



AZO Digital Sp. z o.o.
ul. Trzy Lipy 3, 80-172 Gdańsk
tel. +48 58 555-98-77 fax. +48 58 739 62 30
www.azodigital.com poczta@azodigital.com
NIP 5851426167 REGON 220265550 KRS 0000259041 VIII Wódz. Gosp. KRS Gdansk Kapitał 120 000 PLN



Audyt oświetlenia w ramach programu SOWA dla Gminy Miasta Gdańska



ISO 9001:2008



1. ZLECENIOBIORCA

AZO Digital Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością prowadzi działalność badawczo- rozwojową i produkcyjną w obszarze zaawansowanych technologii oszczędzania energii, sterowania oświetleniem oraz innowacyjnych wysokosprawnych przetwornic napięcia. Nasz dział badawczo-rozwojowy uzyskał patenty w zakresie wysokowydajnej konwersji napięcia oraz kontroli pracy wysokoprężnych lamp wyładowczych. Ideą spółki jest optymalizacja kosztów zużycia energii elektrycznej, potrzebnej do oświetlania terenów zewnętrznych oraz oświetlenia przemysłowego.

2. ZLECENIE

Na zlecenie Zarządu Dróg i Zieleni w Gdańsku (sygn.. akt 12/A/UE/2013), działając w imieniu AZO Digital Sp. z o.o. , niniejszym przedkładamy opracowanie pt. „**Przygotowanie w ramach programu SOWA audytu oświetlenia dla 3993 szt. opraw oświetleniowych, mapy poglądowej lokalizacji przedsięwzięcia, harmonogramu rzeczowo – finansowego całego przedsięwzięcia, koncepcji utrzymania oraz zarządzania powstałą w wyniku realizacji przedsięwzięcia infrastrukturą oświetleniową oraz formularza ekologiczno - technicznego**”.

Z wyrazami szacunku,

PREZES ZARZĄDU

Przemysław Marchlewicz

SPIS TREŚCI:

1. Zleceniobiorca
2. Zlecenie
3. Opis stanu aktualnego wynikający z inwentaryzacji
4. Warianty modernizacji oświetlenia ze wskazaniem kosztów i oszczędności
5. Dokładny opis rekomendowanego do realizacji wariantu
6. Analiza finansowa
7. Analiza oddziaływania na środowisko
8. Koncepcja zarządzania powstałą w wyniku realizacji przedsięwzięcia infrastrukturą oświetleniową w Gdańsku
9. Załączniki
 - pierwotna inwentaryzacja oświetlenia ZDiZ Gdańsk
 - ostateczna, uzupełniona inwentaryzacja oświetlenia ZDiZ Gdańsk
 - analiza finansowa dla wybranego wariantu
 - analiza porównawcza dla wariantu odrzuconego
 - mapa pogładowa przedsięwzięcia
 - przykładowe badania fotometryczne
 - tabela ograniczenia wielkości emisji
 - umowy dot. Konserwacji infrastruktury
 - uchwały Rady Miasta Gdańska dotyczące przekazania uprawnień na rzecz ZDiZ w zakresie zarządzania oświetleniem.

3. OPIS STANU AKTUALNEGO WYNIKAJĄCY Z INWENTARYZACJI

Przedmiotem opracowania według zlecenia Zarządu Dróg i Zieleni w Gdańsku jest przygotowanie w ramach programu SOWA audytu oświetlenia dla 3.993 szt. opraw oświetleniowych, mapy poglądowej lokalizacji przedsięwzięcia, harmonogramu rzeczowo- finansowego całego przedsięwzięcia, koncepcji utrzymania oraz zarządzania powstałą w wyniku realizacji przedsięwzięcia infrastrukturą oświetleniową oraz formularza ekologiczno- technicznego.

W celu realizacji audytu odbyto szereg spotkań z przedstawicielami Zarządu Dróg i Zieleni oraz poddano weryfikacji przyjęte założenia.

Pierwotna inwentaryzacja przekazana przez ZDiZ Gdańsk stanowi załącznik nr 1 do niniejszego opracowania.

W wyniku weryfikacji założeń, po konsultacji z Zarządem Dróg i Zieleni podjęto decyzję o zmianie zakresu realizowanej modernizacji oświetlenia. Zmianie uległy niektóre modernizowane ulice oraz sumaryczna ilość opraw oświetleniowych.

Modernizowane (wymieniane) oprawy, jakkolwiek dzięki zaangażowaniu Zarządu Dróg i Zieleni sprawne technicznie, wykazują znaczny stopień zużycia i były montowane latach 80-tych i 90-tych XX wieku. Ich stan techniczny uzasadnia wymianę.

Dobierając oprawy przewidziane do wymiany Zarząd Dróg i Zieleni kierował się ich stanem technicznym na tle całości miejskiej infrastruktury

oświetleniowej. Do modernizacji przewidziano oprawy najstarsze wiekiem i w najgorszym stanie technicznym w różnych częściach Miasta Gdańsk.

Ostateczna i poddawana analizie **inwentaryzacja** stanowi załącznik nr 2 do niniejszego opracowania.

Przyjęte założenia do audytu są następujące:

- **W zakresie przewidzianym do modernizacji oświetlenia zainstalowanych jest łącznie 3745 punktów świetlnych.**
- **Moc zainstalowana powyższych punktów świetlnych przewidzianych do modernizacji wynosi 654,069 kW**
- **Energochłonność stanu istniejącego oświetlenia wynosi 0,175 kW/pkt św.**

Zgodnie z przedłożoną inwentaryzacją oświetlenia dla wybranych ciągów komunikacyjnych, dla których przewidziano modernizację oświetlenia, ilość punktów świetlnych wynosi **3745 szt.** (tyle punktów świetlnych zostanie objętych zakresem modernizacji w ramach programu SOWA). Łączna moc zainstalowana tych punktów świetlnych wynosi 655.375 kW. Energochłonność oświetlenia jako stosunek mocy zainstalowanej do ilości punktów świetlnych wynosi **0,175 kW/pkt św.** Obliczony wskaźnik energochłonności oświetlenia **wskazuje jednoznacznie na potrzebę przeprowadzenia energooszczędnej modernizacji oświetlenia dla wybranych ciągów komunikacyjnych zgodnie z przedłożonym zestawieniem inwentaryzacyjnym.**

W ramach stanu istniejącego zidentyfikowano następujące moce opraw oświetleniowych:

oprawy sodowe 70W - 373 szt.

oprawy sodowe 100W - 848 szt.

oprawy sodowe 150W - 1757 szt.

oprawy sodowe 250W - 665 szt.

oprawy sodowe 400W - 102 szt.

Celem przeprowadzenia energooszczędnej modernizacji oświetlenia drogowego jest:

- unowocześnienie oświetlenia, poprawa jego jakości i standardu, a co za tym idzie zwiększenia bezpieczeństwa ruchu kołowego i przechodniów na drodze,
- obniżenie energochłonności zainstalowanych punktów świetlnych, zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na cele oświetlenia drogowego, zmniejszenie kosztów zużycia energii elektrycznej oraz redukcja mocy zainstalowanej punktów świetlnych bez pogorszenia parametrów oświetleniowych na drodze,
- wdrożenie energooszczędnego, trwałego i niezawodnego, o najwyższych i ściśle określonych parametrach technicznych, użytkowych i fotometrycznych sprzętu oświetleniowego oraz innych rozwiązań technicznych gwarantujących obniżenie mocy zainstalowanej oraz odpowiednio wysoki standard oświetlenia.

Moce opraw oświetleniowych (standard – dane znamionowe) = moc lampy + straty na stateczniku elektromagnetycznym

oprawy sodowe 70W – 0,083 kW

oprawy sodowe 100W – 0,115 kW

oprawy sodowe 150W – 0,169 kW

oprawy sodowe 250W - 0,277 kW

oprawy sodowe 400W - 0,436 kW

Powyższe moce jednostkowe opraw oświetleniowych zastosowano do wyliczenia łącznej mocy zainstalowanej wszystkich punktów świetlnych w zakresie przewidzianym do modernizacji.

Dobór parametrów oświetlenia drogowego i wymagań oświetleniowych, a w konsekwencji dobór właściwego sprzętu oświetleniowego (moc oprawy) dla poszczególnych klas ulic i dróg i klas oświetlenia następuje **na podstawie normy oświetleniowej PN-EN 13201-„Oświetlenie dróg”**.

Zastosowana w opracowanym audycie oświetlenia bardzo ostrożnościowa zamiana opraw o określonej mocy na moc o jeden stopień niższą, pozostawienie opraw o mocy na tym samym poziomie i zastosowanie określonej redukcji mocy opraw w porze wieczorowo-nocnej, kiedy natężenie ruchu wyraźnie spada, umożliwi utrzymanie parametrów oświetlenia zgodnych z wymogami normy, gdyż wymianie opraw podlegać będą oprawy już wyeksploatowane na oprawy nowe o znacznie lepszych parametrach fotometrycznych. Przeprowadzone obliczenia kontrolne parametrów dla wybranych ciągów komunikacyjnych potwierdzają nasze stanowisko. **Zmodernizowana infrastruktura z całą pewnością będzie spełniała wymogi normy oświetleniowej PN-EN 13201-„Oświetlenie dróg”**

Zarząd Dróg i Zieleni rozlicza się z energetyką ENERGA – OBRÓT S.A. z tytułu kosztów zużycia energii elektrycznej i dystrybucji częściowo w taryfie C11 i C12b. Na podstawie dostępnych dokumentów, tj. faktur określono średnią wartość za 1 kWh zużycia energii elektrycznej na poziomie **0,59 zł/kWh brutto**. I taką wartość przyjmujemy do wyliczenia kosztów zużycia energii elektrycznej w stanie istniejącym i projektowanym dla zakresu przewidzianego do modernizacji oświetlenia drogowego.

Zakładamy, że nominalny czas świecenia urządzeń oświetleniowych w ciągu roku wynosi 4024 godziny (założenie wynikające z programu finansowania SOWA).

Koszt energii elektrycznej w stanie istniejącym dla zakresu przewidzianego do modernizacji oświetlenia drogowego wynosi:

$$\text{Cena} = 655,375 \text{ kW} \times 0,59 \text{ zł/kWh} \times 4024 \text{ h} = \underline{1.556.000 \text{ zł}}$$

W zakresie modernizacji oświetlenia drogowego dla wskazanych ciągów komunikacyjnych (zgodnie z zestawieniem inwentaryzacyjnym) przewidziano wymianę wyeksploatowanych energochłonnych opraw oświetleniowych sodowych na oprawy energooszczędne z zastosowaniem elektronicznych układów zapłonowych. Po analizie stwierdza się, że zastosowane zostaną oprawy oświetleniowe uliczne z lampami sodowymi wysokoprężnymi o mocy 70, 150 i 250W i oprawy oświetleniowe parkowe z lampami sodowymi 70W (oprawy w ciągach drogowych, zasilane na odczepach z istniejących słupów oświetlenia ulicznego bez możliwości wydzielania), wyposażone w elektroniczne układy zapłonowe, które w określonych godzinach w porze wieczorowo-nocnej będą funkcjonowały jako reduktory mocy zainstalowanej przyczyniając się do obniżenia energochłonności oświetlenia, redukcji mocy a co za tym idzie zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na cele oświetlenia drogowego. Szczegółowa analiza wariantów stanowi przedmiot kolejnych rozdziałów audytu.

4. WARIANTY MODERNIZACJI OŚWIETLENIA ZE WSKAZANIEM KOSZTÓW I OSZCZĘDNOŚCI

Dla potrzeb niniejszego opracowania porównaniu poddano 4 możliwe warianty modernizacji:

1. modernizacja polegająca na wymianie opraw na oprawy typu LED.
2. wariant mieszany.
3. modernizacja polegająca na wymianie opraw na energooszczędne oprawy sodowe z zapłonnikami elektromagnetycznymi;
4. modernizacja polegająca na wymianie opraw na energooszczędne oprawy sodowe z zapłonnikami elektronicznymi z redukcją mocy;

Ad. 1.

Wariant modernizacji przy użyciu opraw LED jako zamienników dla opraw sodowych oparto na tych samych założeniach co przy modernizacji opraw sodowych- szczegółowo opisany w rozdziale 5 niniejszego audytu. Następnie, zgodnie z przyjętymi w branży oświetleniowej parametrami, dokonano zamiany opraw :

- Oprawy sodowe 70W i 100 W zostały zamienione na oprawy LED 57W;

- Oprawy sodowe 150 W zostały zamienione na oprawy LED 115W;

Oprawy sodowe 250W i 400W zostały zamienione na oprawy LED 131 W;

Uzyskano następujące moce:

1221 szt x 57W (0,057 kW) = 69,597 kW

1757 szt x 115W (0,115kW) = 202,055 kW

767 szt x 131W (0,131kW) = 100,477 kW

372,129 kW

Koszt energii elektrycznej (wymiana opraw istniejących na oprawy diodowe)

$$\text{Cen} = 372,129 \text{ kW} \times 0,59 \text{ zł/kWh} \times 4024 \text{ h} = \underline{883.494 \text{ zł}}$$

Koszt energii elektrycznej w stanie istniejącym = 1.556.000 zł

Roczne oszczędności kosztów energii dla wariantu porównawczego

$$1.556.000 - 883.494 \text{ zł} = \underline{672.000 \text{ zł}}$$

Dla porównania oszczędności roczne kosztów energii dla wymiany opraw z elektronicznymi zapłonnikami wyniosły ok. 656.000 zł, czyli koszty te są porównywalne z oszczędnościami kosztów dla wariantu porównawczego (42%).

Koszty realizacji zadania

Demontaż istniejących opraw – 3745 szt x 130 zł = 486.850 zł netto

Montaż opraw ledowych 57W (materiał) = 1221 szt x 1255 zł = 1.532.355 zł netto

Montaż opraw ledowych 115W (materiał) = 1757 szt x 1560 zł = 2.740.920 zł netto

Montaż opraw ledowych 131W (materiał) = 767 szt x 1715 zł = 1.315.405 zł netto

Montaż opraw ledowych (robocizna) = 3745 szt x 95 zł = 355.775 zł netto

Łączny koszt netto = 6.431.305 zł

Łączny koszt brutto = 7.910.505 zł, co daje kwotę 2112 zł brutto/1 pkt świetlny

Wartość inwestycji na jeden punkt świetlny brutto: 2.112 zł

Całkowita wartość inwestycji: 7.910.505 zł

Roczne oszczędności: 672.000 zł

Procent oszczędności: 42,2%

Wskaźnik DGC: 20,39

Wniosek: analizowany wariant spełnia wymogi programu SOWA, jest jednak najdroższy w realizacji.

Ad. 2.

Wariant mieszany zakładał częściową modernizację przy użyciu energooszczędnych opraw sodowych z zapłonnikami elektronicznym i częściową modernizację z zapłonnikami elektronicznym. W toku analizy stwierdzono, że mając na uwadze chęć osiągnięcia najlepszych efektów oszczędnościowych oraz porównywalność w stosunku do stanu istniejącego z dokładnością do obwodu, a także problemy techniczne, uzasadnionym jest utrzymanie jednolitej stosowanej technologii. Dlatego postanowiono odstąpić od tego wariantu na etapie analizy wstępnej.

Ad. 3.

Wariant modernizacji przy użyciu opraw sodowych z zapłonnikami elektromagnetycznymi jako zamienników dla opraw sodowych obecnie istniejących, oparto na tych samych założeniach co przy modernizacji opraw sodowych z zapłonnikami elektronicznymi- szczegółowo opisany w rozdziale 5 niniejszego audytu.

Koszt energii elektrycznej w stanie istniejącym dla zakresu przewidzianego do modernizacji oświetlenia drogowego

$$\text{Cena} = 655,375 \text{ kW} \times 0,59 \text{ zł/kWh} \times 4024 \text{ h} = \underline{1.556.000 \text{ zł}}$$

Koszt energii elektrycznej po wymianie opraw oświetleniowych z zastosowaniem układów elektromagnetycznych (bez zastosowania redukcji)

- oprawy 70W (bez zmian) - 373 szt x 0,083 kW = 30,959 kW
- oprawy 100W (zamiana na 70W) - 848 szt x 0,083 kW = 70,384 kW
- oprawy 150W (bez zmian) - 1757 szt x 0,169 kW = 296,933 kW
- oprawy 250W (bez zmian) - 665 szt x 0,277 kW = 184,205 kW
- oprawy 400W (zamiana na 250W) - 102 szt x 0,277 kW = 28,254 kW

Łącznie	3745 szt	610,735 kW
----------------	-----------------	-------------------

Energochłonność = 0,163 kW/pkt św

Cena = 610,735 kW x 0,59 zł/kWh x 4024h = 1.450.000 zł

Roczne oszczędności kosztów energii oświetlenia obejmujące punkty świetlne (3745 szt), w których zainstalowane będą układy elektromagnetyczne

$\Delta \text{Cen} = 1.556.000 \text{ zł} - 1.450.000 \text{ zł} = \underline{106.000 \text{ zł}}$ – roczne oszczędności kosztów energii.

Łączny koszt realizacji zadania brutto z 23% podatkiem VAT jest porównywalny z wariantem (1.353 zł brutto na punkt) wymiany opraw z elektronicznymi zapłonnikami i wynosi ok. 5.067.000 zł

Roczne oszczędności kosztów energii zgodnie z powyższym wyliczeniem wynoszą ok 106.000 zł, czyli ok 6,6%.

Wartość inwestycji na jeden punkt świetlny brutto: 1.353 zł

Całkowita wartość inwestycji: 5.067.000 zł

Roczne oszczędności: 106.000 zł

Procent oszczędności: 6,6%

Wskaźnik DGC: 1651,79

Wniosek: analizowany wariant, jakkolwiek najtańszy w realizacji, nie spełnia kryteriów programu SOWA

Ad. 4.

Wariant modernizacji przy użyciu opraw sodowych z zapłonnikami elektronicznymi jako zamienników dla opraw sodowych oparto na założeniach szczegółowo opisanych w rozdziale 5 niniejszego audytu. Osiągnięto następujące wyniki:

Wartość inwestycji na jeden punkt świetlny brutto: 1.599 zł

Całkowita wartość inwestycji: 5.988.255 zł

Roczne oszczędności: 656.000 zł

Procent oszczędności: 42 %

Wskaźnik DGC: -187,90

Z porównania kosztów (we wszystkich wariantach są one porównywalne) i pozostałych parametrów, w zakresie wymiany opraw energochłonnych na energooszczędne oraz z uzyskanych oszczędności wynika, że wariant wymiany opraw z zainstalowanymi w nich elektronicznymi układami zapłonowymi jest najbardziej korzystny (oszczędności na poziomie kwoty 656.000 zł czyli ok 42%).

W związku z powyższym rekomendujemy do realizacji wariant zadania wymiany opraw oświetleniowych z energochłonnych na energooszczędne z zainstalowanymi w nich elektronicznymi statecznikami – elektronicznymi układami zapłonowymi.

5. DOKŁADNY OPIS REKOMENDOWANEGO DO REALIZACJI WARIANTU

Do realizacji zadania modernizacji oświetlenia drogowego dla zakresu określonego przez Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku, w ramach niniejszego audytu, przyjęto wariant wymiany opraw oświetleniowych z zainstalowanymi w nich elektronicznymi układami zapłonowymi i systemem sterowania. Realizacji podlegać będzie 3745 punktów świetlnych.

Ze względu na racjonalne zużycie energii elektrycznej, obniżenie energochłonności oświetlenia oraz redukcję mocy zainstalowanej zaprojektowano oprawy oświetleniowe z wysokoprężnymi lampami sodowymi o mocy 70, 150 i 250 W. Przewidziano zastosowanie w tych oprawach oświetleniowych jednoelementowych elektronicznych układów stabilizacyjno-zapłonowych do lamp sodowych wysokoprężnych z mikroprocesorowym kontrolerem, regulacją mocy świecenia źródeł światła, autonomicznym zegarem astronomicznym oraz złączem, które pozwala na tworzenie inteligentnych systemów sterowania instalacjami oświetlenia drogowego z dwukierunkową komunikacją (przy wykorzystaniu istniejącej infrastruktury) oraz systemem zarządzania stosowanym w infrastrukturze należącej do miasta Gdańska.

Parametry techniczne elektronicznych układów zapłonowych:

- zintegrowany sterowany procesorowo układ zapłonowy stabilizujący parametry źródła światła,
 - wysokoczęstotliwościowa praca dla maksymalnej efektywności,

- stabilny układ zapłonowy do 5 kV pozwalający na zapłon rozgrzanych źródeł światła,
 - pełna kontrola łuku wyładowczego pozwalająca na zwiększenie jasności świecenia i wydłużenie czasu pracy źródła światła,
 - brak efektu stroboskopowego,
 - „miękki start” oraz stabilna praca z eliminacją rezonansów akustycznych źródła światła, brak efektu migotania
- zużycie energii do 50% mniejsze w stosunku do tradycyjnych stateczników elektromagnetycznych,
 - znacznie wydłużony czas pracy źródeł światła dzięki mikroprocesorowemu sterowaniu łukiem wyładowczym, praca z wyeksploatowanymi źródłami światła, które w tradycyjnych układach już „mrugają” lub nie zapalają się wcale,
 - limitacja mocy uszkodzonego źródła światła w celu utrzymania jego ciągłej pracy,
 - współczynnik kompensacji mocy biernej $\cos \phi > 0,95$ (0,98), ograniczenie strat mocy biernej niemal do zera,
 - szeroki zakres napięć zasilających od 190 V – 270 V, stabilna praca w każdych warunkach zasilania, wydłużenie czasu życia źródła światła,
 - autonomiczne, kalendarzowe sterowanie mocą źródła światła (ściemnianie o określonej porze wieczorowo-nocnej),
 - możliwość zdalnej kontroli zarówno czasem jak i jasnością świecenia źródeł światła, współpraca z czujnikami oświetlenia,
 - otwarte złącze sterujące.

Na etapie sporządzania dokumentacji projektowej do realizacji projektu wykonawczego, realizowanego na podstawie niniejszego audytu, dopuszczalne są zmiany szczegółowych parametrów zapłonników (w zależności od wyników

badań fotometrycznych) bez szkody dla efektu ekologicznego i wzrostu kosztów z tytułu utrzymania infrastruktury.

Oprawa oświetleniowa

Oprawa oświetleniowa uliczna z lampą wysokoprężną 70, 150 i 250 W posiada budowę dwukomorową. Stopień szczelności oprawy: IP66 dla komory lampy oraz co najmniej IP66 dla komory osprzętu elektrycznego. Oprawa wyposażona w system „oddychania” komory optycznej pozwalający na jednokierunkową wymianę powietrza z otoczeniem. Odbłyśnik oprawy jednoczęściowy, pełny, głęboko tłoczony i chemicznie polerowany, wykonany z aluminium o wysokiej czystości, chroniony od góry pokrywą przed bezpośrednim wpływem czynników atmosferycznych, zabezpieczony przed korozją. Układ optyczny umożliwia regulację rozsyłu strumienia świetlnego po przez zmianę położenia źródła światła względem odbłyśnika. Korpus oraz pokrywa oprawy wykonane jako cienkościenny odlew aluminiowy odporny na czynniki atmosferyczne i promieniowanie UV, malowany proszkowo. Klosz oprawy wykonany ze szkła hartowanego odpornego na uderzenia min. IK 08 i promieniowanie UV. Dostęp do komory układu zasilającego, oraz wymiana źródła światła odbywa się bez użycia narzędzi. Pokrywa po otwarciu zabezpieczona przed samo zamknięciem i wyrwaniem. Przy wymianie i obsłudze układów stabilizacyjno-zapłonowych komora optyczna oprawy nie może ulec rozszczelnieniu. Materiały, z których wykonano oprawę gwarantują jej sprawne użytkowanie przez minimum 15 lat. Dane fotometryczne oprawy winny znajdować się w ogólnie dostępnym komputerowym programie obliczeniowym. Ze względów estetycznych poszczególne moce oprawa muszą posiadać ten sam kształt, jedna rodzina opraw. Główne elementy konstrukcyjne oprawy (korpus, pokrywy, odbłyśniki, klosze winny być wykonane

z materiałów podlegających ponownemu przerobowi (tzw. „Oprawa przyjazna środowisku”). Oprawy muszą posiadać deklarację zgodności CE producenta.

Na etapie sporządzania dokumentacji projektowej do realizacji projektu wykonawczego, realizowanego na podstawie niniejszego audytu, dopuszczalne są zmiany szczegółowych parametrów oprawy (w zależności od wyników badań fotometrycznych) bez szkody dla efektu ekologicznego i wzrostu kosztów z tytułu utrzymania infrastruktury.

System zarządzania

Miasto w chwili obecnej korzysta z systemu zdalnego monitorowania i zarządzania infrastrukturą oświetleniową CPA net i planuje rozszerzenie systemu zarządzania na całość infrastruktury, pozostawiając jednak możliwość zmiany dostawcy systemu.

W ramach niniejszego audytu przewiduje się zastosowanie systemu zdalnego monitorowania i zarządzania oświetleniem przez stronę www., w czasie rzeczywistym, z pozycji komputera lub urządzenia mobilnego. System powinien umożliwiać sterowanie oświetleniem w zależności od warunków pogodowych i natężenia ruchu ulicznego, a także posiadać wbudowany odbiornik GPS, dzięki czemu urządzenie będzie zdolne obliczać optymalne czasy wschodu i zachodu słońca w zależności od położenia geograficznego. Dodatkowo z GPS pobierany winien być dokładny czas, co eliminuje konieczność okresowej korekty zegara w urządzeniu. Umożliwia odczyt podstawowych parametrów sieci, oraz sterowanie redukcją mocy. System ma pozwalać w sposób racjonalny zarządzać oświetleniem ulicznym.

Na etapie sporządzania dokumentacji projektowej do realizacji projektu wykonawczego, realizowanego na podstawie niniejszego audytu, dopuszczalne są zmiany szczegółowych parametrów systemu (w zależności od wyników badań fotometrycznych i efektywności energetycznej) bez szkody dla efektu ekologicznego i wzrostu kosztów z tytułu utrzymania infrastruktury.

Metodologia przyjęta przy przygotowaniu projektu modernizacji

Niniejszy audyt nie stanowi kompletnego projektu wykonawczego modernizacji oświetlenia- w celu jego weryfikacji niezbędne będzie zlecenie prac projektowych w przyszłości. Mając na uwadze wymagania programu SOWA- nie ma obowiązku na tym etapie przedstawiania kompletnego projektu wykonawczego.

Inwentaryzacja przekazana przez Zlecającego posiada daleko zaawansowany poziom szczegółowości, a także jest kompletna i zweryfikowana przez Zleceniobiorcę. Dla określonych sposobu modernizacji punktów świetlnych przyjęto metodologię opartą o:

- wycinkowe badania fotometryczne przeprowadzone na infrastrukturze oświetleniowej;
- parametry fotometryczne i techniczne energooszczędnych opraw oferowanych przez czołowych producentów;
- literaturę fachową;
- doświadczenie projektanta, który przeprowadził w ciągu ostatnich 20 lat niemal 200 modernizacji oświetlenia w gminach;
- wizyty terenowe;
- uwagi ze strony Zamawiającego.

Projekt audytu nie zakłada montażu nowych punktów świetlnych, a jedynie oparcie się o istniejące słupy oświetleniowe i wysięgniki (z założeniem rezerwy kosztowej na ewentualną wymianę wysięgnika)- nie przewiduje się montażu dodatkowych punktów oświetleniowych. Takie podejście ma swoje uzasadnienie w fakcie, iż oświetlenie było projektowane w latach ubiegłych zgodnie ze stosownymi normami, a projekt stanowi jedynie modernizację. Z wymienionych wyżej materiałów wynika, że ilość światła wytwarzanego przez infrastrukturę oświetleniową jest zbyt duża, co spowodowane jest generalnie mniejszą restrykcyjnością obecnie stosowanych norm oświetleniowych. Z zastrzeżeniem konieczności dokonania badania terenowego można przyjąć, że obecnie stosowane normy oświetleniowe (PN-EN 13201-„Oświetlenie dróg”) są utrzymywane już w sytuacji, gdy średnia moc punktu świetlnego w miastach i gminach wynosi ok. 105W – 110W, tymczasem średnia moc punktu w Gdańsku wynosi 175,5W.

Przyjmuje się powszechnie, że na drogach krajowych i wojewódzkich maksymalna moc zainstalowanego punktu świetlnego nie przekroczy 150W, na drogach powiatowych – 100W, na drogach miejskich i osiedlowych 70W.

Mając powyższe na uwadze, przyjęto następujące założenia dotyczące wymiany opraw:

1. Oprawy 70W zostaną zamienione na równoważne oprawy 70W z zapłonnikami elektronicznym umożliwiającym redukcję mocy do 50W, w zadanych porach (23.00-5.00);
2. Oprawy 100W zostaną zamienione na oprawy 70W z zapłonnikami elektronicznym umożliwiającym redukcję mocy do 50W, w zadanych porach (23.00-5.00);

3. Oprawy 150 W zostaną zamienione na równoważne oprawy 150 W z zapłonnikami elektronicznymi, ustawione z redukcją startową do 120W i możliwością dalszej redukcji do 80W w zadanych porach (23.00-5.00);
4. Oprawy 250W zostaną zamienione na równoważne oprawy 250W z zapłonnikami elektronicznymi, ustawione z redukcją startową do 200W i możliwością dalszej redukcji do 140W w zadanych porach (23.00-5.00);
5. Oprawy 400W zostaną zamienione na oprawy 250W z zapłonnikami elektronicznymi i możliwością dalszej redukcji do 180W w zadanych porach (23.00-5.00).

Należy zwrócić uwagę, że przyjęte założenia dotyczące wymiany infrastruktury są bardzo ostrożne- w opinii Zleceńbiorky z dokumentacji projektowej wyniknie możliwość osiągnięcia większych oszczędności, np. poprzez możliwość wymiany opraw o mocy 150 W na oprawy 100W. Jednak przyjęcie wariantu ostrożnościowego pozwoli na bezpieczne utrzymanie wskaźników rezultatu projektu w ramach programu SOWA.

Dodatkowo, mając na uwadze stosowany już przez Zamawiającego w infrastrukturze system, zaproponowano instalację w szafach oświetleniowych systemu zarządzania.

Koszty inwestycji zostały określone na podstawie zebranych danych rynkowych oraz założeń stosowanych w porównywalnych dokumentacjach projektowych. Zestawienie niezbędnych działań i kosztów zamieszczono poniżej.

L.p.	Nazwa towaru/usługi	ilość	koszt jednostkowy netto	wartość netto
		szt.	zł	zł
1	Oprawy oświetleniowe	3745	350,00	1 310 750,00
2	Źródła jednojarznikowe, tzw. Long life	3745	80,00	299 600,00
3	Zapłonniki elektroniczne	3745	280,00	1 048 600,00
4	Dodatkowe elementy montażowe (np. wyciągniki, okablowanie)	3745	203,00	760 235,00
5	Montaż i uruchomienie modernizowanych elementów oświetleniowych	3745	220,00	823 900,00
6	System zarządzania oświetleniem ulicznym - urządzenia	1	374 500,00	374 500,00
7	Oprogramowanie do systemu zarządzania oświetleniem ulicznym	1	187 250,00	187 250,00
8	Utylizacja zdemontowanych elementów oświetlenia	3745	1,00	3 745,00
9	Dokumentacja techniczna	1	59 920,00	59 920,00
	RAZEM			4 868 500,00

Koszt modernizacji oświetlenia ulicznego w przyjętym wariantcie w przeliczeniu na jeden punkt oświetleniowy wyniesie:

1300 ZŁ NETTO+23% VAT= 1.599 ZŁ BRUTTO

Całość inwestycji: 4.868.500 zł netto= 5.988.255 zł brutto.

Ilość projektowanych punktów świetlnych (podlegających wymianie i wyposażonych w elektroniczne zapłonniki) oraz moc zainstalowana:

- oprawy 70W (bez zmian) - 373 szt x 0,083 kW = 30,959 kW
- oprawy 100W (zamiana na 70W) - 848 szt x 0,083 kW = 70,384 kW
- oprawy 150W (bez zmian) - 1757 szt x 0,169 kW = 296,933 kW
- oprawy 250W (bez zmian) - 665 szt x 0,277 kW = 184,205 kW
- oprawy 400W (zamiana na 250W) - 102 szt x 0,277 kW = 28,254 kW

Łącznie	3745 szt	610,735 kW
----------------	-----------------	-------------------

Po skorygowaniu powyższego zestawienia otrzymujemy następujące:

- oprawy 70W (zapł. elektroniczny 70W) - $1221 \text{ szt} \times 0,083 \text{ kW} = 101,343 \text{ kW}$
- oprawy 150W (zapł. elektroniczny 150W)- $1757 \text{ szt} \times 0,169 \text{ kW} = 296,933 \text{ kW}$
- oprawy 250W (zapł. elektroniczny 250W) - $767 \text{ szt} \times 0,277 \text{ kW} = 212,459 \text{ kW}$

Łącznie	3745 szt	610,735 kW
----------------	-----------------	-------------------

- **Moc zainstalowana – 610,735 kW** (jest to moc zainstalowana wszystkich opraw oświetleniowych, w których zainstalowane będą docelowo elektroniczne układy zapłonowe, moc ta odpowiada aktualnie mocy zainstalowanej opraw oświetleniowych wyposażonych chwilowo w układ elektromagnetyczny).
- **Energochłonność oświetlenia – 0,163 kW/pkt świetl.**

Powyższe dane dotyczą wymiany opraw oświetleniowych energooszczędnych na energooszczędne w przypadku, gdy nie wyposażono by tych opraw w elektroniczne układy zapłonowe. W dalszej analizie przedstawiamy kolejny wariant do realizacji (i taki wariant w założeniach będzie realizowany), w którym energooszczędne oprawy będą wyposażone w elektroniczne układy zapłonowe, co przyczyni się do uzyskania dalszych znaczących oszczędności w kosztach zużycia energii elektrycznej i redukcji mocy zainstalowanej i energochłonności oświetlenia.

Zakładamy, że nominalny czas świecenia urządzeń oświetleniowych w ciągu roku wynosi 4024 godziny (założenie wynikające z programu finansowania SOWA).

Zakładamy, że oprawy oświetleniowe wyposażone w elektroniczne zapłoniki z zastosowaną redukcją mocy zainstalowanej, będą funkcjonowały każdego dnia w ciągu roku pomiędzy godz. 23 i 5 rano, czyli 6 godzin/dobę. W ciągu roku (365 dni) czas świecenia opraw oświetleniowych wyposażonych w elektroniczne zapłoniki **z redukcją mocy** wynosi **2190 godzin**. Oznacza to, że czas świecenia opraw oświetleniowych wyposażonych w elektroniczne zapłoniki **bez redukcji mocy** wynosi: $4024 \text{ godzin} - 2190 \text{ godzin} = 1834 \text{ godziny}$.

Oprawy oświetleniowe energooszczędne będą wyposażone w elektroniczne układy zapłonowe i w związku z tym moce opraw oświetleniowych będą kształtowały się następująco, co zostanie wyliczone poniżej przy założeniu:

- 1 przypadek – w istniejących oprawach oświetleniowych zostaną zainstalowane elektroniczne zapłoniki, ale nie zastosowano redukcji mocy zainstalowanej,
- 2 przypadek – w istniejących oprawach oświetleniowych zostały zainstalowane elektroniczne zapłoniki i dodatkowo zastosowano redukcję mocy zainstalowanej w określonych godzinach w porze wieczorowo-nocnej – pomiędzy godz. 23 i 5 rano, tj. 6 godz/dobę.

Zastosowano następującą redukcję mocy zainstalowanej dla poniższych opraw w celu osiągnięcia parametrów określonych w programie SOWA:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| – oprawa sodowa 70W (bez zmian) | – 70W/50W |
| – oprawa sodowa 100W (zamiana na 70W) | – 70W/50W |
| – oprawa sodowa 150W (bez zmian) | – 120W/80W |

- oprawa sodowa 250W (bez zmian) – 200W/140W
- oprawa sodowa 400W (zamiana na 250W) – 250W/180W

W związku z zastosowaną powyżej redukcją mocy zainstalowanej, moce opraw oświetleniowych z zainstalowanymi w nich elektronicznymi zapłonnikami będą następujące (rozpatrujemy 2 przypadki, o których mowa powyżej):

Ad 1 przypadek

Wyliczona moc wszystkich opraw oświetleniowych (elektroniczne zapłonniki są zainstalowane w oprawach oświetleniowych, ale układ jest wyłączony, tzn. **nie występuje redukcja mocy zainstalowanej**).

$P = 1221 \text{ szt} \times 0,070 \text{ kW} + 1757 \text{ szt} \times 0,120 \text{ kW} + 665 \text{ szt} \times 0,200 \text{ kW} + 102 \text{ szt} \times 0,250 \text{ kW} = 85,47 \text{ kW} + 210,84 \text{ kW} + 133,00 \text{ kW} + 25,50 \text{ kW} = \mathbf{454,81 \text{ kW}}$
 - moc zainstalowana **nie podlegająca redukcji**, czas świecenia **1834 godz.**

Ad 2 przypadek

Wyliczona moc wszystkich opraw oświetleniowych (elektroniczne zapłonniki są zainstalowane w oprawach oświetleniowych, układ jest włączony, tzn. **występuje redukcja mocy zainstalowanej w określonych godzinach wieczorowo-nocnych**).

$P = 1221 \text{ szt} \times 0,050 \text{ kW} + 1757 \text{ szt} \times 0,080 \text{ kW} + 665 \text{ szt} \times 0,140 \text{ kW} + 102 \text{ szt} \times 0,18 \text{ kW} = 61,05 \text{ kW} + 140,56 \text{ kW} + 93,10 \text{ kW} + 18,36 \text{ kW} = \mathbf{313,07 \text{ kW}}$ -
 moc zainstalowana **podlegająca redukcji**, czas świecenia **2190 godz.**

454,81 kW – moc zainstalowana **nie podlegająca redukcji**, czas świecenia – **1834 godz.**

313,07 kW – moc zainstalowana **podlegająca redukcji**, czas świecenia – **2190 godzin**

Roczne oszczędności kosztów energii dla zakresu przewidzianego do modernizacji oświetlenia drogowego

Koszt energii elektrycznej po wymianie opraw oświetleniowych z zastosowaniem elektronicznych zapłonników (uwzględniono redukcję mocy zainstalowanej w określonych godzinach wieczorowo-nocnych)

$$\text{Cen} = 454,81 \text{ kW} \times 0,59 \text{ zł/kWh} \times 4024 \text{ h} \times (1834 \text{ h} / 4024 \text{ h}) + 313,07 \text{ kW} \times 0,59 \text{ zł/kWh} \times 4024 \text{ h} \times (2190 \text{ h} / 4024 \text{ h}) = 492.132 \text{ zł} + 404.518 \text{ zł} = 897.000 \text{ zł}$$

Roczne oszczędności kosztów energii oświetlenia obejmujące punkty świetlne (3745 szt), w których zainstalowane będą elektroniczne zapłonniki
 $\Delta \text{Cen} = 1.556.000 - 897.000 \text{ zł} = \underline{659.000 \text{ zł}}$ – roczne oszczędności kosztów energii.

Koszty realizacji zadania dla zakresu przewidzianego do modernizacji oświetlenia drogowego

Wymiana energochłonnych opraw oświetleniowych na energooszczędne zainstalowanymi w nich elektronicznymi zapłonnikami dla zestawionych poniżej punktów świetlnych:

Oprawy sodowe 70W – 1136 szt

Oprawy sodowe 150W – 1757 szt

Oprawy sodowe 250W – 767 szt

Oprawy sodowe 70W parkowe – 85 szt

Łączny koszt netto realizacji zadania:

3745 pkt. św x 1300 zł netto = 4.868.500 zł netto

Łączny koszt brutto z 23% podatkiem VAT = 5.988.225 zł

45% z kwoty 5.988.255 zł brutto = 2.695.000 zł stanowi dotacja Narodowego Funduszu

6. ANALIZA FINANSOWA

Analiza finansowa przedsięwzięcia, oparta o wymogi programu SOWA, przedstawiona jest w formie tabelarycznej (wydruk z plików excel). Analiza finansowa (plik: GMINA-Gdansk) zawiera:

- szczegółowe wyliczenia oszczędności wraz ze wszystkimi niezbędnymi parametrami (zakładka gmina);
- zestawienie szacunkowych kosztów realizacji inwestycji;
- kalkulację wariantu przyjętego do realizacji w oparciu o arkusze przygotowane przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej;
- obliczenie wskaźnika DGC.

Dla wariantów porównawczych analiza zawiera kalkulację odrzuconych wariantów oraz obliczenie wskaźników DGC, które znajdują swoje odzwierciedlenie w rozdziale 4 audytu .

7. ANALIZA ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

Wyliczenie efektów ekologicznych dla zakresu przewidzianego do modernizacji oświetlenia drogowego

Oszacowanie wielkości efektu ekologicznego dla realizacji zadania wymiany energochłonnych opraw oświetleniowych na energooszczędne z zainstalowanymi w nich elektronicznymi układami zapłonowymi w zakresie istniejącej sieci oświetleniowej.

Moc zainstalowana w stanie istniejącym przed wymianą opraw oświetleniowych – **654,069 kW**

Moc zainstalowana w stanie projektowanym po wymianie opraw – **454,81 kW** (moc zainstalowana nie podlegająca redukcji, czas świecenia – 1834 godz), **313,07 kW** (moc zainstalowana podlegająca redukcji, czas świecenia - 2190 godzin)

Oszczędności zużycia energii elektrycznej

Zużycie energii elektrycznej w MWh/rok (w zaokrągleniu do pełnych MWh)

Stan (istniejący) przed wymianą opraw = $654,069 \text{ kW} \times 4024 \text{ godz.} = 2.630.000 \text{ kWh/rok} = \text{ok. } \mathbf{2632 \text{ MWh/rok}}$

Stan po wymianie opraw = $454,81 \text{ kW} \times 1834 \text{ godz.} + 313,07 \text{ kW} \times 2190 \text{ godz}$
 $= 834.000 \text{ kWh/rok} + 686.000 \text{ kWh/rok} = 1.520.000 \text{ kWh/rok} = \mathbf{1520 \text{ MWh/rok}}$

Różnica obu powyższych wartości daje nam roczne oszczędności w zużyciu energii elektrycznej po wykonaniu zadania wymiany opraw oświetleniowych:
 $\mathbf{2632 \text{ MWh/rok} - 1520 \text{ MWh/rok} = 1112 \text{ MWh/rok}}$ co daje redukcję zużycia rocznego energii elektrycznej o 42%.

Ograniczenie emisji CO₂ do atmosfery

Obliczenie wielkości emisji CO₂

Emisja przed wymianą opraw = 2632 MWh/rok x 0,89 t CO₂/MWh =
2342 t CO₂/rok

Emisja po wymianie opraw = 1520 MWh/rok x 0,89 t CO₂/MWh = **1353 t CO₂/rok**

Różnica obu powyższych wartości daje nam roczne oszczędności wielkości emisji CO₂ do atmosfery po wykonaniu zadania wdrożenia układów zapłonowych:

2341 t CO₂/rok – 1353 t CO₂/rok = 988 t CO₂/rok co daje redukcję wielkości emisji, inaczej końcowy efekt ograniczenia emisji CO₂ do atmosfery o 42%.

8. KONCEPCJA ZARZĄDZANIA POWSTAŁA W WYNIKU REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA INFRASTRUKTURĄ OŚWIETLENIOWĄ W GDAŃSKU

STAN OBECNY

Miasto Gdańsk od wielu lat zarządza infrastrukturą oświetleniową w sposób efektywny i posiada pełną wiedzę o infrastrukturze. Obowiązki w zakresie utrzymania infrastruktury oświetleniowej, na podstawie uchwały Rady Miasta Gdańska nr XVI/505/99 ciążyą na jednostce budżetowej Giny Miasta Gdańska „Zarząd Dróg i Zieleni”. Własność infrastruktury jest podzielona w sposób następujący:

- Majątek Energa Oświetlenie 15405 szt.

- Majątek Gminy Miasta Gdańska 17857 szt.

a) Energa Oświetlenie świadczy swoim majątkiem (15405 szt. opraw) usługę oświetleniową. Wynagrodzenie umowne związane z eksploatacją i konserwacją urządzeń oświetleniowych wynosi **76,8992 zł/hm (100 m oświetlonej ulicy) netto**. Umowa podpisana jest na 4 lata na okres od 01.10.2012r. do dnia 30.09.2016r., zamówienie z wolnej ręki.

b) Majątek Gminy Miasta Gdańska trwale przyłączony do urządzeń Energa Oświetlenie.

2904 szt. punktów świetlnych jest trwale powiązanych z urządzeniami Energa Oświetlenie w zakresie zasilania.

Wynagrodzenie umowne związane z eksploatacją i konserwacją urządzeń oświetleniowych wynosi **13,23 zł/pkt netto**. Umowa podpisana jest na 4 lata na okres od 01.10.2012r. do dnia 30.09.2016r. Zamówienie z wolnej ręki.

c) Majątek Gminy Miasta Gdańska z niezależnymi punktami zasilania to 5440 szt. punktów świetlnych.

Wynagrodzenie umowne związane z eksploatacją i konserwacją urządzeń oświetleniowych wynosi **8,87 zł netto/pkt**. Umowa podpisana jest na 4 lata na okres od 04.09.2009r. do 03.09.2013r. Zamówienie w trybie przetargu nieograniczonego.

d) Majątek Gminy Miasta Gdańska z niezależnymi punktami zasilania to 9513 szt. punktów świetlnych.

(7765 szt. zamówienie podstawowe + 1748 szt. zamówienie uzupełniające).

Wynagrodzenie umowne związane z eksploatacją i konserwacją urządzeń oświetleniowych wynosi **7,15 zł netto/pkt** miesięcznie.

Umowa podpisana jest na okres od 01.10.2012 do 31.08.2013r. Zamówienie w trybie przetargu nieograniczonego plus zamówienie uzupełniające.

W zakres utrzymania dla podpunktów a, b, c, d wchodzi pełen zakres utrzymania, czyli „ZDiZ dzwoni i ma być zrobione”. W podpunkcie d jest mniejszy zakres czynności związanych z estetyką urządzeń. Rozliczenie jest ryczałtowe. Ilość zgłoszeń napraw i konserwacji ze strony ZDiZ kształtuje się na poziomie 80-160 w miesiącu.

Kopie umów stanowią załącznik do niniejszego opracowania.

Dla potrzeb opracowania wskaźnika DGC ustalono średnią ważoną cenę eksploatacji i konserwacji urządzeń oświetleniowych na poziomie **7,70 pln netto/pkt (9,47 pln brutto)**

STAN PLANOWANY

Mając na uwadze efektywność przyjętego modelu zarządzania infrastrukturą oświetleniową- Gmina Miasta Gdańska nie przewiduje jego zmiany.

W czerwcu 2013r. zostanie ogłoszony kolejny przetarg na utrzymanie oświetlenia z podpunktów c i d + punkty wybudowane w ostatnich miesiącach, czyli na około 15000 pkt.

Do SOWY przyjęte do modernizacji jest oświetlenie należące do Gminy Miasta Gdańska: z podpunktów c i d oraz około 15% z podpunktu b.

Projekt modernizacji oświetlenia w ramach Programu SOWA będzie realizowany w 2014 roku. Intencją Gminy Miasta Gdańska jest uzyskanie dodatkowych oszczędności związanych z utrzymaniem infrastruktury. W związku z koniecznością przeprowadzenia postępowania w trybie Ustawy Prawo Zamówień Publicznych- w momencie składania wniosku trudno przewidzieć jednak zmianę ceny usługi.

W przetargu będą wskazane punkty objęte programem SOWA, a realizacja projektu (czyli poprawa stanu infrastruktury i 5-letni okres gwarancyjny) będzie miała wpływ na ukształtowanie ceny usługi. Niemniej jednak pierwsza reakcja, tzn. stwierdzenie czemu oprawa nie świeci będzie należało do utrzymującego i potem dopiero ewentualnie zostanie dokonane zgłoszenie do naprawy gwarancyjnej. W związku z powyższym nie należy się spodziewać obniżenia kosztów utrzymania oświetlenia w związku z realizacją programu SOWA.

Należy jednak podkreślić, że w wyniku realizacji projektu nastąpi istotna poprawa jakości usługi oświetleniowej oraz spadkowi ulegnie ilość niezbędnych interwencji.

Mając na uwadze powyższe wątpliwości, Zarząd Dróg i Zieleni w Gdańsku, dla celów obliczenia wskaźników w ramach programu SOWA nie przewiduje spadku kosztów utrzymania infrastruktury.

Opracował zespół:

Przemysław Marchlewicz (kier.)

Krzysztof Grabski (Biuro Projektowania i Wdrożeń Energooszczędnych systemów oświetlenia)- projektant

Wojciech Grabski- analizy finansowe