

# AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Przygotowany dla  
Gminy Ostrowiec Świętokrzyski



*DLA ZADANIA:*

*„ INWENTARYZACJA OŚWIETLENIA ULICZNEGO W GMINIE OSTROWIEC ŚWIĘTOKRZYSKI.”*

*CIESZYN – 2022*

AUTOR:

MICHAŁ HALAMA

1. Stan aktualny na dzień inwentaryzacji .....	3
1.1 Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia .....	4
1.2 Wnioski z inwentaryzacji szafek oświetleniowych. ....	25
2. Zgodność ze standardami .....	27
2.1. Zjawisko Light Pollution .....	27
2.2. Norma Oświetleniowa .....	28
2.3 Doświetlenie przejść dla pieszych .....	48
3. Rozwiązania energooszczędne .....	50
3.1 Dobór parametrów oświetleniowych .....	50
3.2 Analiza techniczno-technologiczna .....	50
3.3 Analiza źródła światła .....	51
4. Modernizacja .....	53
4.1 Wariant I .....	53
4.2 Wariant II .....	54
4.3 Wariant III .....	55
5. Analiza zmniejszenia zużycia energii elektrycznej .....	57
5.1 Wariant I .....	57
5.2 Wariant II .....	61
5.3 Wariant III .....	64
6. Układy zasilania oświetlenia .....	68
6.1 Moc umowna .....	68
6.2 Moc Bierna .....	72
6.3 Grupa taryfowa .....	72
6.4 Czas eksploatacji .....	73
7. Analiza kosztów eksploatacji przed i po modernizacji .....	74
7.1 Wariant I .....	74
7.2 Wariant II .....	76
7.3 Wariant III .....	78
8. Efekt ekologiczny .....	81
8.1 Wariant I .....	81
8.2 Wariant II .....	82
8.3 Wariant III .....	83
9. Wnioski .....	83

## 1. STAN AKTUALNY NA DZIEŃ INWENTARYZACJI

Stan aktualny określony został na podstawie analizy danych pozyskanych w wyniku inwentaryzacji z natury metodą geoinformatyczną. Inwentaryzacja istniejącej infrastruktury przeprowadzona została w okresie od marca do września 2022. Pozyskane dane przedstawiają informację na temat parametrów oprawy, słupa oraz szafek oświetleniowych.

Poziom oświetlenia dróg gminnych oraz powiatowych w Gminie Ostrowiec Świętokrzyski jest bardzo wysoki, biorąc pod uwagę tereny zabudowane. Większość dróg na tych terenach jest oświetlonych, jak również osiedla, parki i skwery. Nie stwierdzono jednak poprawnego oświetlenia przejść dla pieszych, a zważywszy na bardzo duży ruch uliczny na terenie gminy, prawidłowe oświetlenie miejsca przejścia dla pieszych znacznie poprawiłoby stan bezpieczeństwa w Gminie Ostrowiec Świętokrzyski.

Na terenie gminy oprawy oświetlenia ulicznego znajdują się również na linii napowietrznej, z czego znaczna część w sieci skojarzonej z zakładem energetycznym. Nowe oświetlenie zarówno budowane razem z infrastrukturą drogową, lub w ramach remontu infrastruktury, jest montowane na słupach linii kablowej.

W ocenie jakości oświetlenia ciągów komunikacyjnych ważne są względy bezpieczeństwa, komfortu poruszania się, ochrony środowiska, oraz estetyczne. Dla każdej z tych kwestii nasuwają się wnioski:

- ➔ **Bezpieczeństwo** – tu należy poruszyć głównie kwestię oświetlenia przejść dla pieszych. Na terenie gminy w ramach analizowanego zakresu żadne przejście nie jest oświetlone zgodnie z obowiązującą normą. Modernizacja istniejącej infrastruktury oświetleniowej, lub mocniejsze doświetlenie miejsca przejścia dla pieszych istniejącymi oprawami, nie poprawi w żadnym stopniu poziomu bezpieczeństwa. Należy zastosować dedykowaną infrastrukturę oświetleniową dla przejść dla pieszych zgodnie z wytycznymi WR-D-41-4.

- ➔ **Komfort -** z pojęciem tym wiąże się efekt olśnienia kierowcy podczas poruszania się po drodze. Zjawisko to powinno być wyeliminowane w stopniu zadowalającym, przy doborze opraw spełniających normę oświetleniową dla danego odcinka drogi. Planowana modernizacja zrealizowana ze sztuką projektową, przy doborze produktu spełniającego wymagane normy, powinna wykluczyć powstanie tego zjawiska.
  
- ➔ **Ochrona środowiska-** należy ją głównie wiązać z oszczędnością energetyczną, oraz związaną z tym emisją gazów cieplarnianych do atmosfery. Obecnie w obrębie analizowanego zakresu zamontowane są oprawy o niskim poziomie oszczędności energetycznej. Z pojęciem ochrony środowiska związane jest również zjawisko Light Pollution, który obecnie występuje przy części opraw stosowanych na terenie Gminy.
  
- ➔ **Estetyka -** zależy głównie od charakteru Gminy. Nowe oprawy powinny mieć jednakowy styl w ramach danego ciągu komunikacyjnego. Szczegółowe wytyczne dla opraw określono w dalszej części audytu.

## 1.1 WNIOSKI Z INWENTARYZACJI OŚWIETLENIA

Łącznie zinwentaryzowano 6565 Latarni (Punkty Światłne) z 7043 sztukami opraw.

Poniżej przedstawiono wykaz opraw z podziałem na rodzaj źródła światła.

Rodzaj źródła Światła	Liczba opraw
Ledowa	1385
Rtęciowa	11
Sodowa	5647
<b>Łącznie</b>	<b>7043</b>

Na liniach napowietrznych znajduje się 2546 sztuk opraw, z czego reszta 4497 sztuki zasilane są Kablowo.

Poniżej przedstawiono wykaz słupów z podziałem na własność konstrukcji wsporczej oraz typ linii, dla każdej z ulic.

Własność słupa		Gmina Ostrowiec Świętokrzyski		PGE dystrybucja	
Ulica	Linia	Kablowa	Napowietrzna	Napowietrzna	łącznie
11 Listopada		20			20
Adama Asnyka				7	7
Adama Mickiewicza		49			49
Adama Naruszewicza				1	1
Adama Wardyńskiego		22		2	24
Adama Wardyńskiego boczna				2	2
Adama Wardyńskiego chodnik		1			1
Adolfa Dygasińskiego		4			4
Agerstowa				9	9
Akacyjowa				21	21
Akacyjowa boczna				2	2
Akademicka		12			12
Aleja 25-lecia Wolności		81			81
Aleja 25-lecia Wolności boczna				6	6
Aleja 3 Maja		44			44
Aleja 3 Maja wiadukt chodnik		13			13
Aleja Jana Pawła II		111			111
Aleja Solidarności		29			29
Aleksandra Fredry				11	11
Aleksandra Gierymskiego				9	9
Andrzeja Biesiady		14			14
Andrzeja Struga				11	11
Armii Krajowej		29			29
Artura Grottgera				4	4
Bałtowska		172			172
Bałtowska boczna		17	8	11	36
Bieliny				5	5
Bławatna				6	6
Boczna		3		4	7
Boczna od Bałtowskiej		5			5
Boczna WORD		8			8
Boisko		4			4

Bolesława Leśmiana	12		<b>12</b>
Bolesława Prusa		1	<b>16</b>
Bołtowska boczna		4	<b>4</b>
Borowa		5	<b>5</b>
Borowikowa	8		<b>8</b>
Botaniczna		6	<b>6</b>
Brak nazwy*	46		<b>46</b>
Browarna		7	<b>7</b>
Brzozowa		6	<b>6</b>
Bukowa		14	<b>14</b>
Bursztynowa	4	3	<b>7</b>
Cedrowa	10		<b>10</b>
Cegielniana		10	<b>10</b>
Centralnego Okręgu Przemysłowego	28		<b>28</b>
Centralnego Okręgu Przemysłowego boczna	4		<b>4</b>
Chabrowa		10	<b>10</b>
Chłodna	7	3	<b>10</b>
Chmielna		5	<b>5</b>
Chmielowska		37	<b>37</b>
Chmielowska boczna		9	<b>9</b>
Cisowa		13	<b>13</b>
Cypriana Kamia Norwida		5	<b>5</b>
Cyprysowa		4	<b>4</b>
Czerwonego Krzyża	6		<b>6</b>
Czerwonego Krzyża parking	1		<b>1</b>
Daleka		7	<b>7</b>
Dąbrówki		7	<b>7</b>
Denkowska	47	18	<b>65</b>
Denkowska boczna	3		<b>3</b>
Denkowska Parking	4		<b>4</b>
Dębowa		10	<b>10</b>
Długa	44	13	<b>57</b>
Długa boczna	1		<b>1</b>
Długa Rondo	1		<b>1</b>
Dobra		20	<b>20</b>
Doktora Eugeniusz Dziewulskiego	14		<b>14</b>
Drukarska	6		<b>6</b>
Dunalka	4	3	<b>7</b>
Elizy Orzeszkowej		6	<b>6</b>
Eugeniusz kwiatkowskiego	35		<b>35</b>
Fabryczna	2	2	<b>4</b>
Ferdynanda Focha	8		<b>8</b>

Folwark Piaski	15		2	17
Fryderyka Chopina			15	15
Furmańska	7		11	18
Furmańska parking	2			2
Gabrieli Zapolskiej	3			3
Gajowa			35	35
Garncarska			8	8
Głogowskiego	7			7
Gościniec	2		16	18
Goździkowa			13	13
Górna	10		3	13
Górzysta	10			10
Góżyta schody	4			4
Grabowa			16	16
Grabowiecka	1	4	44	49
Graniczna	29		10	39
Grażyny Bacewiczówny			3	3
Gronowa	6			6
Grzybowa	37			37
Gustawa Morcinka			5	5
Henryka Rodakowskiego			3	3
Henryka Sienkiewicza	123		13	136
Henryka Sienkiewicza Boczna	1	1	22	24
Henryka Sienkiewicza Chodnik	24			24
Henryka Wieniawskiego			22	22
Hubalczyków	25			25
Hubalczyków parking	3			3
Hutników			18	18
Iglasta	3			3
Ignacego Boernera	31			31
Ignacego Krasickiego			8	8
Ignacego Paderewskiego			7	7
Ilżecka	86	1	26	113
Ilżecka boczna			8	8
Jacka Malczewskiego			3	3
Jagodowa			3	3
Jakuba Gawrońskiego	8			8
Jałowcowa			2	2
Jana Brzechwy			5	5
Jana Cybisa			2	2
Jana Kasprowicza			3	3
Jana Kilińskiego	66	2	2	70
Jana Kochanowskiego			9	9
Jana Kochanowskiego boczna		1	3	4

Jana Matejki	2	6	8
Jana Milewskiego	10		10
Jana Piwnika Ponufrego	39		39
Jana Piwnika Ponufrego boczna	1		1
Jana Rostkońskiego	8		8
Jana Samsonowicza	79		79
Jana Samsonowicza boczna	5		5
Jana Samsonowicza skwer	1		1
Janusza Korczaka		7	7
Jarosława Iwaszkiewicza	10		10
Jarzębinowa		23	23
Jarzębinowa boczna		4	5
Jasna	7		7
Jaśminowa		10	10
Jaworowa		12	12
Jesienna	10		10
Jesionowa		6	6
Joachima Lelewela		6	6
Jodłowa		24	24
Józefa Chełmońskiego		12	12
Józefa Ignacego kraszewskiego	19		19
Józefa Reńskiego	46		46
Józefówka		20	20
Juliana Fałata		2	2
Juliana Tuwima		7	7
Juliusza Kossaka		4	4
Juliusza Słowackiego		20	23
Jutrzenki	3		3
Kalinowa		6	6
Kamienna		4	4
Kanałowa		8	8
Karola Szymanowskiego	23		23
Karola Szymanowskiego boczna		1	1
Kasztanowa		26	26
Kazimierza Przerwy-Tetmajera	7		7
Kąty Denkowskie		50	50
Klimkiewiczowska	7		7
Klonowa		5	5
Kłosowa	7		7
Kolejowa	92	21	113
Kolejowa boczna		6	7
Kolonia Robotnicza	20	41	61
Kolonia Robotnicza boczna		4	4
Konstantego Ildefonsa Gałczyńskiego		7	7



Kopalniana		5	5
Kopaniny		18	18
Korzenna		5	5
Kościelna	19		19
Krucza		3	3
Krucza boczna		1	1
Krzemienna	94		94
Krzysztofa Kamila Baczyńskiego		3	3
Księcia Józefa Poniatowskiego	6	13	19
Kuźnia	12	20	32
Kuźnia garaże	15		15
Las Rzeczek	5	3	22
Leona Chrzanowskiego	70		70
Leopolda Staffa	11		11
Leszczynowa		5	5
Leśna	15	12	27
Leśna boczna	9		9
Letnia	13		13
Lipowa		6	6
Lucjana Rydla	4		4
Ludomira Różyckiego		5	5
Ludwika Waryńskiego	45	1	46
Łączna		18	18
Łąkowa		3	3
Magnoliowa	3		3
Makowa		5	5
Malinowa		14	14
Malinowa boczna		4	4
Mariana Raciborskiego		3	3
Marii Dąbrowskiej	26		26
Marii Konopnickiej	28		28
Maryli Wolskiej	3		3
Michała Kleofasa Ogińskiego		4	4
Mieczysława Karłowicza		14	14
Mieczysława Radwana	50	2	52
Mikołaja Kopernika	19		19
Mikołaja Reja	21	2	23
Miła	9		9
Miodowa	56	4	60
Miodowa pętla	3		3
Miry Kubasińskiej	6		6
Młyńska	12		12
Modra		4	4
Modra boczna		1	1

Modrzewiowa			21	<b>21</b>
Mokra			3	<b>3</b>
Morwowa			4	<b>4</b>
Most Popiela	4			<b>4</b>
Mostowa	8	5	25	<b>38</b>
Mostowa boczna		2	3	<b>5</b>
Mostowa kładka	5			<b>5</b>
Nadkoszary			9	<b>9</b>
Niecała			6	<b>6</b>
Niewiadoma			6	<b>6</b>
Niska	12			<b>12</b>
Niska boczna	5			<b>5</b>
Nowe Piaski	27			<b>27</b>
Ogrodowa	32		6	<b>38</b>
Ogródek Jordanowski	12			<b>12</b>
Okólna	13			<b>13</b>
Okrężna			20	<b>20</b>
Olchowa			12	<b>12</b>
Olszynowa			5	<b>5</b>
Onufrego Zagłoby	54		9	<b>63</b>
Opatowska	48			<b>48</b>
Orla			9	<b>9</b>
Orzechowa			7	<b>7</b>
Orzeszkowej boczna	3		2	<b>5</b>
Osadowa	13			<b>13</b>
Osiedle Kopernika	8	6		<b>14</b>
Osiedle Ogrody	64	2		<b>66</b>
Osiedle Pułanki	41			<b>41</b>
Osiedle Rosochy	19			<b>19</b>
Osiedle Stawki	4			<b>4</b>
Osiedle Trójkąt	6			<b>6</b>
Osiedle widok			3	<b>3</b>
Ostrowiecka	29		1	<b>30</b>
Ostrowiecka boczna			5	<b>5</b>
OW Gutwin		2	4	<b>6</b>
Park Fabryczny	10			<b>10</b>
Park Piłsudzkiego	197			<b>197</b>
Park Saletyński	11			<b>11</b>
Park Wyspiańskiego	5			<b>5</b>
Parking 3 Maja	18			<b>18</b>
Parking Kościelna	8			<b>8</b>
Parking Kwiatkowskiego	7			<b>7</b>
Parking UM	3			<b>3</b>
Parkowa			3	<b>3</b>

Partyzantów		15	<b>15</b>
Paulinowska		16	<b>16</b>
Piaski	10		<b>10</b>
Piwna	5		<b>5</b>
Plac św. Floriana	12		<b>12</b>
Plenerowa		3	<b>3</b>
Podgórze		22	<b>22</b>
Podleśna	3		<b>3</b>
Podstawie		9	<b>9</b>
Podwale		2	<b>2</b>
Pogodna	18		<b>18</b>
Polna	103		<b>103</b>
Poprzeczna		2	<b>2</b>
Porzeczkowa		13	<b>13</b>
Porzeczkowa boczna		2	<b>2</b>
Poziomkowa		4	<b>4</b>
Północna		2 5	<b>7</b>
Przemysłowa	40		<b>40</b>
Przeskok		6	<b>6</b>
Przesmyk		11	<b>11</b>
Przyjazna		2	<b>2</b>
Przyjemna	5		<b>5</b>
Przytulna	4		<b>4</b>
Relaksowa		6	<b>6</b>
Rodzinna		5	<b>5</b>
Romualda Traugutta	27	15	<b>42</b>
Romualda Traugutta rondo	1		<b>1</b>
Ronda Powstania Styczniowego	1		<b>1</b>
Rondo Republiki Ostrowieckiej	10		<b>10</b>
Rozległa	16	3 12	<b>31</b>
Różana		10	<b>10</b>
Rudzka	2	3 46	<b>51</b>
Rynek	28		<b>28</b>
Rynek Denkowski	4	9 1	<b>14</b>
Rzeczki	59		<b>59</b>
Rzeczki boczna		28	<b>28</b>
Sadowa		15	<b>15</b>
Sandomierska	38		<b>38</b>
Sandomierska boczna		3	<b>3</b>
Sasankowa	6		<b>6</b>
Schody Denkowska	21		<b>21</b>
Sienkiewicza boczna	5		<b>5</b>
Sienkiewicza chodnik	48		<b>48</b>
Sienkiewicza Skwer	1		<b>1</b>

Siennieńska	118	30	<b>148</b>
Siennieńska boczna		3	<b>3</b>
Składowa		6	<b>6</b>
Skośna	1	12	<b>13</b>
Skośna boczna		2	<b>2</b>
Sławomira Czerwińskiego		6	<b>6</b>
Słoneczna	29		<b>29</b>
Sosnowa		5	<b>5</b>
Spacerowa		23	<b>23</b>
Sportowa		11	<b>11</b>
Spółdzielcza		7	<b>7</b>
Stalowa	9	9	<b>18</b>
Stalowa boczna		6	<b>6</b>
Stanisława Jeżewskiego	12		<b>12</b>
Stanisława Konarskiego		3	<b>3</b>
Stanisława Moniuszki	2		<b>2</b>
Stanisława Staszica	8		<b>8</b>
Stanisława Staszica parking	5		<b>5</b>
Stanisława Witkiewicza	4		<b>4</b>
Stanisława Wyspiańskiego	1	11	<b>12</b>
Starokunowska	15		<b>15</b>
Stawki Denkowskie	3	4	<b>14</b>
Stefana Okrzei		9	<b>9</b>
Stefana Żeromskiego	31	43	<b>74</b>
Stefana Żeromskiego boczna		1	<b>1</b>
Stodolna	5		<b>5</b>
Strzelecka	1		<b>1</b>
Sucha		3	<b>3</b>
Szczygła		4	<b>4</b>
Szeroka	3		<b>3</b>
Szewieńska	1	21	<b>22</b>
Szewieńska boczna		4	<b>4</b>
Szkolna	4	5	<b>9</b>
Szmaragdowa	14		<b>14</b>
Szpitalna	7	6	<b>13</b>
Śliska		10	<b>10</b>
Świerkowa	3	1	<b>9</b>
Świątokrzyska	41	42	<b>83</b>
Świątokrzyska boczna		15	<b>15</b>
Tadeusza Jasińskiego	9		<b>9</b>
Tadeusza Kościuszki	7		<b>7</b>
Targowa	7	2	<b>9</b>
Targowa Garaże		16	<b>16</b>
Targowisko miejskie	1		<b>1</b>

Temidy	5			5
Tomaszów	11	15	18	44
Tomaszów boczna		1	9	10
Topolowa			15	15
Topolowa boczna			2	2
Torfowa			5	5
Trawna			17	17
Trzeciaków		3	15	18
Wałowa		4	15	19
Wąwozy	27		19	46
Wesoła			6	6
Wiązowa			6	6
Widok		1	5	6
Wiejska			35	35
Wierzbowa			5	5
Wincentego Witosa	14			14
Winnica			9	9
Wiosenna			4	4
Wiślawy Szymborskiej			7	7
Wiśniowa			9	9
Witolda Gombrowicza	13			13
Władysława Broniewskiego			8	8
Władysława Orkana	7			7
Władysława Reymonta	5		5	10
Władysława Sikorskiego	21			21
Władysława Syrokomii	3			3
Wodna		1	3	4
Wodna boczna			2	2
Wrzosowa			4	4
Wschodnia	2		16	18
Wspólna			38	38
Wylot			4	4
Wysoka			22	22
Zacisze	4			4
Zamłynie			5	5
Zapłocie			4	4
Zbożowa	15			15
Zbożowa boczna	6			6
Zgoda			7	7
Zielna			6	6
Zielona	3		9	12
Ziołowa	4			4
Zofii Nałkowskiej		5		5
Zygmunta Krasińskiego	4		15	19

Zygmunta Noskowskiego			4	4
Zyguntówka	42			42
Zyguntówka boczna	2	1	36	39
Żabia	18		6	24
Żabia zjazd	4			4
Żurawia		2	9	11
Żurawinowa	4			4
Żytnia			14	14
<b>Łącznie</b>	<b>4054</b>	<b>125</b>	<b>2386</b>	<b>6565</b>

\*stupy zlokalizowane poza obszarem ulic z nazwą

Poniżej przedstawiono wykaz oprav z podziałem na rodzaj linii, dla każdej z ulic.

Ulica \ Linia	Kablowa	Napowietrzna	Łącznie
11 Listopada	20	0	20
Adama Asnyka	0	7	7
Adama Mickiewicza	54	0	54
Adama Naruszewicza	0	1	1
Adama Wardyńskiego	25	2	27
Adama Wardyńskiego boczna	0	2	2
Adama Wardyńskiego chodnik	1	0	1
Adolfa Dygasińskiego	4	0	4
Agerstowa	0	9	9
Akacyjowa	0	21	21
Akacyjowa boczna	0	2	2
Akademicka	12	0	12
Aleja 25-lecia Wolności	86	0	86
Aleja 25-lecia Wolności boczna	0	6	6
Aleja 3 Maja	59	0	59
Aleja 3 Maja wiadukt chodnik	26	0	26
Aleja Jana Pawła II	173	0	173
Aleja Solidarności	29	0	29
Aleksandra Fredry	0	11	11
Aleksandra Gieryskiego	0	9	9
Andrzeja Biesiady	14	0	14
Andrzeja Struga	0	11	11
Armii Krajowej	29	0	29
Artura Grottgera	0	4	4
Bałtowska	178	0	178
Bałtowska boczna	17	7	24

Bałtowska Boczna	0	12	12
Bieliny	0	5	5
Bławatna	0	6	6
Boczna	3	4	7
Boczna od Bałtowskiej	5	0	5
Boczna WORD	12	0	12
Boisko	4	0	4
Bolesława Leśmiana	12	0	12
Bolesława Prusa	0	16	16
Bołtowska boczna	0	4	4
Borowa	0	6	6
Borowikowa	8	0	8
Botaniczna	0	6	6
Brak nazwy*	77	0	77
Browarna	0	7	7
Brzozowa	0	6	6
Bukowa	0	14	14
Bursztynowa	4	3	7
Cedrowa	10	0	10
Cegielniana	0	10	10
Centralnego Okręgu Przemysłowego	28	0	28
Centralnego Okręgu Przemysłowego boczna	4	0	4
Chabrowa	0	11	11
Chłodna	7	3	10
Chmielna	0	5	5
Chmielowska	0	37	37
Chmielowska boczna	0	9	9
Cisowa	0	13	13
Cypriana Kamia Norwida	0	5	5
Cyprysowa	0	4	4
Czerwonego Krzyża	8	0	8
Czerwonego Krzyża parking	1	0	1
Daleka	0	7	7
Dąbrówki	0	7	7
Denkowska	50	18	68
Denkowska boczna	3	0	3
Denkowska Praking	4	0	4
Dębowa	0	10	10
Długa	50	13	63
Długa boczna	1	0	1
Długa Rondo	4	0	4
Dobra	0	22	22
Doktora Eugeniusz Dziewulskiego	14	0	14
Drukarska	6	0	6

Dunalka	6	3	9
Elizy Orzeszkowej	0	6	6
Eugeniusz kwiatkowskiego	35	0	35
Fabryczna	2	2	4
Ferdynanda Focha	10	0	10
Folwark Piaski	15	2	17
Fryderyka Chopina	0	16	16
Furmańska	9	11	20
Furmańska parking	2	0	2
Gabrieli Zapolskiej	3	0	3
Gajowa	0	35	35
Garncarska	0	8	8
Głogowskiego	7	0	7
Gościniec	2	16	18
Goździkowa	0	13	13
Górna	10	3	13
Górzysta	21	0	21
Górzysta schody	8	0	8
Grabowa	0	16	16
Grabowiecka	1	49	50
Graniczna	30	10	40
Grażyny Bacewiczówny	0	3	3
Gronowa	6	0	6
Grzybowa	37	0	37
Gustawa Morcinka	0	6	6
Henryka Rodakowskiego	0	3	3
Henryka Sienkiewicza	151	13	164
Henryka Sienkiewicza Boczna	1	24	25
Henryka Sienkiewicza Chodnik	24	0	24
Henryka Wieniawskiego	0	22	22
Hubalczyków	26	0	26
Hubalczyków parking	3	0	3
Hutników	0	18	18
Iglasta	3	0	3
Ignacego Boernera	31	0	31
Ignacego Krasickiego	0	8	8
Ignacego Paderewskiego	0	7	7
Ilżecka	100	27	127
Ilżecka boczna	0	8	8
Jacka Malczewskiego	0	3	3
Jagodowa	0	3	3
Jakuba Gawrońskiego	8	0	8
Jałowcowa	0	2	2
Jana Brzechwy	0	5	5



Jana Cybisa	0	2	2
Jana Kasprowicza	0	3	3
Jana Kilińskiego	67	4	71
Jana Kochanowskiego	0	10	10
Jana Kochanowskiego boczna	0	5	5
Jana Matejki	2	6	8
Jana Milewskiego	10	0	10
Jana Piwnika Ponufrego	39	0	39
Jana Piwnika Ponufrego boczna	1	0	1
Jana Rostkońskiego	8	0	8
Jana Samsonowicza	81	0	81
Jana Samsonowicza boczna	5	0	5
Jana Samsonowicza skwer	1	0	1
Janusza Korczaka	0	7	7
Jarosława Iwaszkiewicza	15	0	15
Jarzębinowa	0	23	23
Jarzębinowa boczna	0	5	5
Jasna	7	0	7
Jaśminowa	0	11	11
Jaworowa	0	12	12
Jesienna	10	0	10
Jesionowa	0	6	6
Joachima Lelewela	0	6	6
Jodłowa	0	25	25
Józefa Chełmońskiego	0	13	13
Józefa Ignacego krąszewskiego	19	0	19
Józefa Reńskiego	47	0	47
Józefówka	0	20	20
Juliana Fałata	0	2	2
Juliana Tuwima	0	7	7
Juliusza Kossaka	0	4	4
Juliusza Słowackiego	0	24	24
Jutrzenki	3	0	3
Kalinowa	0	6	6
Kamienna	0	4	4
Kanałowa	0	8	8
Karola Szymanowskiego	23	0	23
Karola Szymanowskiego boczna	0	1	1
Kasztanowa	0	26	26
Kazimierza Przerwy-Tetmajera	7	0	7
Kąty Denkowski	0	50	50
Klimkiewiczowska	7	0	7
Klonowa	0	5	5
Kłosowa	7	0	7

Kolejowa	115	21	136
Kolejowa boczna	0	7	7
Kolonia Robotnicza	20	41	61
Kolonia Robotnicza boczna	0	4	4
Konstantego Ildefonsa Gałczyńskiego	0	7	7
Kopalniana	0	5	5
Kopaniny	0	18	18
Korzenna	0	5	5
Kościelna	21	0	21
Krucza	0	3	3
Krucza boczna	0	1	1
Krzemienna	94	0	94
Krzysztofa Kamila Baczyńskiego	0	3	3
Księcia Józefa Poniatowskiego	6	13	19
Kuźnia	12	20	32
Kuźnia garaże	15	0	15
Las Rzeczek	5	26	31
Leona Chrzanowskiego	70	0	70
Leopolda Staffa	11	0	11
Leszczynowa	0	5	5
Leśna	15	12	27
Leśna boczna	9	0	9
Letnia	13	0	13
Lipowa	0	6	6
Lucjana Rydla	4	0	4
Ludomira Różyckiego	0	5	5
Ludwika Waryńskiego	46	1	47
Łączna	0	18	18
Łąkowa	0	3	3
Magnoliowa	3	0	3
Makowa	0	5	5
Malinowa	0	15	15
Malinowa boczna	0	4	4
Mariana Raciborskiego	0	3	3
Marii Dąbrowskiej	26	0	26
Marii Konopnickiej	28	0	28
Maryli Wolskiej	3	0	3
Michała Kleofasa Ogińskiego	0	4	4
Mieczysława Karłowicza	0	14	14
Mieczysława Radwana	82	2	84
Mikołaja Kopernika	19	0	19
Mikołaja Reja	21	4	25
Miła	9	0	9
Miodowa	56	4	60

Miodowa pętla	3	0	3
Miry Kubasińskiej	6	0	6
Młyńska	24	0	24
Modra	0	4	4
Modra boczna	0	1	1
Modrzewiowa	0	21	21
Mokra	0	3	3
Morwowa	0	4	4
Most Popiela	8	0	8
Mostowa	8	30	38
Mostowa boczna	0	5	5
Mostowa kładka	5	0	5
Nadkoszary	0	9	9
Niecała	0	6	6
Niewiadoma	0	7	7
Niska	12	0	12
Niska boczna	5	0	5
Nowe Piaski	27	0	27
Ogrodowa	32	6	38
Ogródek Jordanowski	12	0	12
Okólna	16	0	16
Okrężna	0	20	20
Olchowa	0	12	12
Olszynowa	0	5	5
Onufrego Zagłoby	57	9	66
Opatowska	48	0	48
Orla	0	9	9
Orzechowa	0	7	7
Orzeszkowej boczna	3	2	5
Osadowa	13	0	13
Osiedle Kopernika	9	6	15
Osiedle Ogrody	66	2	68
Osiedle Pułanki	49	0	49
Osiedle Rosochy	19	0	19
Osiedle Stawki	4	0	4
Osiedle Trójkąt	6	0	6
Osiedle widok	0	3	3
Ostrowiecka	30	1	31
Ostrowiecka boczna	0	5	5
OW Gutwin	0	6	6
Park Fabryczny	10	0	10
Park Piłsudzkiego	221	0	221
Park Saletyński	11	0	11
Park Wyspiańskiego	5	0	5

Parking 3 Maja	22	0	22
Parking Kościelna	9	0	9
Parking Kwiatkowskiego	9	0	9
Parking UM	3	0	3
Parkowa	0	3	3
Partyzantów	0	16	16
Paulinowska	0	16	16
Piaski	10	0	10
Piwna	5	0	5
Plac św. Floriana	12	0	12
Plenerowa	0	3	3
Podgórze	0	22	22
Podleśna	3	0	3
Podstawie	0	9	9
Podwale	0	2	2
Pogodna	18	0	18
Polna	126	0	126
Poprzeczna	0	2	2
Porzeczkowa	0	13	13
Porzeczkowa boczna	0	2	2
Poziomkowa	0	4	4
Północna	0	7	7
Przemysłowa	40	0	40
Przeskok	0	6	6
Przesmyk	0	11	11
Przyjazna	0	2	2
Przyjemna	5	0	5
Przytulna	4	0	4
Relaksowa	0	6	6
Rodzinna	0	5	5
Romualda Traugutta	27	15	42
Romualda Traugutta rondo	6	0	6
Ronda Powstania Styczniowego	6	0	6
Rondo Republiki Ostrowieckiej	10	0	10
Rozległa	16	15	31
Różana	0	10	10
Rudzka	2	49	51
Rynek	42	0	42
Rynek Denkowski	4	10	14
Rzeczki	60	0	60
Rzeczki boczna	0	28	28
Sadowa	0	16	16
Sandomierska	39	0	39
Sandomierska boczna	0	3	3

Sasankowa	6	0	6
Schody Denkowska	21	0	21
Sienkiewicza boczna	5	0	5
Sienkiewicza chodnik	1	0	1
Sienkiewicza Chodnik	47	0	47
Sienkiewicza Skwer	2	0	2
Siennieńska	140	30	170
Siennieńska boczna	0	3	3
Składowa	0	6	6
Skośna	0	13	13
Skośna boczna	0	2	2
Sławomira Czerwińskiego	0	6	6
Słoneczna	29	0	29
Sosnowa	0	5	5
Spacerowa	0	27	27
Sportowa	0	11	11
Spółdzielcza	0	7	7
Stalowa	0	18	18
Stalowa boczna	0	6	6
Stanisława Jeżewskiego	12	0	12
Stanisława Konarskiego	0	3	3
Stanisława Moniuszki	2	0	2
Stanisława Staszica	8	0	8
Stanisława Staszica parking	0	5	5
Stanisława Witkiewicza	4	0	4
Stanisława Wyspiańskiego	1	11	12
Starokunowska	21	0	21
Stawki Denkowskie	3	12	15
Stefana Okrzei	0	9	9
Stefana Żeromskiego	36	43	79
Stefana Żeromskiego boczna	0	1	1
Stodolna	5	0	5
Strzelecka	1	1	2
Sucha	0	3	3
Szczygła	0	4	4
Szeroka	3	0	3
Szewieńska	0	23	23
Szewieńska boczna	0	4	4
Szkolna	0	9	9
Szmaragdowa	14	0	14
Szpitalna	7	6	13
Śliska	0	10	10
Świerkowa	3	6	9
Świątokrzyska	41	42	83

Świętokrzyska boczna	0	15	15
Tadeusza Jasińskiego	10	0	10
Tadeusza Kościuszki	7	0	7
Targowa	7	2	9
Targowa Garaże	0	16	16
Targowisko miejskie	1	0	1
Temidy	5	0	5
Tomaszów	11	33	44
Tomaszów boczna	0	10	10
Topolowa	0	16	16
Topolowa boczna	0	2	2
Torfowa	0	5	5
Trawna	0	17	17
Trzeciaków	0	20	20
Wałowa	0	19	19
Wąwozy	27	20	47
Wesoła	0	6	6
Wiązowa	0	6	6
Widok	0	6	6
Wiejska	0	35	35
Wierzbowa	0	5	5
Wincentego Witosa	16	0	16
Winnica	0	10	10
Wiosenna	0	4	4
Wisławy Szymborskiej	0	7	7
Wiśniowa	0	9	9
Witolda Gombrowicza	13	0	13
Władysława Broniewskiego	0	8	8
Władysława Orkana	7	0	7
Władysława Reymonta	5	5	10
Władysława Sikorskiego	21	0	21
Władysława Syrokomii	3	0	3
Wodna	0	4	4
Wodna boczna	0	2	2
Wrzosowa	0	4	4
Wschodnia	2	16	18
Wspólna	0	40	40
Wylot	0	4	4
Wysoka	0	22	22
Zacisze	4	0	4
Zamłynie	0	5	5
Zapłocie	0	4	4
Zbożowa	15	0	15
Zbożowa boczna	6	0	6

Zgoda	0	7	7
Zielna	0	6	6
Zielona	3	9	12
Ziołowa	4	0	4
Zofii Nałkowskiej	0	5	5
Zygmunta Krasińskiego	4	15	19
Zygmunta Noskowskiego	0	4	4
Zygmuntówka	42	0	42
Zygmuntówka boczna	2	37	39
Żabia	23	6	29
Żabia zjazd	4	0	4
Żurawia	0	11	11
Żurawinowa	4	0	4
Żytnia	0	14	14
<b>łącznie</b>	<b>4498</b>	<b>2545</b>	<b>7043</b>

\*oprawy na słupach zlokalizowanych poza obszarem ulic z nazwą

Poniżej przedstawiono wykaz opraw z podziałem na oprawy.

<b>Moc</b> <b>Typ oprawy</b>	<b>Led</b> <b>[23W-130W]</b>	<b>83W</b>	<b>115W</b>	<b>137W</b>	<b>270W</b>	<b>440W</b>	<b>łącznie</b>
<b>AMBAR</b>	0	178	171	0	0	0	<b>349</b>
<b>AMFORA</b>	0	10	0	0	0	0	<b>10</b>
<b>AMPERA</b>	321	0	0	0	0	0	<b>321</b>
<b>Astra Road</b>	0	23	0	0	0	0	<b>23</b>
<b>AURIS</b>	20	143	0	0	0	0	<b>163</b>
<b>AXIA</b>	46	0	0	0	0	0	<b>46</b>
<b>BGP</b>	18	0	0	0	0	0	<b>18</b>
<b>BOYEN</b>	0	179	1	0	0	0	<b>180</b>
<b>CUDDLE</b>	521	0	0	0	0	0	<b>521</b>
<b>DISANO</b>	0	16	0	0	0	0	<b>16</b>
<b>ELBA</b>	16	1	0	0	0	0	<b>17</b>
<b>GHISALLO</b>	0	12	0	0	0	0	<b>12</b>
<b>INDY</b>	0	27	32	0	0	0	<b>59</b>

ISKRA	1	0	0	0	0	0	1
ISLA	6	6	0	0	0	0	12
K-LUX	32	4	0	0	0	0	36
LED	144	0	0	0	0	0	144
LEDING	1	0	0	0	0	0	1
LUNA	0	14	0	0	0	0	14
LUNOIDA	0	220	62	0	0	0	282
LUNOIDA LED	22	0	0	0	0	0	22
LUX	124	4	2	0	0	0	130
MAGNOLIA	0	17	2	0	0	0	19
Naświetlacz	24	1	1	0	7	6	39
OCP	42	512	0	0	0	0	554
ONYX	0	44	109	0	0	0	153
OS LED	9	0	0	0	0	0	9
OU-5	0	5	0	0	0	0	5
OUR	0	0	0	11	0	0	11
OUS	0	42	5	0	0	0	47
OUSc	0	7	4	0	0	0	11
OW	0	24	0	0	0	0	24
OWS	0	7	0	0	0	0	7
Selenium	0	144	107	0	0	0	251
SGS 102	0	19	1	0	0	0	20
SGS 202	0	1626	61	0	0	0	1687
SGS 203	4	1530	252	0	0	0	1786
SGS 303	0	0	1	0	0	0	1
SL	0	7	0	0	0	0	7
Słup	8	0	0	0	0	0	8
Słupek	0	4	0	0	0	0	4
VALENTINO	2	0	0	0	0	0	2
VIENNA SQUARE	24	0	0	0	0	0	24
<b>łącznie</b>	<b>1385</b>	<b>4826</b>	<b>811</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7046</b>

Ogólnie należy stwierdzić, że stan techniczny oświetlenia jest prawidłowy pomimo długoletniego okresu eksploatacji. Mankamentem niektórych opraw są zabrudzenie kloszy oraz odbłyśników. Powoduje to utratę znacznej części strumienia świetlnego, co w efekcie końcowym sprawia iż trudniej spełnić obowiązującą normę. Głównym źródłem tego problemu jest gromadzenie się brudnej wody podczas opadów. Nieszczelne uszczelki powodują przedostawanie się wody do klosza, gdzie po odparowaniu pozostaje brudny, trudno zmywalny osad. Brak spełnienia normy oświetleniowej wynika również z przyczyn technicznych:



- Rozstaw konstrukcji wsporczych, w wielu lokalizacjach jest zbyt duży – brak możliwości dogęszczenia nowymi punktami świetlnymi. Istniejące słupy należą do zakładu energetycznego i stanowią element infrastruktury elektroenergetycznej niskiego napięcia.
- Istniejący punkt świetlny znajduje się w zbyt dużej odległości od drogi – brak możliwości zastosowania dłuższego wysięgnika, niż pozwala na to stan techniczny słupa. Istniejące słupy należące do zakładu energetycznego zlokalizowane są niezależnie od jezdni, a zamontowane na nich oprawy oświetlają przestrzeń pomiędzy drogą a słupem.

## 1.2 WNIOSKI Z INWENTARYZACJI SZAFEK OŚWIETLENIOWYCH.

Na terenie Gminy Ostrowiec Świętokrzyski zinwentaryzowano 156 szafek oświetleniowych.

154 szafki są całkowicie wydzielone, a 2 są w stacji TRAFO. Dostęp do szafek nie jest utrudniony, za wyjątkiem jednej szafki (7 Bałtowska-Browar), która znajduje się na terenie zamkniętym o charakterze wojskowym. Wspomnienie szafki należy wynieść ze stacji Trafo oraz poza teren zamknięty.

148 spośród 154 szafek wydzielonych, zrobionych jest z tworzywa sztucznego. Szafek metalowych jest 6 sztuk. Stan 79 szafek jest dobry, 43 sztuki wymagają wymiany ze względu na zły stan a w 31 sztukach wystarczy wymienić zabezpieczenia obwodów RBK na nowsze.

Sterowanie oświetleniem realizowane jest głównie za pomocą zegara CPA net. 3 szafki sterowane są za pomocą starszych zegarów, nie podłączonych do systemu (PSO-02P, PSO-03PD, oraz Theben).

Poniżej przedstawiono przykładowe zdjęcie jednej z szafek:



Fot. Nr 1 Szafka SO 75 Norwida



Fot. Nr 2 Sterowanie szafki SO 75 Norwida

## 2. ZGODNOŚĆ ZE STANDARDAMI

Aby spełnić kryterium należy uwzględnić obowiązujące standardy oświetleniowe:

### 2.1. ZJAWISKO LIGHT POLLUTION

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 do Włoch, Hiszpanii czy Portugalii, gdzie jest takim samym wykroczeniem, jak śmiecenie odpadami. 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 korytarzy migracji ptaków i nietoperzy. Zjawisko zanieczyszczenia światłem na terenie Knuruwa występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

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

Na terenie Gminy Ostrowiec Świętokrzyski nie zaobserwowano zanieczyszczenia światłem wśród opraw o niskiej asymetrii odbłyśnika. Dla opraw sodowych – gdzie światło jest bardziej rozproszone, czyli w którym odbłyśnik emituje światło o dużej asymetrii, zjawisko zanieczyszczenia światłem niestety występuje. Ma to miejsce dla opraw zawieszonych na słupach linii napowietrznej zakładu energetycznego, umiejscowionych pod linią przewodów zasilających. Umiejscowiona tak oprawa, aby oświetlić drogę nachyloną została pod większym kątem, aniżeli oprawa zawieszona na wysięgniku nad linią.

Zanieczyszczenie światłem występuje również w oprawach parkowych typu „kula”. Oprawy te świecą we wszystkie kierunki, w znacznej części nie na powierzchnię drogi, tylko do góry w niebo.

Rekomenduje się stosowanie opraw o kierunkowym rozsyle światła (np. ledowe).

## 2.2. NORMA OŚWIETLENIOWA

Nowa norma PN-EN 13201:2016 Oświetlenie Dróg składa się z pięciu części:

- CEN/TR 13201-1:2016-02 Oświetlenie dróg –część 1: Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia
- PN-EN 13201-2:2016-03 Oświetlenie dróg –część 2: Wymagania eksploatacyjne,
- PN-EN 13201-3:2016-03 Oświetlenie dróg –część 3: Obliczenia parametrów oświetleniowych,
- PN-EN 13201-4:2016-03 Oświetlenie dróg –część 4: Metody pomiaru efektywności oświetlenia
- PN-EN 13201-5:2016-03 Oświetlenie dróg –część 5: Wskaźniki efektywności energetycznej.

Wprowadzono oznaczenia poszczególnych klas oświetleniowych:

klasa M -	Kierowcy pojazdów silnikowych, trasy komunikacyjne, średnie i wysokie prędkości ruchu.
klasa C -	Obszary konfliktowe: pojazdy, piesi, rowerzyści; obszary wykazujące zmianę geometrii drogi, obszary o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji.
klasa P -	Piesi i rowerzyści, chodniki i ścieżki rowerowe, kierowcy przy niskich prędkościach – uliczki osiedlowe, obszary niezależne od jezdni.

**Klasa oświetlenia M** dotyczy wymagań wizualnych stawianych przez kierowców pojazdów silnikowych na drogach, z całym spektrum dopuszczalnej prędkości ruchu pojazdów (od niskich  $\leq 40$  km/h do bardzo wysokich  $\geq 100$  km/h). Do określenia granic poziomów w klasach oświetlenia (M1 ÷ M6) stosuje się następujące parametry oświetlenia:

- $L_{sr}$  - średnia wartość luminancji jezdni [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ],
- $U_o$  - równomierność całkowita (ogólna) rozkładu luminancji jezdni [-],
- $U_l$  - równomierność wzdłużna rozkładu luminancji jezdni [-],
- $F_{TI}$  - przyrost wartości progowej luminancji, związany z poziomem olśnienia przeszkadzającego [%],
- $R_{EI}$  - współczynnik oświetlenia poboczy jezdni.

Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej M

Poziom w klasie M	Luminancja suchej i mokrej jezdni drogi				Olśnienie	Oświetlenie otoczenia
	Sucha nawierzchnia			Mokra nawierzchnia	Sucha nawierzchnia	Sucha nawierzchnia
	L <sub>sr</sub> [cd/m <sup>2</sup> ] [eksploatacyjne min.]	U <sub>o</sub> [min.]	U <sub>L</sub> <sup>*</sup> [min.]	U <sub>ow</sub> <sup>**</sup> [min.]	f <sub>Tl</sub> <sup>***</sup> [max.] %	R <sub>El</sub> <sup>****</sup> [min.]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50		0,60		15	0,30
M3	1,00					
M4	0,75					
M5	0,50	0,40				
M6	0,30					

\* równomierność wzdłużna  $U_L$  - pomiar powtarzalnych jasnych i ciemnych obszarów na powierzchni drogi. Powinien być uwzględniony jedynie dla długich odcinków dróg. Zdefiniowano wartości minimalne równomierności, które mogą zostać zmienione uzasadnionych przypadkach (analiza układu drogowego oraz określonych wymogów krajowych).

\*\* kryterium tylko dla mokrej nawierzchni. Może być stosowane dodatkowo dla kryteriów dotyczących nawierzchni suchej, zgodnie ze szczegółowymi wymogami krajowymi. Wartości podane w kolumnie mogą zostać zmienione w przypadku, gdy mają zastosowanie szczególne wymogi krajowe.

\*\*\* wartości z tej kolumny są zalecanymi maksymalnymi wartościami dla danej klasy oświetleniowej. Mogą zostać zmienione, jeżeli zastosowanie mają określone wymagania krajowe.

\*\*\*\* To kryterium może być stosowane jedynie wówczas, gdy nie istnieją obszary ruchu o własnych wymaganiach znajdujące się w sąsiedztwie jezdni. Podane wartości są tymczasowe i mogą zostać zmienione w przypadku, gdy określone zostaną szczegółowe wymagania dotyczące krajowych lub indywidualnych systemów. Wartości te mogą być wyższe lub niższe niż podane, jednakże należy zwrócić uwagę na zapewnienie wystarczającego oświetlenia obszarów.

**Klasa oświetlenia C** dotyczy wymagań wizualnych stawianych przez kierowców, pieszych i rowerzystów na obszarach konfliktowych: skrzyżowania dróg, ulice w centrach handlowych, deptaki; na drogach o złym stanie nawierzchni lub niekorzystnych warunkach atmosferycznych oraz obszarach o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji i wypadków z całym spektrum dopuszczalnej prędkości ruchu pojazdów (od niskich  $\leq 40$  km/h do bardzo wysokich  $\geq 100$  km/h). Do określenia granic w poziomach klas oświetlenia (C0 ÷ C5) stosuje się następujące parametry oświetlenia:

- $E_{sr}$  - średnią wartość natężenia oświetlenia na powierzchni jezdni - (utrzymywane minimum eksploatacyjne) [lx],
- $U_0$  - równomierność ogólną rozkładu natężenia oświetlenia na powierzchni jezdni [-].

## Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej C

Poziom w klasie C	Poziome natężenie oświetlenia	
	$\bar{E}$ [lx] [utrzymywane w minimum]	$U_o$ [-] [minimum]
C0	50	0,4
C1	30	
C2	20	
C3	15	
C4	10	
C5	7,5	

**Klasa oświetleniowa P** jest przeznaczona dla pieszych i rowerzystów korzystających z chodników, ścieżek rowerowych, pasów postojowych i innych powierzchni drogi, oddzielonych lub leżących wzdłuż jezdni, dla dróg osiedlowych, deptaków parkingów, szkolnych dziedzińców, itp. Wymagania oświetleniowe, zestawione w poniższej tabeli, mogą dotyczyć całej powierzchni drogi, tj. jezdni na drogach osiedlowych i pasów rozdzielających między jezdniami, chodnikami i ścieżkami rowerowymi. Do określenia granic w poziomach klas oświetlenia (P1 ÷ P7) stosuje się następujące parametry oświetlenia:

- $E_{sr}$  – średnie, eksploatacyjne natężenie oświetlenia
- $E_{min}$  – minimalne, eksploatacyjne natężenia oświetlenia
- $E_{v\ min}$  – minimalne, pionowe, eksploatacyjne natężenia oświetlenia
- $E_{sc\ min}$  – minimalne, półcyldryczne, eksploatacyjne natężenia oświetlenia

## Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej P

Poziom w klasie P	Poziome natężenie oświetlenia		Wymagania dodatkowe jeśli rozpoznawalność twarzy jest konieczna	
	$E^*_{sr}$ [ekspl. min] [lx]	$E_{min}$ [ekspl.] [lx]	$E_{v\ min}$ [ekspl.] [lx]	$E_{sc\ min}$ [ekspl.] [lx]
P1	15	3	5	5
P2	10	2	3	2
P3	1,5	1,5	2,5	1,5
P4	5	1	1,5	1
P5	3	0,6	1	0,6
P6	2	0,4	0,6	0,2
P7	brak wymagań	brak wymagań		

\*Dla zapewnienia odpowiedniej równomierność, rzeczywista wartość średniego natężenia oświetlenia nie może przekraczać 1,5-krotnej wartości  $E_{sr}$  dla danej klasy



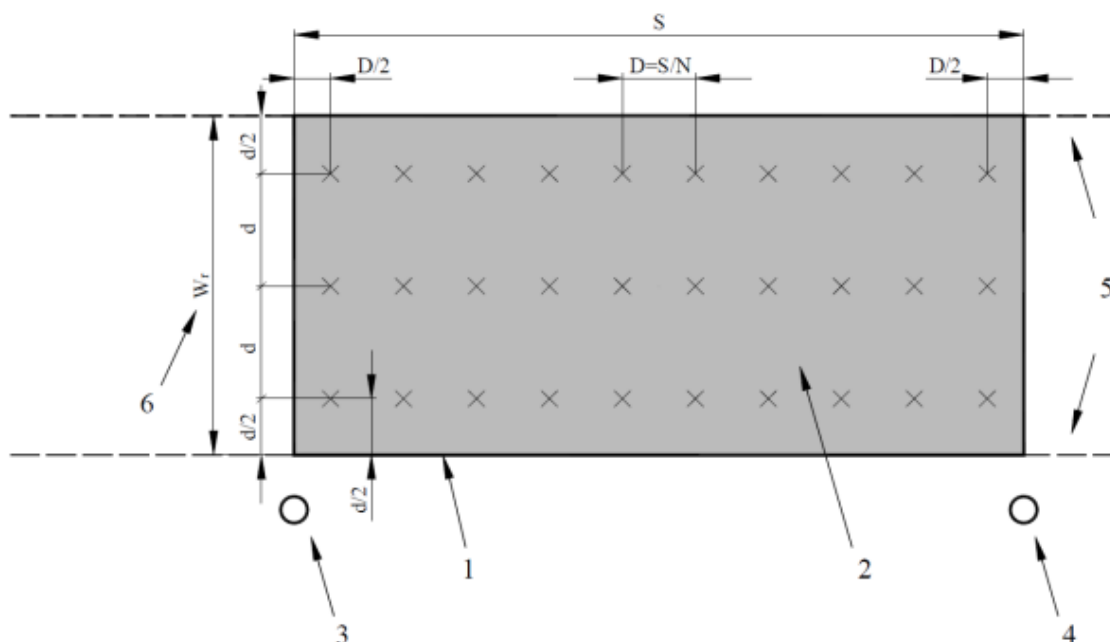
Dla zbadania stanu istniejącego przeprowadzono pomiary luminancji oświetlenia ulicznego dla pięciu odcinków jezdni. Pomiary wykonano w nocy w dniu 6-7 kwiecień 2022 roku w godzinach nocnych, przy pomocy matrycowego miernika luminancji w  $\text{cd}/\text{m}^2$  w zgodzie z metodologią określoną przez polską normę.

Siatkę określającą gęstość punktów pomiarowych przyjęto wg normy tak, aby odległość pomiędzy punktami wzdłuż pola pomiarowego była mniejsza lub równa 3m ( $D \leq 3\text{m}$ ), a w poprzek pasa drogi mniejsza lub równa 1,5m ( $d \leq 3\text{m}$ ) – patrz Rys.1. Urządzenie pomiarowe ustawiano w odległości 60m od pola obliczeniowego, rozciągniętego pomiędzy dwoma słupami oświetleniowymi – patrz Rys.2. Miernik luminancji skonfigurowano tak, aby całkowity kąt stożka pomiarowego był ograniczony do 2 minut kątowych na powierzchni pionowej i do 20 minut kątowych na powierzchni poziomej. Urządzenie pomiarowe znajdowało się na wysokości 1,5m nad poziomem drogi i było umieszczane w osi każdego pasa drogi. Luminancja średnia oraz ogólna równomierność luminancji była mierzona dla całej jezdni, dla każdej pozycji obserwatora. Wzdłużna równomierność luminancji była wyznaczana dla każdej linii środkowej pasa drogi.

Mierniki:

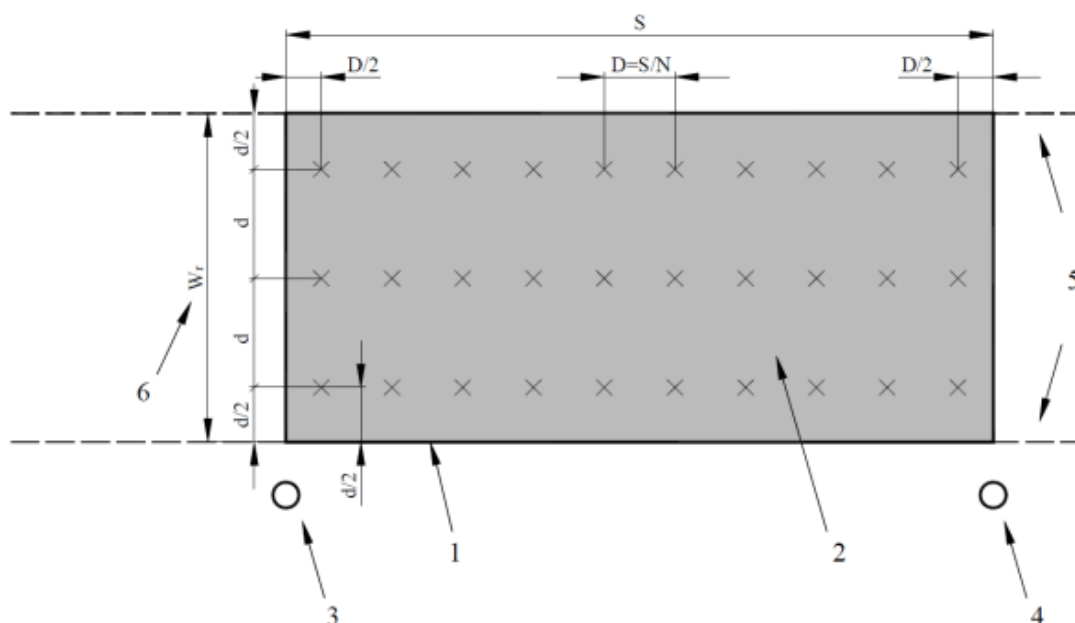
- Matrycowy miernik luminancji **GL OPTICAM 3.0**

#### Rozmieszczenie punktów siatki pomiarowej



### Pozycja miernika luminancji względem powierzchni pomiarowej

Temperatura otoczenia, zgodnie z wymaganiami normy, była mierzona co 30 minut, na wysokości 1m nad powierzchnią drogi.





## POMIAR OŚWIETLENIA DROGOWEGO

Miejsce pomiaru	Aleja 25-lecia Wolności
Data	2022-06-18
Godzina	02:21:41
Osoby wykonujące pomiar	Michał Halama

Opis warunków atmosferycznych
<i>Brak deszczu</i>
Stan nawierzchni
<i>sucha, dobra</i>
<i>Temperatura powietrza: 13,0 °C</i>

Typy opraw oświetleniowych i źródeł światła	
<i>Sodowa</i>	
Oznaczenie słupa początkowego	C15
Oznaczenie słupa końcowego	C14
Wysokość słupów [m]	9,0 m
Rozmieszczenie słupów	jednostronnie po prawej

Odległość pomiaru	60,0 m
Wysokość pomiaru	1,50 m
Odległość pomiędzy mierzonym słupami	40,5 m
Szerokość drogi	7,2 m
Liczba pasów ruchu	2
Pozycja obserwatora (pas ruchu)	1

### Wyniki pomiaru:

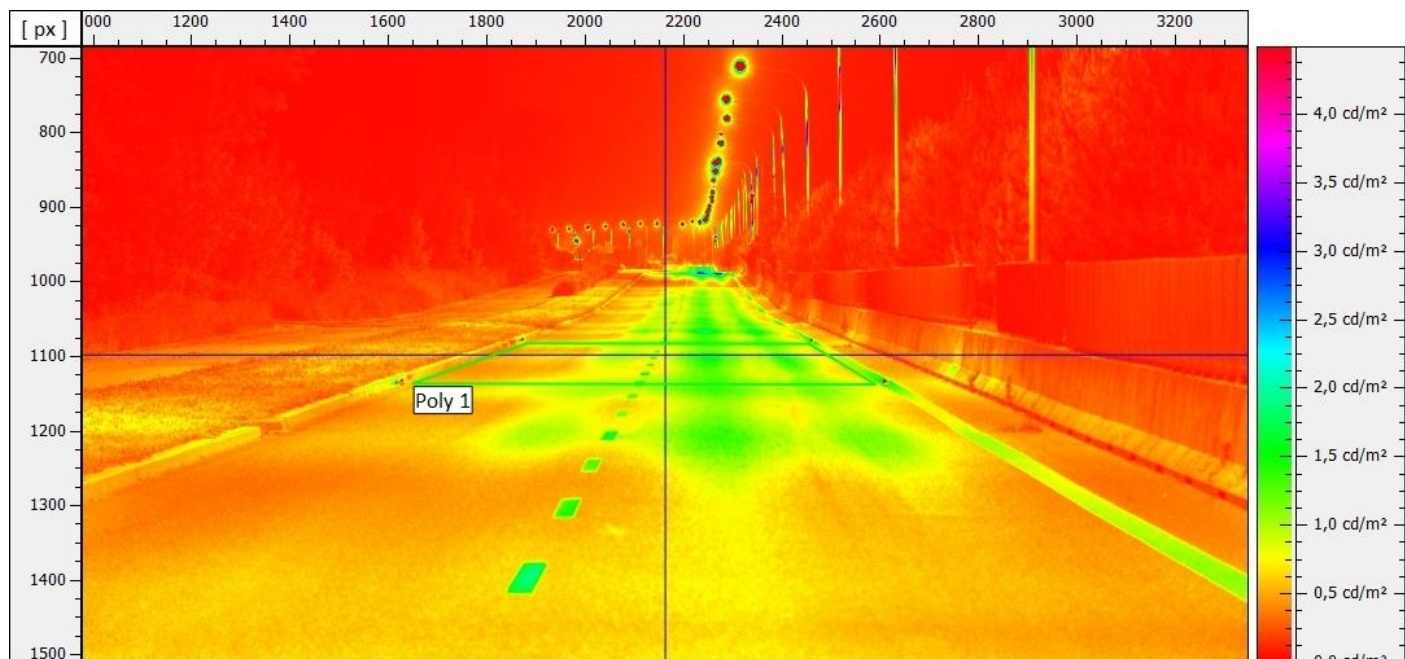
	Wartość	Wynik	Limit
Średnia luminancja	0,67 cd/m <sup>2</sup>	nie spełnia	≥0,75 cd/m <sup>2</sup>
Równomierność ogólna	0,52	spełnia	0,40
Równomierność wzdłużna	0,61	spełnia	0,60

Projektowana klasa oświetlenia: M4

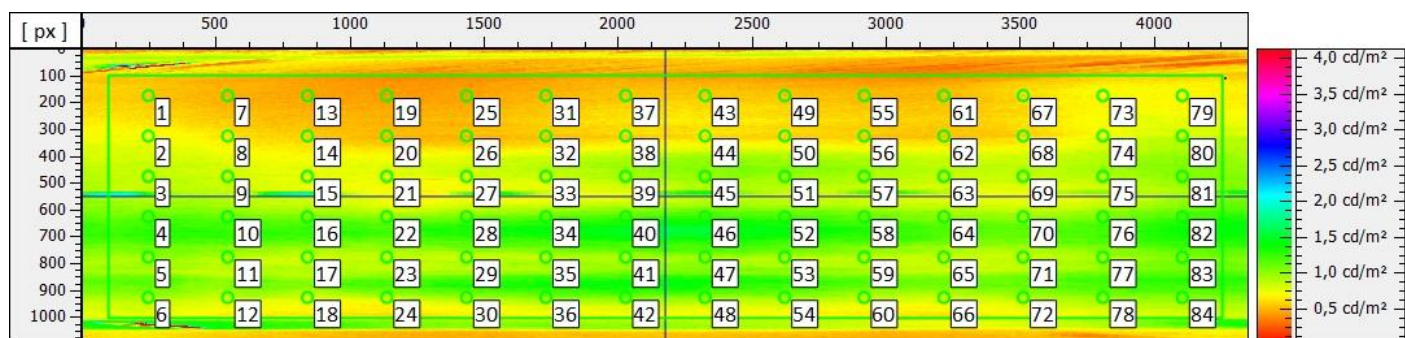
Zastosowany współczynnik utrzymania: tak

Wartość współczynnika utrzymania: 0,80

### Obraz pola pomiarowego



### Rzut pola pomiarowego



### Szczegółowe wyniki pomiaru – siatka pomiarowa

	Kol 1	Kol 2	Kol 3	Kol 4	Kol 5	Kol 6	Kol 7	Kol 8	Kol 9	Kol 10
<b>Linia 1</b>	0,552	0,488	0,458	0,438	0,452	0,507	0,541	0,559	0,541	0,519
<b>Linia 2</b>	0,719	0,635	0,571	0,519	0,516	0,545	0,590	0,621	0,601	0,571
<b>Linia 3</b>	0,869	0,833	0,766	0,765	0,789	0,845	0,928	0,986	0,966	0,927
<b>Linia 4</b>	1,135	1,119	1,058	0,995	1,089	1,129	1,207	1,253	1,212	1,116
<b>Linia 5</b>	0,982	0,906	0,862	0,872	0,880	0,904	0,949	0,989	0,954	0,915
<b>Linia 6</b>	0,940	0,858	0,815	0,861	0,954	1,022	1,063	1,017	0,970	0,887
	<b>Kol 11</b>	<b>Kol 12</b>	<b>Kol 13</b>	<b>Kol 14</b>						
<b>Linia 1</b>	0,515	0,600	0,698	0,688						
<b>Linia 2</b>	0,559	0,601	0,745	0,847						
<b>Linia 3</b>	0,866	0,861	0,908	1,022						
<b>Linia 4</b>	1,028	0,985	1,065	1,216						
<b>Linia 5</b>	0,871	0,881	0,970	1,069						
<b>Linia 6</b>	0,839	0,909	0,993	1,041						

### Szczegółowe wyniki pomiaru – pasy drogowe

	Min [cd/m <sup>2</sup> ]	Maks [cd/m <sup>2</sup> ]	Równomierność
<b>Linia 1</b>	0,438	0,698	0,63
<b>Linia 2</b>	0,516	0,847	0,61
<b>Linia 3</b>	0,765	1,022	0,75
<b>Linia 4</b>	0,985	1,253	0,79
<b>Linia 5</b>	0,862	1,069	0,81
<b>Linia 6</b>	0,815	1,063	0,77

## POMIAR OŚWIETLENIA DROGOWEGO

<b>Miejsce pomiaru</b>	Ul. Kolonia Robotnicza
<b>Data</b>	2022-06-18
<b>Godzina</b>	00:28:58
<b>Osoby wykonujące pomiar</b>	Michał Halama

<b>Opis warunków atmosferycznych</b>
<i>Brak deszczu</i>
<b>Stan nawierzchni</b>
<i>sucha, dobra</i>
<i>Temperatura powietrza: 13,0 °C</i>

<b>Typy opraw oświetleniowych i źródeł światła</b>	
<i>Led</i>	
<b>Oznaczenie słupa początkowego</b>	12
<b>Oznaczenie słupa końcowego</b>	11
<b>Wysokość słupów [m]</b>	8,0 m
<b>Rozmieszczenie słupów</b>	jednostronnie po prawej

<b>Odległość pomiaru</b>	60,0 m
<b>Wysokość pomiaru</b>	1,50 m
<b>Odległość pomiędzy mierzonym słupami</b>	31,4 m
<b>Szerokość drogi</b>	6,0 m
<b>Liczba pasów ruchu</b>	2
<b>Pozycja obserwatora (pas ruchu)</b>	1



## Wyniki pomiaru:

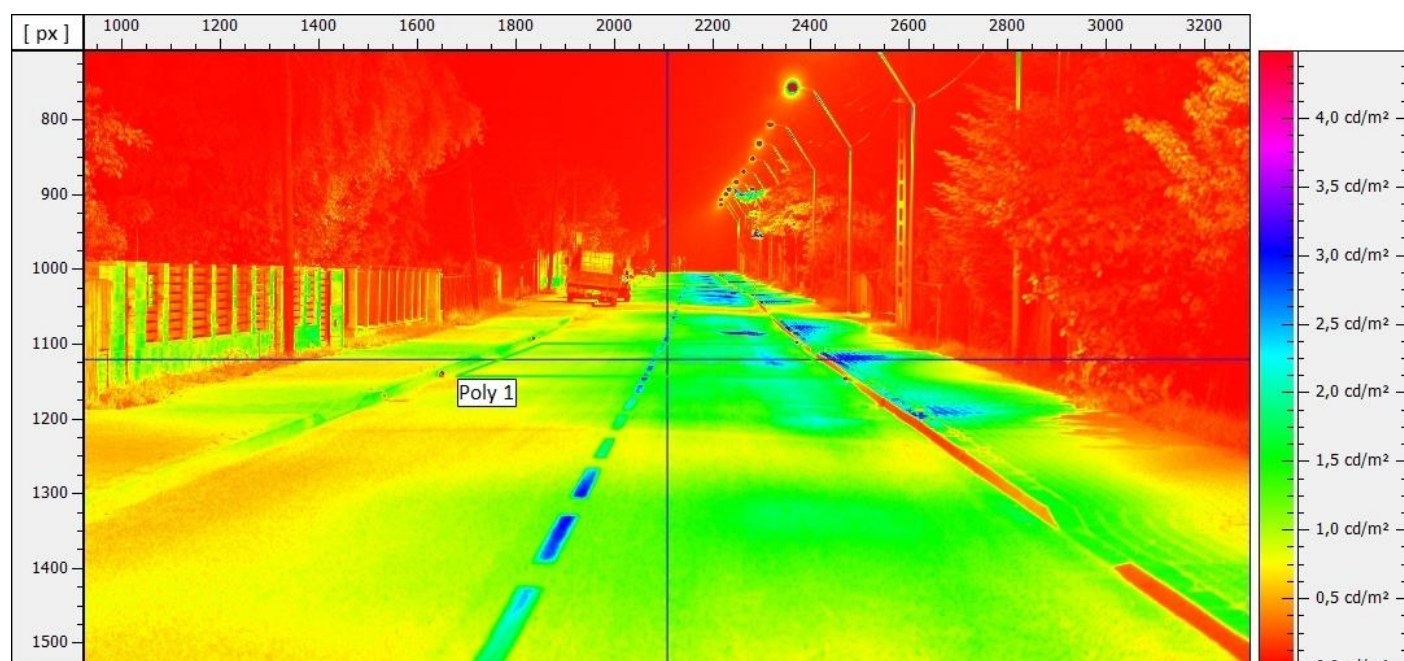
	Wartość	Wynik	Limit
Średnia luminancja	1,13 cd/m <sup>2</sup>	spełnia	≥0,75 cd/m <sup>2</sup>
Równomierność ogólna	0,51	spełnia	0,40
Równomierność wzdluzna	0,76	spełnia	0,60

Projektowana klasa oświetlenia: M4

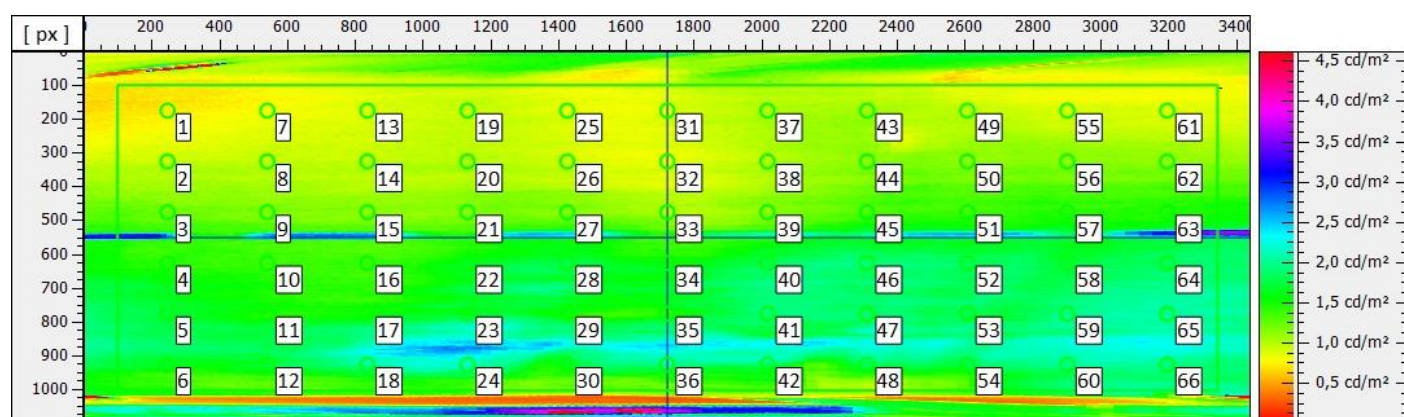
Zastosowany współczynnik utrzymania: tak

Wartość współczynnika utrzymania: 0,80

## Obraz pola pomiarowego



## Rzut pola pomiarowego



### Szczegółowe wyniki pomiaru – siatka pomiarowa

	Kol 1	Kol 2	Kol 3	Kol 4	Kol 5	Kol 6	Kol 7	Kol 8	Kol 9	Kol 10
<b>Linia 1</b>	0,723	0,800	0,873	0,935	0,863	0,869	1,024	1,056	0,968	0,894
<b>Linia 2</b>	0,958	0,964	0,973	1,020	0,925	0,853	0,998	1,129	1,124	1,129
<b>Linia 3</b>	1,218	1,175	1,135	1,168	1,169	1,054	1,137	1,331	1,376	1,441
<b>Linia 4</b>	1,459	1,387	1,386	1,642	1,769	1,568	1,809	1,904	1,826	1,730
<b>Linia 5</b>	1,735	1,497	1,555	1,694	1,563	1,540	1,920	1,894	1,817	1,981
<b>Linia 6</b>	1,644	1,699	2,020	2,150	1,635	1,944	1,877	1,853	1,757	2,004
	<b>Kol 11</b>									
<b>Linia 1</b>	0,882									
<b>Linia 2</b>	1,127									
<b>Linia 3</b>	1,464									
<b>Linia 4</b>	1,857									
<b>Linia 5</b>	2,042									
<b>Linia 6</b>	1,987									

### Szczegółowe wyniki pomiaru – pasy drogowe

	Min [cd/m <sup>2</sup> ]	Maks [cd/m <sup>2</sup> ]	Równomierność
<b>Linia 1</b>	0,723	1,056	0,68
<b>Linia 2</b>	0,853	1,129	0,76
<b>Linia 3</b>	1,054	1,464	0,72
<b>Linia 4</b>	1,386	1,904	0,73
<b>Linia 5</b>	1,497	2,042	0,73
<b>Linia 6</b>	1,635	2,150	0,76

## POMIAR OŚWIETLENIA DROGOWEGO

Miejsce pomiaru	Ul. Krzemienna
Data	2022-06-18
Godzina	01:09:33
Osoby wykonujące pomiar	Michał Halama

Opis warunków atmosferycznych
<i>Brak deszczu</i>
Stan nawierzchni
<i>sucha, dobra</i>
<i>Temperatura powietrza: 13,0 °C</i>

Typy opraw oświetleniowych i źródeł światła	
<i>Led</i>	
Oznaczenie słupa początkowego	1/31
Oznaczenie słupa końcowego	1/32
Wysokość słupów [m]	9,0 m
Rozmieszczenie słupów	jednostronnie po prawej

Odległość pomiaru	60,0 m
Wysokość pomiaru	1,50 m
Odległość pomiędzy mierzonym słupami	29,3 m
Szerokość drogi	7,0 m
Liczba pasów ruchu	2
Pozycja obserwatora (pas ruchu)	1

## Wyniki pomiaru:

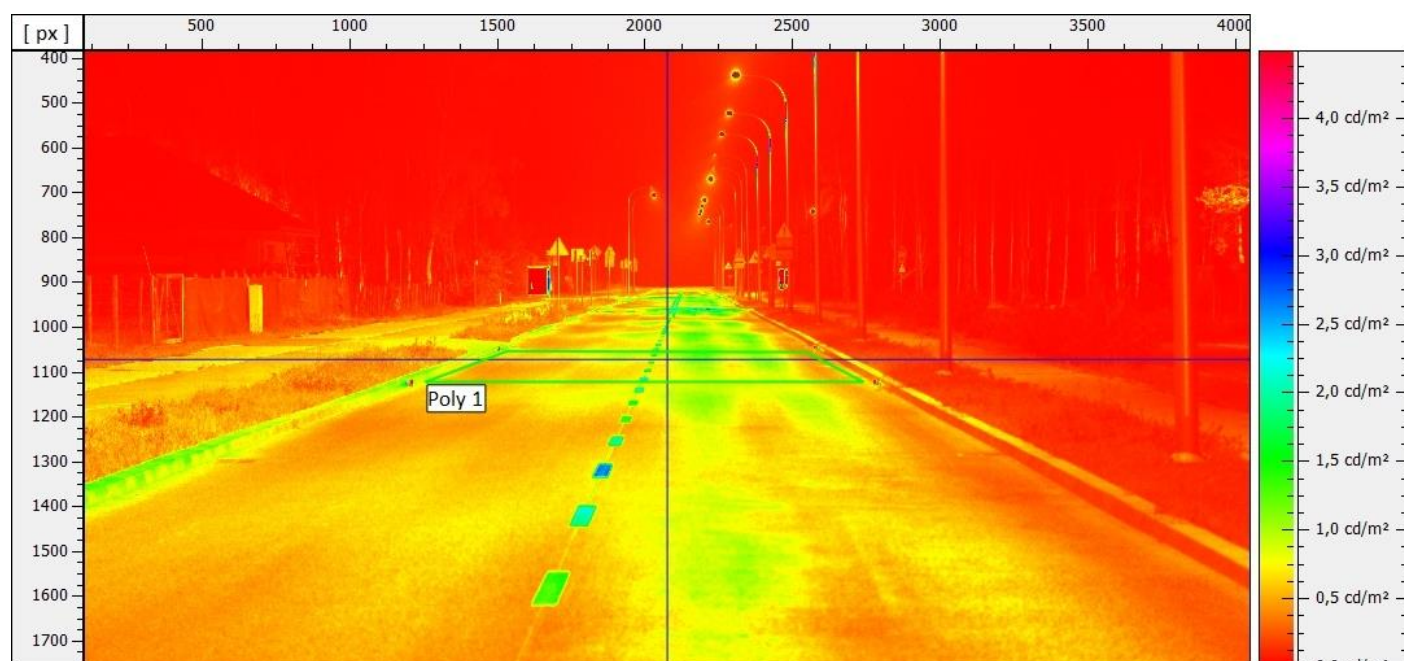
	Wartość	Wynik	Limit
Średnia luminancja	0,58 cd/m <sup>2</sup>	spełnia	≥0,50 cd/m <sup>2</sup>
Równomierność ogólna	0,64	spełnia	0,35
Równomierność wzdluzna	0,73	spełnia	0,40

Projektowana klasa oświetlenia: M5

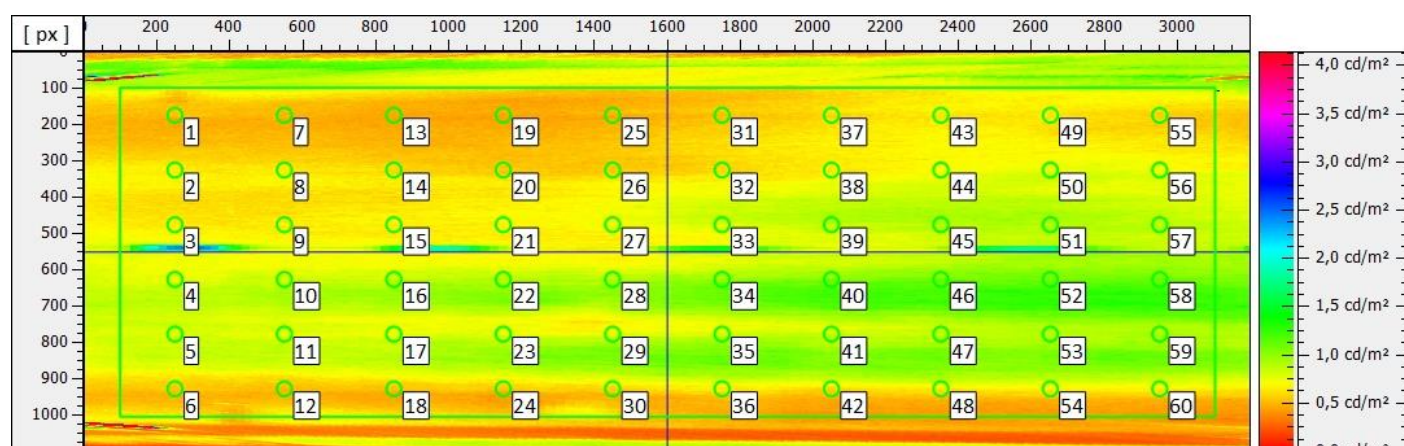
Zastosowany współczynnik utrzymania: tak

Wartość współczynnika utrzymania: 0,80

## Obraz pola pomiarowego



## Rzut pola pomiarowego





### Szczegółowe wyniki pomiaru – siatka pomiarowa

	Kol 1	Kol 2	Kol 3	Kol 4	Kol 5	Kol 6	Kol 7	Kol 8	Kol 9	Kol 10
<b>Linia 1</b>	0,508	0,495	0,460	0,461	0,486	0,538	0,593	0,638	0,631	0,584
<b>Linia 2</b>	0,654	0,636	0,596	0,557	0,558	0,598	0,642	0,713	0,768	0,740
<b>Linia 3</b>	0,643	0,644	0,656	0,669	0,721	0,793	0,863	0,910	0,916	0,879
<b>Linia 4</b>	0,782	0,827	0,854	0,892	0,902	0,990	1,048	1,087	1,110	1,109
<b>Linia 5</b>	0,797	0,789	0,767	0,786	0,778	0,828	0,847	0,875	0,904	0,931
<b>Linia 6</b>	0,541	0,516	0,521	0,535	0,579	0,645	0,602	0,653	0,668	0,663

### Szczegółowe wyniki pomiaru – pasy drogowe

	Min [cd/m <sup>2</sup> ]	Maks [cd/m <sup>2</sup> ]	Równomierność
<b>Linia 1</b>	0,460	0,638	0,72
<b>Linia 2</b>	0,557	0,768	0,73
<b>Linia 3</b>	0,643	0,916	0,70
<b>Linia 4</b>	0,782	1,110	0,70
<b>Linia 5</b>	0,767	0,931	0,82
<b>Linia 6</b>	0,516	0,668	0,77

## POMIAR OŚWIETLENIA DROGOWEGO

Miejsce pomiaru	Ul. Niska
Data	2022-06-18
Godzina	01:48:05
Osoby wykonujące pomiar	Michał Halama

Opis warunków atmosferycznych
<i>Brak deszczu</i>
Stan nawierzchni
<i>sucha, pęknięcia</i>
<i>Temperatura powietrza: 12,0 °C</i>

Typy opraw oświetleniowych i źródeł światła	
<i>Sodowa</i>	
Oznaczenie słupa początkowego	5
Oznaczenie słupa końcowego	6
Wysokość słupów [m]	8,0 m
Rozmieszczenie słupów	jednostronnie po prawej

Odległość pomiaru	60,0 m
Wysokość pomiaru	1,50 m
Odległość pomiędzy mierzonym słupami	39,0 m
Szerokość drogi	6,0 m
Liczba pasów ruchu	2
Pozycja obserwatora (pas ruchu)	1

## Wyniki pomiaru:

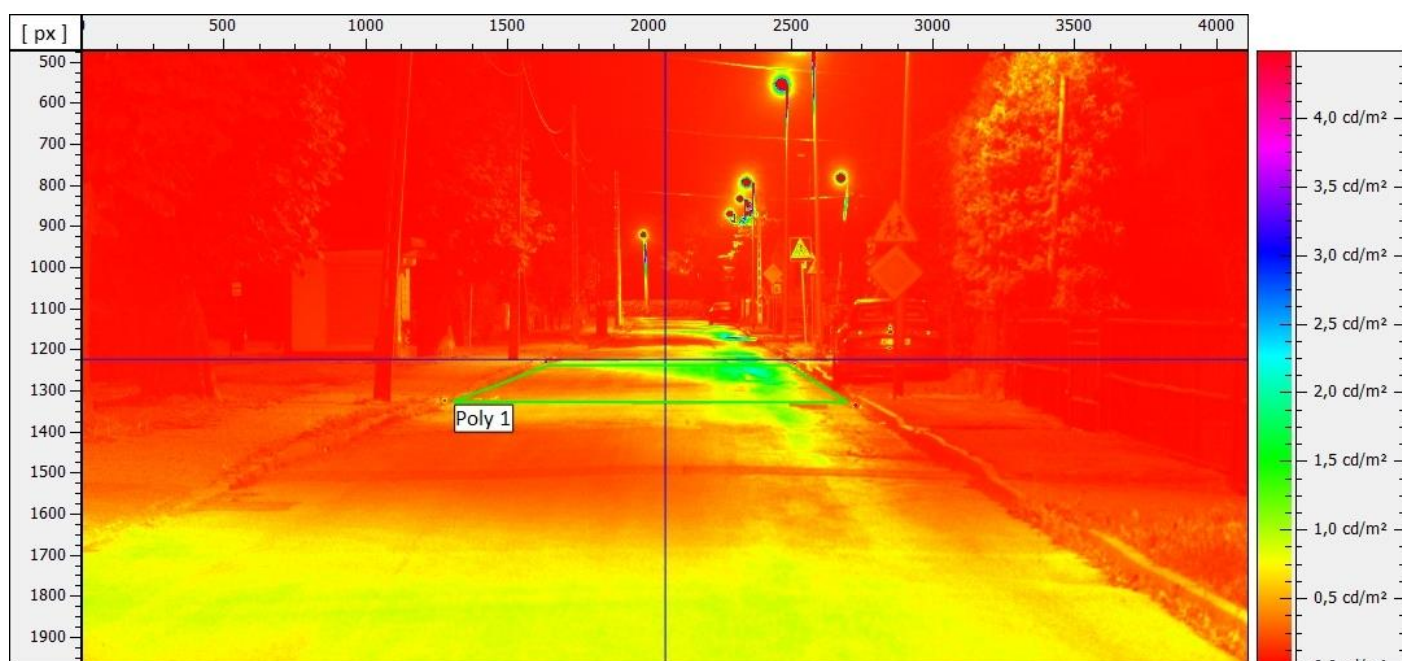
	Wartość	Wynik	Limit
Średnia luminancja	0,62 cd/m <sup>2</sup>	spełnia	≥0,50 cd/m <sup>2</sup>
Równomierność ogólna	0,33	nie spełnia	0,35
Równomierność wzdluzna	0,33	nie spełnia	0,40

Projektowana klasa oświetlenia: M5

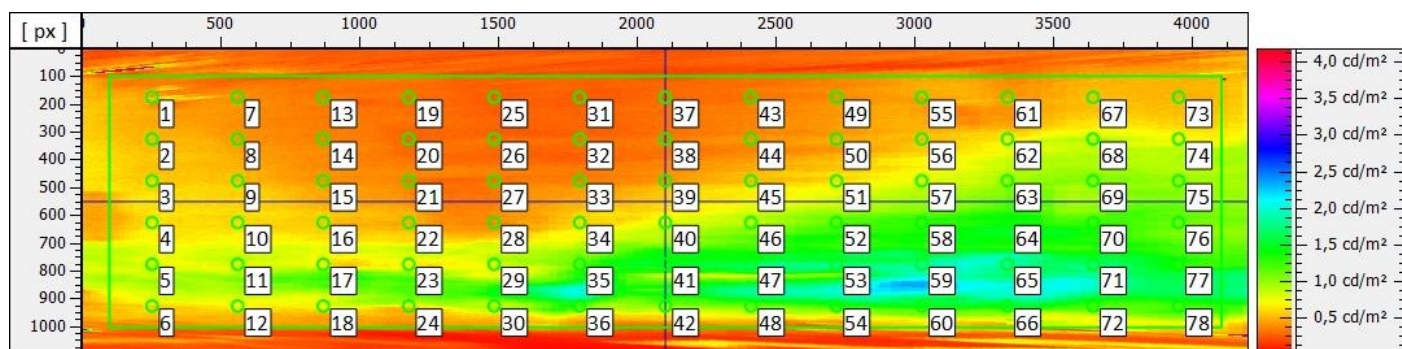
Zastosowany współczynnik utrzymania: tak

Wartość współczynnika utrzymania: 0,80

## Obraz pola pomiarowego



## Rzut pola pomiarowego



### Szczegółowe wyniki pomiaru – siatka pomiarowa

	Kol 1	Kol 2	Kol 3	Kol 4	Kol 5	Kol 6	Kol 7	Kol 8	Kol 9	Kol 10
<b>Linia 1</b>	0,479	0,401	0,345	0,305	0,259	0,256	0,296	0,323	0,388	0,451
<b>Linia 2</b>	0,512	0,425	0,364	0,283	0,307	0,299	0,342	0,408	0,466	0,530
<b>Linia 3</b>	0,566	0,539	0,417	0,347	0,330	0,358	0,425	0,530	0,625	0,784
<b>Linia 4</b>	0,620	0,609	0,556	0,486	0,390	0,590	0,776	0,912	1,170	1,300
<b>Linia 5</b>	0,802	0,813	0,688	0,690	0,788	1,164	1,442	1,639	1,712	1,827
<b>Linia 6</b>	0,621	0,682	0,727	0,675	0,906	1,228	1,005	1,113	1,329	1,411
	<b>Kol 11</b>	<b>Kol 12</b>	<b>Kol 13</b>							
<b>Linia 1</b>	0,435	0,524	0,504							
<b>Linia 2</b>	0,658	0,857	0,721							
<b>Linia 3</b>	0,961	1,034	0,985							
<b>Linia 4</b>	1,396	1,259	1,114							
<b>Linia 5</b>	1,856	1,730	1,350							
<b>Linia 6</b>	1,454	1,237	1,267							

### Szczegółowe wyniki pomiaru – pasy drogowe

	Min [cd/m <sup>2</sup> ]	Maks [cd/m <sup>2</sup> ]	Równomierność
<b>Linia 1</b>	0,256	0,524	0,49
<b>Linia 2</b>	0,283	0,857	0,33
<b>Linia 3</b>	0,330	1,034	0,32
<b>Linia 4</b>	0,390	1,396	0,28
<b>Linia 5</b>	0,688	1,856	0,37
<b>Linia 6</b>	0,621	1,454	0,43

## POMIAR OŚWIEPLENIA DROGOWEGO

Miejsce pomiaru	Ul. Olchowa
Data	2022-06-17
Godzina	23:55:34
Osoby wykonujące pomiar	Michał Halama

Opis warunków atmosferycznych
<i>Brak deszczu</i>
Stan nawierzchni
<i>sucha, dobra</i>
Temperatura powietrza: 14,0 °C

Typy opraw oświetleniowych i źródeł światła	
<i>Sodowa</i>	
Oznaczenie słupa początkowego	31
Oznaczenie słupa końcowego	32
Wysokość słupów [m]	9,0 m
Rozmieszczenie słupów	jednostronnie po lewej

Odległość pomiaru	60,0 m
Wysokość pomiaru	1,50 m
Odległość pomiędzy mierzonym słupami	32,3 m
Szerokość drogi	4,2 m
Liczba pasów ruchu	2
Pozycja obserwatora (pas ruchu)	1

## Wyniki pomiaru:

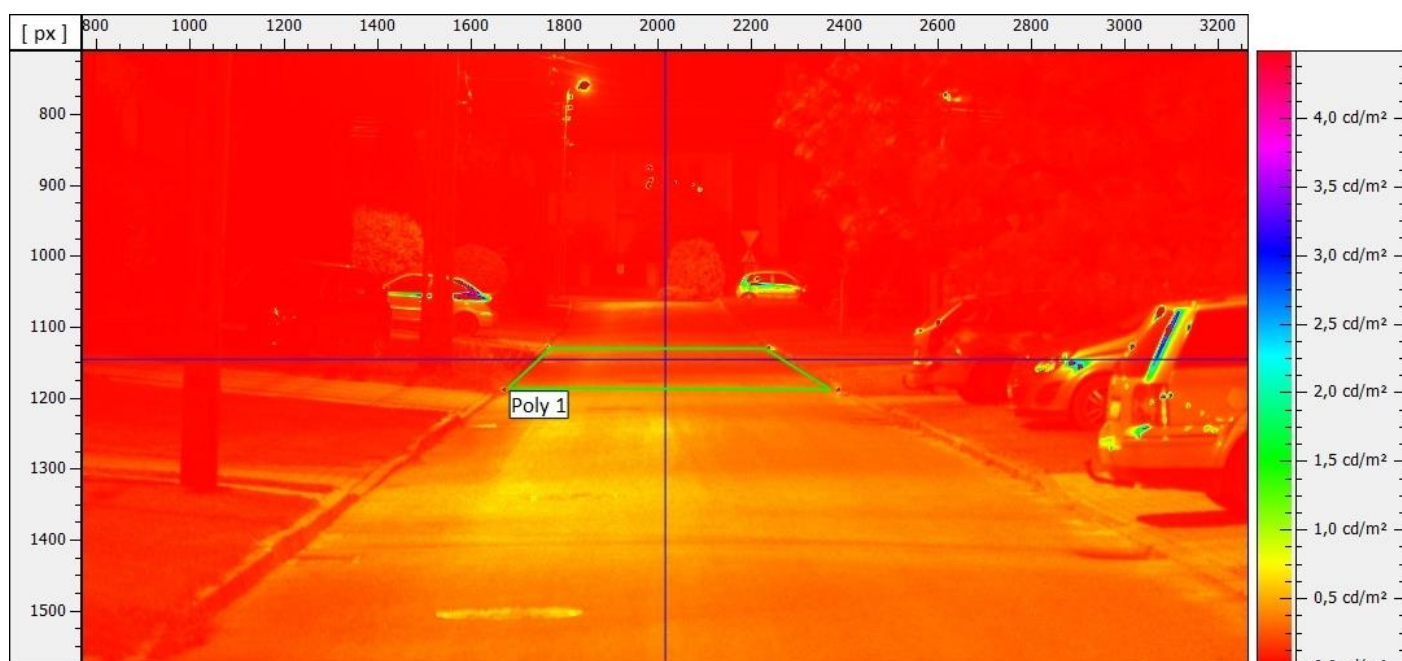
	Wartość	Wynik	Limit
Średnia luminancja	0,19 cd/m <sup>2</sup>	nie spełnia	≥0,50 cd/m <sup>2</sup>
Równomierność ogólna	0,59	spełnia	0,35
Równomierność wzdluzna	0,60	spełnia	0,40

Projektowana klasa oświetlenia: M5

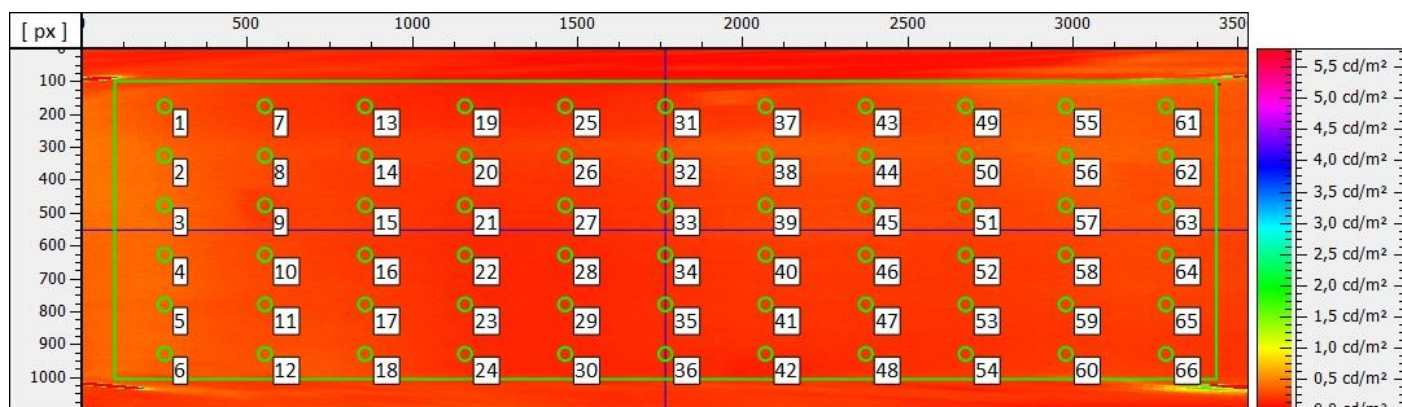
Zastosowany współczynnik utrzymania: tak

Wartość współczynnika utrzymania: 0,80

## Obraz pola pomiarowego



## Rzut pola pomiarowego





### Szczegółowe wyniki pomiaru – siatka pomiarowa

	Kol 1	Kol 2	Kol 3	Kol 4	Kol 5	Kol 6	Kol 7	Kol 8	Kol 9	Kol 10
<b>Linia 1</b>	0,298	0,215	0,167	0,143	0,144	0,182	0,223	0,237	0,289	0,343
<b>Linia 2</b>	0,384	0,289	0,243	0,230	0,233	0,275	0,321	0,318	0,310	0,363
<b>Linia 3</b>	0,397	0,224	0,227	0,180	0,186	0,217	0,257	0,266	0,260	0,295
<b>Linia 4</b>	0,379	0,271	0,208	0,160	0,149	0,178	0,218	0,223	0,220	0,242
<b>Linia 5</b>	0,355	0,265	0,235	0,164	0,146	0,172	0,197	0,200	0,208	0,225
<b>Linia 6</b>	0,368	0,306	0,266	0,169	0,142	0,159	0,153	0,177	0,181	0,211
	<b>Kol 11</b>									
<b>Linia 1</b>	0,321									
<b>Linia 2</b>	0,351									
<b>Linia 3</b>	0,307									
<b>Linia 4</b>	0,270									
<b>Linia 5</b>	0,243									
<b>Linia 6</b>	0,212									

### Szczegółowe wyniki pomiaru – pasy drogowe

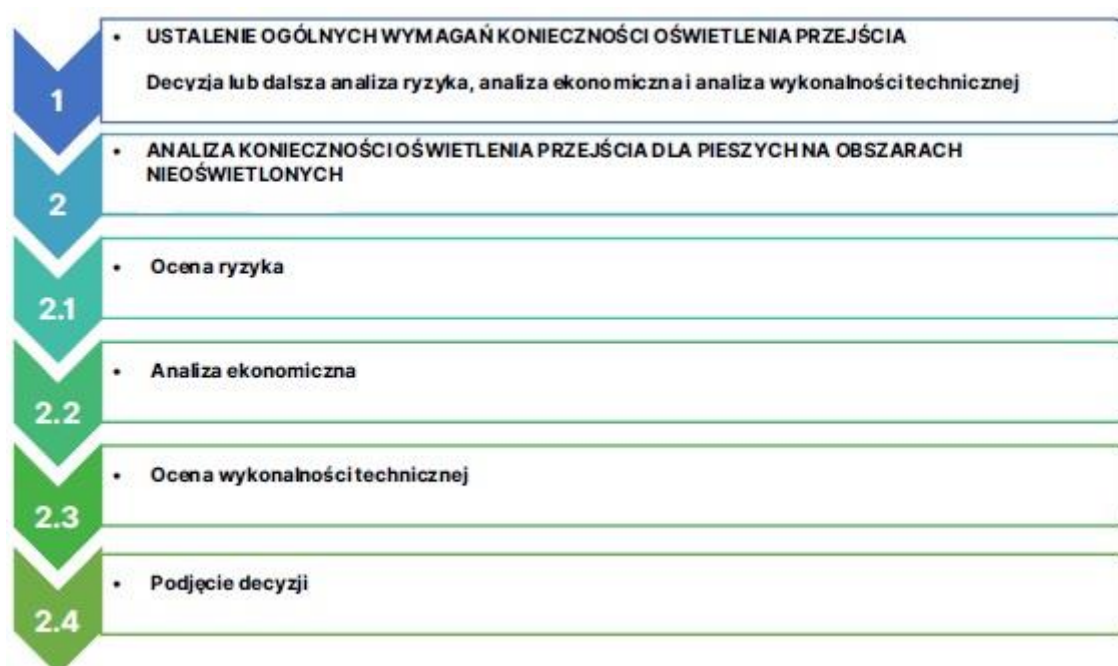
	Min [cd/m <sup>2</sup> ]	Maks [cd/m <sup>2</sup> ]	Równomierność
<b>Linia 1</b>	0,143	0,343	0,42
<b>Linia 2</b>	0,230	0,384	0,60
<b>Linia 3</b>	0,180	0,397	0,45
<b>Linia 4</b>	0,149	0,379	0,39
<b>Linia 5</b>	0,146	0,355	0,41
<b>Linia 6</b>	0,142	0,368	0,39

Na podstawie otrzymanych wyników pomiarów luminancji wynika, iż norma oświetleniowa PN-EN 13201:2016 spełniona jest jedynie na ul. Krzemiennej oraz ul. Kolonia Robotnicza. Na tych odcinkach dróg zastosowano nowoczesne oświetlenie ze źródłem światła Led. Pozostałe 3 badane odcinki dróg nie spełniły wymagań normy oświetleniowej. Na Alei 25-lecia Wolności osiągnięte wyniki

średniej luminancji, przy obecnym starym oświetleniu sodowym, przyjmują za niskie wartości. Podobna sytuacja ma miejsce na ul. Olchowej. Natomiast na ul. Niskiej nie spełniono wymagań odnośnie równomierności ogólnej i wzdłużnej. Pomiary luminancji oświetlenia ulicznego wskazały, że tam gdzie linia oświetleniowa jest nowa i wybudowana zgodnie z obowiązującymi standardami, norma oświetleniowa jest spełniona. Natomiast stare oświetlenie ze źródłem sodowym nie jest w stanie spełnić wszystkich wymagań normy PN-EN 13201:2016.

## 2.3 DOŚWIECZENIE PRZEJŚĆ DLA PIESZYCH

Doświetlenie przejść dla pieszych należy projektować zgodnie z wytycznymi WR-D-41-4. Przed przystąpieniem do inwestycji, należy dokonać analizy konieczności oświetlenia przejść dla pieszych. Ocenę konieczności oświetlenia przejść dla pieszych prowadzi się według procedury składającej się z kilku kroków, zgodnie z poniższym diagramem:



Ogólne wymagania konieczności określają decyzyjność w zależności od rodzaju obszaru przez który przebiega analizowana droga. Dla obszarów zabudowanych oświetlenie przejść dla pieszych jest konieczne. Jedynie na terenie nieprzeznaczonym pod zabudowę, który jest nieoświetlony, należy wykonać analizę konieczności. Dla obszarów niezabudowanych konieczność oświetlenia przejść dla



pieszych określona jest na obszarach oświetlonych oraz nieoświetlonych terenach w których istnieje zabudowa. W pozostałych terenach obszarów niezabudowanych należy wykonać analizę konieczności.

Gmina Ostrowiec Świętokrzyski jako gmina miejska posiada głównie obszary zabudowane, a więc w większości przypadków, gdzie występuje przejście dla pieszych, konieczne jest jego doświetlenie. Dla każdego przejścia należy określić ocenę ryzyka opartą o statystyki zdarzeń drogowych. Sugeruje się, aby gmina po skompletowaniu wszystkich danych, systematycznie realizowała zamierzenie inwestycyjne poprawy bezpieczeństwa na przejściach dla pieszych, w postaci zastosowania oświetlenia dedykowanego.

### 3. ROZWIĄZANIA ENERGOOSZCZĘDNE

#### 3.1 DOBÓR PARAMETRÓW OŚWIETLENIOWYCH

W ramach modernizacji istniejącej infrastruktury należy uwzględnić aktualne normy oświetleniowe, oraz rozwiązania technologiczne. Rekomenduje się zastąpienie istniejących opraw sodowych nowymi oprawami typu LED. Modernizacja powinna uwzględniać spełnienie normy oświetleniowej przez nowe oprawy.

W ramach analizy pomiarów oraz zgodności ze standardami przyjęto rozwiązanie polegające na dokonywaniu obliczeń fotometrycznych w programie DIALUX. Dla ulic, na których znajdują się oprawy zakwalifikowane do wymiany, wygenerowano raport z obliczeń fotometrycznych, w którym określono wszystkie parametry projektowanej (przykładowej) oprawy.

#### 3.2 ANALIZA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNA

Przy doborze kierunku inwestycyjnego należy się trzymać takich rozwiązań technicznych i technologicznych, które zabezpieczyłyby długoterminowy interes inwestora publicznego tak, aby przy umiarkowanych kosztach inwestycyjnych, uzyskać korzyść w postaci wysokiej energooszczędności urządzeń oraz niskich kosztów konserwacji, przy długotrwałym użytkowaniu.

Na rynku, dostępnych jest wiele opraw spełniających, wymagania techniczne i użytkowe określone powyżej. W przypadku kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego, powinno się zastosować oprawy oświetleniowe produkowane przez jednego producenta, na całość infrastruktury.

Przy rozważaniu stosowania opraw równoważnych należy w pierwszej kolejności sprawdzić parametry techniczne oprawy wskazane w załączniku nr 1. Kolejnym bardzo istotnym parametrem jest charakterystyka fotometryczna tzw. krzywa rozsyłu światłości oprawy. Powinna być taka, aby na już istniejących konstrukcjach wsporczych można było osiągnąć spełnienie normy oświetleniowej PN-EN 13201.

Oprawę uznaje się za równoważną, w rozumieniu art. 27 Ustawy Prawo zamówień publicznych, po spełnieniu kryteriów jak powyżej, na podstawie wykonanych obliczeń wykazujących spełnienie normy, przy analogicznym współczynniku utrzymania oraz identycznej geometrii obszaru oświetlanego.

### 3.3 ANALIZA ŹRÓDŁA ŚWIATŁA

Na tej podstawie roboczo można wyróżnić klasyczne źródła światła (źródła rtęciowe, sodowe, świetlówki), oraz źródła nowej generacji (LED, OLED). Równocześnie należy zauważyć, że obserwowany do tej pory wzrost skuteczności klasycznych źródeł światła został wyhamowany. Wynika to prawdopodobnie z priorytetów określonych przez branżę oświetleniową, która nastawia się aktualnie głównie na rozwój rynku źródeł typu LED.

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

- długa żywotność – ok. 100 000 godzin - (dla utraty strumienia światła 10%),
- nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR),
- biała barwa światła,
- dobra jakość światła,
- wyeliminowany efekt stroboskopowy,
- nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji,
- natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia szybki ponowny zapłon źródła światła
- Możliwość sterowania mocą oprawy.

Technologia LED jest ciągle udoskonalana i wciąż trwają prace nad wyprodukowaniem źródła LED o wyższej skuteczności. Można stwierdzić, że dopiero dziś oświetlenie drogowe LED staje się realną alternatywą dla klasycznego oświetlenia sodowego, w szczególności dla opraw o mocy mieszczących się w przedziale od 50 do 250 W, które najczęściej stosowane są w oświetleniu ulicznym.

Podstawową zaletą opraw ze źródłami LED jest ich łatwość sterowania. Obecnie rozpowszechniane są systemy umożliwiające sterowanie pojedynczą oprawą w dowolny sposób tzn. jej załączanie, wyłączanie oraz ustalanie dowolnego poziomu strumienia świetlnego odpowiedniego do sytuacji oświetlanej powierzchni. Oprawy można grupować w dowolne obszary funkcjonalne i zadawać im dowolne harmonogramy świecenia pozwalające na uzyskiwanie dodatkowych oszczędności w zużyciu energii poprzez obniżenie mocy oprawy w porach najmniejszego natężenia ruchu lub na obszarach o mniejszym znaczeniu komunikacyjnym.

Zastosowanie odpowiedniego system sterowania oświetleniem typu LED może pozwolić na uzyskanie dodatkowych oszczędności w zużyciu energii na poziomie do 30%. Systemy sterowania

oprawami LED nie wymagają dodatkowego okablowania tzn. że komunikacja pomiędzy systemem a oprawą prowadzona jest najczęściej drogą radiową lub poprzez obwód zasilający co eliminuje konieczność prowadzenia dodatkowych obwodów sterujących. Do wad źródeł LED-owych należy jednakże zaliczyć wysoki koszt inwestycyjny oraz zimną temperaturę barwową, która jest negatywnie oceniana przez część użytkowników opraw. Negatywny skutek tego elementu można jednakże minimalizować poprzez określenie w specyfikacji technicznej przyjaźniejszej temperatury barwowej. W przypadku kosztów inwestycyjnych, należy wziąć pod uwagę fakt, że ceny opraw ze źródłem LED osiągnęły już pułap porównywalny z oprawami sodowymi.

## 4. MODERNIZACJA

W ramach proponowanej modernizacji rekomenduje się wymianę opraw sodowych i rtęciowych na nowoczesne oświetlenie ze źródłem światła Led, przy zachowaniu normy PN-EN 13201:2016. Zakres modernizacji określono w odniesieniu do trzech możliwości (wariantów), jakie może Gmina Ostrowiec Świętokrzyski przedsięwziąć.

### 4.1 WARIANT I

W ramach omawianego wariantu określono zakres modernizacji w oparciu o jak najmniejsze potencjalne koszty inwestycyjne poniesione przez gminę. Przyjęto konieczność wymiany oświetlenia ulicznego ze źródłem sodowym i rtęciowym, znajdującym się na sieci napowietrznej w stosunku 1:1. Zaproponowano prostą wymianę opraw oświetleniowych na bardziej efektywne energetycznie, tak aby jak najmniejszym kosztem osiągnąć oszczędności. Wariant ten zakłada również wymianę 43 sztuki szafek oświetleniowych ze względu na zły stan oraz wymianę zabezpieczenia obwodów RBK w 31 sztukach szafek, zgodnie z wnioskami z inwentaryzacji punktu 1.2 Audytu. W celu poprawy właściwości świetlnych dla części opraw zmieniono wysięgniki, o takiej długości, by możliwe było spełnienie normy oświetleniowej. Łączna liczba wysięgników do wymiany wynosi 567 sztuk.

Zgodnie z powyższym zakwalifikowano łącznie 2077 sztuk opraw zgodnie z wykazem.

Model	Liczba Opraw
AMBAR	4
LUNOIDA	2
OUR	2
OUS	19
OUSc	2
Selenium	2
SGS 102	5
SGS 202	1323
SGS 203	717
SL	1
<b>Łącznie</b>	<b>2077</b>

## 4.2 WARIANT II

W ramach wariantu II przyjęto zakres modernizacji wariantu I, który powiększono o dodatkowe oprawy sodowe i rtęciowe na linii kablowej. Na powiększony zakres składają się oprawy na dwudziestu dziewięciu głównych ciągach komunikacyjnych w mieście, gdzie jeszcze nie zastosowano opraw Led. Dodatkowo zakwalifikowano najstarsze oprawy do wymiany w Parku Piłsudskiego, które zasilane są z szafki oświetleniowej na ul. Mickiewicza. Pominięto te ulice, gdzie planowana jest już całkowita modernizacja drogi. Wariant ten zakłada również wymianę 43 sztuki szafek oświetleniowych ze względu na zły stan oraz wymianę zabezpieczenia obwodów RBK w 31 sztukach szafek, zgodnie z wnioskami z inwentaryzacji punktu 1.2 Audytu. W celu poprawy właściwości świetlnych dla części opraw zmieniono wysięgniki, o takiej długości, by możliwe było spełnienie normy oświetleniowej. Łączna liczba wysięgników do wymiany wynosi 567 sztuk. Dodatkowo zaproponowano wymianę starych słupów stalowych i betonowych na nowe. Łączna liczba słupów do wymiany wynosi 46 sztuk. Wiele jest przypadków istniejącego oświetlenia w gminie, gdzie na jednym słupie wisi więcej niż jedna oprawa. Modernizacja w większości zakłada wymianę opraw z zachowaniem obecnej ilości, jednakże części przypadków udało się zmodernizować oświetlenie, obniżając ilość opraw na słupie, przy zachowaniu wymagań normy oświetleniowej. Łączna liczba opraw likwidowanych wynosi 22 sztuki i znajdują się na ulicy Górzystej i Młyńskiej.

Zgodnie z powyższym zakwalifikowano łącznie 3372 sztuki opraw zgodnie z wykazem.

Model	Liczba Opraw Istniejących	Liczba Opraw modernizowanych	Liczba opraw likwidowanych
AMBAR	113	113	
AURIS	113	113	
BOYEN	174	174	
INDY	9	9	
LUNOIDA	119	119	
MAGNOLIA	2	2	
OCP	53	31	22
ONYX	89	89	
OUR	2	2	
OUS	21	21	
OUSe	2	2	
Selenium	92	92	
SGS 102	6	6	
SGS 202	1410	1410	
SGS 203	1160	1160	
SL	7	7	
<b>Łącznie</b>	<b>3372</b>	<b>3350</b>	<b>22</b>

#### 4.3 WARIANT III

Wariant ten zakłada modernizację oświetlenia ulicznego na linii napowietrznej i kablowej zgodnie z wariantem II. Jednakże na ulicach:

- Grabowiecka,
- Juliusza Słowackiego,
- Kolonia Robotnicza,
- Mostowa,
- Ogrodowa,
- Żabia,

proponuje się zmianę typu oświetlenia z napowietrznego na kablowe. Ulice te, albo są już w części skablowane, albo posiadają liczne odnogi dróg z oświetleniem kablowym. Zejście z linii napowietrznej na tych odcinkach korzystnie wpłynie na jednolitość oświetlenia oraz poprawi funkcjonalny i kompozycyjny charakter otoczenia. Łączna liczba istniejących opraw wchodzących w zakres wariantu III jest identyczna z wariantem II i wynosi 3372 sztuki. Natomiast liczba opraw po modernizacji się zwiększy, za sprawą mniejszych modułów dla linii kablowej, co spowoduje większą liczbę opraw na modernizowanym odcinku. Szacowana liczba opraw dla ulic objętych skablowaniem zwiększy się z 94 sztuk opraw na linii napowietrznej do 120 opraw na linii kablowej. Wariant ten zakłada również wymianę 43 sztuki szafek oświetleniowych ze względu na zły stan oraz wymianę zabezpieczenia obwodów RBK w 31 sztukach szafek, zgodnie z wnioskami z inwentaryzacji punktu 1.2 Audytu. W celu poprawy właściwości świetlnych dla części opraw zmieniono wysięgniki, o takiej długości, by możliwe było spełnienie normy oświetleniowej. Łączna liczba wysięgników do wymiany wynosi 530 sztuk. Dodatkowo zaproponowano wymianę starych słupów stalowych i betonowych na nowe. Łączna liczba słupów do wymiany oraz wynikająca z zejścia z linii napowietrznej wynosi 166 sztuk. Wariant zakłada również likwidację 22 sztuk opraw na ulicy Górzystej i Młyńskiej.

Zgodnie z powyższym zakwalifikowano łącznie 3372 sztuki opraw zgodnie z wykazem.

Model	Liczba Opraw Istniejących	Liczba Opraw po modernizacji	Liczba opraw likwidowanych	Liczba nowych opraw
AMBAR	113	113		
AURIS	113	113		
BOYEN	174	174		
INDY	9	9		

LUNOIDA	119	119		
MAGNOLIA	2	2		
OCP	53	31	22	
ONYX	89	89		
OUR	2	1	1	
OUS	21	20	1	
OUSc	2	2		
Selenium	92	92		
SGS 102	6	5	1	
SGS 202	1410	1370	40	
SGS 203	1160	1109	51	
SL	7	7		
				120
<b>Łącznie</b>	<b>3372</b>	<b>3256</b>	<b>116</b>	<b>120</b>



## 5. ANALIZA ZMNIEJSZENIA ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

### 5.1 WARIANT I

Wymiana opraw sodowych i rtęciowych na nowoczesne energooszczędne oprawy typu Led, spowoduje spadek zużycia energii elektrycznej, co przedstawiają poniższe obliczenia.

Poniżej w tabeli przedstawiono stan oświetlenia (objętego zakresem) przed modernizacją.

<i><b>MOC NOMINALNA OPRAWY [W]</b></i>	<i><b>STRATY DŁAWIKA</b></i>	<i><b>MOC RZECZYWISTA [W]</b></i>	<i><b>ILOŚĆ [szt.]</b></i>	<i><b>MOC SYSTEMU [kW]</b></i>
70	18,57%	83	1998	165,834
100	15,00%	115	77	8,855
125	9,60%	137	2	0,274
<i><b>Łącznie</b></i>			<i><b>2077</b></i>	<i><b>174,963</b></i>

Roczne zużycie energii elektrycznej dla wybranych opraw przed modernizacją wyznaczone zostało z poniższego wzoru:

$$E_0 = P_0 * t_0 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Gdzie:

$E_0$  - roczne zużycie energii elektrycznej przed modernizacją przez oświetlenie zewnętrzne [MWh/rok],

$P_0$  - sumaryczna moc zainstalowana przed modernizacją [kW],

$t_0$  - roczny czas pracy oświetlenia [h/rok].

Roczne zużycie energii elektrycznej po modernizacji wyznaczone zostało z poniższego wzoru:

$$E_n = P_n * t_0 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Gdzie:

$E_n$  - roczne zużycie energii elektrycznej po modernizacji przez oświetlenie zewnętrzne [MWh/rok],

$P_n$  - sumaryczna moc zainstalowana po modernizacji [kW]

$t_0$  - roczny czas pracy oświetlenia [h/rok].

Roczna oszczędność energii elektrycznej wyznaczona została jako różnica rocznego zużycia energii elektrycznej przed oraz po modernizacji, zgodnie z poniższym wzorem:

$$\Delta E_{0n} = E_0 - E_n \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Gdzie:

$\Delta E_{0n}$  - roczna oszczędność energii elektrycznej przez oświetlenie zewnętrzne [MWh/rok],

$E_0$  - roczne zużycie energii elektrycznej przed modernizacją [MWh/rok],

$E_n$  - roczne zużycie energii elektrycznej po modernizacji [MWh/rok].

Obecnie stosowane sterowanie w szafkach oświetleniowych pozwala na redukcję mocy w godzinach późnonocnych. Stosowane programy redukcji zakładają:

- od zmierzchu do godz. 23.00 – 100% mocy
- w godz. 23.00-24.00 – 80% mocy
- w godz. 24.00-4.00 – 60% mocy
- w godz. 4.00-5.00 – 80% mocy
- od godz. 5.00 do świtu – 100% mocy.

Z harmonogramu wynika, że czas roczny świecenia będzie się kształtował następująco:

- 1460 h/rocznie – redukcja do 60% mocy
- 730 h/rocznie – redukcja do 80% mocy
- 1960 h/rocznie – brak redukcji (100% mocy)

Przed modernizacją, bez redukcji:

$$E_0 = 174,963 * 1960 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 342,92748 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Przed modernizacją, redukcja do 80% mocy:

$$E_0 = 174,963 * 0,8 * 730 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 102,17839 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Przed modernizacją, redukcja do 60% mocy:

$$E_0 = 174,963 * 0,6 * 1460 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 153,26759 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Łączne zużycie energii wynosi:

$$E_0 = 342,92748 + 102,17839 + 153,26759 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 598,37346 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Poniżej przedstawiono moce i ilości opraw po modernizacji:

MOC OPRAWY [W]	IŁOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista [kW]
28	706	19,768
37	14	0,518

40	527	21,080
41	246	10,086
48	42	2,016
51	7	0,357
55	386	21,230
67	11	0,737
79	72	5,688
105	46	4,830
154	20	3,080
<b>SUMA</b>	<b>2077</b>	<b>89,390</b>

Po modernizacji, bez redukcji:

$$E_1 = 89,390 * 1960 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_1 = 175,20440 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Po modernizacji, redukcja do 80% mocy:

$$E_1 = 89,390 * 0,8 * 730 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_1 = 52,20376 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Po modernizacji, redukcja do 60% mocy:

$$E_1 = 89,390 * 0,6 * 1460 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_1 = 78,30564 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Łączne zużycie energii wyniesie:

$$E_1 = 175,20440 + 52,20376 + 78,30564 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_1 = 305,71380 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Obniżka zużycia energii elektrycznej przedstawia się następująco (w skali roku):

<b>Obniżka mocy</b>	<b>85,573 kW</b>
<b>Obniżka zużycia energii</b>	<b>292,65966 MWh</b>
<b>Obniżka zużycia %</b>	<b>48,91%</b>

## 5.2 WARIANT II

Wymiana opraw sodowych i rtęciowych na nowoczesne energooszczędne oprawy typu Led, spowoduje spadek zużycia energii elektrycznej, co przedstawiają poniższe obliczenia.

Poniżej w tabeli przedstawiono stan oświetlenia (objętego zakresem) przed modernizacją.

<b>MOC NOMINALNA OPRAWY [W]</b>	<b>STRATY DŁAWIKA</b>	<b>MOC RZECZYWISTA [W]</b>	<b>ILOŚĆ [szt.]</b>	<b>MOC SYSTEMU [kW]</b>
70	18,57%	83	3007	249,581
100	15,00%	115	363	41,745
125	9,60%	137	2	0,274
<b>Łącznie</b>			<b>3372</b>	<b>291,600</b>

Przed modernizacją, bez redukcji:

$$E_0 = 291,600 * 1960 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 571,5360 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Przed modernizacją, redukcja do 80% mocy:

$$E_0 = 291,600 * 0,8 * 730 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 170,2944 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Przed modernizacją, redukcja do 60% mocy:

$$E_0 = 291,600 * 0,6 * 1460 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 255,4416 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Łączne zużycie energii wynosi:

$$E_0 = 571,5360 + 170,2944 + 255,4416 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 997,2720 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Poniżej przedstawiono moce i ilości opraw po modernizacji:

MOC OPRAWY [W]	IŁOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista [kW]
20	122	2,440
28	706	19,768
37	14	0,518

40	923	36,920
41	246	10,086
48	42	2,016
51	7	0,357
55	786	43,230
67	295	19,765
79	143	11,297
105	46	4,830
154	20	3,080
<b>SUMA</b>	<b>3350</b>	<b>154,307</b>

Po modernizacji, bez redukcji:

$$E_2 = 154,307 * 1960 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_2 = 302,44172 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Po modernizacji, redukcja do 80% mocy:

$$E_2 = 154,307 * 0,8 * 730 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_2 = 90,11529 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Po modernizacji, redukcja do 60% mocy:

$$E_2 = 154,307 * 0,6 * 1460 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_2 = 135,17293 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Łączne zużycie energii wyniesie:

$$E_2 = 302,44172 + 90,11529 + 135,17293 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_2 = 527,72994 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Obniżka zużycia energii elektrycznej przedstawia się następująco (w skali roku):

<b>Obniżka mocy</b>	<b>137,293 kW</b>
<b>Obniżka zużycia energii</b>	<b>469,54206 MWh</b>
<b>Obniżka zużycia %</b>	<b>47,08 %</b>

### 5.3 WARIANT III

Wymiana opraw sodowych i rtęciowych na nowoczesne energooszczędne oprawy typu Led, spowoduje spadek zużycia energii elektrycznej, co przedstawiają poniższe obliczenia.

Poniżej w tabeli przedstawiono stan oświetlenia (objętego zakresem) przed modernizacją.

<b>MOC NOMINALNA OPRAWY [W]</b>	<b>STRATY DŁAWIKA</b>	<b>MOC RZECZYWISTA [W]</b>	<b>ILOŚĆ [szt.]</b>	<b>MOC SYSTEMU [kW]</b>
70	18,57%	83	3007	249,581
100	15,00%	115	363	41,745
125	9,60%	137	2	0,274
<b>Łącznie</b>			<b>3372</b>	<b>291,600</b>

Przed modernizacją, bez redukcji:



$$E_0 = 291,600 * 1960 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 571,5360 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Przed modernizacją, redukcja do 80% mocy:

$$E_0 = 291,600 * 0,8 * 730 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 170,2944 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Przed modernizacją, redukcja do 60% mocy:

$$E_0 = 291,600 * 0,6 * 1460 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 255,4416 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Łączne zużycie energii wynosi:

$$E_0 = 571,5360 + 170,2944 + 255,4416 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 997,2720 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Poniżej przedstawiono moce i ilości opraw po modernizacji:

MOC OPRAWY [W]	IŁOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista [kW]
20	122	2,440
28	706	19,768
37	14	0,518

40	923	36,920
41	246	10,086
48	50	2,400
51	7	0,357
55	804	44,220
67	295	19,765
79	143	11,297
105	46	4,830
154	20	3,080
<b>SUMA</b>	<b>3376</b>	<b>155,681</b>

Po modernizacji, bez redukcji:

$$E_3 = 155,681 * 1960 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_3 = 305,13476 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Po modernizacji, redukcja do 80% mocy:

$$E_3 = 155,681 * 0,8 * 730 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_3 = 90,91770 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Po modernizacji, redukcja do 60% mocy:

$$E_3 = 155,681 * 0,6 * 1460 / 1000 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_3 = 136,37656 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Łączne zużycie energii wyniesie:

$$E_3 = 305,13476 + 90,91770 + 136,37656 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_3 = 532,42902 \left[ \frac{MWh}{rok} \right]$$

Obniżka zużycia energii elektrycznej przedstawia się następująco (w skali roku):

<b>Obniżka mocy</b>	<b>135,919 kW</b>
<b>Obniżka zużycia energii</b>	<b>464,84298 MWh</b>
<b>Obniżka zużycia %</b>	<b>46,61 %</b>

## 6. UKŁADY ZASILANIA OŚWIETLENIA

### 6.1 MOC UMOWNA

Moc umowna, kształtuje się następująco, z podziałem na każdą szafkę:

Szafka oświetleniowa	Moc umowna [kW]	Suma mocy opraw [kW]	Różnica [kW]
1 Akacyjowa	5	2,988	2,012
100 Rudzka	15	13,407	1,593
101 Rudzka 2	4	1,001	2,999
102 Rynek	6	6,974	-0,974
104 Rzeźnia	6	3,882	2,118
105 Sadowa	2	1,992	0,008
106 Sady Ostrowieckie	9	7,163	1,837
107 Samsonowicza V	14	2,185	11,815
108 11 Listopada	0	1,132	-1,132
108 Samsonowicza II	5	1,68	3,32
109 Samsonowicza III	0	6,099	-6,099
11 Bieliny	1	0,415	0,585
110 Sandomierska	7	2,469	4,531
111 Sasankowa	2	0,498	1,502
112 Sikorskiego	3	3,36	-0,36
113 Siennieńska	7	3,318	3,682
114 Sienkiewicza-Biblioteka	12	9,566	2,434
115 Sienkiewicza	6	2,165	3,835
116 Słoneczna	8	1,998	6,002
117 Spacerowa	4	5,644	-1,644
117 Tomaszów	3	4,233	-1,233
118 Stalowa	2	1,992	0,008
119 Staszica	7	6,059	0,941
12 Broniewskiego	4	1,66	2,34
120 Stawki	1	2,407	-1,407
121 Szymanowskiego	5	3,609	1,391
122 Śliska	1	1,245	-0,245
123 Świętokrzyska-Podgórze	8	5,395	2,605
124 Świętokrzyska	8	6,239	1,761
125 Targowa	15	7,698	7,302
126 Targowa Garaże	5	1,328	3,672
129 Trawna	11	9,61	1,39

13 Boczna od Bałtowskiej	6	0,415	5,585
130 Trzeciaków	4	1,411	2,589
131 Trójkąt-Garaże	2	0,176	1,824
132 Waryńskiego-Wspólna	8	5,063	2,937
133 Waryńskiego	6	2,702	3,298
134 Wiejska-wąwozy	2	3,901	-1,901
135 Winnica	14	5,653	8,347
136 Wspólna	6	3,569	2,431
137 Wysoka	3	3,265	-0,265
138 Wypiańskiego	4	2,859	1,141
139 Zagłoby	4	3,45	0,55
140 Zagłoby przył. 48	4	2,875	1,125
141 Zagłoby przył. 49	0	3,501	-3,501
142 Zbożowa	6	3,486	2,514
143 Zielna	5	1,992	3,008
144 Zygmuntówka	11	6,478	4,522
145 Żeromskiego	15	6,753	8,247
146 Żurawia	2	1,66	0,34
147 Ogrody	15	0,664	14,336
148 Brody	7	2,656	4,344
16 Chrzanowskiego	5	2,223	2,777
17 Szkoła Częstocice	1	0,658	0,342
18 Chłodna	1	0,996	0,004
19 M. Dąbrowskiej	4	2,241	1,759
2 Akacyjowa-Rozmarynu	1	0,664	0,336
20 Denków-Szkoła	12	7,626	4,374
21 Denkówek CN	4	0,249	3,751
22 Denkowska Cmentarz	5	3,321	1,679
23 Denkowska Schody	7	7,173	-0,173
24 Długa	9	4,948	4,052
25 Furmańska	6	0,913	5,087
26 Gajowa 1	4	1,66	2,34
27 Garaże-Leśna	5	4,271	0,729
28 Gazy-Zygmuntówka	1	0,166	0,834
29 Głogowskiego	11	4,842	6,158
3 Al. 3 Maja	8	2,905	5,095
30 Górzysta	20	7,913	12,087
31 Grabowa	4	4,067	-0,067
32 Grabowiecka-Zacisze	6	3,368	2,632
33 Grzybowa	3	5,816	-2,816
35 Gutwin-Tartak	5	4,86	0,14
36 Henryków	7	4,255	2,745

37 HBC Sandomierska	1	0,498	0,502
38 Ilżecka-Gambo	3	2,64	0,36
39 Ilżecka-słup nr 1	9	0,44	8,56
4 Al Jana Pawła II	7	7,561	-0,561
40 Ilżecka-Powiat	3	1,743	1,257
41 Ilżecka-Wiosenna	11	9,545	1,455
42 Iwaszkiewicza	6	0,405	5,595
43 Juzefówka	5	4,15	0,85
44 Kamienna	3	0,364	2,636
45 Kasztanowa	14	12,956	1,044
46 Kąty Denkowskie 1	4	2,407	1,593
46 Kąty Denkowskie 2	4	2,49	1,51
48 Kilińskiego SO 1	9	6,993	2,007
49 Kilińskiego SO 2	7	2,49	4,51
50 Kochanowskiego	2	1,429	0,571
52 Kolonia Robotnicza 1	5	4,399	0,601
53 Kolonia Robotnicza II	11	3,397	7,603
54 Konopacka I	3	3,569	-0,569
55 Konopacka II	2	1,411	0,589
56 Koszary 1	7	7,802	-0,802
57 Koszary 3	2	0,996	1,004
58 Krucza	4	3,81	0,19
59 Kuźnia	14	5,425	8,575
6 Armii Krajowej	4	2,407	1,593
60 Kuźnia-Bloki	3	1,992	1,008
61 Kuźnia	16	7,523	8,477
62 Las Rzeczki	3	2,763	0,237
63 Lelewela	13	9,035	3,965
65 Malinowa	1	2,739	-1,739
66 Mleczarnia	4	2,656	1,344
67 Miodowa-Lawendowa	2	3,984	-1,984
68 Modrzewiowa	4	3,735	0,265
69 Mostowa	16,6	2,324	14,276
7 Bałtowska-Browar	6	3,289	2,711
70 Mickiewicza	14	12,11	1,89
72 MPK	14	12,323	1,677
72 Ogrodowa	1	2,449	-1,449
74 Niska	2	1,992	0,008
75 Norwida	9	4,007	4,993
76 Nowotki	5	1,38	3,62
78 Ogródek Jordanowski	2	0,996	1,004
79 Opatowska	5	1,584	3,416
8 Bałtowska Cpn	2	1,992	0,008
80 Osadowa	3	1,577	1,423

81 Ośw. Zbiornika Gutwin	0	0	0
82 Paulinowska	4	1,848	2,152
85 Piaski 11	17	11,463	5,537
86 Piaski 6	6	3,818	2,182
86 PKS	8	2,806	5,194
88 Poniatowskiego	13	6,021	6,979
89 Park Pompy	3	10,356	-7,356
9 Bałtowska-Kopaniny	7	6,174	0,826
90 Prusa	5	3,053	1,947
91 Przyjemna	6	2,195	3,805
92 Pułanki 7	7	3,246	3,754
93 Radwana	6	2,3	3,7
94 Radwańska	9	1,38	7,62
95 Reja	2	2,075	-0,075
97 Rosochy 1	6	3,486	2,514
98 Rozległa	2	1,926	0,074
99 RPWIK-Długa	7	2,988	4,012
Bar Wiadukt	24	14,219	9,781
Nadkoszary SOU-3	6	1,992	4,008
Nr 1 ul Krzemienna	7	3,992	3,008
Nr 2 ul Krzemienna	7	3,784	3,216
Ogrody Zdrowia	5	1,932	3,068
Piaski 7	2	2,324	-0,324
Polna	5	3,933	1,067
Reńskiego	0	3,795	-3,795
SO 14 Chmielowska 1	11	3,763	7,237
SO 15 Chmielowska 2	6	3,154	2,846
SO 51 KolejowaD-4	13	8,383	4,617
SO 96 Romanów Kolejowa	3	1,577	1,423
SO Dudy	5	3,642	1,358
SO Gutwin Szkoła	5	4,89	0,11
SO Hżecka 1	6	3,553	2,447
SO Miodowa	2	1,901	0,099
SO Pistacjowa	1	0,332	0,668
SO Pogodna	2	0,498	1,502
SO Szmaragdowa	2	1,488	0,512
SOU 2 Nadleśnictwo	6	2,324	3,676
SOU Targowica 1	0	9,204	-9,204
SSOU 2324/2020/NET	15	2,75	12,25
Stary Zakład	11	6,64	4,36
<b>Suma</b>	<b>956,6</b>	<b>592,057</b>	

łączna Moc umowna szafek wynosi 956,6 kW, gdzie zapotrzebowanie obecne wynosi 592,057 kW.

Ze względów technicznych, oraz konieczności zostawienia zapasu mocy umownej dla iluminacji świątecznej, nie zaleca się zmieniać mocy zamówionych.

## 6.2 MOC BIERNA

Aktualne warunki przyłączeniowe zawierają parametr brzegowy  $\text{tg}\phi$ , dla którego będzie naliczana kara za jego przekroczenie, jednakże obecnie wartości te nie są wykazywane w rozliczeniu. Brak kompensacji mocy biernej, na skutek starzenia się elementów reaktancyjnych opraw, odpowiedzialnych za zmianę kąta fazowego prądu w stosunku do napięcia, może objawiać się zwiększonym zużyciem energii czynnej, która wydziela się w przewodach przesyłowych. Widoczne jest to jako zwiększone zużycie energii w stosunku do rzeczywistej mocy zainstalowanej systemu. Zjawisko to, po analizie zużycia całkowitego nie zostało zidentyfikowane. Analiza kompensacji mocy biernej powinna być analizowana pod kątem oszczędności z tytułu uniknięcia kar umownych i obowiązku dbania aby nie występowały przekroczenia parametrów mocy biernej określone w warunkach przyłączeniowych, gdyż jest to czysta strata, która nie powinna występować i nie jest ujęta w żadnej z prognoz zużycia energii. Odbiorniki energii-oprawy oświetleniowe wymagają wymiany kondensatorów kompensujących moc bierną lub zainstalowanie kompensatorów - regulatorów mocy biernej.

## 6.3 GRUPA TARYFOWA

Umowy zawarte przez Gminę Ostrowiec Świętokrzyski na przesył energii elektrycznej objęte są taryfą rozliczeniową C12b.

Opłaty NETTO dla Taryfy C12b wynoszą:

Dystrybucja:

- |                     |               |
|---------------------|---------------|
| • Stawka jakościowa | 0,095 zł/kWh  |
| • Opłata OZE        | 0,0009 zł/kWh |
| • Sieciowa dzienna  | 0,2323 zł/kWh |
| • Sieciowa nocna    | 0,0617 zł/kWh |



- Opłata kogeneracyjna 0,00406 zł/kWh
- Sieciowa stała 4,43 zł/kW/m-c
- Opłaty abonamentowe 4,50 zł/m-c
- Opłata przejściowa 0,08 zł/kW/m-c

Energia elektryczna:

- Energia 0,6332 zł/kWh

Łączne koszty za kWh

$0,095 \text{ zł/kWh} + 0,0009 \text{ zł/kWh} + 0,2323 \text{ zł/kWh} + 0,0617 \text{ zł/kWh} + 0,00406 \text{ zł/kWh} + 0,6332 \text{ zł/kWh} =$   
**0,90876 zł/kWh**

Łączne koszty za kW

$4,43 \text{ zł/kW/m-c} + 0,08 \text{ zł/kW/m-c} = \mathbf{4,51 \text{ zł/kW/m-c}}$

#### 6.4 CZAS EKSPLOATACJI

Zgodnie z rozporządzeniem ministra gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii tabela nr 6. – czas użytkowania źródeł światła dla oświetlenia ulicznego wynosi 4150 h/rok.

Akt obowiązujący z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii tabela nr 6. – również określa czas użytkowania źródła światła (Tu) dla oświetlenia ulicznego na 4150 h/rok.

Mając na uwadze okres gwarancji opraw wyznaczony na 10 lat, eksploatacja oświetlenia wyniesie 41 500 godzin. Zgodnie z IES LM-80 - TM-21 oprawy muszą utrzymać strumień świetlny w czasie minimum 80% po 100 000 godzinach pracy. Wynika z tego, że nowe oprawy LED spełniające standardy, są w stanie prawidłowo działać w okresie gwarancyjnym.

## 7. ANALIZA KOSZTÓW EKSPLOATACJI PRZED I PO MODERNIZACJI

### 7.1 WARIANT I

Inwestycja w oświetlenie uliczne zawsze przynosi wymierne korzyści. Obecne oświetlenie, charakteryzuje się dużą energochłonnością. Stan obecny opraw i ich wpływ na roczne koszty kształtuje się następująco.

#### Opłaty za dystrybucję i energię:

Średnioważona cena MWh za dystrybucję i energię wynosi 1 117,775 zł. BRUTTO

Co daje:

$$598,37346 \left[ \frac{\text{MWh}}{\text{rok}} \right] * 1\,117,775 \left[ \frac{\text{zł}}{\text{MWh}} \right] = \mathbf{668\,846,89\,zł.}$$

Po modernizacji określono spadki zużycia energii elektrycznej i wynikające z tego tytułu roczne koszty za oświetlenie uliczne, dla modernizowanego zakresu. Poniższa analiza przedstawia rozkład kosztów po modernizacji.

#### Opłaty za dystrybucję i energię:

$$305,71380 \left[ \frac{\text{MWh}}{\text{rok}} \right] * 1\,117,775 \left[ \frac{\text{zł}}{\text{MWh}} \right] = \mathbf{341\,719,24\,zł.}$$

Roczne oszczędności z tytułu wymiany opraw energochłonnych wynoszą:

$$668\,846,89\,zł - 341\,719,24\,zł = \mathbf{327\,127,65\,zł\,rocznie}$$

Koszty modernizacji wynoszą zgodnie z tabelą poniżej:

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostki miary	Ilość, liczba	Koszt BRUTTO
<b>1</b>	<b>oprawy oświetleniowe</b>			
<b>1.1</b>	demontaż i utylizacja	szt.	2077	204 376,80 zł
<b>1.2</b>	zakup i montaż nowych opraw	szt.	2077	2 557 174,92 zł

<b>2</b>	<b>wysięgniki</b>			
<b>2.1</b>	demontaż i utylizacja	szt.	567	38 357,55 zł
<b>2.2</b>	zakup i montaż nowych wysięgników rurowych dla linii napowietrznej	szt.	567	225 705,00 zł
<b>3</b>	<b>Prace inne</b>			
<b>3.1</b>	Montaż haku wieszakowego wraz z uchwytem dla sieci napowietrznej	kpt.	2077	114 961,95 zł
<b>3.2</b>	Wymiana przewodów na sieci napowietrznej YKY 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> wraz ze złączem bezpiecznikowym, bezpiecznikiem 6A i zaciskami	kpt.	2077	76 641,30 zł
<b>3.3</b>	Modernizacja szafek oświetleniowych	szt.	74	318 570,00 zł
<b>4</b>	<b>Pomiary, nadzór</b>			
<b>4.1</b>	Pomiary luminancji za pomocą matrycowego miernika luminancji zgodnie z normą PN-EN 13201:2016	szt.	30	73 800,00 zł
<b>4.2</b>	Wykonanie niezbędnych pomiarów w celu dokonania odbioru wykonanych prac. (rezystancji izolacji, uziemienia, ciągłość żył itp.)	szt.	1	24 600,00 zł
<b>4.3</b>	Nadzór inwestorski	szt.	1	98 400,00 zł
<b>4.4</b>	Dokumentacja techniczna i powykonawcza	szt.	1	73 800,00 zł
<b>Suma</b>				<b>3 806 387,52 zł</b>

Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (PP):

$$PP = \frac{KN}{I}$$

KN – korzyści netto (oszczędności)

I – nakłady inwestycyjne (koszt modernizacji)

$$PP = \frac{3\,806\,387,52 \text{ zł}}{327\,127,65 \text{ zł/rok}}$$

**PP = 11,64 lata**

## 7.2 WARIANT II

Inwestycja w oświetlenie uliczne zawsze przynosi wymierne korzyści. Obecne oświetlenie, charakteryzuje się dużą energochłonnością. Stan obecny opraw i ich wpływ na roczne koszty kształtuje się następująco.

### Opłaty za dystrybucję i energię:

Średnioważona cena MWh za dystrybucję i energię wynosi 1 117,775 zł. BRUTTO

Co daje:

$$997,272 \left[ \frac{\text{MWh}}{\text{rok}} \right] * 1\,117,775 \left[ \frac{\text{zł}}{\text{MWh}} \right] = \mathbf{1\,114\,725,71 \text{ zł.}}$$

Po modernizacji określono spadki zużycia energii elektrycznej i wynikające z tego tytułu roczne koszty za oświetlenie uliczne, dla modernizowanego zakresu. Poniższa analiza przedstawia rozkład kosztów po modernizacji.

### Opłaty za dystrybucję i energię:

$$527,72994 \left[ \frac{\text{MWh}}{\text{rok}} \right] * 1\,117,775 \left[ \frac{\text{zł}}{\text{MWh}} \right] = \mathbf{589\,883,33 \text{ zł.}}$$

Roczne oszczędności z tytułu wymiany opraw energochłonnych wynoszą:

$$1\,114\,725,71 \text{ zł} - 589\,883,33 \text{ zł} = \mathbf{524\,842,38 \text{ zł rocznie}}$$

Koszty modernizacji wynoszą zgodnie z tabelą poniżej:

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostki miary	Ilość, liczba	Koszt BRUTTO
<b>1</b>	<b>oprawy oświetleniowe</b>			
<b>1.1</b>	demontaż i utylizacja	szt.	3326	322 419,90 zł
<b>1.2</b>	zakup i montaż nowych opraw	szt.	3350	4 122 940,32 zł

<b>2</b>	<b>wysięgniki</b>			
<b>2.1</b>	demontaż i utylizacja	szt.	567	38 357,55 zł
<b>2.2</b>	zakup i montaż nowych wysięgników rurowych dla linii napowietrznej	szt.	567	225 705,00 zł
<b>2.3</b>	zakup i montaż nowych wysięgników stylowych nasadzanych	szt.	22	7 982,70 zł
<b>3</b>	<b>słupy</b>			
<b>3.1</b>	demontaż i utylizacja słupa z oprawą i wysięgnikiem	szt.	46	16 974,00 zł
<b>3.2</b>	Montaż słupa z fundamentem	szt.	31	75 230,49 zł
<b>3.3</b>	Montaż słupa z wysięgnikiem i fundamentem	szt.	15	54 851,85 zł
<b>4</b>	<b>Prace inne</b>			
<b>4.1</b>	Montaż haku wieszakowego wraz z uchwytem dla sieci napowietrznej	kpt.	2077	114 961,95 zł
<b>4.2</b>	Wymiana przewodów na sieci napowietrznej YKY 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> wraz ze złączem bezpiecznikowym, bezpiecznikiem 6A i zaciskami	kpt.	2077	76 641,30 zł
<b>4.3</b>	Montaż przewodów do opraw oświetleniowych YKY 2x1,5 mm <sup>2</sup> wciąganych w słupy oraz IZK (6A)	kpt.	1273	227 039,55 zł
<b>4.4</b>	Modernizacja szafek oświetleniowych	szt.	74	318 570,00 zł
<b>5</b>	<b>Pomiary, nadzór</b>			
<b>5.1</b>	Pomiary luminancji za pomocą matrycowego miernika luminancji zgodnie z normą PN-EN 13201:2016	szt.	30	73 800,00 zł
<b>5.2</b>	Wykonanie niezbędnych pomiarów w celu dokonania odbioru wykonanych prac. (rezystancji izolacji, uziemienia, ciągłość żył itp.)	szt.	1	36 900,00 zł
<b>5.3</b>	Nadzór inwestorski	szt.	1	123 000,00 zł

5.4	Dokumentacja techniczna i powykonawcza	szt.	1	98 400,00 zł
<b>Suma</b>				<b>5 933 774,61 zł</b>

Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (PP):

$$PP = \frac{KN}{I}$$

KN – korzyści netto (oszczędności)

I – nakłady inwestycyjne (koszt modernizacji)

$$PP = \frac{5\,933\,774,61 \text{ zł}}{524\,842,38 \text{ zł/rok}}$$

$$\mathbf{PP = 11,31 \text{ lat}}$$

### 7.3 WARIANT III

Inwestycja w oświetlenie uliczne zawsze przynosi wymierne korzyści. Obecne oświetlenie, charakteryzuje się dużą energochłonnością. Stan obecny opraw i ich wpływ na roczne koszty kształtuje się następująco.

#### Opłaty za dystrybucję i energię:

Średnioważona cena MWh za dystrybucję i energię wynosi 1 117,775 zł. BRUTTO

Co daje:

$$997,272 \left[ \frac{\text{MWh}}{\text{rok}} \right] * 1\,117,775 \left[ \frac{\text{zł}}{\text{MWh}} \right] = \mathbf{1\,114\,725,71 \text{ zł.}}$$

Po modernizacji określono spadki zużycia energii elektrycznej i wynikające z tego tytułu roczne koszty za oświetlenie uliczne, dla modernizowanego zakresu. Poniższa analiza przedstawia rozkład kosztów po modernizacji.

#### Opłaty za dystrybucję i energię:

$$532,42902 \left[ \frac{MWh}{rok} \right] * 1\,117,775 \left[ \frac{zł}{MWh} \right] = \mathbf{595\,135,85\,zł.}$$

Roczne oszczędności z tytułu wymiany opraw energochłonnych wynoszą:

1 114 725,71 zł - 595 135,85 zł = **519 589,86 zł rocznie**

Koszty modernizacji wynoszą zgodnie z tabelą poniżej:

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostki miary	Ilość, liczba	Koszt BRUTTO
<b>1</b>	<b>oprawy oświetleniowe</b>			
1.1	demontaż i utylizacja	szt.	3326	322 419,90 zł
1.2	zakup i montaż nowych opraw	szt.	3376	4 154 536,56 zł
<b>2</b>	<b>wysięgniki</b>			
2.1	demontaż i utylizacja	szt.	508	34 366,20 zł
2.2	zakup i montaż nowych wysięgników rurowych dla linii napowietrznej	szt.	508	201 228,00 zł
2.3	zakup i montaż nowych wysięgników stylowych nasadzanych	szt.	22	7 982,70 zł
<b>3</b>	<b>słupy</b>			
3.1	demontaż i utylizacja słupa z oprawą i wysięgnikiem	szt.	46	16 974,00 zł
3.2	Montaż słupa z fundamentem	szt.	31	75 230,49 zł
3.3	Montaż słupa z wysięgnikiem i fundamentem	szt.	135	493 666,65 zł
<b>4</b>	<b>Prace inne</b>			

4.1	Montaż haku wieszakowego wraz z uchwytem dla sieci napowietrznej	kpt.	1983	109 759,05 zł
4.2	Wymiana przewodów na sieci napowietrznej YKY 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> wraz ze złączem bezpiecznikowym, bezpiecznikiem 6A i zaciskami	kpt.	1983	73 172,70 zł
4.3	Montaż przewodów do opraw oświetleniowych YKY 2x1,5 mm <sup>2</sup> wciąganych w słupy oraz IZK (6A)	kpt.	1393	248 441,55 zł
4.4	Modernizacja szafek oświetleniowych	szt.	74	318 570,00 zł
4.5	Prace ziemne, wykopy, okablowanie pod linię kablową	m	2140	2 105 760,00 zł
5	<b>Pomiary, nadzór</b>			
5.1	Pomiary luminancji za pomocą matrycowego miernika luminancji zgodnie z normą PN-EN 13201:2016	szt.	30	73 800,00 zł
5.2	Wykonanie niezbędnych pomiarów w celu dokonania odbioru wykonanych prac. (rezystancji izolacji, uziemienia, ciągłość żył itp.)	szt.	1	49 200,00 zł
5.3	Nadzór inwestorski	szt.	1	159 900,00 zł
5.4	Dokumentacja techniczna i powykonawcza	szt.	1	110 700,00 zł
5.5	Dokumentacja projektowa pod okablowanie	szt.	6	86 100,00 zł
<b>Suma</b>				<b>8 641 807,80 zł</b>

Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (PP):

$$PP = \frac{KN}{I}$$

KN – korzyści netto (oszczędności)

I – nakłady inwestycyjne (koszt modernizacji)

$$PP = \frac{8\,641\,807,80 \text{ zł}}{519\,589,86 \text{ zł/rok}}$$

**PP = 16,63 lata**



## 8. EFEKT EKOLOGICZNY

Do obliczeń użyto współczynnika emisji określonego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (publikacja na rok 2022) wynoszącego 0,708.

Poniżej przedstawiono wskaźniki emisji w [kg/MWh] dla odbiorców energii elektrycznej.

<b>Dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>)</b>	<b>708</b>
<b>Tlenki siarki (SO<sub>x</sub>/SO<sub>2</sub>)</b>	<b>0.505</b>
<b>Tlenki azotu (NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>)</b>	<b>0.505</b>
<b>Tlenek węgla (CO)</b>	<b>0.237</b>
<b>Pył całkowity</b>	<b>0.022</b>

### 8.1 WARIANT I

Redukcja emisji CO<sub>2</sub> przedstawiona została w tabeli poniżej.

Efekt Ekologiczny		
Parametr	Zużycie energii	Emisja CO <sub>2</sub>
-	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	598,37346	423,64841
Po modernizacji	305,71380	216,44537
Różnica	-292,65966	-207,20304
Redukcja emisji CO <sub>2</sub> [%]		48,91

- Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych wynosi 207,20304 ton/ rok.
- Stopień poprawy efektywności energetycznej wynosi 48,91 %
- Stopień redukcji CO<sub>2</sub> w okresie trwałości modernizacji (10 lat) wynosi 2 072,0304 Mg

Redukcja emisji zanieczyszczeń przedstawiona została w tabeli poniżej.

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Przed modernizacją [kg]	Po Modernizacji [kg]	Redukcja [kg]
SO <sub>2</sub>	0,505	302,18	154,39	147,79
NO <sub>x</sub>	0,505	302,18	154,39	147,79
CO	0,237	141,81	72,45	69,36
Pył Całkowity	0,022	13,16	6,73	6,44

## 8.2 WARIANT II

Redukcja emisji CO<sub>2</sub> przedstawiona została w tabeli poniżej.

Efekt Ekologiczny		
Parametr	Zużycie energii	Emisja CO <sub>2</sub>
-	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	997,27200	706,06858
Po modernizacji	527,72994	373,63280
Różnica	-469,54206	-332,43578
Redukcja emisji CO <sub>2</sub> [%]		47,08

- Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych wynosi 332,43578 ton/ rok.
- Stopień poprawy efektywności energetycznej wynosi 47,08 %
- Stopień redukcji CO<sub>2</sub> w okresie trwałości modernizacji (10 lat) wynosi 3 324,3578 Mg

Redukcja emisji zanieczyszczeń przedstawiona została w tabeli poniżej.

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Przed modernizacją [kg]	Po Modernizacji [kg]	Redukcja [kg]
SO <sub>2</sub>	0,505	503,62	266,50	237,12
NO <sub>x</sub>	0,505	503,62	266,50	237,12
CO	0,237	236,35	125,07	111,28
Pył Całkowity	0,022	21,94	11,61	10,33

### 8.3 WARIANT III

Redukcja emisji CO<sub>2</sub> przedstawiona została w tabeli poniżej.

Efekt Ekologiczny		
Parametr	Zużycie energii	Emisja CO <sub>2</sub>
-	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	997,27200	706,06858
Po modernizacji	532,42902	376,95975
Różnica	-464,84298	-329,10883
Redukcja emisji CO <sub>2</sub> [%]		46,61

- Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych wynosi 329,10883 ton/ rok.
- Stopień poprawy efektywności energetycznej wynosi 46,61 %
- Stopień redukcji CO<sub>2</sub> w okresie trwałości modernizacji (10 lat) wynosi 3 291,0883 Mg

Redukcja emisji zanieczyszczeń przedstawiona została w tabeli poniżej.

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Przed modernizacją [kg]	Po Modernizacji [kg]	Redukcja [kg]
SO <sub>2</sub>	0,505	503,62	268,88	234,75
NO <sub>x</sub>	0,505	503,62	268,88	234,75
CO	0,237	236,35	126,19	110,17
Pył Całkowity	0,022	21,94	11,71	10,23

## 9. WNIOSKI

Na terenie Gminy Ostrowiec Świętokrzyski możliwa jest inwestycja, w ramach modernizacji starego systemu oświetlenia, w nowoczesne oprawy typu Led, spełniające obowiązujące normy. W ramach przeprowadzonego audytu opracowano warianty modernizacyjne, w których określono zakres i rodzaj proponowanych prac inwestycyjnych.

Najtańszym rozwiązaniem jest wariant I, obejmuje on najmniejszy zakres modernizacji, a okres zwrotu z inwestycji wynosi 12 lat kalendarzowych. Wariant II również daje okres zwrotu z inwestycji w takim samym okresie, przy znacznie większym zakresie inwestycji. Wariant III podchodzi do

modernizacji z szerszej perspektywy. Obejmuje on oprócz wymiany istniejącej infrastruktury, zmianę rodzaju sieci oświetleniowej, co w dłuższej perspektywie pozytywnie wpłynie na obsługę majątku oświetleniowego.

Zaleca się realizację modernizacji, w oparciu o potencjalne finansowanie zamierzenia inwestycyjnego. W przypadku braku zewnętrznego finansowania, rekomenduje się Wariant II. W przypadku, gdy gmina zdobędzie fundusze zewnętrzne, pokrywające znaczną część inwestycji, rekomenduje się realizację według Wariantu III.