

Modernizacja oświetlenia w gminie

- Jak prawidłowo przygotować SIWZ dotyczący modernizacji oświetlenia ulicznego
- Błędy i zagrożenia przy tworzeniu SIWZ
- Wnioski po analizie projektów modernizacji oświetlenia ulicznego zrealizowanych w ramach konkursu SOWA
- Wykorzystanie doświadczenia tych samorządów, które odniosły sukces w modernizacji oświetlenia ulicznego

Argasiński Andrzej **MICROMEX**

MICROMEX

W nowoczesnych systemach oświetleniowych można wyróżnić następujące elementy:

- 1. System zdalnego zarządzania oświetleniem**
- 2. Szafy załączające oświetlenie**
- 3. Oprawy oświetleniowe**
- 4. System sterowania**
- 5. Systemy bezpieczeństwa**
- 6. Smart city**

MICROMEX

System zdalnego zarządzania oświetleniem:

- system sterowania powinien pracować jako aplikacja zainstalowana na dedykowanym do obsługi systemu komputerze lub serwerze dostawcy usługi z dostępem poprzez Internet
- wizualizacja na elektronicznej mapie np. GOOGLE MAP zainstalowanych sterowników w szafach oświetleniowych jak i w latarniach
- system powinien pozwalać na zdalną obsługę wszystkich instalowanych sterowników
- system powinien pozwalać na zdalne załączanie i wyłączenie oświetlenia grup opraw, pojedynczych opraw, poszczególnych obwodów w szafie (styczników)
- aplikacja powinna pozwalać na zdalny dostęp z innych stacji roboczych oraz urządzeń przenośnych za pomocą przeglądarki stron internetowych
- Możliwość załadowania i podglądu schematów/zdjęć szafy w formacie .jpg
- zdalna obsługa wszystkich funkcji sterowników
- zapamiętywanie w bazach danych wszystkich parametrów rejestrowanych przez sterowniki, z możliwością eksportu danych do plików baz danych SQL oraz Excela

MICROMEX

Szafy załączające oświetlenie:

- komunikację ze sterownikami zamontowanymi w oprawach po sieci 230VAC zgodną z europejską normą CENELEC oraz drogą radiową. Zaleca się stosowanie równoległej transmisji po sieci 230VAC oraz drogą radiową celem zwiększenia pewności transmisji sygnałów sterujących (musi to być redundancja sygnałów sterujących i odczytujących dane z opraw)
- załączanie i wyłączanie oświetlenia zgodnie z tabelą wschodów i zachodów słońca
- możliwość wysłania wiadomości SMS na zdefiniowane numery telefonów o zdarzeniach typu załączenie oświetlenia, wyłączenie oświetlenia, stany awaryjne (np. zanik jednej lub wszystkich faz, otwarcie SO, spadek mocy pobieranej poniżej definiowanego progu, brak sygnału załączenia stycznika)
- pomiar napięcia i prądu oraz $\cos \phi$ w poszczególnych fazach, mocy czynnej i zużytej energii (na zasilaniu SO)
- zapamiętywanie zmian stanu wejść dwustanowych (stan, data, godzina, minuta, sekunda przy zmianie stanu)

MICROMEX

- zestaw z wbudowanym GPRS i GPS do synchronizacji czasu z satelity i do automatycznego określenia pozycji
- sterownik musi posiadać możliwość pracy sieciowej (grupowej) z innymi sterownikami po GSM/GPRS w celu np.: reagowania na pomiary natężenia zewnętrznego oświetlenia podłączonego do jednej szafki, od czujnika deszczu, od pomiarów natężenia ruchu itd. Praca tego typu musi być możliwa również przy wyłączonym systemie zdalnego nadzoru
- system musi rejestrować co 1 min. stan każdego bezpiecznika na obwodach wyjściowych i w przypadku przepalenia wysłać SMS-a o awarii
- System musi posiadać układy redundancyjne dla załączania i wyłączania oświetlenia zgodnie z tabelą wschodów i zachodów słońca tzn. w przypadku awarii sterownika centralnego w sposób automatyczny musi przejąć załączanie i wyłączanie drugi sterownik. Sterownik ten musi mieć takie same tabele załączeń i wyłączeń jak sterownik centralny i musi detekować jego uszkodzenie. Przejęcie funkcji załączeń i wyłączeń przez dodatkowy sterownik musi być realizowane automatycznie tylko w przypadku uszkodzenia sterownika centralnego

MICROMEX

Oprawy oświetleniowe:

- **Trwałość źródeł LED.** Nie mniej niż 100 000h, wartość strumienia świetlnego w tym okresie nie może być mniejsza niż 80% strumienia początkowego
- **Obudowa (korpus) oprawy.** Powinna być wykonana z ciśnieniowego odlewu aluminiowego malowana proszkowo lub anodowana na żądany kolor z palety RAL z IP65. ENEC?
- **Zasilacz.** Jeżeli zasilacz nie posiada zintegrowanego z nim modułu komunikacyjnego z transmisją PLC lub radiową to musi posiadać interfejs Dali do płynnego sterowania natężeniem oświetlenia w zakresie 10-100% oraz odczytywania bieżących informacji i konfigurowania parametrów świecenia oprawy. Zasilacz musi mierzyć następujące parametry: zużytą energię, czas pracy oprawy i paneli LED oraz podawać informacje o awariach, zwłaszcza o uszkodzeniu panela LED
- **Regulacja mocy.** W zakresie regulacji mocy oprawy od 10 do 100% muszą być spełnione następujące parametry dla sieci zasilającej:
 - PF (power factor) > 0,93
 - $\cos \phi > 0,93$
 - THD < 20%

MICROMEX

System sterowania:

- **Transmisja sygnałów sterujących.** Musi odbywać się po sieci 230VAC oraz drogą radiową
- **Zdolność do reakcji na czujnik ruchu.** W przypadku zastosowania opraw LED oświetlenie musi reagować na czujniki ruchu – w przypadku braku ruchu natężenie oświetlenia może być zmniejszone do wartości minimalnej (jej wartość musi być konfigurowalna), a w przypadku wykrycia ruchu natężenie oświetlenia musi wzrosnąć przynajmniej do wartości wynikającej z norm oświetleniowych na całym odcinku widzianym przez kierowcę lub pieszego. Dopuszcza się również system współbieżny, w którym podniesiony poziom natężenia światła przesuwa się z uczestnikiem drogi. Długość odcinka widzianego przez kierowcę lub pieszego w systemie współbieżnym musi być zdalnie konfigurowalna
- **Poziomy redukcji mocy.** W ramach tej samej grupy każda oprawa musi mieć możliwość zdefiniowania różnych poziomów redukcji oraz rozjaśnienia np.: przy strefach kolizyjnych, w celu wyróżnienia np.: przystanków autobusowych, skrzyżowań, rond itd. Po wykryciu ruchu strefy kolizyjne muszą zwiększyć proporcjonalnie natężenie oświetlenia w stosunku do pozostałych odcinków zgodnie z normą
- **Pomiar natężenia ruchu.** Na każdym prostym odcinku drogi system musi mierzyć natężenie ruchu w celu dopasowania natężenia oświetlenia do normy

MICROMEX

Systemy bezpieczeństwa:

- **Sytuacja awaryjna.** W sytuacjach awaryjnych (np.: wypadek, pożar itd.) system musi umożliwiać wysterowanie każdej grupy na wartość maksymalną zdalnie przez dyspozytora lub z telefonu komórkowego odpowiedzialnych służb (policja, pogotowie, straż pożarna itd.). W tych sytuacjach system dynamicznego sterowania od czujników ruchu musi się na tych odcinkach drogi automatycznie wyłączać
- **Wysyłanie SMS-ów.** możliwość wysłania wiadomości SMS na zdefiniowane numery telefonów o zdarzeniach typu załączenie oświetlenia, wyłączenie oświetlenia, stany awaryjne (np. zanik jednej lub wszystkich faz, otwarcie SO, spadek mocy pobieranej poniżej definiowanego progu, brak sygnału załączenia stycznika)
- **Awaryjne oprawy.** Informacje o uszkodzonej oprawie wystarczy wysłać na Dyspozytornię
- **Szafy.** Musi być redundancja załączania oświetlenia
- **Norma oświetleniowa.** Należy rozważyć podniesienie wartości oświetlenia w stosunku do normy

MICROMEX

Smart city:

- **Stosowanie systemów IoT w oświetleniu.** Coraz więcej producentów podaje informację, że ich systemy są otwarte na podłączenie innych elementów do monitorowania. Wydaje się, że należy do tego tematu podchodzić bardzo ostrożnie ponieważ należy zdefiniować kompleksowo najpierw zadania, które gmina chce w długiej perspektywie czasowej realizować i do tego dopiero dobierać rozwiązania
- **Systemy transmisyjne.** Powinny być zastosowane standardy ogólnooświatowe obecnie wchodzące do różnych aplikacji jak np. Bluetooth, Thread i inne pracujące w technologii mesh.

MICROMEX

Wnioski po analizie projektów modernizacji oświetlenia ulicznego zrealizowanych w ramach konkursu SOWA

- W programie SOWA wydatkowano ok. 100mln. PLN na modernizację oświetlenia dla samorządów w formie dotacji (do dyspozycji było 160mln. PLN).
- Dotacje były zatwierdzane na podstawie przeprowadzonych audytów, które po otrzymaniu dotacji kończyły się projektami.
- Okazało się, że na tak dużą skalę stworzył się rynek projektantów, którzy zaczęli wygrywać przetargi na wykonanie projektów oświetleniowych za rażąco niskie kwoty. W wielu przypadkach koszt materiałów projektowych przewyższał kwotę za wykonanie projektów.
- Jakie były przyczyny:
 - prawie każdy projektant jest powiązany z producentem opraw
 - wszystkie projekty bardzo szczegółowo opisywały właściwości opraw określonego producenta uwypuklając elementy, których nie posiadała konkurencja
 - przy takim opisie wzrastały ceny opraw (był przypadek unieważnienia przetargu)

MICROMEX

- Mimo to wskutek bezwzględnej walki producentów dochodziło jednak do zamiany opraw. Producenci walczyli głównie obniżając moce opraw poprzez sztuczne zaniżanie współczynnika utrzymania oraz podając większe wydajności LED-ów. Efektem tego jest niedoświetlenie ulic. W wielu miejscach pomiary natężenia oświetlenia mogą budzić wątpliwości.
- W wielu miejscach zamiast lamp LED zostały przyjęte do realizacji lampy sodowe
- Zgodnie z wytycznymi określonymi dla programu SOWA przez NFOŚ średni czas świecenia w ciągu roku ma wynieść 4024h. NFOŚ nie jest w stanie sprawdzić tego warunku ponieważ nie zostały wprowadzone mechanizmy pomiaru tego parametru
- Brak chociażby ogólnych wytycznych odnośnie systemów sterowania skutkowało pojawieniem się rozwiązań które nie pozwalały na większe oszczędności
- Przy różnych rozwiązaniach systemów sterowania pojawiło się największe zagrożenie dla modernizacji przeprowadzonych na oprawach LED – karne opłaty za moc bierną

MICROMEX

Największym problemem jest w chwili obecnej moc bierna wprowadzana do sieci przez zasilacze LED przy redukcji mocy.

Energetyka dopuszcza na dzień dzisiejszy moc bierną do wysokości $\text{tg } \phi = 0,4$ co odpowiada $\text{cos } \phi = 0,927$. Przekroczenie $\text{tg } \phi$ powyżej wartości 0,4 powoduje naliczanie karnych opłat przez energetykę w wysokości 3-krotnej stawki opłat za moc bierną. Nagminnie projektanci podają błędnie warunek, że $\text{cos } \phi > 0,9$. Z tablic matematycznych odpowiada to $\text{tg } \phi = 0,48$. W tym przypadku energetyka może już naliczać karne opłaty z tytułu mocy biernej.

Przyczyną występowania tego zjawiska w oprawach LED są zasilacze, które przy redukowaniu strumienia powodują wprowadzenie mocy biernej pojemnościowej.

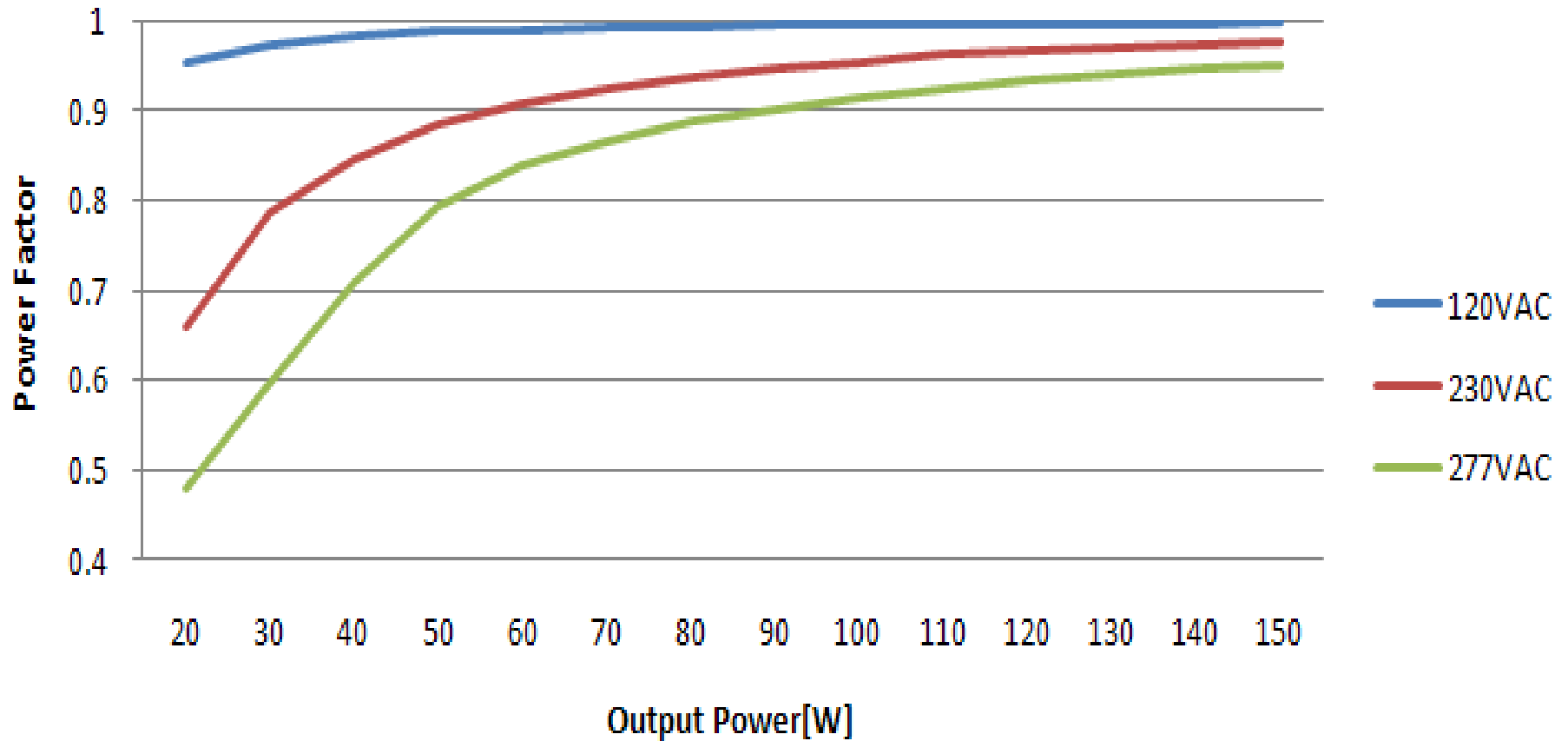
Na następnym slajdzie jest przedstawiona charakterystyka PF (Power Factor) w zależności od poziomu redukcji mocy typowego zasilacza na 150W

Widać na tym przebiegu, że przy redukcji mocy powyżej 50% następuje pogorszenie parametru PF ponad wartość dopuszczaną przez energetykę

W praktyce zasilacze np. 150W są stosowane do opraw o nominalnych wartościach np. 100W. To powoduje, że nawet przy niewielkiej redukcji mocy następuje przekroczenie parametrów sieciowych dopuszczanych przez energetykę

MICROMEX

Power Factor vs Output power(@Vo=214Vdc)



MICROMEX

**Konkretne przykłady dla opaw zużywających 100kWh i założonych cenach za
1kWh=0,5PLN oraz 1KVARH=1,5PLN (potrójna stawka za moc bierną w stosunku
do mocy czynnej)**

Dla pełnego wystereowania na 100% koszt wynosi:

$$100\text{kWh} \cdot 0,5\text{PLN} = 50\text{PLN}$$

Dla redukcji 50% i minimalnego przekroczenia $\text{tg } \phi_i = 0,48$:

$$50\text{kWh} \cdot 0,5\text{PLN} + 50\text{kWh} \cdot 0,48 \cdot 1,5\text{PLN} = 61\text{PLN}$$

**Z powyższego widać, że nawet przy niewielkim przekroczeniu dopuszczalnej mocy
biernej użytkownik będzie płacić więcej niż przy pracy opaw bez jakiegokolwiek
redukcji mocy**

Dla redukcji 50% i $\text{tg } \phi_i = 1$ (co odpowiada $\cos \phi_i = 0,7$ - jest to częsty przypadek):

$$50\text{kWh} \cdot 0,5\text{PLN} + 50 \cdot 1 \cdot 1,5\text{PLN} = 100\text{PLN}$$

Są to już dwukrotnie większe opłaty niż przy pracy opaw bez redukcji

MICROMEX

Praktyczne dane z realizacji wykonanej w ramach PPP:

180KWH i 285KVARH co dałoby

$180kWh * 0,5PLN + 285KVARH * 1,5PLN = 517,5PLN$

Koszt energii bez jakiegokolwiek redukcji na w/w instalacji wyniósłby ok. 240,00PLN

Z w/w powodów bezwzględnie należy do SIWZ i PFU wstawiać następujący zapis:

W zakresie regulacji opraw LED 10-100% instalacja musi spełniać następujące parametry sieciowe:

PF (Power Factor) > 0,93

cos ϕ > 0,93

THD < 20%

Jeśli oprawy nie spełniają w/w parametrów sieciowych musi być zastosowana inteligentna kompensacja mocy biernej w szafach zasilających. Po zakończeniu inwestycji zostaną sprawdzone parametry sieciowe na każdej szafie w skokach redukcji co 10% w zakresie 10-100%.

MICROMEX

Korzyści z dynamicznego sterowania (od natężenia ruchu):

- 1. Dla wielu obszarów oszczędności mogą przekroczyć 80% w zużyciu energii**
- 2. Przynajmniej dwukrotnie zmniejsza się emisja CO₂ w stosunku do tradycyjnych sposobów sterowania**
- 3. Znaczne wydłużenie czasu pracy opraw LED > 100000h**
- 4. Znaczne obniżenie kosztów serwisowania systemu poprzez zdalny nadzór i mniejszą awaryjność**
- 5. Zdalna zmiana konfiguracji następujących parametrów:**
 - minimalnej wartości wysterowania gdy brak ruchu**
 - wartości wysterowania po detekcji ruchu**
 - czasu podtrzymania wysterowania po detekcji ruchu**
 - szybkości ściemniania przy braku ruchu**

MICROMEX

Wykorzystanie doświadczenia tych samorządów, które odniosły sukces w modernizacji oświetlenia ulicznego

- **Olsztyn.** Oszczędności za ubiegły rok na instalacjach posiadających czujniki ruchu przekroczyły 70%. Jest tam ok. 1500 opraw z czujnikami ruchu.
- **Bełchatów.** W ramach programu SOWA zmodernizowano ponad 3000 opraw, w tym 1 ulica z czujnikami ruchu w celu sprawdzenia efektów. W chwili obecnej kilka projektów zostało zrealizowanych z czujnikami ruchu.
- **Poznań.** Na kilku ulicach pracują systemy z czujnikami ruchu i są realizowane następne projekty z takimi rozwiązaniami.
- **Lublin.** Na Placu Litewskim jest zastosowany system oświetlenia ścieżek z czujnikami ruchu.