

Audyt efektywności energetycznej oświetlenia ulicznego w Gminie Kunów

dla przedsięwzięcia pn: „Modernizacja oświetlenia ulicznego
na terenie Gminy Kunów”

sporządzony na podstawie Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 5 października 2017r.
w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania
audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii
(Dz. U. 2017 poz. 1912)

Adres inwestycji:	Gmina Kunów powiat: ostrowiecki województwo: świętokrzyskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko: mgr inż. Dawid Wór

mgr inż. DAWID WÓR
uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności:
instalacji w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych
nr: PDK/0079/PWOEN/12 nr ewid: PDK/IE/0167/12

1. Karta audytu oświetlenia ulicznego

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA OŚWIETLENIA ULICZNEGO		Data wykonania Luty 2020		
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:	Modernizacja oświetlenia wybranych dróg publicznych na terenie Gminy Kunów			
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max 250 znaków):	Wymiana wybranych istniejących opraw ulicznych ze źródłami rtęciowymi i sodowymi na oprawy ze źródłami typu LED			
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane* przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):	Miasto i Gmina Kunów ul. Warszawska 45B kod: 27 – 415 miejscowość: Kunów Tel/fax: (0-41) 261-37-74			
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:**	Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:***	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:		
2020	-	19		
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia:**	325 032	kWh/rok	27,94	toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia:**	812 580	kWh/rok	70,11	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej:***	-	kWh/rok	-	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej:***	-	kWh/rok	-	toe/rok
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej				
Imię i nazwisko:	Dawid Wór	mgr inż. DAWID WÓR		
Nr telefonu:	602-489-374	uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych		
Podpis:		nr: PDK/0079/PWOE/12 / nr ewid: PDK/IE/0167/12		

* Niepotrzebne skreślić.

** W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

*** W przypadku zrealizowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

2.1. Dokumentacja projektowa:

Projekty budowlane ulic i dróg gminnych oraz projekty budowlane oświetlenia ulicznego lub dobudowy oświetlenia ulicznego. Dokumentacja z modernizacji oświetlenia ulicznego przeprowadzonego w roku 2014r.

2.2. Inne dokumenty:

- umowa z Inwestorem;
- rozporządzenie Ministra Energii z dn. 5 października 2017r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 2017 poz. 1912);
- ustawa z dn. 10 kwietnia 1997r. Prawo energetyczne (Dz. U. 2018 poz. 755 z późn. zm.);
- materiały przekazane od Inwestora (kopie faktur, PGN, zestawienie inwentaryzacyjne);
- regulamin jednoetapowego konkursu zamkniętego nr RPSW.03.04.00-IZ.00-26-229/18 w ramach Osi Priorytetowej 3 - Efektywna i zielona energia, działanie 3.4 RPO Województwa Świętokrzyskiego na lata 2014 - 2020 dla projektów dotyczących modernizacji oświetlenia ulicznego (ulic, placów, terenów publicznych) na energooszczędne - wraz z zawartymi w regulaminie aktami prawa UE, aktami prawa krajowego oraz dokumentami horyzontalnymi i wytycznymi Ministra właściwego ds. rozwoju regionalnego.

2.3. Osoby udzielające informacji:

Pracownicy Urzędu Miasta i Gminy Kunów.

2.4. Data wizji lokalnej:

Styczeń 2019r.

2.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

Według oceny Inwestora należy z posiadanej sieci oświetlenia ulicznego wybrać drogi o największym znaczeniu dla Gminy (drogi o dużym natężeniu ruchu, drogi dojazdowe do centrum) oraz punkty świetlne najbardziej potrzebujące wymiany ze względu na zły stan techniczny oraz duże zużycie energii. Dla tych punktów należy wykonać poprawę efektywności energetycznej. Oświetlenie tych ulic i dróg powinno pozostać na nie zmienionym poziomie (ze względu na bardzo duże koszty inwestycyjne nie dążono do spełniania wymagań normy PN EN 13201). Drogi, gdzie zmodernizowano oświetlenie w roku 2014 instalując oprawy typu BOY o mocy 50W i 70W mają być pominięte.

2.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów poprawy efektywności energetycznej

Wkład własny Inwestora stanowić będzie 30% kosztów poprawy efektywności energetycznej oświetlenia ulicznego.

3. Inwentaryzacja istniejącego oświetlenia ulicznego

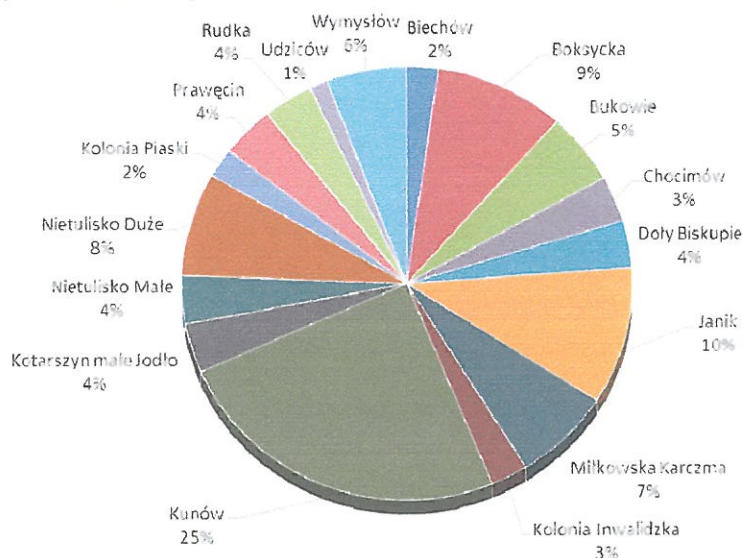
Inwentaryzację oświetlenia ulicznego w Gminie Kunów przedstawiono w formie tabelarycznej jako załącznik nr 1 do audytu (zinwentaryzowano oświetlenie wg stacji transformatorowych zasilających). Obecne oświetlenie uliczne w głównej mierze opiera się na oprawach ze źródłami sodowymi od mocy 50 do 250W. Oprawy te stanowią 86% oświetlenia ulicznego. 11% oświetlenia w Gminie Kunów stanowią oprawy typu OUR w większości bez kloszy, z odbłyśnikami w słabym stanie technicznym – jako źródła lampy sodowe WLS (zamienniki lamp rtęciowych). 3% oświetlenia stanowią oprawy ze źródłami typu LED.

W 2014r. w Gminie Kunów realizowano projekt „Modernizacja systemu oświetlenia dróg Miasta i Gminy Kunów z oszczędności w zużyciu energii przed i po wykonaniu zadania”. W ramach tego zadania wykonano częściową wymianę opraw oświetlenia ulicznego na oprawy typu BOY ze źródłami sodowymi o mocach od 50 do 150W. Wraz z oprawami na liniach napowietrznych wymieniono wysięgniki (długości od 1m do maksymalnie 2,5m), zabezpieczenia i przewody zasilające. W trakcie realizacji tego projektu jak i w latach kolejnych rozbudowano sieć oświetlenia ulicznego w Gminie Kunów, zwiększając ilość punktów świetlnych. Oprawy typu BOY stanowią 75% oświetlenia ulicznego sodowego. Oprawy na liniach napowietrznych zainstalowane zostały w większości powyżej linii napowietrznych.

Oprawy oświetleniowe na sieciach napowietrznych (oświetlenie podwieszane) nie zmodernizowane do tej pory przeważnie zamontowane jest na krótkich wysięgnikach (0,5m) i często ze źle dobranym kątem montażu. Oprawy nie zmodernizowane do tej pory lub częściowo wymienione przez Rejon Energetyczny to oprawy typu OUR (również oprawy potocznie zwane „trumna”), rodzina opraw OUS (OUSa, OUSc, OUSe), SGS, Pilot. Większość opraw podwieszona jest pod liniami napowietrznymi.

Oświetlenie uliczne w większości sterowane jest poprzez zegary astronomiczne typu LIS UNI (73 sztuki), w pozostałych przypadkach zastosowane są zegary PCM (1 sztuka) oraz czujniki zmierzchu (2 sztuki). Układy pomiarowo-sterujące zainstalowane są w szafkach oświetleniowych SO poza stacjami trafo. Niewielka ilość układ pomiarowo – sterujących zainstalowana jest w stacjach trafo napowietrznych lub w wolnostojących złączach kablowych ZK. Rozliczenie za dystrybucję i zużycie energii następuje według taryfy C12B (dzień/noc).

Poniżej przedstawiono rozkład opraw oświetleniowych według miejscowości – na wykresie kołowym oraz szczegółowo tabelarycznie.



Audyt efektywności energetycznej dla oświetlenia ulicznego w Gminie Kunów

Miejscowość	Oprawy oświetleniowe zmodernizowane 2014					Dobudowy 2015-2018			Oprawy oświetleniowe istniejące bez wymiany									RA ZEM
	BOY 50W	BOY 70W	BOY 100W	BOY 150W	BOY 50W	BOY 70W	BOY 100W	Rtęć. 250W	Rtęć. 125W	Rtęć 400W	Sod. 70W	Sod 100W	Sod 150W	Sod 250W	Sod 400W	źródła LED		
Biechów	20	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	
Boksycza	16	21	19	13	0	1	1	0	0	0	0	0	0	59	0	0	130	
Bukowie	28	0	1	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	1	0	0	74	
Chocimów	11	16	13	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0	48	
Doły Biskupie	0	19	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	22	2	0	0	49	
Janik	0	39	26	0	2	16	2	2	21	0	25	4	5	0	0	0	142	
Milkowska Karczma	2	0	0	1	0	35	0	1	2	0	4	0	53	0	0	0	98	
Kolonia Inwalidzka	0	0	33	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	37	
Kunów	7	105	64	31	0	3	8	8	7	0	48	25	19	15	0	2	342	
Kotarszyn Małe	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	51	
Nietulisko Małe	0	0	0	10	0	3	0	32	0	0	0	0	5	0	0	0	50	
Nietulisko Duże	9	1	26	9	0	5	0	20	0	0	16	3	18	0	0	0	107	
Kolonia Piaski	0	3	17	0	0	0	0	8	0	1	2	0	0	0	0	0	31	
Prawęcín	0	39	0	0	0	11	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	53	
Rudka	1	1	0	28	0	1	0	0	0	0	9	2	8	0	0	0	50	
Udziców	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	18	
Wymysłów	2	20	49	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	
RAZEM	97	292	248	92	2	85	12	137	30	1	109	58	187	15	0	37	1392	

4. Ocena aktualnego stanu technicznego oświetlenia ulicznego

Większość opraw do tej pory nie zmodernizowanych jest już wysłużona (zwłaszcza zamontowane przed 2000r.): odbłyśniki są w złym stanie technicznym, klosze są brudne, utlenione bądź pożółkłe. W oprawach zainstalowane są klosze z PMMA (szkło akrylowe) lub PC (poliwęglan). Oprawy starego typu OUR powinny zostać wymienione względu na słabą skuteczność świetlną. W niektórych miejscach oświetlenie podwieszone ze względu na krótkie wysięgniki i źle dobrane kąty oświetla rowy, podwórka lub tylko część ulic.

Odcinki zmodernizowane w 2014r. zostały zaprojektowane zgodnie z normą PN EN 13201. Jednak ze względu na zastosowanie źródeł wysokoprężnych sodowych o dużej mocy (100W i 150W) powinno zostać zmodernizowane aby poprawić efektywność energetyczną. Oprawy typu BOY o mocach 50W i 70W pozostają bez zmian.

Prawie całe oświetlenie Gminy sterowane jest poprzez zegary astronomiczne LIS UNI oraz PCM, na 2 stacjach zamontowano czujniki zmierzchu. Całość oświetlenia nie posiada reduktorów mocy, przez cały rok jest użytkowane z pełną mocą. Zaleca się wymianę czujników zmierzchowych na nowe szafy oświetleniowe SO z zegarami LIS UNI (dla ujednolicenia całości systemu).

Całość oświetlenia w Gminie Kunów ma zaprogramowaną przerwę nocną od godz. 24.00 do godz. 4.40.

Zgodnie z wytycznymi Inwestora zostały wybrane drogi dla których zamierza się przeprowadzić poprawę efektywności energetycznej. Są to ulice o dużym natężeniu ruchu oraz punkty świetlne wyeksploatowane oraz o dużym poborze energii. Do poprawy energetycznej wytypowano również zmodernizowane obwody w latach 2014-2018 (gdzie dobudowywano pojedyncze punkty) zainstalowane są tam oprawy ze źródłem wysokoprężnym sodowym o mocy 100W i 150W.

Zestaw punktów świetlnych podlegających poprawie efektywności energetycznej przedstawiono w tabeli – załącznik nr 2 do audytu.

5. Wykaz rodzajów usprawnień – przedstawienie wariantów służących poprawie efektywności energetycznej oświetlenia ulicznego.

Na podstawie inwentaryzacji, rozmów z Inwestorem wybrano 3 możliwe warianty służące poprawie efektywności energetycznej.

Wariant nr 1 – na wybranych ciągach ulic i dróg (zgodnie z załącznikiem nr 2) istniejące oprawy dotąd nie zmodernizowane będą wymienione na oprawy ze źródłami LED o skuteczności min. 115 lm/W (łącznie 465 szt.). Dla oświetlenia wydzielonego (słupy stalowe) przyjęto tylko wymianę opraw i zabezpieczeń w złączach IZK (tabliczkach słupowych) zlokalizowanych we wnękach słupów. Na oświetleniu podwieszonym przyjęto wymianę opraw z wysięgnikami o długości 1m, dodatkowo będą założone nowe oprawki bezpiecznikowe z nowymi wkładkami, przewody do wysięgników oraz zaciski przebijające.

Oprawy ze źródłami LED dobrano tak aby nie pogorszyć właściwości świetlnych oświetlenia ulicznego. Przyjęto ogólną metodykę wymian opraw:

- dla dróg gminnych oraz powiatowych o małym natężeniu ruchu (wg wytycznych Inwestora) montaż opraw o mocy 55W (min. 6325lm),
- dla dróg powiatowych montaż opraw o mocy 80W (min. 9200lm),
- dla dróg krajowych montaż opraw o mocy 80W (min. 9200lm) lub 106W (min. 12190lm).

Tabelarycznie zakres zmian przedstawiono w załączniku nr 2.

Podstawowe parametry proponowanych opraw:

- obudowa z aluminium (wtryskiwanie wysokociśnieniowe);
- regulacja nachylenia w zakresie min. $\pm 15^\circ$;
- montaż na wysięgniku o średnicy 60/48mm,
- klosz: szyba hartowana;
- minimalna żywotność 100 000 godzin;
- temperatura barwowa 4000K;
- skuteczność świetlna min. 115 lm/W;
- zakres temperatury pracy min. -40°C - $+40^\circ\text{C}$;
- optyka dla dróg miejskich i gminnych;
- stopień ochrony IP min. 66;
- wytrzymałość mechaniczna IK min. 09,
- I klasa izolacji (zalecana II klasa izolacji);
- sprawność zasilacza min. 93%, zasilanie 230VAC, 50Hz.

Szczegółowy zakres wymagań dotyczących opraw wg projektu technicznego.

Wariant nr 2 – zakłada te same zmiany co wariant nr 1, dodatkowo zostaną wymienione oprawy zmodernizowane w latach 2014 - 2018r. o mocach 100 i 150W - łącznie 816 szt. Wysięgniki wraz z osprzętem dla tych opraw pozostają bez zmian. Oprawy oświetleniowe o parametrach zgodnie z wariantem nr 1. Tabelarycznie zakres zmian przedstawiono w załączniku nr 2.

Wariant nr 3 – zakłada te same zmiany co wariant nr 2 (łącznie do wymiany 816 opraw), dobrano oprawy o większej skuteczności świetlnej na poziomie min. 130lm/W. Pozostałe parametry opraw bez zmian. Przyjęto ogólną metodykę wymian opraw:

- dla dróg gminnych oraz powiatowych o małym natężeniu ruchu (wg wytycznych Inwestora) montaż opraw o mocy 51W (min. 6630lm),
- dla dróg powiatowych montaż opraw o mocy 76W (min. 9880lm),
- dla dróg krajowych montaż opraw o mocy 76W (min. 9880lm) lub 99W (min. 12870lm).

Tabelarycznie zakres zmian przedstawiono w załączniku nr 3.

Dla obliczeń we wszystkich wariantach przyjęto łączny czas pracy oświetlenia w ciągu roku: 4150h (zgodnie z rozporządzeniem). Oprawy oświetleniowe zaproponowane we wszystkich wariantach nie są wyposażone w reduktory mocy.

6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej

WARIANT 1				
Lp.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan projektowany
1	Moc zainstalowana	kW	82,228	28,354
2	Różnica w mocy zainstalowanej	kW		53,874
3	Zużycie energii elektrycznej	kWh	341 246	117 669
4	Średnioroczna oszczędność energii elektrycznej	kWh		223 577
5	Emisja dwutlenku węgla CO ₂	Mg/rok	275,04	94,84
6	Redukcja emisji dwutlenku węgla CO ₂	Mg/rok		180,20
7	Efekt końcowy ograniczenia emisji dwutlenku węgla CO ₂	%		65,5
8	Koszty zakupu energii elektrycznej	zł/rok	149 653,40	52 416,06
9	Zmniejszenie kosztów zakupu energii elektrycznej ΔK_z	zł/rok		97 237,34
10	Koszt realizacji przedsięwzięcia N_U	zł		632 374,56
11	$SPBT = N_U / \Delta K_z$	lata		6,5
WARIANT 2				
1	Moc zainstalowana	kW	128,205	49,884
2	Różnica w mocy zainstalowanej	kW		78,321
3	Zużycie energii elektrycznej	kWh	532 051	207 019
4	Średnioroczna oszczędność energii elektrycznej	kWh		325 032
5	Emisja dwutlenku węgla CO ₂	Mg/rok	428,84	166,86
6	Redukcja emisji dwutlenku węgla CO ₂	Mg/rok		261,98
7	Efekt końcowy ograniczenia emisji dwutlenku węgla CO ₂	%		61,1
8	Koszty zakupu energii elektrycznej	zł/rok	233 204,21	91 842,40
9	Zmniejszenie kosztów zakupu energii elektrycznej ΔK_z	zł/rok		141 361,81
10	Koszt realizacji przedsięwzięcia N_U	zł		988 919,75
11	$SPBT = N_U / \Delta K_z$	lata		7,0
WARIANT 3				
1	Moc zainstalowana	kW	128,205	46,533
2	Różnica w mocy zainstalowanej	kW		81,672
3	Zużycie energii elektrycznej	kWh	532 051	193 112
4	Średnioroczna oszczędność energii elektrycznej	kWh		338 939
5	Emisja dwutlenku węgla CO ₂	Mg/rok	428,83	155,65
6	Redukcja emisji dwutlenku węgla CO ₂	Mg/rok		273,18

Audyt oświetlenia ulicznego w Gminie Kunów

7	Efekt końcowy ograniczenia emisji dwutlenku węgla CO ₂	%		63,7
8	Koszty zakupu energii elektrycznej	zł/rok	233 204,21	85 794,17
9	Zmniejszenie kosztów zakupu energii elektrycznej ΔK_z	zł/rok		147 410,04
10	Koszt realizacji przedsięwzięcia N_U	zł		1 179 927,78
11	$SPBT = N_U / \Delta K_z$	lata		8,0
Podstawa przyjętych wartości N_U : koszty wariantów przyjęto na podstawie kosztorysu inwestorskiego.				
Wybrany wariant: 2		Koszt: 988 919,75 zł		SPBT = 7,0 lat

Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia:

L.p.	Nr war.	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii $[Q_0 - Q_1 / Q_0] 100\%$ [%]	Wkład własny [zł]	Kwota dofinansowania [zł]
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	632 374,56	97 237,34	65,5	189 712,37	442 662,19
2.	2	988 919,75	141 361,81	61,1	296 675,93	692 243,82
3.	3	1 179 927,78	147 410,04	63,7	353 978,33	825 949,45

Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej

Na podstawie dokonanej oceny, z uwagi na planowany wkład własny i możliwości dofinansowania za optymalny wariant przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej dla modernizacji oświetlenia ulicznego wybranych ulic i dróg ocenia się **wariant nr 2** obejmujący usprawnienia:

- wymiana istniejących opraw ulicznych (816 szt.) na nowe ze źródłami typu LED (bez wymiany pozostają oprawy zmodernizowane w latach 2014 - 2018 o mocach 50W i 70W).

Przedsięwzięcie to ogranicza zużycie energii elektrycznej o **61,1%**, szacowane roczne ograniczenie emisji dwutlenku węgla to **261,98 Mg**.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki Inwestora - środki własne inwestora wyniosą **296 675,93zł**, co spełnia oczekiwania inwestora wynikające z zadeklarowanego wkładu własnego.

7. Opis techniczny optymalnego wariantu modernizacji oświetlenia ulicznego

7.1 Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia modernizacji oświetlenia ulicznego wybranych ulic i dróg w Gminie Kunów należy wykonać następujące prace:

1. Wykonać projekt techniczny dla wyszczególnionych dróg i ulic zgodnie z załącznikiem nr 2. Projekt uzgodnić na roboczo w Rejonie Energetycznym. Przyjęto, że oprawy zostaną wymienione na podstawie Prac Pod Napięciem PPN, nie generując przy tym dodatkowych kosztów związanych z dopuszczeniem do pracy na sieciach PGE.
2. Na istniejącym oświetleniu wydzielonym (zasilanie kablowe, słupy stalowe) należy wymienić istniejące oprawy na nowe ze źródłami typu LED oraz wymienić wkładki bezpiecznikowe w łączach IZK (tabliczkach słupowych).
3. Na istniejącym oświetleniu podwieszonym (zasilanie napowietrzne, słupy betonowe, żelbetowe) należy wymienić istniejące oprawy na nowe ze źródłami typu LED. Wysięgniki wymienić na nowe – o dług. 1m, oraz z innymi kątami (15°) względem jezdni z nowymi przewodami zasilającymi i zaciskami.

4. Dla oświetlenia podwieszonego zmodernizowanego w latach 2014 - 2018 przewidziano wymianę tylko opraw na nowe wraz z wymianę wkładek bezpiecznikowych.
5. Złomowanie i utylizacja zdemontowanych materiałów.

**Określenie zaoszczędzonej energii finalnej i pierwotnej [kWh]
(dla oświetlenia dróg i ulic podlegających modernizacji)**

WARIANT 1:

Ilość zaoszczędzonej energii finalnej ΔQ_0 :

$$\Delta Q_0 = \frac{T_U \cdot (M_0 - M_1)}{1000} = \frac{4150 \cdot (82228 - 28354)}{1000} = 223577 kWh$$

gdzie:

M_0 – moc znamionowa opraw oświetleniowych przed wymianą - 82 228,00 [W],

M_1 – moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych - 28 354,00 [W],

T_U – łączny czas użytkowania oświetlenia dróg i placów w ciągu roku – 4150[h/rok]

Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej ΔQ_P :

$$\Delta Q_P = w_{el} \cdot \Delta Q_0 = 2,5 \cdot 223577 = 558943 kWh$$

gdzie:

ΔQ_P – ilość zaoszczędzonej energii finalnej [kWh],

w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej = 2,5.

WARIANT 2:

Ilość zaoszczędzonej energii finalnej ΔQ_0 :

$$\Delta Q_0 = \frac{T_U \cdot (M_0 - M_1)}{1000} = \frac{4150 \cdot (128205 - 49884)}{1000} = 325032 kWh$$

gdzie:

M_0 – moc znamionowa opraw oświetleniowych przed wymianą – 128 205,00 [W],

M_1 – moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych – 49 884,00 [W],

T_U – łączny czas użytkowania oświetlenia dróg i placów w ciągu roku – 4150[h/rok]

Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej ΔQ_P :

$$\Delta Q_P = w_{el} \cdot \Delta Q_0 = 2,5 \cdot 325032 = 812580 kWh$$

gdzie:

ΔQ_P – ilość zaoszczędzonej energii finalnej [kWh],

w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej = 2,5.

WARIANT 3:

Ilość zaoszczędzonej energii finalnej ΔQ_0 :

$$\Delta Q_0 = \frac{T_U \cdot (M_0 - M_1)}{1000} = \frac{4150 \cdot (128205 - 46533)}{1000} = 338939 kWh$$

gdzie:

M_0 – moc znamionowa opraw oświetleniowych przed wymianą - 128 205,00 [W],

M_1 – moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych – 46 533,00 [W],

T_U – łączny czas użytkowania oświetlenia dróg i placów w ciągu roku – 4150[h/rok]

Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej ΔQ_P :

$$\Delta Q_P = w_{el} \cdot \Delta Q_0 = 2,5 \cdot 338939 = 847348 kWh$$

gdzie:

ΔQ_P – ilość zaoszczędzonej energii finalnej [kWh],

w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej = 2,5.

***Określenie redukcji emisji dwutlenku węgla CO_2 – efektu ekologicznego
(dla oświetlenia dróg i ulic podlegających modernizacji)***

WARIANT 1:

Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych ΔEt :

$$\Delta Et = \Delta Q_0 \cdot 0,806 = 223,577 \cdot 0,806 = 180,20 MgCO_2$$

gdzie:

ΔEt – szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych [Mg CO_2 /rok]

ΔQ_0 – ilość zaoszczędzonej energii finalnej – 223,577 [MWh],

0,806 – wskaźnik emisji CO_2 opublikowany przez KOBIZE [Mg CO_2 /MWh]

WARIANT 2:

Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych ΔEt :

$$\Delta Et = \Delta Q_0 \cdot 0,806 = 325,032 \cdot 0,806 = 261,98 MgCO_2$$

gdzie:

ΔEt – szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych [Mg CO_2 /rok]

ΔQ_0 – ilość zaoszczędzonej energii finalnej – 325,032 [MWh],

0,806 – wskaźnik emisji CO_2 opublikowany przez KOBIZE [Mg CO_2 /MWh]

WARIANT 3:

Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych ΔEt :

$$\Delta Et = \Delta Q_0 \cdot 0,806 = 338,939 \cdot 0,806 = 273,18 MgCO_2$$

gdzie:

ΔEt – szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych [Mg CO_2 /rok]

ΔQ_0 – ilość zaoszczędzonej energii finalnej – 338,939 [MWh],

0,806 – wskaźnik emisji CO_2 opublikowany przez KOBIZE [Mg CO_2 /MWh]

Określenie kosztów energii elektrycznej (dla oświetlenia dróg i ulic podlegających modernizacji)

WARIANT I

przed modernizacją:

$$K_{EE} = \sum_{k=1}^r E_{0k} \cdot S_E + S_{SVn} \cdot P_I + \sum_{k=1}^r S_{ZVnk} \cdot E_{pik} + S_{oSJ} \cdot E_{oK} + S_{op} \cdot P_I + S_{OZE} \cdot E_{okm} + O_a \cdot I_{UP} \cdot 6$$

gdzie:

E_{0k} – zużycie energii elektrycznej dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $82,228 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 131\,894 \text{ kWh}$,

- nocnej: $82,228 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 209\,352 \text{ kWh}$,

S_E – stawka za zużyte kWh dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $0,22 \text{ zł/kWh}$,

- nocnej: $0,196 \text{ zł/kWh}$,

S_{SVn} – składnik stały stawki sieciowej – $2,93 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

P_I – moc zainstalowana – $82,228 \text{ kW}$,

S_{ZVnk} – składnik zmienny stawki sieciowej dla strefy czasowej „k”:

- dzienny: $0,2230 \text{ zł/kWh}$,

- nocny: $0,0593 \text{ zł/kWh}$,

E_{pik} – ilość energii pobranej z sieci przez odbiorcę w strefie czasowej „k”:

- dziennej: $82,228 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 131\,894 \text{ kWh}$,

- nocnej: $82,228 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 209\,352 \text{ kWh}$,

S_{oSJ} – stawka jakościowa – $0,0125 \text{ zł/kWh}$,

E_{ok} – ilość energii elektrycznej zużytej przez odbiorcę oraz innych odbiorców przyłączonych do jego sieci korzystających z krajowego systemu elektroenergetycznego – $341\,246 \text{ kWh}$,

S_{op} – stawka opłaty przejściowej – $1,65 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

S_{OZE} – stawka opłaty OZE – $0,00 \text{ zł/kWh}$,

E_{okm} – ilość energii elektrycznej pobranej i zużytej przez odbiorcę końcowego o której mowa w taryfie – kWh,

O_a – opłata abonamentowa – $4,80 \text{ zł/2 miesiące}$ (rozliczenie przez RE występuje co 2 miesiące),

I_{up} – ilość układów pomiarowych, które objęte są modernizacją oświetlenia – 35,

r – ilość rozliczonych stref czasowych – 2.

$$\begin{aligned} K_{EE} &= \sum_{k=1}^2 ((131894 \cdot 0,22) + (209352 \cdot 0,196)) + 2,93 \cdot 82 \cdot 12 \\ &+ \sum_{k=1}^2 ((131894 \cdot 0,223) + (209352 \cdot 0,0593)) + 0,0125 \cdot 341246 + 1,65 \cdot 82 \cdot 12 \\ &+ 0 \cdot 0 + 4,8 \cdot 35 \cdot 6 = 121669,43 \text{ zł netto} + \text{pod. VAT } 23\% = 149653,40 \text{ zł/rok} \end{aligned}$$

WARIANT 1

po modernizacji:

$$K_{EE} = \sum_{k=1}^r E_{0k} \cdot S_E + S_{SVn} \cdot P_I + \sum_{k=1}^r S_{ZVnk} \cdot E_{pik} + S_{oSJ} \cdot E_{oK} + S_{op} \cdot P_I + S_{OZE} \cdot E_{okm} + O_a \cdot I_{UP} \cdot 6$$

gdzie:

E_{0k} – zużycie energii elektrycznej dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $28,354 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 45\,480 \text{ kWh}$,

- nocnej: $28,354 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 72\,189 \text{ kWh}$,

S_E – stawka za zużyte kWh dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $0,22 \text{ zł/kWh}$,

- nocnej: $0,196 \text{ zł/kWh}$,

S_{SVn} – składnik stały stawki sieciowej – $2,93 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

P_I – moc zainstalowana – $28,354 \text{ kW}$,

S_{ZVnk} – składnik zmienny stawki sieciowej dla strefy czasowej „k”:

- dzienny: $0,2230 \text{ zł/kWh}$,

- nocny: $0,0593 \text{ zł/kWh}$,

E_{pik} – ilość energii pobranej z sieci przez odbiorcę w strefie czasowej „k”:

- dziennej: $28,354 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 45\,480 \text{ kWh}$,

- nocnej: $28,354 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 72\,189 \text{ kWh}$,

S_{oSJ} – stawka jakościowa – $0,0125 \text{ zł/kWh}$,

E_{ok} – ilość energii elektrycznej zużytej przez odbiorcę oraz innych odbiorców przyłączonych do jego sieci korzystających z krajowego systemu elektroenergetycznego – $117\,669 \text{ kWh}$,

S_{op} – stawka opłaty przejściowej – $1,65 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

S_{OZE} – stawka opłaty OZE – $0,00 \text{ zł/kWh}$,

E_{okm} – ilość energii elektrycznej pobranej i zużytej przez odbiorcę końcowego o której mowa w taryfie – kWh,

O_a – opłata abonamentowa – $4,80 \text{ zł/2 miesiące}$ (rozliczenie przez RE występuje co 2 miesiące),

I_{up} – ilość układów pomiarowych, które objęte są modernizacją oświetlenia – 35 ,

r – ilość rozliczonych stref czasowych – 2 .

$$\begin{aligned} K_{EE} &= \sum_{k=1}^2 ((45480 \cdot 0,22) + (72189 \cdot 0,196)) + 2,93 \cdot 35 \cdot 12 \\ &+ \sum_{k=1}^2 ((45480 \cdot 0,223) + (72189 \cdot 0,0593)) + 0,0125 \cdot 117669 + 1,65 \cdot 35 \cdot 12 \\ &+ 0 \cdot 0 + 4,8 \cdot 35 \cdot 6 = 42614,68 \text{ zł netto} + \text{pod. VAT } 23\% = 52416,06 \text{ zł/rok} \end{aligned}$$

WARIANT 2

przed modernizacją:

$$K_{EE} = \sum_{k=1}^r E_{0k} \cdot S_E + S_{SVn} \cdot P_I + \sum_{k=1}^r S_{ZVnk} \cdot E_{pik} + S_{oSJ} \cdot E_{oK} + S_{op} \cdot P_I + S_{OZE} \cdot E_{okm} + O_a \cdot I_{UP} \cdot 6$$

gdzie:

E_{0k} – zużycie energii elektrycznej dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $128,205 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 205\,641 \text{ kWh}$,

- nocnej: $128,205 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 326\,410 \text{ kWh}$,

S_E – stawka za zużyte kWh dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $0,22 \text{ zł/kWh}$,

- nocnej: $0,196 \text{ zł/kWh}$,

S_{SVn} – składnik stały stawki sieciowej – $2,93 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

P_I – moc zainstalowana – $128,205 \text{ kW}$,

S_{ZVnk} – składnik zmienny stawki sieciowej dla strefy czasowej „k”:

- dzienny: $0,2230 \text{ zł/kWh}$,

- nocny: $0,0593 \text{ zł/kWh}$,

E_{pik} – ilość energii pobranej z sieci przez odbiorcę w strefie czasowej „k”:

- dziennej: $128,205 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 205\,641 \text{ kWh}$,

- nocnej: $128,205 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 326\,410 \text{ kWh}$,

S_{oSJ} – stawka jakościowa – $0,0125 \text{ zł/kWh}$,

E_{ok} – ilość energii elektrycznej zużytej przez odbiorcę oraz innych odbiorców przyłączonych do jego sieci korzystających z krajowego systemu elektroenergetycznego – $532\,051 \text{ kWh}$,

S_{op} – stawka opłaty przejściowej – $1,65 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

S_{OZE} – stawka opłaty OZE – $0,00 \text{ zł/kWh}$,

E_{okm} – ilość energii elektrycznej pobranej i zużytej przez odbiorcę końcowego o której mowa w taryfie – kWh,

O_a – opłata abonamentowa – $4,80 \text{ zł/2 miesiące}$ (rozliczenie przez RE występuje co 2 miesiące),

I_{up} – ilość układów pomiarowych, które objęte są modernizacją oświetlenia – 51 ,

r – ilość rozliczonych stref czasowych – 2 .

$$\begin{aligned} K_{EE} &= \sum_{k=1}^2 ((205641 \cdot 0,22) + (326410 \cdot 0,196)) + 2,93 \cdot 128 \cdot 12 \\ &\quad + \sum_{k=1}^2 ((205641 \cdot 0,223) + (326410 \cdot 0,0593)) + 0,0125 \cdot 532051 + 1,65 \cdot 128 \\ &\quad \cdot 12 + 0 \cdot 0 + 4,8 \cdot 51 \cdot 6 = \\ &= 189596,92 \text{ zł netto} + \text{pod. VAT } 23\% = 233204,21 \text{ zł/rok} \end{aligned}$$

WARIANT 2

po modernizacji:

$$K_{EE} = \sum_{k=1}^r E_{0k} \cdot S_E + S_{SVn} \cdot P_I + \sum_{k=1}^r S_{ZVnk} \cdot E_{pik} + S_{oSJ} \cdot E_{oK} + S_{op} \cdot P_I + S_{OZE} \cdot E_{okm} + O_a \cdot I_{UP} \cdot 6$$

gdzie:

E_{0k} – zużycie energii elektrycznej dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $49,884 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 80\,014 \text{ kWh}$,

- nocnej: $49,884 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 127\,005 \text{ kWh}$,

S_E – stawka za zużyte kWh dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $0,22 \text{ zł/kWh}$,

- nocnej: $0,196 \text{ zł/kWh}$,

S_{SVn} – składnik stały stawki sieciowej – $2,93 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

P_I – moc zainstalowana – $49,884 \text{ kW}$,

S_{ZVnk} – składnik zmienny stawki sieciowej dla strefy czasowej „k”:

- dzienny: $0,2230 \text{ zł/kWh}$,

- nocny: $0,0593 \text{ zł/kWh}$,

E_{pik} – ilość energii pobranej z sieci przez odbiorcę w strefie czasowej „k”:

- dziennej: $49,884 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 80\,014 \text{ kWh}$,

- nocnej: $49,884 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 127\,005 \text{ kWh}$,

S_{oSJ} – stawka jakościowa – $0,0125 \text{ zł/kWh}$,

E_{ok} – ilość energii elektrycznej zużytej przez odbiorcę oraz innych odbiorców przyłączonych do jego sieci korzystających z krajowego systemu elektroenergetycznego – $207\,019 \text{ kWh}$,

S_{op} – stawka opłaty przejściowej – $1,65 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

S_{OZE} – stawka opłaty OZE – $0,00 \text{ zł/kWh}$,

E_{okm} – ilość energii elektrycznej pobranej i zużytej przez odbiorcę końcowego o której mowa w taryfie – kWh,

O_a – opłata abonamentowa – $4,80 \text{ zł/2 miesiące}$ (rozliczenie przez RE występuje co 2 miesiące),

I_{up} – ilość układów pomiarowych, które objęte są modernizacją oświetlenia – 51 ,

r – ilość rozliczonych stref czasowych – 2 .

$$\begin{aligned} K_{EE} &= \sum_{k=1}^2 ((80014 \cdot 0,22) + (127005 \cdot 0,196)) + 2,93 \cdot 50 \cdot 12 \\ &+ \sum_{k=1}^2 ((80014 \cdot 0,223) + (127005 \cdot 0,0593)) + 0,0125 \cdot 207019 + 1,65 \cdot 50 \cdot 12 \\ &+ 0 \cdot 0 + 4,8 \cdot 51 \cdot 6 = 74668,62 \text{ zł netto} + \text{pod. VAT } 23\% = 91842,40 \text{ zł/rok} \end{aligned}$$

WARIANT 3

przed modernizacją (tak jak dla wariantu nr 2) – $K_{EE} = 233\,204,21\text{zł}$

WARIANT 3

po modernizacji:

$$K_{EE} = \sum_{k=1}^r E_{0k} \cdot S_E + S_{SVn} \cdot P_I + \sum_{k=1}^r S_{ZVnk} \cdot E_{pik} + S_{oSJ} \cdot E_{oK} + S_{op} \cdot P_I + S_{OZE} \cdot E_{okm} + O_a \cdot I_{UP} \cdot 6$$

gdzie:

E_{0k} – zużycie energii elektrycznej dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $46,533 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 74\,639 \text{ kWh}$,

- nocnej: $46,533 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 118\,473 \text{ kWh}$,

S_E – stawka za zużyte kWh dla strefy czasowej „k”:

- dziennej: $0,22 \text{ zł/kWh}$,

- nocnej: $0,196 \text{ zł/kWh}$,

S_{SVn} – składnik stały stawki sieciowej – $2,93 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

P_I – moc zainstalowana – $46,533 \text{ kW}$,

S_{ZVnk} – składnik zmienny stawki sieciowej dla strefy czasowej „k”:

- dzienny: $0,2230 \text{ zł/kWh}$,

- nocny: $0,0593 \text{ zł/kWh}$,

E_{pik} – ilość energii pobranej z sieci przez odbiorcę w strefie czasowej „k”:

- dziennej: $46,533 \text{ kW} \times 1604 \text{ h} = 74\,639 \text{ kWh}$,

- nocnej: $46,533 \text{ kW} \times 2546 \text{ h} = 118\,473 \text{ kWh}$,

S_{oSJ} – stawka jakościowa – $0,0125 \text{ zł/kWh}$,

E_{ok} – ilość energii elektrycznej zużytej przez odbiorcę oraz innych odbiorców przyłączonych do jego sieci korzystających z krajowego systemu elektroenergetycznego – $193\,112 \text{ kWh}$,

S_{op} – stawka opłaty przejściowej – $1,65 \text{ zł/kW/miesiąc}$,

S_{OZE} – stawka opłaty OZE – $0,00 \text{ zł/kWh}$,

E_{okm} – ilość energii elektrycznej pobranej i zużytej przez odbiorcę końcowego o której mowa w taryfie – kWh,

O_a – opłata abonamentowa – $4,80 \text{ zł/2 miesiące}$ (rozliczenie przez RE występuje co 2 miesiące),

I_{up} – ilość układów pomiarowych, które objęte są modernizacją oświetlenia – 51,

r – ilość rozliczonych stref czasowych – 2.

$$\begin{aligned} K_{EE} &= \sum_{k=1}^2 ((74639 \cdot 0,22) + (118473 \cdot 0,196)) + 2,93 \cdot 47 \cdot 12 \\ &+ \sum_{k=1}^2 ((74639 \cdot 0,223) + (118473 \cdot 0,0593)) + 0,0125 \cdot 193112 + 1,65 \cdot 47 \cdot 12 \\ &+ 0 \cdot 0 + 4,8 \cdot 51 \cdot 6 = 69751,36\text{zł netto} + \text{pod. VAT}23\% = 85794,17\text{zł/rok} \end{aligned}$$

Obliczenie kosztów energii elektrycznej określono na podstawie Taryfy dla usług dystrybucji energii elektrycznej PGE Dystrybucja S.A. oraz cen zakupu energii elektrycznej dla Gminy Kunów (wszystkie układy pomiarowe pracują w taryfie C12B). Opłata OZE w roku 2019 nie jest pobierana, opłata handlowa przy umowie kompleksowej (dystrybucja + zakup energii) nie jest pobierana.

Wykaz załączników do audytu

1. Załącznik nr 1
Inwentaryzacja oświetlenia w Gminie Kunów
2. Załącznik nr 2
Wykaz oświetlenia ulicznego podlegającego modernizacji oświetlenia (variant 1, 2)
3. Załącznik nr 3
Wykaz oświetlenia ulicznego podlegającego modernizacji oświetlenia (variant 3)