekonomiczna niż klasyczna technologia oparta na źródłach sodowych. Porównując sprawność źródła i oprawy ze źródłem sodowym (dla mocy 70W) oraz oprawy ze źródłem LED (84W), uzyskujemy:

Źródło LED: skuteczność świetlna 110 lm/W,

Źródło sodowe 70W: sprawność świetlna 94 lm/W

Oprawa ze źródłem LED: skuteczność świetlna 90 lm/W

Oprawa ze źródłem sodowym: skuteczność świetlna 75 lm/W

Mimo licznych zalet, podstawową wadą oświetleniową źródeł LED jest wartość strumienia świetlnego, porównywalna ze strumieniem świetlnym lamp sodowych oraz porównywalna efektywność oświetleniowa. Porównywalne lub lepsze efekty oświetleniowe, uzyskiwane na oprawach ze źródłami LED dotyczy tylko opraw LED uznanych i renomowanych producentów, których cena jest wielokrotnie wyższa niż klasycznych lamp sodowych. A więc:

- porównywalna do lamp sodowych efektywność oświetleniowa
- wrażliwość na przepięcia i impulsy elektromagnetyczne
- wysoka cena
- wysoki strumień świetlny można uzyskać tylko przy zastosowaniu dużych i drogiej radiatorów

Wysoka cena oznacza, iż za oprawę LED dobrej jakości o mocy 73W trzeba zapłacić około 1500 PLN, czyli czterokrotnie więcej niż za wysokiej jakości oprawę sodową. Oprawa LED Philips BGP 303 73/740 będzie pobierać 83 W (sodowa również 83W) i wytworzy strumień świetlny 7560 lm (sodowa 6600 lm).

Technologia LED jest ciągle udoskonalana i wciąż trwają prace nad wyprodukowaniem źródła LED o wyższej skuteczności. Pojawiają się na rynku konstrukcje uznanych producentów sprzętu oświetleniowego (Philips, Osram, Schreder), które mogą być alternatywą dla klasycznego oświetlenia. Oprawy te są w pełni policzalne (producenci udostępniają dane fotometryczne opraw), lecz ich mankamentem jest relatywnie wysoka cena.

Można stwierdzić, że dopiero dziś oświetlenie drogowe LED staje się realną alternatywą dla klasycznego oświetlenia sodowego, w szczególności dla opraw o mocy mieszczących się w przedziale od **50 do, 100 W**, **które** najczęściej stosowane są w oświetleniu ulicznym.

Należy zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt opraw LED. Oprawy LED dużej mocy są znacznie większe niż oprawy klasyczne. Spowodowane jest to koniecznością rozłożenia na dużej powierzchni znacznej ilości punktowych źródeł LED. Z tego powodu długość opraw niekiedy przekracza 1000 mm, co może spowodować kłopoty przy montażu opraw. Stare konstrukcje wsporcze (przede wszystkim energetyczne słupy ZN) i stare wysięgniki nie są przystosowane do montażu tak ciężkich i długich elementów. Zwłaszcza w warunkach zimowych może być to poważnym problemem..

4.1.2. Sodowe źródła światła

Ze względu na decydujące znaczenie kryterium energooszczędności w opracowaniu proponuje się oświetlenie całego terenu wysokoprężnymi lampami sodowymi [HPS]. Lampy te charakteryzują się cechami, które sprawiają, że nadają się one doskonale do oświetlenia drogowego. Wysokoprężne lampy sodowe, w porównaniu z innymi źródłami światła, charakteryzują się:

1. wysoką skutecznością świetlną – dwukrotnie wyższą niż lampy rtęciowe,
2. dużą trwałością,
3. praktycznie stałym strumieniem w całym okresie eksploatacji,
4. bardzo niską utratą strumienia w całym okresie eksploatacji i wynoszącą maksymalnie do 10% dla 48 tys. godzin,
5. odpornością na niskie i wysokie temperatury,
6. względną odpornością na przepięcia, przeciążenia, zwarcia.

Ponadto światło lamp sodowych powoduje:

1. większą kontrastowość obiektów, a co za tym idzie większą ostrość widzenia,
2. niższy poziom odczuwalnego olśnienia

4.1.3. Sodowe źródła Sodinette

Źródło światła Aura SODINETTE jest wynikiem intensywnych badań, a także dalszą kontynuacją rozwoju lamp sodowych. Źródła te posiadają bardzo długi okres żywotności oraz niską awaryjność. Ta unikalna wysokoprężna lampa sodowa to połączenie standardu z długim okresem eksploatacji.

Aura SODINETTE posiada żywotność na poziomie 48.000 h w 12 godzinnym cyklu pracy z tradycyjnym magnetycznym układem zapłonowym. Praca wysokoprężnej lampy sodowej jest również możliwa ze specjalnym elektronicznym układem zapłonowym.



Stosując Aura SODINETTE w zamian otrzymujemy optymalizację kosztów operacyjnych instalacji i oświetlenia. Bardzo wysoka skuteczność świetlna i długa żywotność pozwala na uzyskanie znaczących oszczędności wszędzie tam, gdzie są wysokie słupy i inne trudno dostępne miejsca. A szczególnie, jeśli proces wymiany źródeł wiąże się z zatrzymaniem procesu produkcyjnego lub jest bardzo kosztowny, Aura SODINETTE pozwala na lepszą kontrolę oszczędności, a także łatwość w planowaniu harmonogramu grupowej wymiany źródeł światła.

Zewnętrzna tuba Aura SODINETTE wykonana została ze specjalnie hartowanego szkła. Ma to na celu zwiększenia ochrony przed uszkodzeniami, co wpływa także pozytywnie na jej żywotność. Szkło tuby zewnętrznej w całym typoszeroku lamp od 50W do 600W nie posiada w swoim składzie chemicznym ołowiu. Wysokiej jakości jarznik jest zamocowany w środku szklanej osłony, zarówno w wersji eliptycznej jak tubularnej, która wykonana została z wysokiej jakości komponentów. Zaprojektowanie dwóch jarzników w jednym źródle światła wpływa korzystnie na przedłużenie jej żywotności. Obydwa jarzniki wypozycjonowane są w długości osi i zamontowane na stabilnym systemie mocowania. Ten system pozwala na zniwelowanie drgań, co polepsza niezawodność tego źródła światła. SODIGUARD jest dodatkową ceramiczną tubą umieszczoną tuż obok dwóch jarzników. Rozproszenie sodu w jarznikach jest ważnym czynnikiem, który ma wpływ na żywotność lamp HPS. Kolejne osiągnięcia prowadzą do udoskonalenia materiału ceramicznego. Aby istotnie zredukować ten proces zastosowano dodatkową ceramiczną tubę SODIGUARD umieszczoną tuż przy jarznikach, co spowalnia proces utraty sodu. W przypadku zakłóceń sieciowych Aura LL włącza się ponownie używając drugiego jarznika. Dzięki tej technologii nie musimy czekać na jego ochłodzenie

Żywotność jest na poziomie 48.000 h w 12 godzinnym cyklu pracy (11 godzin włączony, 1 godzina wyłączony) w nawiązaniu do normy IEC/EN 60662. W tym okresie maksymalny odsetek niesprawnych źródeł jest na poziomie 10%, a strumienia świetlnego na poziomie 15%

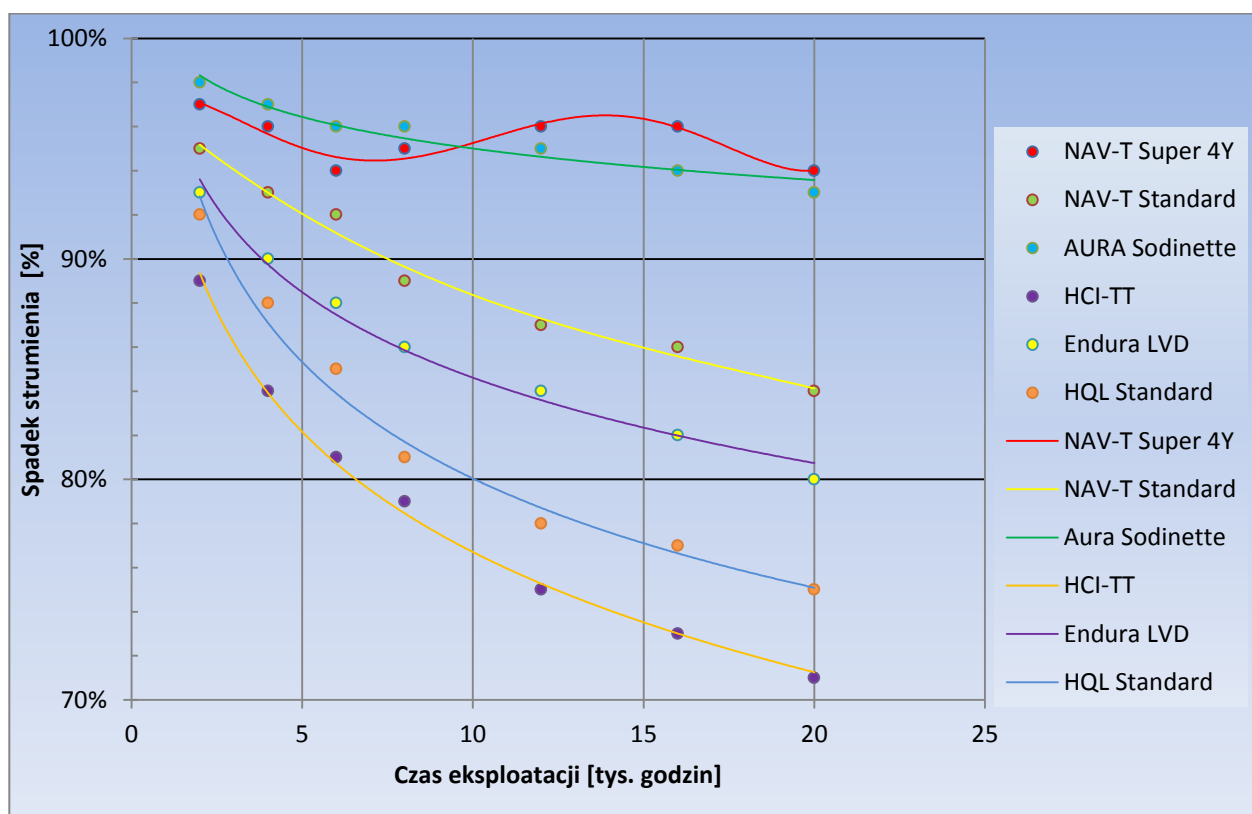
4.1.4. Porównanie skuteczności (efficacy) źródeł światła

Lp	źródło światła	Porównanie opraw ze źródłami światła			
		strumień [lm]	Moc jedn. [W]	Trwałość [h]	Cena [zł]
1	LED 70 W	6 300	99	50 000	600,00
2	Sodowa NAV-E 110 W	8 000	125	12 000	44,90
3	Rtęciowa HQL 125 W	6 300	137	9 000	8,90
4	Sodowa NAV-T 70 W	6 600	83	16 000	46,50
5	Sodowa NAV-E 210 W	18 000	232	12 000	57,90
6	Rtęciowa HQL 250 W	13 000	265	9 000	18,90
7	Sodowa NAV-T 100 W	10 700	115	16 000	56,50
8	Sodowa NAV-T 150 W	17 500	176	16 000	67,00
9	Sodowa Aura 70 W	6 400	83	48 000	180,00

4.1.5. Porównanie procentowej utraty strumienia światła w trakcie okresu użytkowania

Poddane zostaną analizie główne typy źródeł światła będących aktualnie w użytkowaniu. Są to w szczególności:

1. Standardowe Sodowe: NAV-T Standard
2. Sodowe 4 letnie: NAV-T Super 4Y
3. Sodowe 12 letnie: Aura Sodinette
4. Metalohalogenkowe: HCI-TT
5. Świetlówkowe zasilane indukcyjnie: Endura LVD
6. Rtęciowe: HQL standard, dotychczas stosowane,



[Opracowanie własne. Źródło katalog Osram]

Interpretacja wykresu

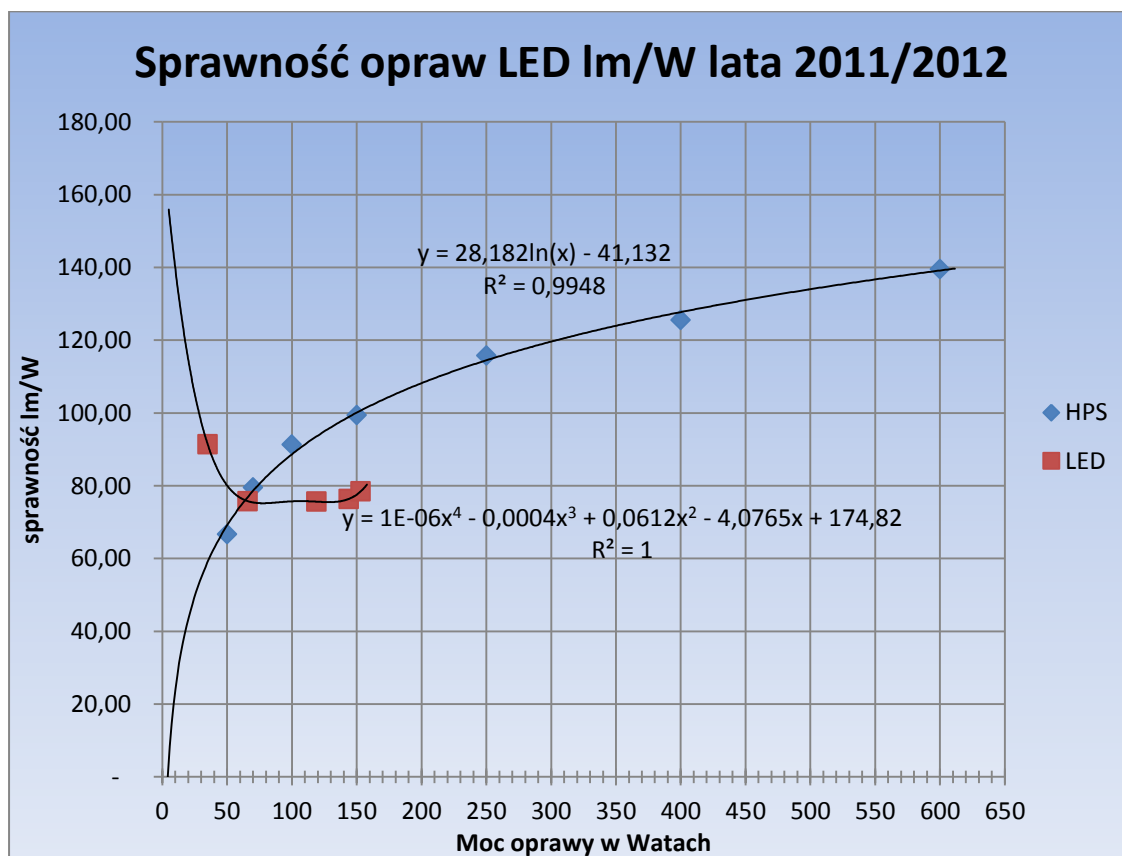
Porównywane jest sześć najbardziej popularnych źródeł światła. Projekty oświetleniowe wykonuje się zwykle przy współczynniku zapasu, mieszczącym się w przedziale między 20%-25%. Stąd wartością graniczną, czasu użytkowania źródła światła jest chwila, w której nastąpi przecięcie z rzędną o wartości 80%. Pomimo, że producenci zapewniają, iż źródło może nadal funkcjonować np. przez kolejne 40 tys. godzin (Endura LVD) to z punktu widzenia celu, do jakiego ma być użyte, tj. oświetlenia drogi zgodnie z normą PN-EN 13201 jest bezużyteczne.

Badając, zatem przebieg charakterystyki utraty strumienia źródeł światła w czasie stwierdzamy, że:

1. Źródła światła metalohalogenkowe HCI-TT o barwie białej mają najkrótszy czas użytkowania, bo zaledwie 6 tys. godzin. Odpowiada to 1,5 roku eksploatacji przy oświetleniu dróg. Zważywszy wysoką cenę jednostkową źródła światła nie jest to z pewnością, rozwiązanie ekonomiczne.

2. Wychodzące obecnie z użycia źródła rtęciowe typu HQL tracą 20% początkowego strumienia po okresie użytkowania, równym 10 tys. godzin. Odpowiada to 2,5 roku eksploatacji.
3. Źródło światła Endura LVD, reklamowane, jako posiadające trwałość 60 tys. godzin, 20% początkowego strumienia traci już po 1/3 nominalnego czasu użytkowania tj. już po 20 tys. godzin. Odpowiada to pracy przez okres 5 lat. Endura jest źródłem jarzeniowym (światłówka), zasilanym w sposób indukcyjny. Cechą źródeł jarzeniowych światła (tzw. światłówek) jest niska odporność na niskie temperatury. W temperaturze otoczenia w okolicy 0°C strata strumienia sięga już około 20% strumienia w stosunku do strumienia w temperaturze 25°C. Stanowi to o praktycznej bezużyteczności tych źródeł dla celu oświetlenia drogowego. Niemniej spotykane są próby zastosowania tych źródeł do oświetlenia ulic, stąd uznaliśmy za zasadne źródła te uwzględnić w analizie.
4. Źródła sodowe NAV-T o trwałości użytkowej gwarantowanej przez producenta na okres 17 tys. godzin, zachowują swoje właściwości świetlne przez cały okres eksploatacji. Tracą zaledwie 14% początkowego strumienia po 20 tys. godzin eksploatacji. Oznacza to, że wcześniej takie źródło ulegnie naturalnemu procesowi destrukcji niż wygaśnięcie strumień.
5. W bardzo interesujący sposób zachowują się źródła światła typu sodowego NAV-T Super 4Y. W całym okresie użytkowania nie jest notowany większy spadek strumienia światła niż 5% początkowego strumienia. Po 10 tys. godzin eksploatacji następuje wzrost strumienia o ok. 3% (wtedy utrata strumienia wynosi zaledwie 2%). W ten sposób źródło utrzymuje się w granicach 5% straty strumienia aż do chwili naturalnego procesu destrukcji.
6. Podobnie zachowuje się źródło światła sodowe, typu Aura Sodinette, o trwałości użytkowej 48 tys. godzin. W połowie czasu użytkowania tj. 20 tys. godzin utrata początkowego strumienia wynosi zaledwie 5 %. Do chwili naturalnej destrukcji, określonej statystycznie na 48 tys. godzin, utrata strumienia nie przekroczy 14%, czyli nie osiągnie krytycznej wartości 20%.

4.1.6. Porównanie sprawności (efficiency) świetlnych źródeł światła LED i HPS

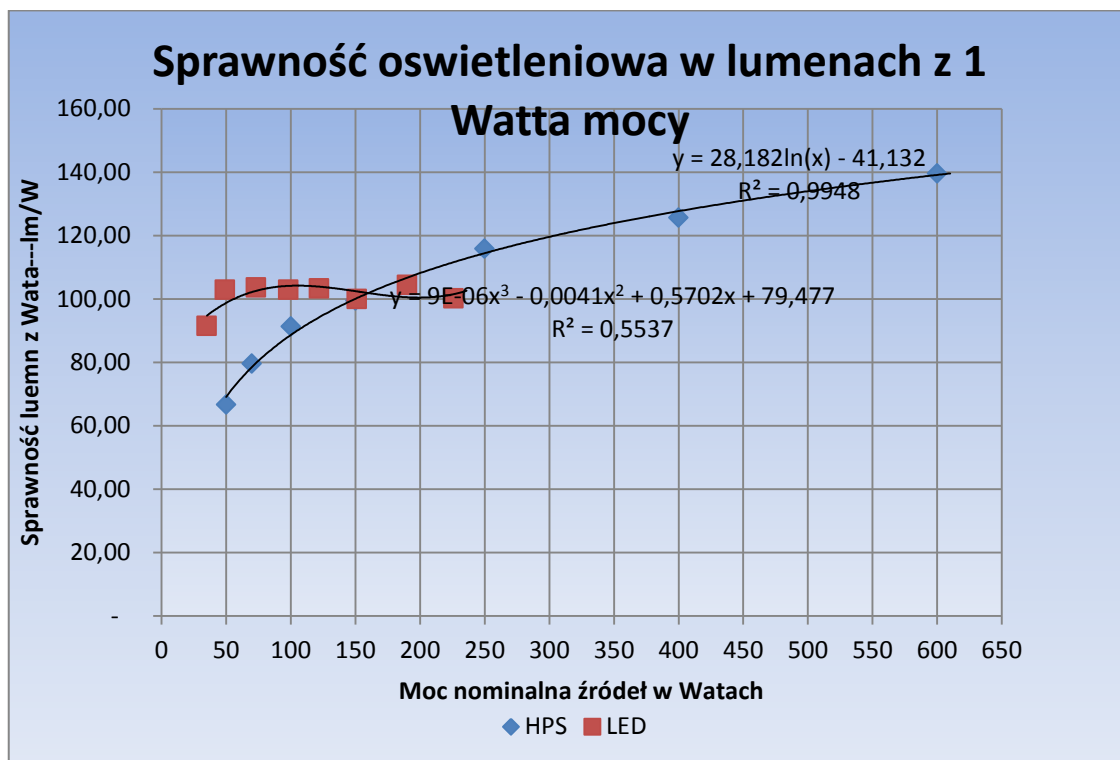


[Opracowanie własne rok 2011/2012. Źródło: Katalogi producentów]

Interpretacja wykresu sprawności oświetleniowej rok 2011/2012

Dla mocy nominalnych poniżej 70 W źródła LED wykazują przewagę sprawności oświetleniowej nad źródłami wyładowczymi wysokoprężnymi sodowymi. Dla mocy ok. 35 W, ponad dwukrotnie większą sprawność oświetleniową mają źródła LED.

Dla mocy powyżej 70 W, najczęściej stosowanych w oświetleniu ulicznym i drogowym, źródła światła LED mają gorszą sprawność niż sodowe wysokoprężne. Dla mocy nominalnej 250 W jest to aż 50% mniejsza sprawność niż źródeł sodowych.



[Opracowanie własne. Źródło: Katalogi producentów, dane na marzec 2013 r.]

Interpretacja wykresu sprawności oświetleniowej

Dla mocy nominalnych poniżej 150 W źródła LED wykazują przewagę sprawności oświetleniowej nad źródłami wyładowczymi wysokoprężnymi sodowymi. Dla mocy ok. 35 W, ponad dwukrotnie większą sprawność oświetleniową mają źródła LED. Dla mocy powyżej 150 W, źródła światła LED mają gorszą sprawność niż sodowe wysokoprężne. Dla mocy nominalnej 250 W jest to 20% mniejsza sprawność niż źródeł sodowych.

Dane do wykresu zostały pozyskane z katalogów technicznych producentów źródeł LED i sodowych wysokoprężnych.

Biorąc pod uwagę bardzo dynamiczny rozwój źródeł LED, na rynku pojawiają się konstrukcje które są rozsądną alternatywą dla oświetlenia sodowego. Inną kwestią jest znaczna poprawa sprawności opraw LED, poprawa ich skuteczności oświetlania (nie mylić ze skutecznością świetlną źródła) pozwalającą efektywniej oświetlać konkretny fragment powierzchni. Innymi słowy strumień świetlny lamp LED jest lepiej wykorzystany i trafia tam gdzie powinien.

4.2. Sprzęt oświetleniowy - Oprawy

Oprócz źródeł światła, o jakości oświetlenia decyduje także w dużym stopniu, jakość zastosowanej oprawy oświetleniowej. Powinna się ona charakteryzować wysokimi parametrami technicznymi, gwarantującymi wysoką szczelność układu optycznego i elektrycznego oraz ograniczać powstawanie oślnienia. Poniżej zestawiono wymagane parametry techniczno-użytkowe, jakim winny się charakteryzować oprawy sodowe:

- stopień ochrony komory zespołu optycznego nie niższy niż IP 65 i komory osprzętu elektrycznego nie niższy niż IP 65,
- oprawy wykonane w II klasie ochronności przeciwporażeniowej,
- klosz opraw musi być wykonany z materiału odpornego na promieniowanie UV (szkło) o wytrzymałości mechanicznej $IK \geq 0,8$, w uzasadnionych przypadkach dopuszczone jest PMMA o $IK \geq 0,4$
- energooszczędny układ zasilający, odporny na przepięcia oraz harmoniczne w sieci,
- źródło światła galwanicznie odseparowane od sieci zasilającej,
- obudowa oprawy wykonana z odlewu aluminium,
- oprawy muszą posiadać zabezpieczenie termiczne, przed wzrostem niekontrolowanym źródeł światła
- oprawy i źródła światła muszą posiadać deklarację zgodności CE wystawioną przez producenta dopuszczającą je do obrotu w Polsce lub znak B wystawiony przez uprawnioną jednostkę certyfikującą, najlepiej o podwyższonej trwałości 55 tysięcy godzin (14 lat trwałości i gwarancji)
- oprawy muszą zapewniać mikrowentylację, pomiędzy komorami,
- Oprawy muszą spełniać wymagania bezpieczeństwa, zawarte w PN-EN 60598-2-3: 2006, (EN 60598-2-3: 2003) oraz PN-EN 60598-1: 2005 (EN60598-1:2004)
- Wymagana gwarancja minimum 5 lat. W przypadku usterkowości większej niż 10% rocznie Inwestor ma prawo postawić wszystkie zainstalowane oprawy do dyspozycji wykonawcy. [Warunki umowne]
- Utrata strumienia w całym okresie objętym gwarancją, nie większa niż 5%
- Utrata strumienia w dziesięcioletnim okresie eksploatacji, nie większa niż 10%

Na rynku, dostępnych jest wiele opraw spełniających, wymagania techniczne i użytkowe określone powyżej. W przypadku kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego, można zastosować na przykład oprawy oświetleniowe produkowane przez Schreder Lighting, ES System lub Philips.

4.2.1. ClearWay [Philips]

ClearWay to przystępna cenowo oprawa do oświetlania dróg, oferująca znacznie niższe zużycie energii w porównaniu z rozwiązaniami konwencjonalnymi. Dzięki prostym, opływowym kształtom nie rzuca się w oczy i umożliwia integrację z dowolnym otoczeniem. Technologia LEDGINE zapewnia efektywne i jednolite rozprowadzanie światła oraz ogromną elastyczność możliwych zastosowań. Instalacja i konserwacja są niezwykle proste dzięki bezpośredniemu dostępowi do złącz i zasilacza — bez użycia narzędzi!

W oprawach ClearWay zastosowano technologię LEDGINE. Ta specjalna technologia oświetlenia wielowarstwowego zapewnia płynny i równomierny rozsył światła. Dzięki źródłom LED o barwie neutralnej bieli (4000 K) oprawa ClearWay oferuje najlepsze połączenie, jakości światła i wydajności.

Płaska szyba oprawy ClearWay zapobiega zjawiskom oślnienia i zanieczyszczenia światłem (pod kątem 90° światłość oprawy wynosi 0 kandel) oraz maksymalnie ułatwia czynności konserwacyjne.

Oprawa ClearWay pozwala ograniczyć zużycie energii o 70% w porównaniu do starych instalacji HPL i jest prawie o 40% bardziej wydajna niż oprawy SON-TTP w przypadku modernizacji.

Oprawy ClearWay gwarantują znacznie krótszy okres zwrotu kosztów inwestycji w porównaniu z konwencjonalnymi rozwiązaniami - od 2 do 4 lat przy zastąpieniu starej instalacji HPL oraz od 4 do 8 lat przy zastąpieniu instalacji z wysokoprężnymi lampami sodowymi.

Dokładne wartości zależą od konkretnej konfiguracji i cen energii. Zastosowanie dodatkowych urządzeń sterujących, np. wbudowanego sterownika Dynadimmer, może jeszcze bardziej skrócić okres zwrotu.

Prosta konstrukcja oprawy ClearWay sprawia, że oprawa jest bardzo łatwa w instalacji i konserwacji:

Nasada oprawy ClearWay jest obrotowa. Możliwość jej ustawienia w jednym z trzech nachyleń zapewnia niezbędną elastyczność przy modernizowaniu dotychczasowego układu oświetlenia. Nasada jest przystosowana do średnic słupów i wsporników w przedziale od 48 do 60 mm:

Przewód zasilający jest podłączany przez złącze z wtyczką i gniazdem.

Wbudowany sterownik Dynadimmer (DDF)

Wbudowany sterownik Dynadimmer to autonomiczne, fabrycznie zaprogramowane urządzenie zmieniające natężenie oświetlenia. Pozwala obniżyć rachunki za energię nawet o 50%. Dostępne są trzy standardowe programy o trzech różnych poziomach przyciemnienia (DDF1, DDF2 i DDF3)



Korzyści

- Niskie nakłady początkowe
- Bardzo wysoka jakość światła
- Znaczne obniżenie zużycia energii (do ok. 30%)
- Standardowo wbudowany autonomiczny system redukcji mocy, pozwalający oszczędzić dodatkowo od 32 do 50% energii

Cechy

- Zaprojektowane z myślą o technologii LED
- Długi okres eksploatacji
- Niskie zużycie energii w porównaniu z konwencjonalnymi oprawami

4.2.2. Teceo [Schreder]

Oprawy Teceo oferują zoptymalizowaną wydajność fotometryczną przy minimalnych kosztach inwestycyjnych. Jest to narzędzie do poprawy poziomów natężenia oświetlenia w dużych i małych miastach, przy jednoczesnym oszczędzaniu energii i zredukowanym wpływie opraw na środowisko. Oprawy Teceo występują w dwóch rozmiarach. Teceo 1 może posiadać aż do 48 LEDów, przez co jest idealnie dopasowanym rozwiązaniem do oświetlenia ulic osiedlowych, dróg miejskich, ścieżek rowerowych oraz parkingów, podczas gdy Teceo 2 mogące posiadać do 144 LEDów jest idealne do dużych dróg i autostrad. Oprawa jest wyposażona w system optyczny drugiej generacji LensoFlex2.



Rodzina Teceo zapewnia wysoką wydajność fotometryczną zoptymalizowaną dla konkretnego zastosowania oraz minimalne zużycie energii. Oprawy Teceo oferują szeroki wybór modułów LED, prądu sterującego oraz opcje ściemniania w celu dalszej maksymalizacji oszczędności energii i zapewnienia najbardziej opłacalnego rozwiązania. Istnieje możliwość zastosowania oprawy TECEO na słupie w wersji z dodatkowym dolnym wysięgnikiem, dzięki czemu ulice, boczne uliczki oraz duże powierzchnie mogą być oświetlone przy zastosowaniu tego samego typu opraw. Wysięgnik montowany do ściany umożliwia oświetlanie wąskich uliczek oraz innych słabo oświetlonych powierzchni.

Lensoflex 2

Oprawy Teceo są wyposażone w system optyczny drugiej generacji LensoFlex2, bazujący na różnorodności specjalnych soczewek opracowanych przez firmę Schröder. System ten znajduje zastosowanie w przestrzeni miejskiej, gdzie innowacyjne zastosowania są wyznacznikiem jakości. LensoFlex2 działa na zasadzie dodawania krzywych fotometrycznych. Każda dioda jest połączona z konkretną soczewką generując kompletną krzywą fotometryczną oprawy. Strumień oprawy zmienia się w zależności od ilości zastosowanych diod.

Wydajność i elastyczność

Oprawy Teceo są wyposażone w system optyczny oparty na modułowej ilości LED, dzięki czemu oferują szeroki zakres wyboru strumienia świetlnego. Mogą być również wyposażone w różnorodne zasilacze oraz opcje ściemniania. Dzięki uniwersalnemu uchwyty montażowemu oprawa Teceo może być zainstalowana pod kątem, co pozwala uzyskać optymalną wydajność fotometryczną. Taka elastyczność zapewnia odpowiednie dopasowanie rozsyłu fotometrycznego do rzeczywistych potrzeb oświetleniowych konkretnej powierzchni.

Zalety

- Zoptymalizowane zużycie energii oraz kosztów utrzymania
- Właściwe oświetlenie dzięki LensoFlex, zapewniające wysoką wydajność fotometryczną, komfort i bezpieczeństwo
- Elastyczny system optyczny o modułowej ilości LED
- FutureProof: szybki demontaż i wymiana optyki lub modułu zasilającego po zakończeniu okresu użytkowania
- Thermix i LEDSafe: zachowują wydajność oprawy w miarę upływu czasu
- Trwałe i przetwarzalne materiały



Oprawa jednokomorowa z korpusem wykonanym, jako ciśnieniowy odlew aluminiowy. Zwarta, kompaktowa budowa i opływowy kształt sprawiają, że oprawy doskonale komponują się z każdym otoczeniem. Klosze w postaci płaskiej, hartowanej szyby, odbłyśnik z tworzywa sztucznego metalizowany. Wysoki stopień ochrony (IP66) przed wnikaniem wilgoci i zanieczyszczeń. Gniazdo mocowania oprawy jest częścią korpusu i pozwala na płynną regulację kąta zawieszenia. Źródłem światła są diody LED, trwałość eksploatacyjna 50 000h pracy, CRI=70. Oprawa przeznaczona do: oświetlenia ulic, chodników, placów, parkingów, terenów przemysłowych, itp. Zastosowana technologia 3S: save money, save energy, save time.\

Oprawa Stela Round (Indal - Philips)

W gronie najpopularniejszych opraw parkowych montowanych centralnie na słupie Indal prezentuje swoją nową oprawę Stela Round z technologią REVOLED. Centralnie montowany kołowy kształt oprawy z zamontowanymi diodami estetyką wkomponowuje się w niemal każde środowisko. To rozwiązanie dla obszarów wiejskich, miast oraz lokalnych dróg.

Stela Round jest dostępna z dwoma układami optycznymi: wersją uliczną i wersją do oświetlenia terenów otwartych. Wersja drogowa ukierunkowuje światło poprzez układy soczewkowe diod LED w kierunku drogi, wersja do terenów otwartych rozprasza strumień świetlny diod LED na jak największy obszar z maksymalną równomiernością, tworząc przyjazną atmosferę i poczucie bezpieczeństwa.

Zużycie energii i emisja CO₂ w przypadku zastosowania są ekstremalnie niskie przy zachowaniu wysokiej jakości oświetlenia.

Oprawa jest zaprojektowana do montażu bezpośrednio na słupie o średnicy 76 mm, dla słupów o średnicy 60 mm stosowane są specjalne adaptery.

Diody LED w oprawie Stela Round są równomiernie rozmieszczone na spodniej części oprawy. Występują wersje z liczbą od 12 do 48 diod LED. Diody występują w barwie od ciepłobiałej, przez naturalnie białą do chłodnobiałej (z najwyższą efektywnością energetyczną).



REVOLED technology

W oprawach Stela Round zastosowana jest technologia REVOLED, składająca się z systemu odprowadzania ciepła COO-LED i soczewkowych układach optycznych DIRECTA. Optyka systemu REVOLED bazuje na próbie pokrycia przez soczewki całego obszaru który ma oświetlać. Powoduje to iż w sytuacji gdy któraś z diod przestaje świecić nie można zaobserwować spadku równomierności oświetlanej powierzchni. Zastosowanie soczewek DIRECTA gwarantuje bardzo wysoka sprawność optyczna układu do 94%..

Trwałość diod LED

Żywotność diod LED jest zależna od średniej temperatury pracy diod LED. Dlatego został stworzony system odprowadzania ciepła COO-LED w przypadku zasilania opraw prądem 350mA która gwarantuje najwyższą możliwą trwałość i najwyższą wydajność. Dostępne są jednak wersje opraw z innymi prądami zasilania, gdzie klient może wybrać wersję niższą trwałością lecz wyższym strumieniem świetlnym diod LED.

Oprawa Isla LED (Schreder)

Oprawa ISLA w wersji z diodami LED w połączeniu z okrągłym, zbieżnym słupem ze stali charakteryzuje się lekkością i elegancją.

Oprawa przeznaczona szczególnie do oświetlenia charakterystycznych części miast, skwerów, parków, uliczek osiedlowych ale również małych parkingów.

Zaprojektowana została do instalacji nasłupie o wysokości od 4 do 6m. Nowa Isla Led to połączenie doskonałej fotometrii pozwalającej oszczędzać energię elektryczną. Oprawa ISLA to ekonomiczne rozwiązanie oparte na diodach LED. Oprawa jest dostępna w 3 różnych wersjach. Wszystkie charakteryzują się niskim poborem mocy oraz wysokiej jakości fotometrią. Wykonana jest z aluminium i szkła (oprawa ekologiczna – materiały przetwarzalne).

Właściwości fotometryczne

Nowa wersja produkowanej oprawy ISLA wyposażona w diody LED skupia w sobie kilka znaczących zalet nowej technologii. Pod względem fotometrycznym oprawa charakteryzuje się doskonałymi rozsyłami światłości.

Diody w połączeniu z odpowiednio dobranymi soczewkami kierują światło tylko w pożądanym kierunku, spełniając wymagany poziom natężenia oświetlenia.

Użycie diod LED, szczególnie możliwość indywidualnego nakierowania każdej diody pozwala na uzyskanie rozsyłów umożliwiających obniżenie wysokości montażu instalacji oświetleniowej. Komora optyczna oprawy Isla LED zamknięta jest płaską szybą z hartowanego szkła, gwarantując brak emisji strumienia świetlnego w górną półprzestrzeń. Dodatkowo użycie diod LED (możliwość ich precyzyjnego nakierowania) pozwala wyeliminować zjawisko „wnikania światła do wnętrza budynków”. Dzięki temu oprawa Isla doskonale sprawdza się w oświetleniu uliczek mieszkaniowych, a także we wszystkich miejscach gdzie instalacja oświetleniowa przebiega blisko budynków mieszkalnych. Co więcej oprawa ISLA wyposażona jest również w niebieską diodę LED, stanowiącą akcent świetlny, zapewniając tym samym wyjątkowy klimat nocą.



Materialy

Oprawa ISLA składa się z podstawy wykonanej z odlewu aluminiowego, malowanego proszkowo, na której osadzone są trzy ramiona, podtrzymujące górną część oprawy. Klosz oprawy wykonany jest w formie płaskiej szyby z hartowanego szkła. Natomiast pokrywa oprawy wykonana jest z głęboko tłoczonego aluminium.

Diody LED

Użycie diod elektroluminescencyjnych w oprawie, dzięki ich wyjątkowo długiej trwałości sięgającej do 50 000 godzin, eliminuje prace konserwacyjne związane z wymianą źródeł światła.

Montaż

ISLA LED przeznaczona jest do pionowego montażu na słupie o średnicy 60 mm lub 76 mm, za pomocą dwóch śrub M8, lub sześciu M6. Jako opcja dostępny jest system anty-wandal (wymagane są specjalne narzędzia).

LED Ekonomiczny wybór

Dzięki bezpośrednim rozsyłom, optymalnej pozycji i nakierowaniu, diody LED wyposażone w specjalne soczewki gwarantują doskonałą kontrolę nad emitowanym światłem. Zapewniają optymalną równomierność, komfort wizualny osób przebywających w ich otoczeniu oraz wzrost bezpieczeństwa.

Oprawa Isla Led dostępna jest w 3 wersjach pozwalających na zastosowanie jej do oświetlenia różnych obszarów: placów, skwerów, ulic, ciągów pieszo-rowerowych.

Oprawa HapiLED (Schreder)

Oświetlenie parków, skwerów i przestrzeni mieszkaniowych wymaga całkowicie innego podejścia niż oświetlenie uliczne. Główną rolę odgrywa tu stworzenie niepowtarzalnej atmosfery. Musimy jednak pamiętać o tym, że nie powinno być to osiągnięte kosztem zmniejszenia sprawności i wydajności opraw.

Czasy opalizowanych kul zużywających dużo energii i będących źródłem „zanieczyszczenia światłem” minęły bezpowrotnie

Oprawa HapiLED została stworzona, aby zastąpić oprawy typu kule oraz stworzyć niepowtarzalny klimat zapewniając jednocześnie komfort wizualny użytkownika oraz wysoką wydajność oświetlenia.

Europejska Dyrektywa 2005/32/CE wprowadza zakaz sprzedaży nieefektywnych lamp rtęciowych od kwietnia 2015 roku. Zalecenia dotyczące światła niepożądanego (CIE150) wymuszają redukcję strumienia świetlnego skierowanego w górną półprzestrzeń. Ze współczynnikiem ULOR = 3% HapiLED spełnia zalecenia CIE 150 (ULOR < 5%)



Zalety

- Eleganckie i komfortowe rozwiązania tworzące miłą atmosferę
- Niskie zanieczyszczenie światłem (ULOR 3%)
- Dostępnych kilka rozsyłów światłości
- Zintegrowane systemy (opcja):
 - system autonomicznego ściemniania
 - zachowanie stałego strumienia świetlnego w czasie (CLO)
 - czujnik ruchu
- FutureProof: możliwość wymiany optyki LED w przyszłości
- Oprawa dostarczana z przewodem (łatwy montaż)

Oprawy HAPILED są wyposażone w system optyczny drugiej generacji LensoFlex2® bazujący na różnorodności specjalnych soczewek opracowanych przez firmę Schröder. System ten znajduje zastosowanie w

przestrzeni miejskiej, gdzie innowacyjne zastosowania są wyznacznikiem jakości. LensoFlex2® działa na zasadzie dodawania krzywych fotometrycznych. Każdy LED jest połączony z konkretną soczewką generując kompletną krzywą fotometryczną oprawy. Strumień oprawy zmienia się w zależności od ilości zastosowanych diod.

- System LensoFlex2® jest dostępny z 16, 24 lub 32 diodami LED o temperaturze barwowej cieplej lub neutralnej
- Dostępne 2 rozsyły światłości
- Niskie zużycie energii
- Niskie koszty utrzymania i konserwacji
- System ściemniania (opcja)
- Stały strumień świetlny w czasie (CLO) (opcja dla wersji 32 LED)
- Żywotność: 60,000 h (90% strumienia początkowego) lub 100,000 h (70% strumienia początkowego)
- FutureProof: możliwość wymiany modułu LensoFlex2

Utrzymanie stałego strumienia świetlnego w czasie

Przy standardowych rozwiązaniach zakładany w obliczeniach współczynnik utrzymania MF, powoduje w początkowym okresie eksploatacji nadwyżkę ilości światła, a więc zużycie energii zainstalowanych opraw jest zbyt wysokie. Wydajność opraw spada powoli do osiągnięcia minimalnego wymaganego poziomu dopiero przy końcu okresu eksploatacji instalacji.

Oprawy HapiLED pracują przy zachowaniu stałego strumienia świetlnego (ang. Constant Light Output – CLO) HAPILED w precyzyjny sposób kontroluje swoje potrzeby energetyczne tak aby zapewniać stale wymagany poziom oświetlenia – nie więcej i nie mniej – przez cały okres użytkowania

Ściemnianie dla komfortowego oświetlenia

Właściwe oświetlenie polega na precyzyjnym dopasowaniu ilości światła do rzeczywistych wymagań charakteryzujących dane miejsce i czas w zależności m.in. od ilości strumienia świetlnego dziennego oraz natężenia ruchu.

Systemy ściemniania zapewniają znaczne oszczędności energii. Oprawy HapiLED mogą być wyposażone w różne systemy ściemniania oraz zdalnego sterowania.

4.2.3. Analiza możliwości stosowania opraw równoważnych

Przy rozważaniu stosowania opraw równoważnych należy w pierwszej kolejności sprawdzić parametry techniczne oprawy jak:

- Stopień szczelności oprawy [np. IP 66 dla komory lampy, oraz wentylowana komora osprzętu]
- Konstrukcję korpusu [wymagany odlew aluminiowy. Nie dopuszczone konstrukcje nitowane lub blaszane]
- Stopień odporności klosza oprawy na uderzenia [IK 09 lub większe]
- Materiał z jakiego jest wykonany klosz[szkło lub PMMA, niedopuszczane PC]

Kolejnym bardzo istotnym parametrem jest charakterystyka światłości tzw. Fotometria oprawy. Powinna być taka aby na już istniejących konstrukcjach wsporczych można było osiągnąć spełnienie normy oświetleniowej PN-EN 13201, przy mocy rzeczywistej oprawy nie większej niż oprawie zastosowanej w przykładowych obliczeniach, załączonych do PFU

Oprawę uznaje się za równoważną po spełnieniu kryteriów jak powyżej, na podstawie wykonanych obliczeń wykazujących spełnienie normy, przy analogicznym współczynniku utrzymania oraz identycznej geometrii obszaru oświetlanego.

4.3. Skrzynki sterująco-pomiarowe oświetlenia SON

Proponujemy stosowanie szaf sterowniczych SON zgodnych z załączonym schematem elektrycznym. Obudowy szaf, wykonane powinny być z żywicy poliestrowych wzmocnianych włóknem szklanym.

Z wieloletnich doświadczeń producentów obudów na świecie wiadomo, że żywica poliestrowa SMC wzmocniona włóknem szklanym najbardziej nadaje się pod względem technicznym i cenowym do produkcji obudów do użytku zewnętrznego.

Żywica poliestrowa SMC wzmocniona włóknem szklanym jest odporna na warunki atmosferyczne, uszkodzenia mechaniczne i odporna na promienie UV. Jest trudno palna i dzięki swoim mechanicznym i elektrycznym właściwościom stwarza stabilną i w pełni izolowaną konstrukcję.

Materiał ten jest odporny na działanie środowiska naturalnego, środków biologicznych, chemicznych zawartych w gruncie (mocz, kał, nawozy sztuczne, sól, benzyna, olej napędowy, kwas solny 10%, kwas siarkowy 10%, kwas mrówkowy 10%, kwas octowy, alkohol, etery, woda morska i inne).

Podajemy cechy żywicy poliestrowej SMC wzmocnionej włóknem szklanym wykorzystywanej do produkcji prasowania obudów EBG.

Cech obudów innych firm nie podajemy, jednak są one podobne i mają potwierdzenie, że wyrób spełnia wymagania dotyczące obudów do rozdzielni w normach EN60439-1 1994; PN-IEC 439-1+AC: 1994 lub PN-92/E-08106

Cechy fizyczne	
Trwałość temperaturowa	II a
Trwałość na zdeformowanie	200° C
Trwałość na topnienie	2a
Trwałość na zapalenie	K1 F1
Trwałość na wchłanianie wody	60mg/4d
Cechy elektryczne	
Rezystancja powierzchniowa	$1 \cdot 10^{11}$
Rezystancja skośna	$1 \cdot 10^{14}$
Wytrzymałość udarowa	300 KV/cm
Odporność na prądy pełzające	CTI 600
Cechy mechaniczne	
Wytrzymałość na zgięcie	130-140 N/mm ²
Wytrzymałość uderzeniowa	58 KJ/m ²
Wytrzymałość ciśnieniowa	220-250 N/mm ²
Wytrzymałość na ciągnięcie	53 N/mm ²

4.4. Systemy sterowania

4.4.1. System z zegarem czasu z możliwością internetowej transmisji

Jako element załączający oraz sterujący oświetleniem ulicznym proponujemy zastosowanie zegarów astronomicznych typu CPA.

Zegar CPA 6.0 to sterownik przeznaczony do pracy w szafach oświetlenia ulicznego. Przygotowany do montażu na szynie DIN 35 mm, zajmuje 6 modułów. Po zainstalowaniu wystarczy wprowadzić współrzędne geograficzne, sprawdzić poprawność daty i godziny oraz wprowadzić poprawki i parametry przerwy nocnej, jeśli jest wymagana. Można to zrobić za pomocą znajdujących się na płycie czołowej przycisków lub wcześniej przygotowany komplet nastaw wpisać przy użyciu bezprzewodowego pilota.

Od tego momentu sterownik pracuje praktycznie bezobsługowo. Godziny wschodów i zachodów słońca są obliczone na podstawie położenia geograficznego i daty. Sterownik wyposażony jest w czytelny wyświetlacz LCD zawierający dwie linie po osiem znaków.

Pozwala to na identyfikację bieżącego stanu pracy, wprowadzonych nastaw oraz dodatkowych informacji takich jak łączny czas załączania lub godziny najbliższego załączenia lub wyłączenia.

Dzięki wyposażeniu sterownika w łącze RS232 możliwa jest jego współpraca z dedykowanym modemem (dostarczany osobno). Możliwa jest wtedy obsługa sterownika przez stronę www z dowolnego komputera podłączonego do internetu.

Właściwości urządzenia:

- 2 niezależne wyjścia sterujące oświetleniem oraz dodatkowe wyjście sterowania licznikiem dwutaryfowym
- współpraca z wyłącznikiem zmierzchowym (nie jest wymagany)
- łatwe wprowadzanie poprawek z klawiatury
- współpraca z pilotem zdalnego wprowadzania nastaw przez łącze w podczerwieni
- automatyczna zmiana czasu lato / zima
- możliwość ograniczenia przerw nocnych w soboty, niedziele i święta

Parametry techniczne:

- ilość obwodów: 2 niezależne
 - sterowanie licznikiem dwutaryfowym
 - obciążalność prądowa wyjść 4A/230V
 - zasilanie 230 V +5/-10% 50 Hz
 - temperaturowy zakres pracy -30/+50 °C
 - podtrzymanie 5 lat
 - dokładność zegara 16 sek./miesiąc
 - wymiary 105/90/75 (szerokość 6 modułów)
- obudowa do montażu na szynie DIN 35 mm



4.4.2. System z kontrolerem oraz analizatorem

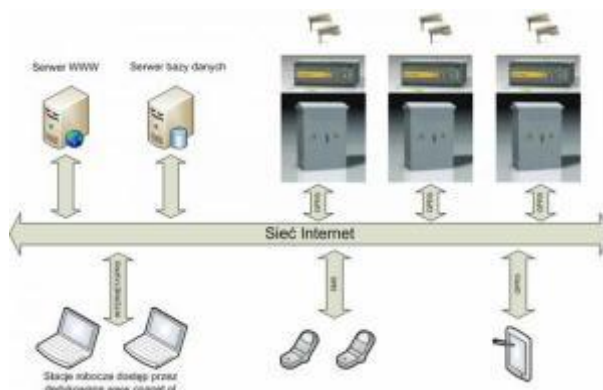
CPA net to system zdalnego monitorowania i zarządzania oświetleniem przez stronę www w czasie rzeczywistym z pozycji komputera oraz urządzenia mobilnego. Umożliwia inteligentne sterowanie oświetleniem w zależności od warunków pogodowych i natężenia ruchu ulicznego. W skład systemu CPA net wchodzi:

1. Zegar astronomiczny CPA net

2. Analizator sieci DMK52
3. 3 przekładniki, antena

CPA net posiada wbudowany odbiornik **GPS**, dzięki czemu urządzenie oblicza optymalne czasy wschodu i zachodu słońca w zależności od położenia geograficznego.

Z **GPS** pobierany jest dokładny czas, co eliminuje konieczność okresowej korekty zegara w urządzeniu. Po zamontowaniu go w szafie oświetleniowej następuje automatyczna lokalizacja sterownika na mapie strony **www**. Schemat poniżej przedstawia zasadę działania systemu **CPA net**:



Każdy użytkownik po zalogowaniu się na swoje konto pod adresem www.cpanet.pl ma wgląd we własną strukturę oświetleniową na interesującym go obszarze (miast, gmin).

Korzystając z **CPA net** mamy możliwość przeprowadzania wszelkich analiz dotyczących: poboru mocy, zużycia energii, sytuacji alarmowych oraz parametrów sieci.

Możliwość zastosowania funkcji „zapal oświetlenie SMS-em”

CPA net współpracuje z reduktorami mocy oraz sygnałami wejściowymi typu: fotokomórka, kaskada itp.

Właściwości CPA net z Analizatorem sieci:

- Pełna kontrola i zarządzanie przez stronę www w czasie rzeczywistym
- Komunikacja: GPRS, SMS, CSD
- Synchronizacja czasu GPS
- Automatyczna konfiguracja sterownika w zależności od położenia geograficznego
- Zapis i odczyt wszystkich parametrów
- Analiza parametrów sieci typu: prąd, napięcie, moc, energia...
- Analiza sytuacji alarmowych
- Archiwizacja danych alarmowych i pomiarowych
- System raportowania
- Bezpieczeństwo danych - połączenie szyfrowane HTTPS
- Autoryzacja użytkowników (login, hasło) oraz nadawania różnych uprawnień
- Wybór wersji językowej (Google Translator)
- Zdalna wizualizacja urządzenia
- Zdalna wymiana oprogramowania i ustawień po GPRS (darmowa przez 24 m-ce)
- Możliwość załączania oświetlenia z SMS (z telefonu komórkowego, stron www) dla pojedynczych sterowników lub grup jednocześnie
- Automatyczne wyliczanie strefy czasowej oraz automatyczna zmiana czasu Zima/Lato
- Opcjonalne uwzględnienie warunków pogodowych i natężenia ruchu na proces sterowania wyjść
- Lokalizacja sterowników na mapie (np. Google maps)
- Zarządzanie grupami sterowników
- Darmowy dostęp do oprogramowania na stronie WWW

Parametry techniczne:

- zasilanie 85-264 VAC, 47-440 Hz
- 8 wyjść (4 wyjścia zwierne + 4 wyjścia przełączne)
- 8 wejść zwiernych (konfigurowane niezależnie, jako alarmowe/informacyjne/nadzorujące)
- obciążalność prądowa wyjść 1A
- wymiary gł/szer/wys. 110/142/102 (9 modułów)
- stopień ochrony IP-20
- temperatura otoczenia -20/70 °C
- awaryjne zasilanie z wbudowanego akumulatora
- wskaźniki LED na panelu czołowym: wejścia, wyjścia, GSM, GPRS, GPS, Zasięg sieci, Akumulator
- instalacja sterowników typu "Plug & Play"
- prosty montaż przy pomocy złącz typu Fenix
- zarządzanie systemem ze strony web on-line, (PC, PDA, iPhone)
- połączenie szyfrowane HTTPS
- wyjścia konfigurowane niezależnie (6 trybów pracy: astronomiczny, dobowy, kaskada, serwis, redukcja, pogodowy)
- możliwość wprowadzenia do 10 wyjątków profili sterujących
- synchronizacja czasu i położenia z GPS (odbiornik wbudowany SiRF III)
- odrębne poprawki w schematach sterowania poszczególnych profili dla Lata i Zimy
- współpraca z Analizatorem sieci/licznikiem energii po MODBUS RS485
- Analiza parametrów sieci (napięcie, prąd, moc: czynna, bierna, pozorna, współczynnik mocy)
- natychmiastowe raportowanie i analizowanie sytuacji alarmowych (zanik napięcia zasilania, zanik poszczególnych faz, przekroczenie/obniżenie mocy, alarmy: wejść i wyjść)
- raportowanie alarmów do serwera web oraz na predefiniowane numery telefonów zintegrowana Analiza raportów (wszelkie sytuacje alarmowe zgrupowane w dobowe / miesięczne ramy czasowe)
- zarządzanie grupami sterowników (wcześniej predefiniowanych)
- współpraca z reduktorami mocy oraz sygnałami wejściowymi typu: kaskada, fotokomórka, inne
- możliwość współpracy z systemami SCADA

4.4.3. Analiza rozwiązań układów sterowania

Przykładowe propozycje umieszczone w analizie, pokazują w istocie trendy panujące w sterowaniu oświetleniem ulicznym. Pierwsze rozwiązanie, prostsze, bo nie zawierające analizatora sieci jest dostępne od pewnego czasu, ale w części internetowej transmisji danych [zdalne sterowanie parametrami oświetlenia jak np. czasem załączania i wyłączania] nie jest praktycznie używane przez inwestorów. Inwestorzy nie zamawiają modemów do transmisji, pozostawiając tylko funkcjonalność podstawową. W obu przedstawionych systemach, dostęp do danych jest możliwy przez stronę www, która zarządzana jest przez producenta urządzeń, co wiąże się z dodatkowymi opłatami na jego rzecz, miesięcznie w wysokości około 10-20 zł od punktu sterowania. Dodatkowo należy wносить opłatę miesięczną na rzecz operatora sieci komórkowej, w wysokości od 10 do 20 zł od punktu sterowania. Jako projektanci systemów sterowania, preferujemy rozwiązania, w których koncentracja danych oraz panel sterowania jest lokalizowany w siedzibie inwestora. Koszty ograniczone są wtedy do pokrywania abonamentu M2M transmisji danych tj. 10-15 zł miesięcznie od punktu sterowania a wszystkie dane są na serwerze inwestora. Oznacza to oszczędność roczną ok. 10-20 tys. złotych.

4.4.4. Ryzyka związane z układami sterowania

Skomplikowane kontrolery sterujące narażone są na przepięcia, harmoniczne oraz niekorzystne warunki atmosferyczne. W przypadku zastosowania układów prototypowych, producentów bez doświadczenia, może spowodować, więcej szkód niż pożytku z zastosowania takich urządzeń. Częste awarie sterowania, załączanie się systemu w dzień i nie załączanie w nocy, destrukcja kontrolerów na skutek przepięć w sieci to są

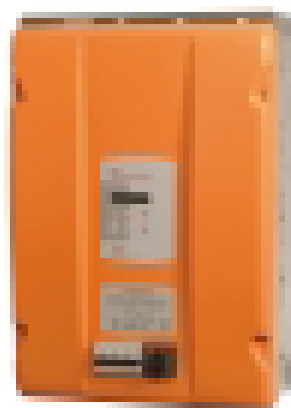
najczęstsze sytuacje awaryjne spotykane w przypadku zaawansowanego sterowania. Stąd bardzo istotne jest takie dobranie tych urządzeń oraz opisanie kryteriów równoważności, aby nie spotkać się z taką niemiłą niespodzianką. Do czasu wykonania inwestycji pozostaje na tyle dużo czasu, że na skutek postępu technologicznego, urządzenia dostępne na rynku będą na tyle dopracowane, że awaryjność ich będzie mniejsza niż dzieje się to obecnie.

4.5. System stabilizacji i redukcji napięcia (mocy)

- Stabilizuje robocze napięcie pracy na 230 V (w sieci występuje obecnie często napięcie 240 V. **Skutkuje to dodatkowym poborem w wysokości około 8 %**)
- Pozwala zmniejszyć napięcie zasilania o 35 V do 195 V, ze skokiem, co 2,5 V
- Zmniejsza moc maksymalnie o 35%



Reduktor jednofazowy 1x10A



Reduktor trójfazowy 3x 30A-125 A

4.6. Słupy oświetleniowe

Na terenie Miasta Kołobrzeg oświetlenie drogowe i uliczne realizowane jest w oparciu o konstrukcje wsporcze:

- oświetlenie drogowe, wykorzystujące napowietrzne linie abonenckie.

Słupy linii napowietrznych pozostają bez zmian. Są to słupy typu ŻN i EPV. Zaleca się natomiast wymianę osprzętu napowietrznego na osprzęt izolowany, oraz wymianę linii przesyłowych z linek gołych AL., na przewody napowietrzne izolowane, typu AsXSn. Przewody typu AsXSn należy dobierać zgodnie z normami i przepisami energetycznymi w zależności od planowanej mocy instalowanej na poszczególnych obwodach. Linie napowietrzną, oświetleniową powinien stanowić oddzielny przewód AsXSn minimum 2x25mm². Oprawy oświetleniowe na liniach napowietrznych powinny być zabezpieczone bezpiecznikami w skrzynkach napowietrznych typu SV 19.25.

4.7. Propozycje metody kontroli efektów inwestycji

4.7.1. Określenie zakresu kontroli

Zgodnie z Regulaminem Konkursu kontroli powinna podlegać:

1. Infrastruktura oświetleniowa objęta dotacją
2. Usterkowość (trwałość i gwarancja)
3. Wynik inwestycji poprawienia efektywności energetycznej (efekt ekologiczny) polegający na kontroli wolumenu energii przeznaczonej do oświetlenia.

Wychodząc naprzeciw wymaganiom, należałoby:

1. Oznakować zmodernizowany majątek.
2. Poddać go geoinwentaryzacji
3. Wdrożyć system kontrolingu

Obecnie konstrukcje wsporcze opraw i sieci te należące do zakładu energetycznego (Energia Oświetlenie SA) oraz do Miasta w przeważającej części nie są numerowane. Nowe, aktualnie rozbudowywane linie energetyczne w oparciu o konstrukcje betonowe EPV mają sporadycznie nadawane numery wg nomenklatury ZE np. 4.270.

Świadczy to o tym, że Zakład Energetyczny zaczyna widzieć potrzebę oznakowywania swojego majątku przy spełnianiu Ustawy Prawo Budowlane.

4.7.2. Numeracja Opraw

Proponujemy następujący system numeracji opraw:

4.7.2.1. Nadanie czterocyfrowego numeru kolejnego oprawy

Numer kolejny oprawy w systemie			
2	3	4	5

4.7.3. Numeracja Skrzynek sterujących SON, SOK-Obwodów

Numer kolejny punktu sterowania w systemie	
2	4

Informacje o oprawach oraz punktach sterowania będą umiejscowione w Cyfrowej Bazie danych w systemie Informacji Przestrzennej – SIP. Z systemu tego można generować informacje o infrastrukturze w postaci Raportów. Od samego początku konstrukcja Bazy Danych do tego Projektu zakładała wdrożenia takie systemu kontrolingu.

Ponadto, istnieje możliwość implementacji podobnego systemu do kontroli efektu ekologicznego. W warstwie Zużycie energii- Zuzycie_Kolobrzeg, zbudowanej w oparciu o warstwę punktów sterowania SON, może zostać zaszyty profil zużycia dla każdego punktu poboru energii a osoba wyznaczona do kontroli i raportowania efektu ekologicznego, będzie wprowadzała dane z faktur o wartości i wolumenie, dla każdego punktu poboru. Raport z warstwy Zuzycie_Kolobrzeg będzie podawał wartość za pojedynczy okres rozliczenia oraz wartość skumulowaną objęty kontrolą. W ten sposób na bieżąco, na podstawie wyników częściowych, będzie możliwe śledzenie efektu ekologicznego oraz ewentualnych odstępstw od wartości oczekiwanej. W sytuacji odstępstwa będzie możliwe szybkie podjęcie interwencji w celu wyjaśnienia odstępstwa. Koncepcja kontrolingu nie była objęta zamówieniem i Gmina powinna wdrożyć tę koncepcję we własnym zakresie, na bazie wdrażanego oprogramowania SIP lub zaopatrzyć się w dedykowaną do tego celu platformę softwarową.

Równanie profilu dla pojedynczego n-tego obwodu rozliczeniowego przedstawia się jak poniżej

$$w_n = p_n * \sum_{i=1}^{365} (t_i)$$

Gdzie:

w_n – oznacza wartość energii dla n -tego obwodu rozliczeniowego, opisane inkluzją, gdzie $n \in \{1; N\}$

p_n – oznacza wartość mocy rzeczywistej n-tego obwodu rozliczeniowego, będącego sumą mocy rzeczywistej opraw zainstalowanych na tym obwodzie $p_n = \sum_1^N p_o$, gdzie p_o -oznacza moc rzeczywistą oprawy w obwodzie rozliczeniowym

t_i - oznacza czas eksploatacji w dniu rozliczeniowym liczony od zachodu [włączenie] do wschodu [wyłączenie] słońca, rozliczenie w modelu następuje dla każdego dnia. Ponieważ, w niektórych miejscowościach stosuje się opóźnienie czasu na włączenie i wyprzedzenie na wyłączenie, w takiej sytuacji energia zużyta w okresie rozliczeniowym będzie pod wartością wynikającą z wzorca. W sytuacji kiedy ten czas będzie większy, będzie ponad wzorcem, co będzie informacją wskazującą na konieczność interwencji.

Model powyższy będzie zaszyty w oprogramowaniu bazodanowym. Po wprowadzeniu okresu rozliczeniowego, oprogramowanie automatycznie wyliczy czas rozliczeniowy wzorcowy $T_{RW} = \sum_{t=1}^{t=30} t_i$ - dla 30 dniowego okresu rozliczeniowego, a wtedy $W_{RW} = p_n * T_{RW}$ gdzie W_{RW} - to wolumen wzorcowy dla okresu rozliczeniowego, dla n-tego ppe (punktu rozliczeniowego) w T_{RW} - w okresie rozliczeniowym.

Różnica pomiędzy wolumenem wzorcowym w okresie rozliczeniowym a wartością otrzymana od dostawcy energii (w istocie źródłem danych jest OSD) stanowi o jakości pracy systemu jak również o trafności przyjętych założeń projektowych i wykonawstwie.

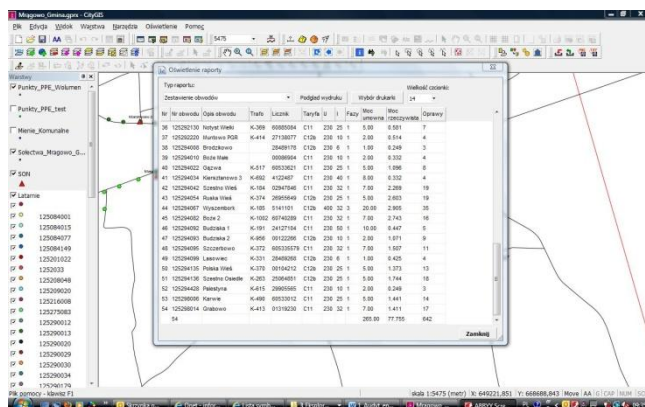
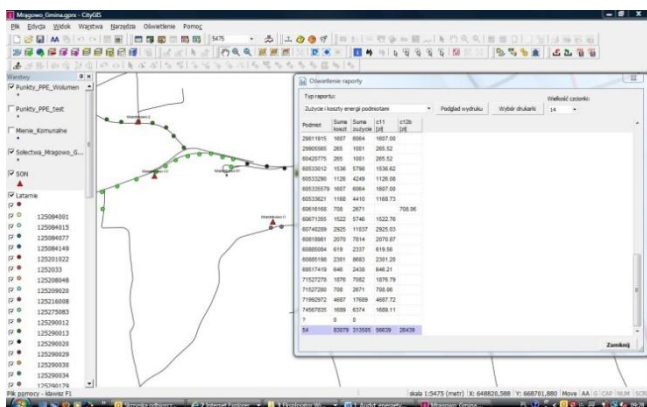
Odchyłkę tę można opisać wzorem:

$$\Delta_{RW} = W_{RW} - W_{OW}$$

Gdzie W_{OW} - to wartość zużycia energii w okresie rozliczeniowym wykazana przez operatora na fakturze.

Należy przy tym zauważyć, że ze względu na różne sposoby prowadzenia rozliczeń przez OSD, wartości okresowe podawane przez OSD mogą czasem istotnie się różnić od wartości teoretycznych. Zgodnie z regulaminem konkursu, wartości do 30% nie powodują istotnego problemu. Niemniej, ważne jest, aby przy odchyleniach powyżej 10% już interweniować. Znane są autorom audytu przypadki, gdzie wartości te były niejednokrotnie znacząco wyższe, niż wynikałoby to z mocy zainstalowanej. Po weryfikacji stanów liczników okazywało się, że inkasenci odpowiedzialni za ich odczyt, tych czynności nie dokonywali a wartości wpisywali głowy, powodując istotne zawyżenie wartości okresowych, na szkodę zamawiającego publicznego.

Stąd niezależnie od obowiązków wynikających z Regulaminu Programu SOWA takie czynności kontrolne są jak najbardziej uzasadnione, w dobrze zorganizowanym procesie kontrolingu.



Raport o kosztach i zużyciu na ppe generowany z systemu SIP

Raport o ppe generowany z systemu SIP

5. Analiza finansowa zawartych umów pod kątem zmniejszenia kosztów dostawy energii elektrycznej, wskazanie możliwości zmian w umowach mających na celu zmniejszenie kosztów oświetlenia ulicznego lub możliwości zmiany dostawcy, z wyliczeniem szacowanych oszczędności.

5.1. Model kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego

Koszt energii, można wyrazić za pomocą równania regresji, jak poniżej:

$$K_e = \sum_{i=1}^n P_{ui} * (StDys + OP) * 12 + (P_{zi} * t_i) * (En + Dys + JAK) + (OH_i + A_i) * 12 \text{ dla strefy dzień lub noc taryfa C12b}$$

$$K_e = K_{dzień} + K_{noc}$$

Gdzie dla 2011 roku:

K_e - koszt energii w zł

P_z - moc zainstalowana w kW= 289,85 kW suma mocy obwodów P_{zi}

P_{ui} - moc umowna i-tego obwodu oświetleniowego (rozliczeniowego) w kW

P_u – całkowita moc umowna, wyliczona jako suma P_{ui} , razem dla Kołobrzegu to 289,30 kW

t_i – czas świecenia i-tego obwodu -> zależy od czasu astronomicznego zachodu i wschodu-> zakłada się dla Polski ok. 4024kkm h rocznie.

En - zmienna stawka taryfowa ceny energii czynnej-> koszt zależy od energii-> kWh*0,3697 dzień, kWh*0,2602 noc

Dys - zmienna stawka taryfowa dystrybucji -> koszt zależy od energii-> = kWh*0,1523 dzień, kWh*0,0815 noc

$StDys$ – opłata przesyłowa stała, zależy od mocy umownej -> Stawka stała dystrybucji = $P_u * StDys * 12 = 125 * 2,80 \text{ zł} * 12 \text{ mies.}$

JAK - Jakościowa dystrybucja-> koszt zależy od wolumenu energii-> $JAK * kWh$. Występuje u tego operatora w wysokości: 0,007 zł/kWh 2011 oraz 0,0065 zł/kWh w 2012

i – ilość obwodów oświetleniowych od 1 do $n=125$

A - Abonament dystrybucyjny od każdej umowy-> koszt zależy od ilości umów-> 4,62 zł netto * 12 mies. * ilość Umów.

OP - opłata przejściowa-> koszt zależy od mocy umownej-> 1,22 x 489,3 kW

OH - opłata handlowa- koszt zależy od ilości umów-> 15 z/mc

$P_{zi} * t_i$ - energia w kWh- ilość zależy od mocy rzeczywistej pomnożonej przez czas

Koszt całkowity utrzymania oświetlenia ulicznego to:

$$K_c = K_e + K_k + VAT23\%$$

K_e - koszt energii netto w tym akcyza 2% liczona od kWh

K_k - koszt konserwacji netto

Obliczenie mocy rzeczywistej [P_{zi}] dla każdego i-tego obwodu oraz porównanie jej z mocą umowną obwodu znajduje się w Raportach, m.in. "Zestawienie_Obwodów", które są załącznikiem do Analizy.

Tabelaryczne zestawienie głównych parametrów zmniejszających koszty eksploatacji systemu oświetleniowego przedstawione jest w tabeli 3, poniżej.

Tabela 5

Oszczędność energii		
Lp		
1	zmniejszenie mocy zainstalowanej	Tak
2	zmniejszenie mocy umownej	Tak
3	zmiana taryfy rozliczeniowej	Tak
4	zmniejszenie kosztów konserwacji	Tak
5	zmniejszenie liczby obwodów oświetleniowych	Nie
6	zastosowanie redukcji mocy	Tak

5.2. Analiza kosztów eksploatacji systemu przed i po modernizacji

5.2.1. Założenia modernizacji.

1. Taryfa C12b przed i po modernizacji.
2. Czas eksploatacji zgodnie z tabelą wschodów i zachodów Słońca.
3. Inteligentne systemy sterowania.
4. Źródła światła o 48 tys. godzin gwarancji.
5. Oprawy aluminiowe IP66 ze szklanym lub PMMA kloszem.
6. Konserwacja przez podmiot dokonujący modernizacji (w okresie gwarancji)

5.2.2. Analiza kosztów dostawy oraz dystrybucji energii

5.2.2.1. Rozliczenie kosztów energii dla 2011 r.

1. Stan przed modernizacją
2. Taryfa **C12b** dla **52** obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny **2011**, podstawą rozliczenia roczne zużycie energii **1 056 793,10 kWh**. Koszt energii **570 146,33 zł**
4. Dostawca energii **Energa Obrót SA** dystrybucji **ENERGA Dystrybucja SA**,
5. **Moc zainstalowana 289,85 kW**,
6. **Moc Umowna 286,5 kW**

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Ust. Dyst.	Jakościowa Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opiata przejściowa	Abonament	Netto	Brutto
289,9	DzienC12B	1215	352 264,37	0,3697	0,2230	2 465,85	9 626,4	9360,00	4194,36	2882,88	237 316,58	291 899,39
289,9	NocC12B	2431	704 528,73	0,2602	0,054	4 931,70	-	-	0,00	-	226 294,63	278 342,39
286,5	umowna	3 646	1 056 793,10	0,593	0,314	0,0070	2,80	15,00	1,22	4,62	463 611,21	570 241,79
286,5	286,5	3 646	1 056 793,10								463 611,21	570 241,79

Rozliczenie dla systemu bez układów redukcji mocy

5.2.2.2. Rozliczenie energii dla 2012 r.

1. Stan przed modernizacją,
2. Moc rzeczywista **289,85 kW**. Moc zredukowana układami redukcji mocy **202,6367 kW**
3. Taryfa **C12b** dla wszystkich **52** obwodów rozliczeniowych,
4. Ceny **2012**, wolumen energii **739 218,68 kWh**, koszt **397 332,10 zł/ rok**
5. **Moc Umowna 286,50 kW**
6. Średni czas eksploatacji - tj. 3648 h/rocznie przy nominalnym czasie 4024 h/rocznie

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Ust. Dyst.	Jakościowa Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opiata przejściowa	Abonament	Netto	Brutto
202,6	DzienC12B	1216	246 406,23	0,2699	0,2535	1 601,64	11 345,4	9360,00	3644,28	2102,88	157 015,83	193 129,47
202,6	NocC12B	2432	492 812,45	0,2690	0,0615	3 203,28	-	-	0,00	-	166 071,39	204 267,81
286,5	umowna	3 648	739 218,68	0,523	0,330	0,0065	3,30	15,00	1,06	3,37	323 087,22	397 397,28
286,5	286,5	3 648	739 218,68								323 087,22	397 397,28
202,6	286,5	3 648	739 218,68								323 087,22	397 397,28

Rozliczenie z układami redukcji mocy zainstalowanymi na wybranych obwodach.

5.2.3. Wersja optymalna z Profilem

1. Stan po modernizacji, zmniejszającej moc zainstalowaną o **18,82 kW/20,82** dla części modernizowanej, profilowaną scenariuszem zmniejszającym o nie mniej niż **40,4 kW** dla całości
2. Moc rzeczywista **248,34 kW**, dynamiczna **162,4**
3. Taryfa **C12b** dla wszystkich **52** obwodów rozliczeniowych,
4. Ceny energii **2013**, wolumen energii **592 471,68 kWh**
5. **Moc Umowna 286,50 kW**

Średni czas eksploatacji - tj. 3648 h/rocznie przy nominalnym czasie 4024 h/rocznie

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opiata przejściowa	Abonament	Netto	Brutto
162,4	DzienC12B	1216	197 490,56	0,2245	0,2535	1 283,69	11 345,4	9360,00	3644,28	2102,88	122 136,74	150 228,19
162,4	NocC12B	2432	394 981,12	0,1912	0,0615	2 567,38	-	-	0,00	-	102 379,11	125 926,30
286,5	umowna	3 648	592 471,68	0,478	0,253	0,0065	3,30	15,00	1,06	3,37	224 515,84	276 154,49
286,5	286,5	3 648	592 471,68								224 515,84	276 154,49
162,4	286,5	3 648	592 471,68								224 515,84	276 154,49

5.2.4. Wersja maksymalna z profilem

1. Stan po modernizacji, zmniejszającej moc zainstalowaną o **41,51 kW** dla części modernizowanej, profilowaną scenariuszem zmniejszającym o nie mniej niż **58,53 kW** dla całości
2. Moc rzeczywista **144,7 kW**.
3. Taryfa **C12b** dla wszystkich **52** obwodów rozliczeniowych,
4. Ceny energii **2013**, wolumen energii **527 817,08 kWh**
5. **Moc Umowna 286,50 kW**
6. Średni czas eksploatacji - tj. 3648 h/rocznie przy nominalnym czasie 4024 h/rocznie

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opiata przejściowa	Abonament	Netto	Brutto
144,7	DzienC12B	1216	175 939,03	0,2245	0,2535	1 143,60	11 345,4	9360,00	3644,28	2102,88	111 695,02	137 384,87
144,7	NocC12B	2432	351 878,05	0,1912	0,0615	2 287,21	-	-	0,00	-	91 206,79	112 184,35
286,5	umowna	3 648	527 817,08	0,478	0,253	0,0065	3,30	15,00	1,06	3,37	202 901,81	249 569,23
286,5	286,5	3 648	527 817,08								202 901,81	249 569,23
144,7	286,5	3 648	527 817,08								202 901,81	249 569,23

Ceny z przetargu dla 2013 r.

5.2.5. Analiza kosztów mocy Umownej [ceny 2011 oraz 2012]

Stan	Moc Umowna [kW]	Taryfa	Opiata Dystr. Stała	Opiata przejściowa	Netto	Brutto	Korzyść na mocy umownej
Obecnie	286,50	C12b	9 626,40	4 194,36	13 820,76	16 999,53	
Moc wymagana	263,00	C12b	8 836,80	3 850,32	12 687,12	15 605,16	- 1 394,38
Modernizacja	209,00	C12b	7 022,40	3 059,76	10 082,16	12 401,06	- 3 204,10
Moderniz. Ma	143,00	C12b	4 804,80	2 093,52	6 898,32	8 484,93	- 3 916,12
			2,80	1,22	4,02	Razem	- 4 598,48

Dla stanu obecnego tj. rok 2013

Stan 2012	Moc Umowna [kW]	Taryfa	Opiata Dystr. Stała	Opiata przejściowa	Netto	Brutto	Korzyść na mocy umownej
Obecnie	286,50	C11o	11 345,40	3 644,28	14 989,68	18 437,31	
Moc wymagana	263,00	C12b	10 414,80	3 345,36	13 760,16	16 925,00	- 1 512,31
Modernizacja	209,00	C12b	8 276,40	2 658,48	10 934,88	13 449,90	- 3 475,09
Redukcja	143,00	C12b	5 662,80	1 818,96	7 481,76	9 202,56	- 4 247,34
			3,30	1,06	4,36	Razem	- 4 987,40

Obecnie moc umowna wynosi dla oświetlenia ulicznego 286,50 kW, przy zainstalowanej statycznej 289 kW i dynamicznej [redukcja na 6-u ppe] 202 kW oraz okresowe, zimowe wyłączenia ścieżek rowerowych. Uwzględniając definicję mocy przyłączeniowej, jako średniej maksymalnego poboru w ciągu próbkowane przez 15 minut w interwale czasowym jednej doby, otrzymujemy maksymalną moc przyłączeniową w wysokości 263 kW. Korzyść roczna to zaledwie ok. 1 512 zł. Po modernizacji zyskałoby około 5 tysięcy rocznie.

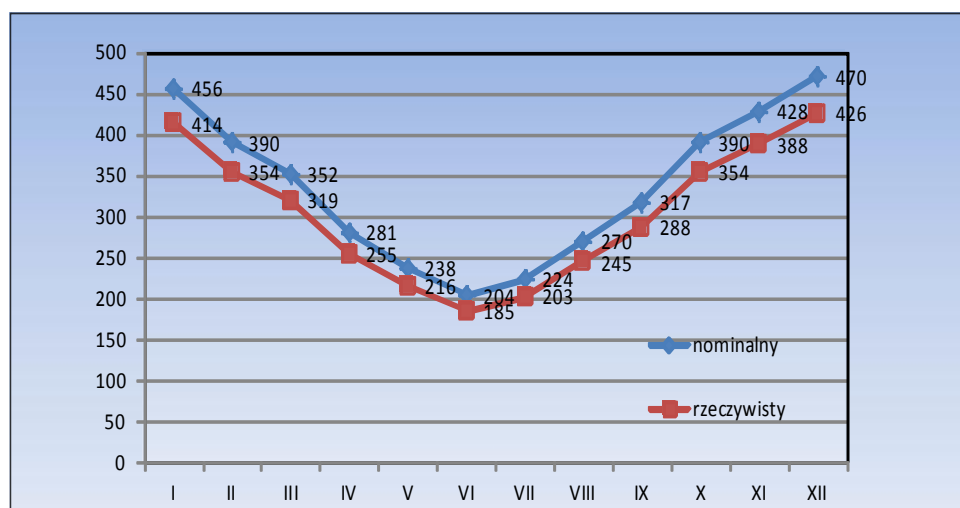
5.2.6. Porównanie symulowanych wariantów

Porównanie Symulacji					
Kluczowe Parametry Procesu		Historia	Działania Organizacyjne	Działania Inwestycyjne	
	Koszty 2012	Prognoza 2013	Przetarg energia	Modernizacja LED optymalny	Modernizacja LED max
Moc Umowna [kW]	286,50	286,50	286,50	211,00	188,00
Moc zainstalowana [kW]	289,48	289,48	289,48	162,40	144,70
Czas eksploatacji	3 648,00	3 648,00	3 648,00	3 648,00	3 648,00
Wolumen energii [kWh]	739 623,96	739 623,96	739 623,96	592 471,68	527 817,08
Dostawca	Przetarg	Przetarg	Przetarg	Przetarg	Przetarg
Taryfy	C 12b	C 12b	C 12b	C 12b	C 12b
Wartość brutto	397 332,10	336 495,24	336 495,24	276 154,49	249 569,23
Korzyść-/strata+		- 60 836,86	-	- 60 340,75	- 26 585,26
Różnice %		-15%	0%	-18%	-10%
Narastająco		- 60 836,86	- 60 836,86	- 121 177,61	- 147 762,87
Narastająco %		-15%	-15%	-30%	-37%
Inwestycja	-	-	-	1 132 375,00	2 074 600,00
Rentowność	-	-	-	5%	1%

Wnioski:

1. Wartością referencyjną kosztów energii dla oświetlenia ulicznego dla Miasta Kołobrzeg jest wartość: **249 569,23 zł** rocznie dla cen 2013 r., z przetargu zakończonego 7 marca 2013 r.
2. Możliwa do uzyskania jest redukcja kosztów energii dla oświetlenia ulicznego o **37 %** w stosunku do **modelu kosztów** (prognozy) bez działań mających na celu ich obniżenie. **37%** to wartość z uwzględnieniem obniżenia ceny energii uzyskanej w trybie przetargu publicznego.
3. Korzyść na energii to ok. **147,8 tys.** złotych rocznie.

5.2.7. Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego w ciągu roku



5.2.8. Wnioski z Analizy kosztów energii elektrycznej oraz czasu eksploatacji oświetlenia ulic

1. System eksploatowany jest średnio przez 91 % nominalnego czasu.
2. W okresie zimowym wyłączane są z eksploatacji ścieżki rowerowe. Zegary astronomiczne pracują w niektórych miejscach w cyklu zmierzchowym. Szacowane przesunięcie czasu załączania i wyłączania dobowo to ok. 30-45 minut, co daje nieznaczne roczne zmniejszenie czasu eksploatacji. Wartość 3650 h/rocznie mieści w dolnej tolerancji standardu eksploatacji systemu oświetleniowego miasta.
3. Wylonienie nowego dostawcy energii w grupie zakupowej może przynieść istotne obniżenie kosztów energii.

5.3. Analiza całkowitych kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego (memoriałowo).

Koszty energii konserwacji wg Danych Miasta (wg danych księgowych)

Tytuł	2012 Realizacja	%	2013 Budżet
Oplata za energię Energa	702 891,20	37%	964 682,09
Oplata za energię UM	397 332,10	37%	545 317,91
Oplata za energię	1 100 223,30	37%	1 510 000,00
Konserwacja w t. UM	301 708,27	38%	416 000,00
Konserwacja w t. Energa	681 677,01	0%	760 000,00
RAZEM	2 083 608,58	29%	2 686 000,00
Inne (modernizacja)	-		1,00
RAZEM	2 083 608,58	29%	2 686 001,00
Koszt jed kons. pkt. Św. Energa Oświ	20,49	11%	22,85
Koszt jed kons. pkt. Św. UM	10,62	38%	14,64
Liczba oprav UM	2 368	100%	2 368
Liczba oprav Energa Oświetenie	2 772		2 772
Liczba oprav Razem	5 140	0%	5 140

Koszty konserwacji w 2012 r. – dla infrastruktury miasta to 10,62 zł/punkt świetlny. Równoważny koszt dla punktu świetlnego wydatkowany jako usługa oświetleniowa świadczona przez Energa Oświetenie to 20,49 zł czyli dwukrotnie więcej.

Koszty energii i konserwacji porównanie wariantów

Tytuł	Bez modernizacji		Po modernizacji
Oplata za energię	336 495,24	-26%	249 569,23
Konserwacja	301 708,27	-58%	125 982,00
RAZEM	638 203,51	-41%	375 551,23
Remonty oswietenia			-
RAZEM	638 203,51	-41%	375 551,23
średni koszt jed. kons. pkt. Św	9,93		4,50
Liczba oprav	2 531		2 333
Oszczędność			- 262 652

Analiza:

1. W przypadku wykonania modernizacji wraz z przebudową systemu sterowania na inteligentny, koszty utrzymania systemu oświetlenia ulicznego będą niższe o ok. 349 219 zł rocznie w stosunku do prognozy na 2013 rok.
2. O 26 % może zostać obniżony koszt energii elektrycznej
3. O 58 % może zostać obniżony koszt konserwacji

4. Koszt oświetlenia dróg Miasta Kołobrzeg może zostać obniżony o ok. 41 %
5. Symulacja powyższa uwzględnia oszczędności, które mogą wynikać ze zmiany dostawcy energii.

Wyjaśnienie obniżenia kosztów konserwacji o 58 %

1. Zastosowanie źródeł światła o 12 letniej GWARANCJI PRODUCENTA spowoduje oszczędność na:

- Kosztach wymiany samych źródeł 3 x 40 zł (w tym czasie powinny standardowe źródła powinny być wymienione trzykrotnie przy cenie jednostkowej z około 40 zł za źródło). Przez 12 lat źródła światła są na GWARANCJI PRODUCENTA.
- Kosztach robocizny wymiany źródeł (Koszty te są trudne do oszacowania. Wymiana pojedynczego źródła może sięgać 300-500 zł. Wymiana grupowa źródeł to kwota około 20-40 zł za jedną wymianę).
- Źródła światła w trakcie długotrwałej eksploatacji zamieniają się w diody, powodując tym wystąpienie składowej stałej prądu w obwodzie z układem indukcyjnym, w efekcie doprowadza to do uszkodzenia układu indukcyjnego za około 40-60 zł plus koszt wymiany w wysokości 250-500 zł.
- W przypadku braku wymiany uszkodzonego układu indukcyjnego (zwarcia między zwojowe) na nowy, nowe źródło światła ulega przedwczesnemu uszkodzeniu, zwiększając ilość usterek systemu. Tym samym rosną koszty.

2. Inteligentne kontrolery sterujące systemem oświetleniowym rejestrują faktyczne interwencje konserwatora, prądy, napięcia, $\cos \varphi$, czas pracy systemu oraz energię. Łatwiej zdalnie diagnozować pracę systemu. Działania konserwatora są monitorowane przez system komputerowy. Można zmienić system rozliczania z konserwatorem z ryczałtowego od punktu świetlnego na kosztorysowy od faktycznie wykonanych czynności plus kwota za gotowość.

6. Porównanie wariantów zamierzenia inwestycyjnego

6.1. Wariant LED minimalny

Wariant optymalny polega na możliwie pełnym zrealizowaniu celu, de facto zmodernizowaniu systemu oświetleniowego Miasta przy jednoczesnym jego rozbudowaniu w stosunku do systemu przed zadaniem inwestycyjnym. System projektowany ma się wyróżniać energooszczędnością przy jednoczesnym spełnieniu europejskiej normy oświetleniowej PN-EN 13201. W tym wariantcie zakładamy, że uzyskamy optymalną oszczędność w zużyciu energii oraz najniższe koszty eksploatacji.

6.1.1. Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wyścięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy LED.
- Sterowanie w oparciu o zegary astronomiczne z telemenagementem i analizą parametrów sieci.
- Zastosowanie układów redukcji mocy

6.1.2. Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariantcie optymalnym

Tabela 1

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych		Brutto	Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Modernizacja wyeksploatowanych, zużytych 330 opraw oświetleniowych	164	4 332,77	577 703,25	710 575,00
2	Montaż internetowych zegarów sterujących z modemem GPRS	52	3 700,00	156 422,76	192 400,00
3	Montaż układów redukcji mocy	31	7 400,00	186 504,07	229 400,00
RAZEM					1 132 375,00

Podstawą w tym zakresie były aktualne oferty rynkowe dostawców urządzeń i wykonawców robót budowlanych, oraz parametryczna wycena kosztorysowa podobnych inwestycji w krajach europejskich.

6.2. Wariant LED maksymalny

Wariant minimalny polega na całkowitej przebudowie istniejącego systemu oświetleniowego. Bez modernizacji pozostają tylko oprawy nowe, instalowane w ostatnich kilku latach i naświetlacze.

6.2.1. Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wyścięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy LED
- Sterowanie w oparciu o zegary astronomiczne z telemenagementem i analizą parametrów sieci
- Montaż układów stabilizacji i redukcji mocy

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych		Brutto	Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Modernizacja wyeksploatowanych, zużytych 897 opraw oświetleniowych	498	3 318,88	1 343 739,84	1 652 800,00
2	Montaż internetowych zegarów sterujących z analizatorem sieci	52	3 700,00	156 422,76	192 400,00
3	Montaż układów redukcji mocy	31	7 400,00	186 504,07	229 400,00
RAZEM					2 074 600,00

6.3. Szacunkowa wycena opraw oświetleniowych ZE Energa Oświetlenie SA

W przypadku podjęcia decyzji o modernizacji oświetlenia ulicznego, może wystąpić sytuacja, że aktualny władający opawami oświetleniowymi, przeznaczonymi do wymiany będzie domagał się rekompensaty. Na podstawie posiadanych informacji rynkowych, przedstawiamy kalkulację szacunkowej wyceny majątku ZE Energa Oświetlenie SA metodą rynkową.

L.p.	Rodzaj oprawy		Brutto	Wartość
		ilość	k.jedn.	brutto
1	Wycena wyeksploatowanej oprawy ZE Energa Oświetlenie SA zaklasyfikowanej do wymiany	1	32,50	32,50
3	Wycena oprawy ZE Energa Oświetlenie SA zaklasyfikowanej do pozostawienia	1	100,00	100,00
RAZEM				132,50

Podstawą kalkulacji są wyceny analogicznych operacji dokonywanych przez PGE Białystok na terenie województwa warmińsko-mazurskiego [Gmina Świętajno] Podobne sytuacje miały miejsce w przeszłości [rok 2009-2010] na terenie Gminy Góra Świętej Małgorzaty w obszarze działania Energa Operator SA. Kwotę tak wyliczoną należy ewentualnie uwzględnić w kosztach inwestycji.

6.4. Wariant „0”- faktyczne zaniechanie działań

Wariant „0” polega na faktycznym zaniechaniu działań na większą skalę. Kontynuowane będą prace w sposób fragmentarycznym różnym standardzie wykonania. Często nie spójnym ze sobą wzajemnie. W tym wariantcie nie będą znane i policzalne uzyskane ewentualne oszczędności w zużyciu energii. Koszty eksploatacji będą rosły. Koszty energii elektrycznej będą również rosły, wg naszych wyliczeń zgodnie z funkcją kwadratową.

Ponadto system oświetleniowy nie będzie spełniać Normy europejskiej. Będzie również reprezentować przestarzałe standardy techniczne. Miasto nie uzyska nowoczesnego wyglądu i nastroju. Oświetlenie może być niebezpieczne. Analiza finansowa przeprowadzona w dalszej części pokazuje w perspektywie 20 letniej wielkość strat, jakie poniesie Miasto, gdyby nie podjęło lub opóźniło podjęcie decyzji o modernizacji systemu oświetlenia, wobec rosnących cen energii, dystrybucji oraz konserwacji systemu oświetleniowego.

7. Analiza instytucjonalna

7.1. Wykonalność instytucjonalna projektu

7.1.1. Status prawny inwestora

Wykonawcą instytucjonalnym projektu (inwestorem) jest **Miasto Kołobrzeg**, jednostka samorządu terytorialnego posiadająca samodzielną osobowość prawną na podstawie ustawy z dnia 8 marca 1990 roku o samorządzie gminnym (tekst jednolity Dz. U. Nr 142 z 2001 roku z późn. zmianami).

Projekt w sposób niebudzący wątpliwości mieści się w kompetencjach samorządu gminnego określonych przywołaną ustawą i należy do zadań własnych Gminy. Realizacja projektu nie jest uzależniona od działań osób ani instytucji trzecich. Brak jest rozpoznawalnych zagrożeń dla realizacji projektu, wynikających z czynników formalno-prawnych, oraz instytucjonalnych zarówno po stronie beneficjenta jak i instytucji zewnętrznych.

7.1.2. Stabilność ekonomiczna i zdolność kredytowa inwestora

Sprawdzono, czy wykonawca instytucjonalny jest w sytuacji stabilnej ekonomicznie i ma zdolność kredytową niezbędną do realizacji projektu.

Od strony formalno-prawnej ogólne warunki zadłużania się samorządów wyglądają następująco:

- łączna kwota długu jednostki na koniec roku budżetowego nie może być większa, niż 60% wykonanych dochodów budżetowych w danym roku, (Ustawa o finansach publicznych, art. 114 ust. 1), oraz
- łączna kwota spłat przekraczających na dany rok nie może być większa niż 15% tychże dochodów (Ustawa o finansach publicznych w art. 113 ust. 1).

Warunki powyższe nie dotyczą jednak kredytów zaciąganych na sfinansowanie kosztów projektu. Ustawa o finansach publicznych w art. 114 ust. 3. wyłącza kredyty zaciągane w związku ze środkami określonymi w umowie z podmiotem dysponującym funduszami strukturalnymi [...] Unii Europejskiej.

Skala inwestycji w wariantcie maksymalnym może wymagać zaciągnięcia kredytu lub konieczność emisji obligacji komunalnych w przypadku, kiedy inwestycja miałaby być finansowana bez wkładu własnego a spłacana z oszczędności w zużyciu energii elektrycznej do celów oświetlenia dróg i ulic. Nie zamyka to też drogi do ubiegania się o dotację i wtedy finansowe zamknięcie projektu, gdyż dopiero zapłacone faktury są tytułem do otrzymania dotacji z EFRR i muszą być załączone do końcowego wniosku o płatność. Wobec opisanych poniżej ograniczeń w sposobie finansowania inwestycji nałożonych na JST przez ustawę o finansach publicznych, należy rozważyć inne sposoby realizacji inwestycji np. poprzez spółkę komunalną.

W świetle opinii i uchwał Regionalnych Izb Obrachunkowych w zakresie dozwolonych instrumentów finansowania inwestycji nie istnieje legalna możliwość sfinansowania inwestycji w taki sposób, aby być w zgodzie z Ustawą o finansach publicznych i sfinansować inwestycję z pominięciem ustawy w zakresie nie wykazania tego zadłużenia. JST dla niektórych zadań, przez wiele lat finansowały inwestycje modernizacyjne poprzez mechanizm:

- a. "wykupu wierzytelności"
- b. "kredytu kupieckiego" udzielanego przez wykonawcę za dodatkowym wynagrodzeniem za odroczenie płatności w postaci odsetek umownych. Charakter tej umowy miał cechy de facto "leasingu finansowego" bez nadania mu takiej nazwy.

W pierwszym przypadku działało to przy pozytywnej opinii RIO w Szczecinie z 2004 r. i przychylnym traktowaniu przez NIK jak również tolerowane było przez inne izby. W 2008 r. ta sama izba RIO w Szczecinie wydała opinię negatywną. Izba Małopolska nie wydała podobnej opinii na piśmie, ale stoi na podobnym stanowisku jak Izba w Szczecinie. W ostatnim czasie negatywne opinie o możliwości finansowania inwestycji poprzez założony z góry wykup wierzytelności wydały:

- a. RIO w Opolu – uchwała RIO w formie decyzji administracyjnej 2009 r.
- b. RIO Dolnośląskie - w sprawie budowy drogi przez związek gmin - 2009 r. zaskarżone przez związek do WSA w styczniu 2010 r.
- c. RIO w Kielcach listopad 2009
- d. RIO w Lublinie luty 2010

W sytuacji już utrwalonej negatywnej opinii RIO w zakresie tego sposobu finansowania inwestycji, podjęcie tego typu uchwały przez Radę Miasta z dużym prawdopodobieństwem zostałaby uchylona przez RIO, właściwą dla siedziby JST, a w sytuacji gdyby uchwała została podjęta z pominięciem RIO, działanie to, jako naruszające ustawę o finansach publicznych mogłoby spowodować sankcje dyscyplinarne związane z naruszeniem ustawy. Wykup wierzytelności, jako sposób finansowania inwestycji, jest niedopuszczony Ustawą o finansach publicznych przy praktycznie jednoznacznej negatywnej opinii większości Regionalnych Izb obrachunkowych, stąd zdecydowanie nie zalecamy tej metody do sfinansowania tego zadania.

Metoda b) kredytu kupieckiego również nie cieszy się pozytywną opinią RIO. W świetle ustawy z 2004 r. "O terminach płatności w transakcjach handlowych", może spowodować konieczność zapłaty wyższych odsetek ustawowych od przedłużonego terminu płatności wbrew uzgodnionych z wykonawcą niższych odsetek umownych. Wprawdzie ustawa wyłącza ze swojego zakresu regulacji zadania własne Miasta, lecz w orzecznictwie sądowym autor opracowania znalazł wyroki SO, że w przypadku zapłaty za budowę obiektu sportowego JST została zobowiązana przez Sąd do zapłaty całości zobowiązania wraz z odsetkami ustawowymi. Ponadto RIO, podobnie jak w przypadku "wykupu wierzytelności" uznaje, że kredyt kupiecki, jako metoda finansowania inwestycji nie został wskazany przez art. 217 Ustawy o finansach publicznych, jako sposób dozwolony administracyjnie do stosowania przez JST. W związku z tym, jego stosowanie jest naruszeniem ustawy o finansach publicznych, które może spowodować konsekwencje dyscyplinarne.

"Kredyt kupiecki" z umówionym dodatkowo wynagrodzeniem za odroczenie płatności w postaci odsetek umownych jest jak wcześniej napisałem de facto, "leasingiem finansowym". Leasing finansowy nie został wskazany w ustawie o finansach publicznych, jako sposób finansowania inwestycji [deficytu budżetowego w związku z podjęciem inwestycji] i jako taki nie może być stosowany przez JST.

Katalog sposobów finansowania w ustawie o finansach publicznych [nr art. po nowelizacji] określony jest enumeratywnie:

Art. 217.

1. Różnica między dochodami a wydatkami budżetu jednostki samorządu terytorialnego stanowi odpowiednio nadwyżkę budżetu jednostki samorządu terytorialnego albo deficyt budżetu jednostki samorządu terytorialnego.

2. Deficyt budżetu jednostki samorządu terytorialnego może być sfinansowany przychodami pochodzącymi z:

1) sprzedaży papierów wartościowych wyemitowanych przez jednostkę samorządu terytorialnego;

2) kredytów;

3) pożyczek;

4) prywatyzacji majątku jednostki samorządu terytorialnego;

5) nadwyżki budżetu jednostki samorządu terytorialnego z lat ubiegłych;

6) wolnych środków, jako nadwyżki środków pieniężnych na rachunku bieżącym budżetu jednostki samorządu terytorialnego, wynikających z rozliczeń wyemitowanych papierów wartościowych, kredytów i pożyczek z lat ubiegłych.

Wszystkie te sposoby finansowania, zaliczane są do długu publicznego zgodnie z treścią artykułu poniżej:

Art. 72.

1. Państwowy dług publiczny obejmuje zobowiązania sektora finansów publicznych z następujących tytułów:
- 1) wyemitowanych papierów wartościowych opiewających na wierzytelności pieniężne;
 - 2) zaciągniętych kredytów i pożyczek;
 - 3) przyjętych depozytów;
 - 4) wymagalnych zobowiązań:
 - a) wynikających z odrębnych ustaw oraz prawomocnych orzeczeń sądów lub ostatecznych decyzji administracyjnych,
 - b) uznanych za bezsporne przez właściwą jednostkę sektora finansów publicznych będącą dłużnikiem.

Reasumując, wszystkie dozwolone ustawą sposoby finansowania JST są zaliczane do długu publicznego. Zobowiązania niewymagalne, wierzytelności niewymagalne, kredyt kupiecki niewymagalny oraz leasing finansowy nie są zaliczane do długu publicznego, ale nie są również dozwolone art. 217 Ustawy o finansach publicznych, jako sposoby finansowania deficytu JST, który wyniknie z podjęcia uchwały o realizacji inwestycji.

Ewentualne wątpliwości, co jest zaliczane do długu publicznego ostatecznie rozwiązał Minister Finansów w rozporządzeniu z dnia 23 grudnia 2010 r., w którym de facto uznał, że wszystkie zapisy paragrafu zobowiązania, są długiem publicznym podlegającym wykazaniu w sprawozdaniu o zadłużeniu publicznym JST. **Na uwagę zasługuje również bardzo istotny fakt, że w związku z ostatnią nowelizacją prawa o finansach publicznych podane wcześniej wskaźniki zadłużenia [15%, 60%] przestają obowiązywać z dniem 31 grudnia 2013 roku. Nowe zaś, będą wyliczane w oparciu o wyniki JST liczone od stycznia 2011 r.**

Ustawa z 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (dalej: nowa ustawa o finansach publicznych) zmienia m.in. zasady obliczania dopuszczalnego wskaźnika zadłużenia samorządów. Zamiast obowiązującego dotychczas wskaźnika ogólnego dla wszystkich samorządów nowe przepisy przewidują wprowadzenie wskaźnika zindywidualizowanego, uzależnionego od sytuacji finansowej danego samorządu (patrz: tabela).

Nowe zasady liczenia zdolności kredytowej samorządów, będą obowiązywały od 1 stycznia 2014 r. (art. 121 ust. 9 ustawy z 27 sierpnia 2009 r. – Przepisy wprowadzające ustawę o finansach publicznych). Po 1 stycznia 2014 r. ostateczny dopuszczalny poziom zadłużenia danego samorządu będzie zależeć wyłącznie od jego sytuacji finansowej, a nie od sztywnego wskaźnika obowiązującego wszystkie jednostki.

Panuje opinia, że "Nowa" ustawa o finansach publicznych umożliwi samorządom zadłużanie się w większym stopniu, niż ma to miejsce obecnie. Podobnie jak w obecnym systemie, decydować będą dochody, bieżące i majątkowe, samorządu. Jednak nie tylko z roku budżetowego. Analizie będą podlegać także poprzednie 3 lata. Oznacza to, że samorządy o wysokich dochodach i dużym majątku będą miały większe możliwości zaciągania długu niż obecnie, a jednostki o niskich dochodach z niewielkim majątkiem – mniejsze.

Porównanie stanu prawnego sprzed i po nowelizacji Ustawy o Fin. Pub.: Pokazuje tabela poniżej.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że we wzorze na średnią arytmetyczną z ostatnich trzech lat, będącą podstawą do obliczenia maksymalnego zadłużenia JST występuje różnica pomiędzy sumą dochodów bieżących i dochodów majątkowych a wydatkami bieżącymi. Dynamizuje to dotąd statyczny wskaźnik limitu maksymalnego zadłużenia i uzależnia go zarówno od dochodów jak wydatków bieżących. Badając przebieg funkcji zadłużenia, w celu zbadania, gdzie znajduje się jej maksimum, dochodzimy do wniosku, że najkorzystniejsze jest dla strategii finansowej JST:

1. Minimalizowanie wydatków bieżących
2. Maksymalizowanie dochodów bieżących

Przy ograniczonej możliwości operowania dochodami ze sprzedaży składników majątku.

Ustawa z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych	Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych
<p>Art. 169.</p> <p>1. Łączna kwota przypadających w danym roku budżetowym:</p> <p>1) spłat rat kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 82 ust. 1 pkt 2 i 3 wraz z należnymi w danym roku odsetkami od kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 82 ust. 1,</p> <p>2) wykupów papierów wartościowych emitowanych przez jednostki samorządu terytorialnego na cele określone w art. 82 ust. 1 pkt 2 i 3 wraz z należnymi odsetkami i dyskontem od papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 82 ust. 1,</p> <p>3) potencjalnych spłat kwot wynikających z udzielonych przez jednostki samorządu terytorialnego poręczeń oraz gwarancji</p> <p>- nie może przekroczyć 15% planowanych na dany rok budżetowy dochodów jednostki samorządu terytorialnego.</p> <p>2. W przypadku gdy relacja, o której mowa w art. 15 ust. 1 pkt 1 lit. a, przekroczy 55%, to kwota, o której mowa w ust. 1, nie może przekroczyć 12% planowanych dochodów jednostki samorządu terytorialnego, chyba że obciążenia te w całości wynikają z zobowiązań zaciągniętych przed datą ogłoszenia tej relacji.</p> <p>3. Ograniczeń określonych w ust. 1 nie stosuje się do:</p> <p>1) emitowanych papierów wartościowych, kredytów i pożyczek zaciągniętych w związku z umową zawartą z podmiotem dysponującym środkami, o których mowa w art. 5 ust. 3; ©Kancelaria Sejmu s. 79/79 2007-08-09</p> <p>2) poręczeń i gwarancji udzielonych samorządowym osobom prawnym realizującym zadania jednostki samorządu terytorialnego z wykorzystaniem środków, o których mowa w art. 5 ust. 3.</p> <p>Art. 170.</p> <p>1. Łączna kwota długu jednostki samorządu terytorialnego na</p>	<p>Art. 243.</p> <p>1. Organ stanowiący jednostki samorządu terytorialnego nie może uchwalić budżetu, którego realizacja spowoduje, że w roku budżetowym oraz w każdym roku następującym po roku budżetowym relacja łącznej kwoty przypadających w danym roku budżetowym:</p> <p>1) spłat rat kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 89 ust. 1 pkt 2-4 oraz art. 90, wraz z należnymi w danym roku odsetkami od kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 89 ust. 1 i art. 90,</p> <p>2) wykupów papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 89 ust. 1 pkt 2-4 oraz art. 90 wraz z należnymi odsetkami i dyskontem od papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 89 ust. 1 i art. 90,</p> <p>3) potencjalnych spłat kwot wynikających z udzielonych poręczeń oraz gwarancji do planowanych dochodów ogółem budżetu przekroczy średnią arytmetyczną z obliczonych dla ostatnich trzech lat relacji jej dochodów bieżących powiększonych o dochody ze sprzedaży majątku oraz pomniejszonych o wydatki bieżące, do dochodów ogółem budżetu, obliczoną według wzoru:</p> $\frac{(R + O)}{D} \leq \frac{1}{3} * \left(\frac{Db_{n-1} + Sm_{n-1} - Wb_{n-1}}{D_{n-1}} + \frac{Db_{n-2} + Sm_{n-2} - Wb_{n-2}}{D_{n-2}} + \frac{Db_{n-3} + Sm_{n-3} - Wb_{n-3}}{D_{n-3}} \right)$ <p>gdzie poszczególne symbole oznaczają:</p> <p>R - planowaną na rok budżetowy łączną kwotę z tytułu spłaty rat kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 89 ust. 1 pkt 2-4 oraz art. 90, oraz wykupów papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 89 ust. 1 pkt 2-4 oraz art. 90,</p> <p>O - planowane na rok budżetowy odsetki od kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 89 ust. 1 i art. 90, odsetki i dyskonto od papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 89 ust. 1 i art. 90 oraz spłaty kwot wynikających z udzielonych poręczeń i gwarancji,</p> <p>D - dochody ogółem budżetu w danym roku budżetowym,</p> <p>Db - dochody bieżące,</p> <p>Sm - dochody ze sprzedaży majątku,</p> <p>Wb - wydatki bieżące,</p> <p>n - rok budżetowy, na który ustalana jest relacja,</p> <p>n-1 - rok poprzedzający rok budżetowy, na który ustalana jest relacja,</p> <p>n-2 - rok poprzedzający rok budżetowy o dwa lata,</p> <p>n-3 - rok poprzedzający rok budżetowy o trzy lata.</p> <p>2. Przy obliczaniu relacji, o których mowa w ust. 1, dla roku poprzedzającego rok budżetowy przyjmuje się planowane wartości wykazane w sprawozdaniu za trzy kwartały z wykonania budżetu jednostki samorządu terytorialnego. Do obliczenia relacji dla poprzednich dwóch lat przyjmuje się wartości wykonane wynikające ze sprawozdań rocznych.</p>

<p>koniec roku budżetowego</p> <p>nie może przekroczyć 60% wykonanych dochodów ogółem tej jednostki</p> <p>w tym roku budżetowym.</p> <p>2. W trakcie roku budżetowego łączna kwota długu jednostki samorządu terytorialnego</p> <p>na koniec kwartału nie może przekraczać 60% planowanych w danym roku</p> <p>budżetowym dochodów tej jednostki.</p>	
--	--

7.1.3. Plan wdrożenia projektu

Nadzór inwestorski dla zadania Inwestor powinien zlecić podmiotowi zewnętrznemu. Nadzory branżowe (zewnętrzne i odpłatne) ze strony podmiotów uzgadniających wykonawstwo robót budowlanych w ramach poszczególnych branż, powinien uzgadniać i koordynować na bieżąco inspektor nadzoru, powołany przez Inwestora. Nadzór nad sprawami finansowymi przedsięwzięcia pełnić będą służby finansowe Samorządu Miasta Kołobrzeg.

7.1.4. Przybliżony harmonogram inwestycji w przypadku wariantu maksymalnego oraz optymalnego

Lata:	2013				2014				2015			
Kwartaly:	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Dokumentacja Projektowa, SIWZ, OST, SST, STWiOR, Konkurs												
Przetarg Publiczny												
realizacja inwestycji i odbiór												
rozliczenia												

7.2. Stosunki umowne

W umowie z przyszłym eksploatatorem i konserwującym, Umowa będzie zastrzegała dla zlecającego:

- prawo kontroli oraz interwencji, czy system oświetleniowy jest w 100% sprawny technicznie;
- w razie stwierdzenia odstąpienia przez zarządzającego, zleceniobiorcę od umowy w tym zakresie, lub niepełnego realizowania umowy – prawo wezwania zleceniobiorcy do natychmiastowej interwencji;
- w wypadku bezskutecznego upływu terminu, o którym mowa w punkcie 2 – prawo wypowiedzenia zlecenia ze skutkiem natychmiastowym bez dodatkowych warunków.

Nadto w umowie dzierżawy winny być uregulowane między innymi następujące kwestie:

- gwarancja ze strony zleceniobiorcy, że technologia konserwacji, stosowana w obiekcie nie spowoduje pogorszenia systemu oświetleniowego;
- kwestię ponoszenia przez zleceniobiorcę koniecznych nakładów odtworzeniowych w ramach czynności konserwacyjnych;

8. Analiza oddziaływania na środowisko

8.1. Wyliczenie wskaźnika ekologicznego

Modernizacja oświetlenia ma na celu oszczędność zużycia energii elektrycznej. W wyniku tych oszczędności zmniejszają się wielkości emisji do atmosfery i ilości popiołów produkowanych przez elektrownie węglowe. Do wyprodukowania 1 MWh energii elektrycznej zużywa się ok. **500 kg** węgla. W związku z tym do atmosfery wyemitowane zostają następujące ilości związków chemicznych i pyłów lotnych (na podstawie publikacji zawartej w „Emitorze” 1997 r. „Emisja zanieczyszczeń środowiska w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych” ARE S.A. Warszawa 2012 r.): **CO₂ – 980 kg, CO – 3 kg, SO_x – 8,3 kg, NO_x – 3,0 kg, pyły lotne – 2,0 kg**. Emitowane pyły lotne zawierają nie wymienione wyżej pierwiastki promieniotwórcze oraz ołów, kadm i arsen. Dla celu rozliczenia emisji CO₂ w programie SOWA wskaźnik emisji, średnioważony dla całego kraju ma być przyjęty w wysokości **0,89**. W skali roku, do atmosfery zostaną wyemitowane następujące ilości zanieczyszczeń:

Tabela 6-Wariant optymalny

1	Moc przed modernizacją [kW]	289,85	28%
2	Moc po modernizacji [kW]	207,79	-82,06
3	Czas świecenia [h]	4024	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	330,21	
Lp	Zanieczyszczenia [kg]	Zanieczyszczenia [Mg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO ₂	293,89	0,89

Do rozliczenia przyjęta została wartość rzeczywista mocy zainstalowanej bez układu dynamicznego obciążenia [stabilizacja i redukcja napięcia zasilającego]

Koncepcja kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego na terenie Miasta Kołobrzeg zakłada zastąpienie, istniejącego, wyeksploatowanego oświetlenia sodowego na oświetlenie lampami LED o mniejszej mocy i trwałości użytkowej min. 48 000 h. Zatem wymiana i utylizacja źródeł będzie zachodziła trzy razy rzadziej niż obecnie.

Z tabeli nr 6, wyliczenia efektu ekologicznego, wg reguł określonych w Programie Priorytetowym SOWA wynika, że Miasto Kołobrzeg nieznacznie przekracza wartość minimalną uczestnictwa w programie. Jest to zaledwie **11,26 Mg** powyżej wartości minimalnej, która określona została na 250 Mg. W przypadku modernizacji bez zmiennego profilu obciążenia uzyskać można 25% obniżenie mocy zainstalowanej liczone do całej liczby oprav, należących do miasta.

Tabela 7-Wariant maksymalny

1	Moc przed modernizacją [kW]	289,85	34%
2	Moc po modernizacji [kW]	190,39	-99,46
3	Czas świecenia [h]	4024	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	400,21	
Lp	Zanieczyszczenia [kg]	Zanieczyszczenia [Mg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO ₂	356,19	0,89

W przypadku wykorzystania standardowej funkcji opraw LED, polegającej na autonomicznej, wcześniej wybranym profilu zmiennego obciążenia, uzależnionego od zmiany intensywności ruchu, można uzyskać 30% zmniejszenie mocy dynamicznej oraz przekroczenie wartości minimalnej emisji CO₂ dla Programu SOWA o 100 Mg/rok. Rozliczenie efektu ekologicznego wg Regulaminu Programu dokonane zostało w punkcie 1.3. Rozdziału I.

8.2. Zanieczyszczenie powietrza w trakcie modernizacji

Prace związane z przystosowaniem istniejących obiektów słupowych będą miały niewielki wpływ na stan zanieczyszczenia powietrza (typowe prace budowlane). W trakcie prowadzenia tych prac wystąpi nieznaczna emisja zanieczyszczeń pyłowych spowodowana tymi pracami.

Wśród elementów budowlanych, które mają ulec rozbiórce, nie stwierdzono występowania elementów azbestowych. Jednakże, w wypadku stwierdzenia w czasie prac budowlanych występowania jakichkolwiek elementów azbestowych, bądź azbestocementowych należy bezwzględnie zachować odpowiedni reżim staranności prowadzenia prac:

- wszelkie prace przy rozbiórce elementów azbestowych i azbestocementowych należy wykonywać w maskach przeciwpyłowych i okularach ochronnych;
- w czasie rozbiórki należy obficie zwilżać demontowane elementy wodą w celu ograniczenia pylenia;
- należy starannie gromadzić wszystkie fragmenty demontowanych elementów azbestowych i następnie przekazać destruktorowi w całości podmiotowi uprawnionemu do utylizacji odpadów niebezpiecznych

Poza możliwością wystąpienia elementów azbestowych, biorąc pod uwagę zakres i czas trwania prac budowlanych należy stwierdzić, że zanieczyszczenie powietrza związane z tymi pracami jak i z eksploatacją urządzeń budowlanych będzie pomijalnie małe. Podczas demontażu opraw ze źródłami światła typu HQL tzw. rtęciowych należy zachować ostrożność, aby nie dopuścić do uwolnienia szkodliwych związków do środowiska. Następnie źródła i oprawy poddać utylizacji w specjalizowanym zakładzie.

9. Analiza finansowa - rozliczenie inwestycji

9.1. Nakłady inwestycyjne na realizację projektu

9.2. Harmonogram rzeczowo-finansowy nakładów na budowę

Dane rzeczywiste mogą być wstawione do Analizy w trybie aktualizacji dopiero po powstaniu projektu budowlanego lub wyborze wykonawcy. Obecnie można przedstawić tylko szacunkowy harmonogram rzeczowo-finansowy wg zaleceń autora Analizy. Kosztorysy szacunkowe załączone są do Analizy, jako oddzielne dokumenty.

9.3. Koszty projektu

Koszty finansowe do poniesienia natychmiast, to koszt sporządzenia dokumentacji przed-inwestycyjnej i koszty realizacji inwestycji: wykonawstwa, nadzoru, opłat wymaganych prawem itp. Koszty odroczone, to dodatkowe (w stosunku do stanu przed realizacją projektu) koszty utrzymania powstałej infrastruktury.

9.4. Nakłady w okresie eksploatacji

Nakłady w okresie eksploatacji, związane będą z koniecznością, rozbudowy systemu, zgodnie z wytycznymi działu "Analiza" i zgodnie z wykonanymi obliczeniami fotometrycznymi.

9.5. Źródła finansowania projektu

Zakładany jest wariant finansowania inwestycji w ramach Programu Priorytetowego SOWA, którego kluczowe parametry zostały przywołane we wstępie opracowania. W celu porównania korzyści z finansowaniem w ramach Programu SOWA, wyliczone są również modele finansowania kredytem komercyjnym. Model

finansowania z SOWY, budowany jest przy założeniu karencji w spłacie pożyczki celowej. Założeniem jest też, że łączny roczny koszt rat pożyczki, będzie co najwyżej równy wartości oszczędności na zużyciu energii oraz kosztach konserwacji systemu oświetleniowego. Model tego typu rozliczenia nazywany jest w szczególności „Spłatą inwestycji z oszczędności”

9.5.1. Model ze spłatą z oszczędności w zużyciu energii elektrycznej i kosztach konserwacji

9.5.2. Wyliczenie kwoty oszczędności dla wariantu spłacania inwestycji ograniczeniem zużycia energii elektrycznej oraz kosztów konserwacji

Inwestor w okresie referencyjnym **nie będzie ponosił żadnych dodatkowych kosztów eksploatacyjnych obiektu. W okresie gwarancji, wynoszącym 48 miesięcy, duża część kosztów eksploatacyjnych (nowy system) nie będzie ponoszona (źródła światła, oprawy, sterowanie).** Koszty te powinny zostać istotnie ograniczone ze względu na nowy system. Bardzo istotną kwestią jest takie zapisanie istotnych warunków umowy na wykonanie robót budowlanych, aby w przypadku nadmiernej awaryjności [np. powyżej 10% rocznie] cały sprzęt podlegający gwarancji mógł zostać postawiony do dyspozycji wykonawcy robót budowlanych. W przeciwnym wypadku, może się okazać, że koszty eksploatacyjne będą znacząco wyższe niż koszty przed modernizacją. Oprawy typu LED, są obciążone szczególnie wysokim ryzykiem, związanym z ich bardzo skomplikowaną budową. Diody LED używane w oprawach, pracują w kierunku przewodzenia. Ich charakterystyka prądowo-napięciowa jest zbliżona do funkcji tangens. Oznacza to, że po przekroczeniu pewnego punktu pracy $U_f = 0,5-0,6V$ następuje zjawisko gwałtownego wzrostu prądu, który niszczy diodę.

Zmiana charakterystyki może zostać spowodowana np. wzrostem temperatury diody, co daje identyczny efekt niszczenia złącza. Stąd oczekiwaną jakość i bezawaryjność gwarantują zasilacze opraw i same oprawy tylko najlepszych, wiodących producentów. Dopuszczanie opraw innych producentów, nie posiadających doświadczenia w zakresie konstrukcji zasilaczy i opraw, z całą pewnością może skończyć się całkowita katastrofą. Znamy przypadki, że 80% opraw LED, wcale nie najtańszych uległo uszkodzeniu, w istocie destrukcji już w czasie zakończenia inwestycji. Stąd Audytorzy uznali, że zawarcie w opracowaniu przestrogi w tym zakresie jest ich szczególnym obowiązkiem. W przypadku opraw LED nie opłaca się robić oszczędności, bo inwestycja może ulec całkowitej destrukcji w bardzo krótkim czasie, nawet przed jej zakończeniem.

Założenia:

1. **Taryfa energii C12b lub C12a**, dwustrefowa
2. **Dostawca energii** elektrycznej wyłoniony w przetargu publicznym 2012,
3. Czas eksploatacji jak przed modernizacją,
4. Konserwacja przez podmiot dokonujący modernizacji (w okresie gwarancji)
5. **Profil obciążenia - Redukcja** mocy w szczycie 10% oraz poza szczytem 30%
6. Inteligentny system sterowania oświetleniem
7. Oprawy o wysokim **IP 66**, ze szklanym kloszem, aluminiowe

Tabela 8

Lp	Pozycja kosztowa	po modernizacji		przed modernizacją 2012 prognoza		
		koszty	skumulowana	koszty	skumulowana	korzyść
1	Energia elektryczna	249 569,23	249 569,23	397 332,10	397 332,10	147 762,87
2	Konserwacja	136 674,00	386 243,23	301 708,27	699 040,37	165 034,27
3	Remonty sieci		-	-		-
4	Spłata kapitału+odsetek	312 797,14	699 040,37			
	RAZEM:	699 040,37		699 040,37		312 797,14

Dla założeń, jak wyżej oszczędność na zużyciu energii oraz konserwacji systemu powinna osiągnąć poziom ok. **312 797,14** zł rocznie odnosząc do planowanego zużycia energii dla tych samych obwodów oświetleniowych w 2012 r.

10. Rachunek zysków i strat dla projektu

Zadania finansowane w ramach Priorytetu III nie wymagają obliczenia „znaczącego przychodu netto”. Jednak, ponieważ regulacja ta ma być w najbliższym czasie, zmieniona, poniżej prezentujemy wyliczenie tego wskaźnika.

10.1. Rachunek przepływów pieniężnych Inwestora w okresie realizacji i eksploatacji inwestycji

Rachunek przepływów pieniężnych¹ służy zbadaniu płynności inwestora w zakresie analizowanej usługi. Z uwagi na absolutnie uproszczony schemat przepływów (jedynym wpływem jest stały coroczny budżet na utrzymanie oświetlenia w wysokości **699 040,37 zł brutto**. Model zakłada, że ceny energii elektrycznej będą rosły w tempie ok. 10% rocznie.

10.2. Przepływy pieniężne z inwestycji w 20 letnim okresie referencyjnym

Analizowany wariant, w którym koszty (budżet) rosną w tempie, 10% rocznie natomiast nie jest waloryzowana spłata wierzytelności.

Tabela 5 - Koszty utrzymania oświetlenia rosną 10% rocznie, spłata wierzytelności w ratach stałych bez waloryzacji- wariant najbardziej prawdopodobny

Lata	Inwestycja 2 074 600	2 074 600 Stopa 3,00%			10%			przepływ niezdyktowany		
bilans kosztów i korzyści:	kapitał do spłaty	Suma rat kapitałowych w roku	Suma odsetek w roku	Suma stałych rat w roku	koszty oświetlenia bez modernizacji +10% rocznie	Koszty Energii systemu zmodernizowanego: energii+10% rocznie	koszty konserwacji	koszty inwestycji	koszty razem	korzyści
w roku „0” (2012)	-	-	-	-	699 040			-	-	-
w roku 2013	2 074 600	171 801	79 851	251 652	768 944	247 788	136 674	251 652	636 114	32 170
w roku 2014	1 902 799	178 800	72 852	251 652	845 839	272 567	136 674	251 652	660 893	19 946
w roku 2015	1 723 999	185 894	65 758	251 652	930 423	299 824	136 674	251 652	688 150	77 273
w roku 2016	1 538 105	201 548	50 104	251 652	1 023 465	329 806	141 674	251 652	723 132	135 333
w roku 2017	1 336 557	193 658	57 994	251 652	1 125 812	362 787	141 674	251 652	756 113	204 699
w roku 2018	1 142 899	209 760	41 892	251 652	1 238 393	399 065	141 674	251 652	792 391	281 001
w roku 2019	933 139	218 204	33 448	251 652	1 362 232	438 972	141 674	251 652	832 298	364 934
w roku 2020	714 935	227 196	24 456	251 652	1 498 455	482 869	141 674	251 652	876 195	457 260
w roku 2021	487 739	236 452	15 200	251 652	1 648 301	531 156	141 674	251 652	924 482	558 819
w roku 2022	251 287	246 085	5 567	251 652	1 813 131	584 271	155 841	251 652	991 765	656 366
w roku 2023	5 202	5 202	18	5 220	1 994 444	642 699	171 426	5 220	819 344	1 010 100
w roku 2024					2 193 888	706 968	188 568	-	895 536	1 133 352
w roku 2025					2 413 277	777 665	207 425	-	985 090	1 263 187
w roku 2026					2 654 605	855 432	228 167		1 083 599	1 406 006
w roku 2027					2 920 065	940 975	250 984		1 191 959	1 563 106
w roku 2028					3 212 072	1 035 072	276 083		1 311 155	1 735 917
w roku 2029					3 533 279	1 138 580	303 691		1 442 270	1 926 008
w roku 2030					3 886 607	1 252 438	334 060		1 586 498	2 135 109
w roku 2031					4 275 267	1 377 681	367 466		1 745 147	2 365 120
RAZEM:	2 074 600	2 074 600	447 140	2 521 740	39 338 497	12 676 614	3 743 777	2 521 740	18 942 131	17 261 367

Wnioski:

1. Koszty utrzymania systemu niezmodernizowanego w okresie 20 letnim wyniesie ok. 39,34 mln złotych
2. Koszt utrzymania systemu zmodernizowanego łącznie z inwestycją wyniesie ok. 19 mln zł
3. Korzyść dla Miasta Kołobrzeg w okresie 20 letnim to aż ok. 17 mln złotych.
4. Aby zmieścić się w 10 letnim okresie rozliczenia inwestycji niezbędna rata roczna w wysokości ok. 251tys. zł rocznie [z VAT] przy przewidywanej oszczędności 262 tys. złotych [ceny 2013].
5. Przy 10 letnim okresie spłaty wystąpi oszczędność, rocznie w wysokości ok. 11 tys. zł rocznie. (dla roku "0").

¹ Zgodnie z wytycznymi rachunek należy przeprowadzić zgodnie z definicjami i formatami (min. grupy główne) zawartymi w znowelizowanej ustawie o rachunkowości.

6. Na koniec okresu spłaty inwestycja w modernizację wygeneruje dodatni przepływ pieniężny w wysokości około 1 mln złotych
7. Oszczędność na kosztach utrzymania oświetlenia ulicznego pozwala spłacić inwestycję w ciągu dziesięciu lat, przy oszczędności rocznej ok. 11 tys. czyli 110 tys. na dziesięć lat trwania inwestycji.

10.3. Analiza możliwości inwestycji oświetleniowej w ramach Programu SOWA.

10.3.1. Porównanie kosztów sposobów finansowania zamierzenia inwestycyjnego

W kolejnych punktach zostaną poddane parametry procesu inwestycyjnego jak poniżej:

- a. Wartość inwestycji
- b. Koszty finansowe
- c. Koszty eksploatacyjne
- d. Możliwości sfinansowania inwestycji

10.4. Analiza wrażliwości spłaty inwestycji z oszczędności

10.4.1. Inwestycja realizowana bezpośrednio przez JST, finansowana kredytem bankowym

Tabela 9 Spłata inwestycji kwotą oszczędności 262 652,00 zł, oszczędność 10 000 zł rocznie

Inwestycja finansowana kredytem do 10 lat				
Lp				
1	Wartość inwestycji brutto (z VAT)	2 074 600,00	WIBOR 3M	3,00%
2	Kwota oszczędności	262 652,00	Marża Banku	1,00%
3	Budżet na energię	397 332,10	Oprocentowanie	4,00%
4	Budżet na konserwację	301 708,27	Miesięczna rata	21 054,33
5	Pierwszy miesiąc spłaty	1 styczeń 2015	Czas spłaty [lata]	10 lat
6	Miesięczna rata spłaty	21 054,33	Data ost. Raty	2024-12-31
7	Dopłata rocznie	- 10 000,00	- 833,33	14 077,76
8	Razem na spłaty	252 652,00		
9	Kapitał	Odsetki	Razem	
10	2 074 600,00	444 943,42	2 519 543,42	

Dane finansowe procesu: - okres spłaty 10 lat, miesięczna płatność 21 054,33 zł brutto [z VAT], oszczędność 10000 zł rocznie.

10.4.2. Inwestycja finansowana Pożyczką z NFOŚiGW oraz dotacją 45%, bez karencji spłaty

Splata inwestycji kwotą oszczędności 262 652 zł. Zwrot 140 000 zł z oszczędności.

Tabela 10

Inwestycja finansowana dotacją z NFOŚiGW oraz pożyczką NFOŚiGW do 10 lat				
Lp				
0	Wartość inwestycji brutto (z VAT)	2 074 600,00	WIBOR 3M	-97,00%
1	Wartość dotacji	933 570,00		
2	Wartość rozliczeniowa inwestycji	1 141 030,00	WIBOR 3M	3,00%
3	Kwota oszczędności	262 652,00	Marża Banku	0,00%
4	Budżet na energię	397 332,10	Oprocentowanie	3,00%
5	Budżet na konserwację	301 708,27	Miesięczna rata	10 221,00
6	Pierwszy miesiąc spłaty	sty-15	Czas spłaty [lata]	10 lat
7	Miesięczna rata spłaty	10 221,00	Data ost. Raty	2025-12-31
8	Dopłata rocznie	- 140 000,00	- 11 666,67	
9	Razem na spłaty	122 652,00		779,19
10	Kapitał	Odsetki	Razem	
11	1 141 030,00	198 700,19	1 339 730,19	

Dane finansowe procesu: - okres spłaty 10 lat, miesięczna płatność 10 221,00 zł, zwrot z oszczędności w wysokości 140 000 zł rocznie. Roczna płatność 122 652 zł

10.4.3. Inwestycja finansowana leasingiem finansowym Pożyczką z NFOŚiGW oraz dotacją 45% z karencją dwuletnią.

Splata inwestycji kwotą oszczędności 262 652 zł. Pozostaje 149 000 zł z oszczędności.

Tabela 11

Inwestycja finansowana dotacją z NFOŚiGW oraz pożyczką NFOŚiGW do 10 lat, z 2 letnią karencją spłaty				
Lp				
0	Wartość inwestycji brutto (z VAT)	2 074 600,00	WIBOR 3M	-97,00%
1	Wartość dotacji	933 570,00		
2	Wartość rozliczeniowa inwestycji	1 141 030,00	WIBOR 3M	3,00%
3	Kwota oszczędności	262 652,00	Marża Banku	0,00%
4	Budżet na energię	397 332,10	Oprocentowanie	3,00%
5	Budżet na konserwację	301 708,27	Miesięczna rata	12 054,33
6	Pierwszy miesiąc spłaty	sty-15	Czas spłaty [lata]	10 lat
7	Miesięczna rata spłaty	12 054,33	Data ost. Raty	2025-12-31
8	Dopłata rocznie	- 118 000,00	- 9 833,33	

Dane finansowe procesu: - okres spłaty 10 lat, miesięczna płatność 12 054,33 zł, zwrot z oszczędności 118 000 zł rocznie. W pierwszym roku płynność zostanie poprawiona o 228 000 zł. Przez te dwa lata, narastająco płynność Miasta wzrośnie o **ok. 456 tys. zł.**

10.4.4. Porównanie sposobów finansowania

Tabela 12 Porównanie sposobów finansowania

Porównanie sposobów finansowania inwestycji - wersja LED				
Lp		kredyt JST	Dotacja NFOŚiGW bez karencji	Dotacja NFOŚiGW z karencją 2 lata
1	wartość brutto	2 074 600,00	2 074 600,00	2 074 600,00
2	wartość netto	1 686 666,67	1 686 666,67	1 686 666,67
3	odsetki	444 943,42	198 700,19	228 370,90
4	Dotacja		933 570,00	933 570,00
5	Razem brutto	2 519 543,42	1 339 730,19	1 369 400,90
6	Różnice		- 1 179 813,23	-1 150 142,52
7	Koszt karencji			29 670,71
8	Oszczędność rocznie	338 527,00	338 527,00	338 527,00
9	Koszt kapitału i odsetek rocznie	317 463,19	160 527,00	189 527,00
10	Cash Flow	21 063,81	178 000,00	149 000,00

Komentarz do tabeli nr 9.

1. Najtańszym sposobem finansowania jest dotacja z NFOŚiGW bez karencji. Łączny koszt to kwota **2 519 543,42 zł**. Powoduje to jednak wzrost długu publicznego i pogorszenie struktury bilansu JST w tej kwocie.
2. Droższe jest zrealizowanie inwestycji z dotacją z NFOŚiGW z karencją 2 letnia. Dodatkowy koszt to **29670,71 zł**, na dwa lata trwania dziesięć lat trwania inwestycji. Spowoduje to jednak poprawę płynności gminy w tym okresie, dodatkowo o ok. 301 tys. złotych z tytułu zamrożonych rat kapitałowych. Spłacane będą w tym czasie tylko raty odsetkowe. Łącznie z oszczędnością płynność Miasta powinna się poprawić o ok. 583 tys. przez dwa lata karencji.
3. Oszczędność na energii [256 tys. zł] wystarcza na pokrycie rat odsetkowych i kapitałowych przez okres spłaty inwestycji. Miasto nie zarabia ale też nie ponosi kosztów. Inwestycja jest neutralna dla budżetu miasta.

10.5. Wnioski ostateczne

1. Wskazany w opracowaniu sposób zarządzania kosztami energii przedstawia drogę do obniżania kosztów i zwiększenia efektywności wydawanych publicznych środków finansowych.
2. Zalecanym rozwiązaniem przeprowadzenia modernizacji oświetlenia drogowego na terenie Miasta Kołobrzeg **byłoby przede wszystkim** wykonanie kompleksowej wymiany opraw Energa Oświetlenie SA, z uwagi na zdecydowaną poprawę parametrów oświetleniowych modernizowanych ciągów komunikacyjnych w Wariancie Maksymalnym oraz znacząco niższe koszty eksploatacji. Koszty usługi oświetleniowej świadczonej przez firmę Energa Oświetlenia znacząco odbiegają od cen stosowanych przez inne firmy o podobnym profilu działalności np. Tauron Dystrybucja SA.
3. Modernizacji powinien podlegać również system sterowania oświetleniem ulicznym, na inteligentny, zdalnie zarządzany z Ratusza.
4. Dla odbiorników energii należących do Miasta Kołobrzeg, winne być przeprowadzane przetargi publiczne na konserwację-eksploatację systemu oświetleniowego, ponieważ wartość zamówienie przekracza wartość minimalną określoną w ustawie Pzp, dla której możliwe jest zlecanie zamówień bez przetargu, a taką usługę

mogą również wykonywać inne podmioty. Cena jednostkowa konserwacji w przetargu publicznym, dla systemów niezmodyfikowanych, kształtuje się w granicach 5 zł od punktu oświetleniowego miesięcznie.

5. Wartość przedmiotu zamówienia dla celów zamówienia publicznego to kwota inwestycji netto plus odsetki:

1 885 366,86 zł

10.6. Wartość przedmiotu zamówienia dla celów zamówienia publicznego.

10.6.1. Wartość przedmiotu zamówienia modernizacji.

Wartość przedmiotu Zamówienia		
Lp		
1	Wartość kosztorysowa robót budowlanych/netto/	1 686 666,67
2	Wartość odsetek za okres spłaty	198 700,19
Razem		1 885 366,86

Wartość przedmiotu zamówienia, liczona, jako roboty budowlane /netto/ plus odsetki od spłaty kredytu lub wykupu obligacji komunalnych w okresie rozliczania inwestycji.

10.7. Wartość przedmiotu zamówienia (modernizacji) dla celów Uchwały Rady Miasta.

Wartość przedmiotu Zamówienia		
Lp		
1	Wartość kosztorysowa robót budowlanych/brutto/	2 074 600,00
2	Wartość odsetek za okres spłaty	198 700,19
Razem		2 273 300,19

11. Procedura administracyjna w celu rozpoczęcia inwestycji

11.1. Dokumenty

- Intencyjna Uchwała Rady w sprawie podjęcia zadania energooszczędnej inwestycji
- Uchwała Rady w sprawie finansowania inwestycji długoterminowej. (RIO)
- Wykazanie się prawem do dysponowania nieruchomością na cele budowlane.
- Wystąpienie do ZE o wydanie warunków technicznych modernizacji WTM, w przypadku woli korzystania z konstrukcji wsporczych OSD
- Zawarcie Umowy z ZE o dzierżawę konstrukcji wsporczych w celu zainstalowania oświetlenia drogowego i ulicznego.

12. Załączniki do Analizy

12.1.1. Raporty inwentaryzacyjne

12.1.2. Tabele inwentaryzacyjne Excel

12.1.3. Kosztorysy inwestorskie