

**AUDYT
INRASTRUKTURY OŚWIETLENIOWEJ
NA TERENIE GMINY BĘDKÓW**



**GMINA
BĘDKÓW**

PIOTRKÓW TRYBUNALSKI – 01.04.2024r.

Spis Treści:

1. Wstęp.....	
2. Podstawa opracowania audytu.....	
3. Inwentaryzacja stanu oświetlenia objętego zakresem.....	
4. Analiza stanu aktualnego.....	
5. Zalecenia związane z ochroną środowiska i bezpieczeństwem.....	
6. Charakterystyka elementów modernizacji instalacji oświetleniowej.....	
7. Analiza zużycia energii systemu oświetleniowego	
8. Wymiana opraw oświetlenia ulicznego.....	
9. Analiza zmniejszenia emisji CO ₂	
10. Wnioski.....	
11. Zestawienie opraw oświetleniowych na terenie Gminy Będków	
12. Schematy oświetlenia w poszczególnych miejscowościach.....	

1. Wstęp

Niniejszą analizę modernizacji oświetlenia ulicznego zarządzanego przez Gminę Będków wykonano na zlecenie Inwestora. Celem analizy jest wykonanie obliczeń dotyczących oszczędności i kosztów przy docelowym zastosowaniu opraw LED w miejscach istniejących opraw z sodowymi i rtęciowymi źródłami światła.

Przedmiotem niniejszego audytu jest analityczne opracowanie danych z przeprowadzonej inwentaryzacji **684** opraw oświetleniowych, funkcjonującego na terenie Gminy Będków oświetlenia ulicznego dla określenia możliwości zmniejszenia kosztów eksploatacji poprzez wymianę wyeksploatowanych i energochłonnych opraw sodowych i opraw rtęciowych na oprawy z diodami LED

W procesie zarządzania infrastrukturą, jak również przygotowania inwestycji, analiza stanu faktycznego stanowi istotną bazę do podejmowania trafnych decyzji.

Musimy pamiętać, że 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, co zasadniczo ułatwia uporządkowanie tej sfery działań każdego Samorządu.

Niniejszy Raport dotyczy zakresu zatytułowanego:

„Audyt infrastruktury oświetleniowej na terenie gminy Będków”

Celem Analizy jest przebadanie systemu i określenie sposobów zmniejszenia kosztów eksploatacji oraz wskazanie zasadności podjęcia inwestycji usprawniającej system odbiorników energii, jak również efektywnego sposobu jej realizacji. Niniejsza Analiza jest opracowywana na etapie, kiedy: nie istnieje jeszcze projekt techniczny, szczegółowy kosztorys, ani pełny program funkcjonalno-użytkowy dotyczący całości ewentualnej inwestycji. Istnieje jedynie ogólnie zarysowana potrzeba ograniczenia kosztów energii ogółem, kosztów eksploatacji oświetlenia ulicznego i drogowego oraz wstępne założenia sformułowane przez Zlecającego. Zlecający dostrzega również możliwości w/w oszczędności w ograniczeniu kosztów utrzymania oświetlenia oraz w uzyskaniu bardziej atrakcyjnych warunków dostawy energii w wyniku korzystnego wyboru Dostawcy energii elektrycznej. Zamawiający ma świadomość, że może znacząco zmniejszyć zużycie energii poprzez zmniejszenie mocy odbiorników. .

Analizowana jest też, koncepcja kompleksowej modernizacji całości systemu sterowania oświetleniem oraz modernizacji zasilania energią elektryczną, w celu osiągnięcia zgodności z aktualnie obowiązującą ustawą o efektywności

energetycznej .

Zakres audytu

1. Gmina Będków jest położona w północno-zachodniej części powiatu tomaszowskiego, województwa łódzkiego. Zakres audytu obejmuje 20 miejscowości znajdujących się w obrębie gminy i są to:

Będków,
Brzustów,
Ceniawy,
Drzazgowa Wola,
Ewcin,
Gutków,
Magdalena,
Kalinów,
Łaknarz,
Nowiny,
Prażki,
Remiszewice,
Rosocha,
Rudnik,
Rzeczków,
Sługocice,
Teodorów,
Wykno,
Zacharz.

2. Analizie podlega **684** punktów świetlnych (opraw oświetleniowych ze słupami energetycznymi, szafki oświetleniowe i wysięgniki)

Część aktualnie pracujących na terenie Gminy opraw to oprawy oświetleniowe typu LED o mocy 50W (**285** szt.). Zgodnie ze stanowiskiem Zlecającego oprawy te wyłączamy z zakresu prowadzonej analizy. To sprawia, że przedmiotem wymiany będzie **399** punktów oświetleniowych.

Zatem **celem niniejszego opracowania** w szczególności jest:

- 1/ Zdiagnozowanie stanu, w jakim znajduje się system oświetlenia drogowego na terenie Gminy Będków;
- 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/ Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:

- Zorganizowania systemu kontrolingu finansowego kosztów utrzymania oświetlenia,
- Zorganizowania systemu zarządzania infrastrukturą odbiorników energii – oprav oświetlenia ulicznego ,
- Wyboru optymalnego rozwiązania technicznego, podnoszącego znacząco sprawność systemu.

Audyt sporządzony został zgodnie z metodyką określoną w Rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 13 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

W audycie uwzględniono usprawnienia umożliwiające uzyskanie oszczędności energii: zastosowanie bardziej energooszczędnych źródeł światła i oprav oświetleniowych.

Wykonanie audytu poprzedzono wizją lokalną, podczas której wykonano inwentaryzację istniejących oprav na wskazanych ulicach, zidentyfikowano typy i moce poszczególnych oprav.

2.Podstawa opracowania audytu

1. Umowa nr IN.042.10.2023 z dn. 21.02.2024r. pomiędzy: Gminą Będków a firmą HOGO Sp. z o.o. z w Piotrkowie Tryb., ul. Fabianiego 43,
2. Rozporządzenie Energii z dnia 13 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
3. Norma PN-EN 13201 - 2, 3, 4 - Oświetlenie dróg.
4. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz.U.2017.220 t.j. z dnia 2017.02.06, z późn. zm.).
5. Materiały otrzymane od Zamawiającego

3. Inwentaryzacja stanu oświetlenia objętego zakresem

Stan aktualny określony został na podstawie analizy danych pozyskanych, w wyniku inwentaryzacji z natury, metodą wizji lokalnej. Inwentaryzacja istniejącej infrastruktury przeprowadzona została w marcu 2024r. Pozyskane dane przedstawiają informację na temat parametrów oprawy, słupa, wysięgnika i szafki oświetleniowej.

Analiza Stanu Aktualnego

Na terenie Gminy Będków zainstalowane są oprawy których właścicielem jest Gmina.

Zgodnie ze sporządzoną inwentaryzacją oświetlenie obejmuje:

Oprawa	Moc	50W	70W	125W	250W	Łącznie
Oprawa LED		285				285
Oprawa sodowa			283			283
Oprawa rtęciowa				114	2	116
Łącznie		285	283	114	2	684

Powyższa tabela przedstawia liczbę opraw przyjętych do dalszej części opracowania audytu dla każdej z oświetlanych gminnych dróg. Wykazane w tabeli oprawy zostały zakwalifikowane przez audytora jako spełniające kryteria modernizacji w ramach planowanego przedsięwzięcia wymiany oświetlenia ulicznego przez Gminę Będków.

Zgodnie z informacją we Wstępie część aktualnie pracujących na terenie Gminy opraw to oprawy oświetleniowe typu LED o mocy 50W.

Oprawy te, z uwagi na oszczędne źródło światła – diody LED decyzją Inwestora nie będą poddane analizie.

Przedmiotem analizy i wymiany są zabudowane obecnie oprawy sodowe i rtęciowe w ilości 399 szt.

Oprawy

Na drogach gminnych objętych opracowaniem aktualnie zastosowane są oprawy z wysokoprężnymi sodowymi, lub rtęciowymi źródłami światła. Istniejące oprawy pochodzą z różnych lat. Najstarsze oprawy OUS produkcji polskiej firmy ELGO z Gostynina. Ich produkcja zaczęła się już w latach 70-tych ubiegłego wieku.

Na terenie Gminy Będków zastosowano oprawy sodowe ze źródłem światła o mocy 70W i oprawy rtęciowe o mocy 125W i 250W.

Oprawy sodowe i rtęciowe, jako oprawy stosunkowo długo już eksploatowane przejawiają oznaki wysokiego zużycia. Klosze są zabrudzone, co prowadzi do strat w emisji strumienia świetlnego na jezdnię. Strata strumienia świetlnego w tych oprawach może przekraczać 50% stanu początkowego. Oprawy instalowane w latach późniejszych mają również brudne klosze, ale jeszcze przeświecalne.

Ograniczenie przeświecalności klosza ma tutaj dwa źródła. Pierwsze to czynnik zabrudzenia zewnętrznego kloszy przez zanieczyszczenia w atmosferze (głównie pochodzące od pojazdów spalinowych ew. produktów zanieczyszczenia pochodzących z przemysłu). Drugi to materiał, z którego wykonano klosze opraw - część z opraw ma klosze z poliwęglanu, który mimo stosowania uszlachetniaczy jest jednak wrażliwy na destrukcyjne działanie promieniowania ultrafioletowego. Efektem zastosowania tego materiału jest mętnienie tworzywa i pogorszenie przeświecalności klosza. Znaczne zaniedbania widoczne są niemal na każdej oprawie sodowej i rtęciowej.

Oprawy oświetleniowe istniejące w systemie kwalifikują się do wymiany z uwagi na energochłonność, ich szkodliwość wieloaspektową dla środowiska (pobór energii, niebezpieczne materiały do utylizacji). Potrzeba wymiany opraw jest uzasadniona pojawieniem się wydajniejszych energetycznie rozwiązań na bazie opraw LED.

Zastosowanie opraw LED gwarantuje zasadniczą poprawę stanu oświetlenia ulicznego a równocześnie istotnie wpływa na oszczędności ekonomiczne.

Instalowane, nowe oprawy oświetleniowe typu LED dają też możliwość zdalnego sterowania.

Dla przykładu przedstawiamy podstawowe, szczegółowe wymagania dotyczące opraw oświetleniowych LED :

- Korpus oprawy oraz uchwyt stanowiący w pełni odlew z aluminium formowanego ciśnieniowo. Nie dopuszcza się opraw wykonanych z profili lub blach aluminiowych.
- Obudowa wraz z uchwytem, a także dociski oraz wszelkie inne metalowe elementy konstrukcyjne narażone na działanie czynników zewnętrznych, zabezpieczone powinny być w technice proszkowej, lakierowane na kolor szary RAL9006. Nie dopuszcza się surowego materiału oraz zabezpieczenia powłoki poprzez anodowanie.
- Śruby, sprężyny i podkładki wykonane ze stali nierdzewnej austenitycznej o zawartości chromu min. 10,5% i maks. zawartości węgla 1,2% — próba o jakości minimum A4 lub AISI316.
- Górna część korpusu wykończona gładkimi powierzchniami, pozwalająca na swobodne odprowadzanie wody i brudu. Nie dopuszcza się opraw o budowie posiadającej w górnej części przestrzenie czy łączenia, które gromadzą wodę lub

zabrudzenia - zwłaszcza w postaci zewnętrznych uźebrowań (tzw. radiatorów żeberkowych).

- Oprawa musi być odporna na warunki atmosferyczne oraz temperatury występujące na zewnątrz i charakteryzować się bardzo wysoką szczelnością — min. IP66 dla całej oprawy.
- Uszczelki wykonane z materiałów o wysokiej jakości i trwałości, odporne na procesy starzenia i temperatury pracy oprawy.
- Odporność na udary mechaniczne całej oprawy min. IK08.
- Uchwyt montażowy zintegrowany z oprawą, pozwalający na skokową regulację kąta wychylenia z krokiem co 5°, w zakresie minimum 115°.
- Maksymalna powierzchnia boczna oporu wiatru 0,036m².
- Ze względu na wytrzymałość istniejących konstrukcji, wymaga się, aby maksymalna waga netto całej oprawy nie przekraczała 6,5kg.
- Oprawa przystosowana do temperatur pracy w zakresie minimum -40°C do +35°C.
- Źródło światła stanowi w pełni matryca wielosoczewkowa LED, w której każda dioda posiada dedykowaną soczewkę o identycznej optyce, przez co w przypadku przepalenia pojedynczej diody lub części płytki, nie zmieni się rozsył oprawy, a jedynie jej strumień. Nie dopuszcza się opraw wykonanych w technice odbłyśnikowej lub mieszanej.
- Oprawy wykonane w II klasie ochronności zgodnie z normą PN-EN 60529.
- Oprawy powinny być przystosowane do zasilania z sieci o prądzie przemiennym, napięciu zasilania w zakresie 220-240V i częstotliwości 50-60Hz.
- Zasilacz oprawy o wysokiej sprawności (min. 90%), pochodzący od renomowanego producenta, obsługujący w pełni protokół DALI w standardach 251, 252, 253 i DALI 2 z wyjściem 24V na złącze Zhaga, pozwalający na zaprogramowanie co najmniej 5-stopniowej redukcji mocy. Nie dopuszcza się zasilaczy zintegrowanych z panelem LED (DOB).
- Oprawa wyposażona w górnej części w standaryzowane złącze Zhaga, zabezpieczone zaślepką.
- Zasilacz powinien posiadać zabezpieczenie przeciwprzepięciowe min. 10kV.
- Oprawa powinna mieć możliwość zaprogramowania funkcji CLO.

- Współczynnik mocy (cos g) po zaprogramowaniu oprawy minimum 0,93 — zgodnie z regulacjami unijnymi. Oprawa nie powinna generować pozanormatywnej mocy biernej.
- Wszystkie elementy i komponenty oprawy powinny umożliwiać indywidualną, łatwą wymianę, przy użyciu standardowych narzędzi, bez konieczności wykonywania połączeń lutowanych.
- Diody pochodzące od renomowanych, światowych producentów, zapewniające wysoką efektywność energetyczną i trwałość oprawy min. 100000h dla L90B10, zgodnie z IES LM-80 - TM-21.
- Barwa światła ciepła lub neutralna z przedziału 3500-4200K.
- Strumień świetlny oprawy nie niższy niż podany w dokumentacji, rozumiany jako wyjściowy, wypadkowy strumień świetlny oprawy, uwzględniający wszelkie straty.
- Skuteczność świetlna oprawy na wyjściu, uwzględniająca wszystkie straty min. 130lm/W
- Wskaźnik oddawania barw $R_a > 70$.
- Chromatyczność barwy SDCM z 5 (elipsy McAdama).
- Udział światła wysyłanego ku górze przy zerowym wychyleniu (oprawa umieszczona poziomo) — $ULOR=0\%$, zgodnie z Rozporządzeniem WE nr 245/2009.
- Oprawa wyposażona w jednostronny filtr antykondensacyjny usuwający zawilgocenia i wyrównujący ciśnienie w oprawie.
- Uchwyt przystosowany do montażu opraw na wysięgnikach lub słupach o średnicy minimum @48-60mm. Nie dopuszcza się stosowania adapterów regulacji wychylenia.
- Oprawy muszą spełniać wymogi bezpieczeństwa fotobiologicznego lamp i systemów lampowych IEC 62471 — grupa ryzyka RG1 lub RG0.
- **Jako potwierdzenie parametrów, jakości i bezpieczeństwa dla sieci, wszystkie oprawy muszą posiadać deklarację zgodności WE, certyfikat CE oraz ENEC i ENEC+, bądź równoważne.** Jako równoważne uznaje się certyfikaty wystawione przez niezależne, akredytowane laboratoria, działające na terenie Unii Europejskiej, które potwierdzają zgodność z normami, trwałość i wiarygodność wszystkich deklarowanych parametrów elektrycznych, fotometrycznych kolorymetrycznych.
- **Wymagany certyfikat ZD4i dla zasilacza i oprawy, zgodnie z Zhaga Book 18, potwierdzony umieszczeniem producenta i oprawy na stronie konsorcjum Zhaga.**
- Gwarancja producenta na kompletne oprawy i dostępność części zamiennych oprawy przez min. 10 lat.

Oprawy powinny być wyprodukowane na terenie Unii Europejskiej.

Słupy

Na inwentaryzowanym obszarze występują tylko słupy energetyki zawodowej, Są to w przeważającej części tzw. żerdzie typu ŻN i słupy wirowane typu E. Ich stan należy określić jako

zadowalający, nie ma potrzeby wymiany słupów ze względu na ich stopień zużycia.

Ocena geometrii posadowienia punktów oświetlenia ulicznego, zweryfikowana w porze nocnej daje możliwość uzyskania z ich pomocą zgodności parametrów oświetleniowych z wymaganiami normy PN- EN13201. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że zdarza się, że oprawy są zamontowane co drugi słup. W tych okolicznościach istniejące oświetlenie uliczne zasadniczo służy prowadzeniu wzrokowemu po zmierzchu.

W związku z powyższym słupów oświetleniowych nie wymieniamy.

Wysięgniki

Każda oprawa oświetleniowa jest zabudowana na standardowym wysięgniku rurowym. Wiele lat eksploatacji sprawiło, że aktualnie są one skorodowane, niektóre zniekształcone a ponadto w znacznej części mają zbyt krótkie ramię do zawieszenia oprawy oświetleniowej. Wysięgniki wymagają w całości wymiany.

Wysięgniki opraw zastosować jako rurowe o długości min.0,5m, 1m, 1,5m i kącie nachylenia 15⁰ i grubość min. 50mm. Wysięgniki powinny zabezpieczyć antykorozyjnie powłokami przez ocynkowanie obustronne na gorąco.

Słupowe oprawy gniazd bezpiecznikowych

W związku z wymianą każdej oprawy oświetleniowej wymieniamy również słupowe oprawy bezpiecznikowe.

Szafki oświetleniowe

Szafki oświetleniowe SO – generalnie są w stanie technicznym, który można ocenić jako zadowalający. Szafki których obudowa jest wykonana z metalu należałoby docelowo wymienić na wykonane z tworzywa sztucznego, podniesie to szczelność szafki i jej estetykę. Nie wszystkie szafki SO znajdujące się na terenie Gminy, są powszechnie dostępne, czyli są zabudowane na żerdzi słupa. przez co dostęp do szafek bywa utrudniony. Na dzień przeprowadzenia Audytu 10 szafek oświetleniowych znajduje się w prywatnych budynkach. Należy te szafki zabudować na żerdzi najbliższego słupa. szafki sterowania oświetleniem znajdują się w budynkach mieszkalnych mieszkańców gminy. Należy je wynieść na zewnątrz i zabudować jak pozostałe na nodze słupa energetycznego

4. Zalecenia związane z ochroną środowiska i bezpieczeństwem

Light Pollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczenia środowiska światłem. Występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne obiekty, a w szczególności niebo. Zaśmiecanie światłem, w obecnym stanie prawnym w Polsce nie jest karane, w przeciwieństwie takich krajów jak Włochy, Hiszpania czy Portugalia, gdzie jest takim samym wykroczeniem, jak śmiecenie odpadkami. Regulacje unijne w tym zakresie są opracowywane.

Zanieczyszczenie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Ponadto w negatywny sposób wpływa na wykorzystanie korytarze migracji ptaków i nietoperzy określonych w zakresie objętym programem Natura 2000. Zjawisko zanieczyszczenia światłem na terenie Gminy Będków występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- oprawy uliczne, z odbłyśnikiem o dużej asymetrii instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 15°
- oprawy uliczne z odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 30°

Rekomenduje się zmianę kątów ustawienia oprawy względem jezdni, co powinno wynikać z obliczeń fotometrycznych, oraz stosowanie opraw o kierunkowym rozsyłu światła (np. LED-owe).

Doświetlenie przejść dla pieszych

Stosowne standardy oświetlenia przejść dla pieszych wymagają oświetlenia pieszego wchodzącego na jezdnię lub znajdującą się na pasie ruchu przez lampę usytuowaną od strony nadjeżdżającego pojazdu w odległości równej 0,5 – 1,0 wysokości zawieszenia oprawy lampy.

Przejścia dla pieszych powinny być tak oświetlone, aby kierowca miał możliwość obserwacji sytuacji drogowej i obserwacji oczekującego na przejście lub poruszającego się po przejściu pieszego, natomiast pieszy miał możliwość obserwacji otoczenia przejścia dla pieszych i zbliżających się do niego pojazdów.

W tym celu należy zapewnić urządzenia oświetleniowe, które zapewniają kontrast luminacji postaci pieszego oraz tła za pieszym. Jednocześnie żaden z użytkowników nie powinien być oślepiony przez źródło światła.

Zaleca się doprowadzić do dodatniego kontrastu luminacji, czyli takiego, gdzie luminacja postaci pieszego jest dodatnia względem tła (czyli jezdni) w odległości ok. 50m za pieszym. Jednym ze

sposobów na uzyskanie tego efektu jest instalowanie dodatkowych, poza oświetleniem, ciągu lamp oddzielnie nad każdym pasem ruchu. Lampy instaluje się przed przejściem dla pieszych w kierunku jazdy, w odległości od 0,5 – 1,0 m wysokości zawieszenia oprawy lampy.

Zaleca się, aby obszary na chodniku lub poboczu, gdzie piesi oczekują na przejście, były również odpowiednio oświetlone. Oświetlenie ograniczone do wąskiego pasa wokół powierzchni przejścia powoduje bardzo silny efekt towarzyszący wzrostowi uwagi.

W przypadku podjęcia przez Gminę Będków modernizacji oświetlenia ulicznego na swoim terenie, również należy rozpatrzyć modernizację oświetlenia przejść dla pieszych wg tych nowych, obowiązujących już przepisów.

7. Charakterystyka elementów modernizacji instalacji oświetleniowej

· Zakres modernizacji oświetlenia ulicznego:

- Demontaż **399 szt.** opraw oświetleniowych wraz z wysięgnikami, przewodami zasilania wraz z gniazdami bezpiecznikowymi i uchwytyami mocującymi;
- Montaż **399 szt.** opraw oświetleniowych LED-owych wraz z wysięgnikami, przewodami zasilania wraz z gniazdami bezpiecznikowymi i uchwytyami mocującymi;
- Wymianę wysięgników na ocynkowane jednoramienne na linii napowietrznej – **399 szt.**;
- Wymiana gniazd bezpiecznikowych i przewodów podłączenia oprawy do sieci zasilającej – **399 kpl.**;
- Wyniesienie szafek sterowania oświetleniem ulicznym z budynków na żerdzie słupów energetycznych – **10 szt.**

Koszty modernizacji:

Cena oprawy LED o mocy 39W – 700,00 zł Netto,

Cena oprawy LED o mocy 52W – 725,00 zł Netto,

Cena oprawy LED o mocy 78W – 750,00 zł Netto,

Przewody typu YDY3x2,5 mm² – 4,68 zł/m Netto,

Gniazda bezpiecznikowe – 31,25 zł Netto,

Uchwyty mocowania wysięgnika – 329,50 zł Netto

Wysięgnik – 234,96 zł Netto,

Zacisk przebijający – 16,50 zł Netto

Robocizna wg obliczeń kosztorysowych – roboczogodzina 37,80 zł

Obliczenia wykonano wg katalogów KNR i KSNR

Składnik kosztów	Cena	Ilość	Wartość Netto	Wartość Brutto	RAZEM
<i>Demontaż opraw z osprzętem</i>	<i>37,80</i>	<i>399</i>	<i>49000,40</i>	<i>60270,00</i>	<i>60270,00</i>
<i>Oprawa LED 39W</i>	<i>700,00</i>	<i>283</i>	<i>198100,00</i>	<i>243663,00</i>	
<i>Oprawa LED 52W</i>	<i>725,00</i>	<i>114</i>	<i>82650,00</i>	<i>101659,50</i>	

<i>Oprawa LED 78W</i>	<i>750,00</i>	<i>2</i>	<i>1500,00</i>	<i>1845,00</i>	
<i>Przewody YDY3x2.5</i>	<i>4,68</i>	<i>399*6=2394</i>	<i>11203,92</i>	<i>13780,82</i>	
<i>Gniazda bezpiecznikowe</i>	<i>31,25</i>	<i>399</i>	<i>12468,75</i>	<i>15335,64</i>	
<i>Uchwyt mocowania wysięgnika</i>	<i>103,50</i>	<i>399</i>	<i>41296,50</i>	<i>50794,70</i>	
<i>Wysięgnik</i>	<i>234,96</i>	<i>399</i>	<i>93749,04</i>	<i>115311,32</i>	
<i>Zacisk przebijający</i>	<i>16,50</i>	<i>399</i>	<i>6583,50</i>	<i>8097,70</i>	
<i>Montaż opraw LED z osprzętem</i>	<i>37,80</i>	<i>399</i>	<i>34319,36</i>	<i>42212,81</i>	592700,49
				RAZEM	652970,49

1. Analiza zużycia energii systemu oświetleniowego

Podstawa analizy - dane uzyskane z Urzędu Gminy Będków oraz inwentaryzacja w terenie.

Zakres:

- wyliczenie mocy istniejącego systemu
- wyliczenie energochłonności opraw
- zużycie energii przez system
- koszty energii

Moc istniejącego systemu

Moc istniejącego systemu została wyliczona jako suma iloczynów mocy jednostkowych i ilości opraw. Należy jednak pamiętać, że wizja lokalna (z poziomu drogi), mająca na celu identyfikację rodzaju i mocy opraw w niektórych przypadkach nie zawsze na to pozwala. Przyczyną mogą być nieprzeświecalne klosze czy zastosowanie zamiennego źródła światła. Dodatkowo identyfikację utrudnia stosowanie przez producentów opraw, takich samych gabarytów opraw dla różnych mocy.

STAN BAZOWY			
<i>MOC OPRAWY [W]</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>Straty dławnika</i>	<i>Moc systemu [kW]</i>
<i>50</i>	<i>285</i>		<i>14,250</i>
<i>70</i>	<i>283</i>	<i>15%</i>	<i>22,782</i>
<i>125</i>	<i>114</i>	<i>16%</i>	<i>16,530</i>
<i>250</i>	<i>2</i>	<i>14%</i>	<i>0,570</i>
	<i>684</i>	<i>SUMA</i>	<i>54,132</i>

Po wyłączeniu z analizy zainstalowanych opraw typu LED zestawienie wygląda

następująco:

STAN BAZOWY			
MOC OPRAWY [W]	ILOŚĆ	Straty dławnika	Moc systemu [kW]
70	283	15%	22,782
125	114	16%	16,530
250	2	14%	0,570
	399	SUMA	39,882

Średnia energochłonność opraw

39,882 [kW] (moc opraw / 399 [szt] (ilość opraw) = 99,955 W/oprawę

Biorąc pod uwagę, że analizą objęte są ulice o średnich klasach oświetleniowych należy uznać wartość za stosunkowo wysoką.

Zużycie energii przez system

MOC OPRAWY [W]	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh 1 rok	Zużycie kWh 5 lat
70	283	4150	94543,225	472716,125
125	114	4150	68599,500	342997,500
250	2	4150	2365,500	11827,500
	399	SUMA	165508,225	827541,125

Roczne zużycie energii elektrycznej to **165 508,225 kWh** tj. ok. **170 MWh**.

Koszty energii

Poniższa tabela przedstawia koszt oświetlenia ulicznego dla danego typu oprawy, oraz łącznie dla całego systemu (przed modernizacją).

MOC OPRAWY [W]	Zużycie kWh	Koszt kWh*	Koszt oświetlenia 1 rok
70	94 543,225	1,42 zł	134 252,80 zł

125	68 599,500	1,42 zł	97 411,29 zł
250	2 365,500	1,42 zł	3 359,01 zł
		SUMA	235 023,10 zł

* - cena energii za 1 kWh + łączne koszty dystrybucyjne uśrednione

Roczny koszt energii elektrycznej zużywanej według warunków obecnych to **235 023,10 zł.** bez opłat abonamentowych i pełnej mocy umownej (w opłatach stawek stałych dystrybucyjnych przyjęto moc zainstalowaną).

2. Wymiana opraw oświetla ulicznego

Zgodnie z analizą techniczno-technologiczną w celu poprawy istniejącego stanu oświetlenia drogowego na terenie Gminy Będków założono jego modernizację poprzez wymianę wszystkich opraw na oprawy typu LED o mocy odpowiednio dobranej:

- oprawa sodowa o mocy 70W – zamiana na oprawę LED o mocy 36W,
- oprawa rtęciowa o mocy 125W – zamiana na oprawę LED o mocy 52W,
- oprawa rtęciowa o mocy 250W – zamiana na oprawę LED o mocy 98W,

Poniższa tabela przedstawia stan przed i po modernizacji. Wskazane są istniejące moce opraw

STAN BAZOWY

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
70	283	22,782	4150	94545,300	73556,24
125	114	16,530	4150	68599,500	53370,41
250	2	0,570	4150	2365,500	1 840,36
SUMA	399	39,882		165 510,300	128 767,01

STAN PO MODERNIZACJI OPRAW – WYMIANA NA OPRAWY LED

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
36	283	10,188	4150	42280,20	32 894,00
52	114	5,928	4150	24601,20	19 139,73
98	2	0,196	4150	813,40	632,83
SUMA	399	16,312		67 694,80	52 666,56

Opis wartości przedstawionych w tabeli porównującej stan bazowy ze stanem po modernizacji:

Moc oprawy – [W] – dotyczy istniejących opraw sodowych, rtęciowych

Czas Świecenia – [h] – przyjęto 4150h co daje 11,37h na dobę w skali roku

Zużycie – [kWh] = Moc * Ilość * Czas Świecenia

Emisja CO₂ – [kg] = zużycie * współczynnik emisji CO₂ wg Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE (tj. 0,778)

Modernizacja przewiduje redukcję zainstalowanej mocy systemowej z obecnych **39,882 kW** do **16,312 kW**.

Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej przedstawiono w poniższej tabeli:

Redukcja mocy [kW]	23,570
Redukcja zużycia [kWh]	97815,50
Redukcja zużycia %	59,10%

Poniżej przedstawiono koszty oświetlenia ulicznego po modernizacji opraw, czyli wymiany wszystkich opraw na oprawy typu LED o odpowiedniej mocy każda.

<i>MOC OPRAWY [W]</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>Zużycie kWh</i>	<i>Koszt kWh*</i>	<i>Koszt oświetlenia 1 rok</i>
36	283	42 280,20	1,42 zł	60 037,88 zł
52	114	24 601,20	1,42 zł	34 933,70 zł
98	2	813,80	1,42 zł	1 155,60 zł
			SUMA	96 127,18 zł

** - cena energii za 1 kWh + łączne koszty dystrybucyjne uśrednione*

Dotychczasowy roczny koszt energii elektrycznej zużywanej według warunków obecnych to **235 023,10 zł**. bez opłat abonamentowych i pełnej mocy umownej (w opłatach stawek stałych dystrybucyjnych przyjęto moc zainstalowaną). Po modernizacji zmniejszono roczny koszt energii elektrycznej do wartości **96 127,18 zł** tj o **59,1 %**.

Analiza zmniejszenia emisji CO₂

W chwili obecnej moc zakwalifikowanych do modernizacji opraw oświetleniowych na terenie gminy Będków, w ramach opracowywanego zakresu, wynosi **16,312 kW** co przy zmniejszonym czasie pracy opraw z 4150 godzin w roku do 3735 godzin działania urządzeń (uwzględniono redukcję mocy w oprawach, która powoduje redukcję zużycia energii, zgodnie z harmonogramem, o 20% w godzinach późnonocnych, co przekłada się na oszczędności zużycia energii w skali roku (tj. 4150 h świecenia opraw) o 10%.) w skali roku daje nam **67 694,80 kWh** zużytej energii elektrycznej. Ilość zużytej energii przekłada się na wielkość emisji szkodliwego dla środowiska dwutlenku węgla (CO₂). Emisja CO₂ odpowiadająca takiej ilości zużytej energii elektrycznej kształtuje się na poziomie **52 666,56 kg**.

Do obliczenia efektu ekologicznego wynikającego z ograniczenia zużycia energii elektrycznej zastosowano aktualny wskaźnik emisji CO₂ publikowany przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE przypadający na 1 MWh energii elektrycznej wyprodukowanej w instalacjach spalania. Dla energii elektrycznej, metodyka zakłada, że zastępowana energia elektryczna, pochodzi z polskiej sieci elektroenergetycznej. Wg danych opublikowanych w dokumencie pn. Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej za rok 2017, aktualny wskaźnik emisji dla polskich sieci elektroenergetycznych wynosi 0,778 MgCO₂/MWh.

Zgodnie z założeniami modernizacji oświetlenia możemy określić efekt ekologiczny. Dane wyjściowe zależne są od ilości opraw zakwalifikowanych do modernizacji i kształtują się następująco:

Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii	Emisja CO ₂
-	[kW]	[h]	[kWh]	[kg]
Przed modernizacją	39,882	4150	165 510,300	165 508,225
Po modernizacji	16,312	3735	60 925,32*	47 399,899
Różnica	23,570	-	111 354,46	118 108,326
Redukcja emisji CO ₂ [%]				71,36

*uwzględniono redukcję mocy w oprawach, która powoduje redukcję zużycia energii, zgodnie z harmonogramem, o 20% w godzinach późnonocnych, co przekłada się na oszczędności zużycia energii w skali roku (tj. 4150 h świecenia opraw) o 10%.

Zużycie energii po modernizacji=Moc*Czas świecenia*90%=16,312*4150*0,9=60 925,32 [kWh]=60,925 32 [MWh]

Wnioski

Z przeprowadzonej analizy wynika, że modernizacja oświetlenia ulicznego na LED na terenie Gminy Będków, analizując obszar modernizowany, przyniesie wysokie wskaźniki oszczędności energii i redukcji CO₂. Dla badanego obszaru wymienianych **399** szt. opraw, zakładając czas eksploatacji systemu oświetleniowego - **3320** godzin rocznie (po wprowadzenia sterowania czasem pracy opraw oświetleniowych) - oszczędności energii wyniosą ponad **59,10%** a szacowana wielkość redukcji emisji CO₂ wyniesie rocznie **118,108 326 ton**.

Szacowany roczny spadek zużycia energii wyniesie **111,354 46 MWh**, przy osiągniętej efektywności kosztowej zmniejszenia zużycia energii na poziomie **1247,39 zł/MWh** i efektywności kosztowej redukcji emisji CO₂ na poziomie **1176,06 zł/tCO₂**.

Zakładając niewygórowane koszty modernizacji, efektywność kosztowa zmniejszenia zużycia energii i zużycia CO₂ powinna być wysoko oceniana w kryteriach oceny programu „Rozświetlamy Polskę”. Również kryterium efektywności technologicznej winno być wysoko ocenione ze względu na zastosowanie nowoczesnych opraw LED (o bardzo wysokiej efektywności oświetleniowej i wysokiej trwałości).

Mając na uwadze bezpieczeństwo, zaleca się sukcesywne zagęszczanie punktów oświetlenia drogowego, poprzez instalowanie nowych opraw na słupach energetycznych, gdzie ich aktualnie brak oraz budowę nowych punktów oświetleniowych, dedykowanych dla oświetlenia przejść dla pieszych.

