**Andrzej WIŚNIEWSKI**

Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki

doi:10.15199/48.2016.10.64

# Oprawy oświetleniowe LED

***Streszczenie**. W artykule przedstawiono podstawowe parametry techniczne opraw LED, które stanowią w obecnym czasie jedne z najnowocześniejszych rozwiązań technicznych w dziedzinie oświetlenia. Przedstawiono przykładowe obliczenia porównawcze wybranych typów opraw świetlówkowych w odniesieniu do opraw LED stanowiących ich zamienniki. Przedstawiono analizę potencjalnych oszczędności w mocy zainstalowanej uzyskiwanych przy zastosowaniu opraw LED zamiast tradycyjnych opraw oświetleniowych.*

***Abstract.** The article presents the basic technical characteristics of LED luminaires, which are at the present time are one of the most modern technical solutions in the field of lighting. In article presents examples of comparative calculations of selected types of fluorescent luminaires with respect to the LED luminaires which are their replacements. Presents an analysis of the potential savings of installed power generated using LED luminaires instead of traditional luminaires. (**LED Luminaires)***

**Słowa kluczowe:** oprawy oświetleniowe, LED, oprawy LED, oświetlenie ogólne,
**Keywords:** Luminaires, LED luminaires, LED, general lighting.

## Wstęp

Rozwój konstrukcji opraw LED jest bardzo dynamiczny. W ofercie wielu różnych firm pojawiają się nowe konstrukcje opraw LED, które wypierają dotychczas stosowane tradycyjne oprawy oświetleniowe. Za tradycyjne oprawy oświetleniowe rozumiane są oprawy do żarówek halogenowych, do świetlówek liniowych i jednotrzonkowych oraz oprawy oświetleniowe do lamp wyładowczych wysokoprężnych. Główne typy nowo wprowadzanych opraw LED zostaną przedstawione na przykładzie opraw typu LEDVANCE, które mogą być stosowane zamiast tradycyjnych opraw oświetleniowych. Konstrukcja opraw serii LEDVANCE pozwala, w wielu obszarach, wymieniać bezpośrednio odpowiednie typy opraw tradycyjnych na ich zamienniki LED, bez obniżenia ilościowych i jakościowych parametrów oświetleniowych. Szeroka oferta opraw LEDVANCE pozwala na stosowanie ich w oświetleniu wewnętrznym i zewnętrznym. Dzięki wykorzystaniu innowacyjnej technologii LED w połączeniu z nowoczesną konstrukcją układów optycznych opraw LED uzyskano oprawy oświetleniowe, których zastosowanie umożliwia realizowanie wydajnego energetycznie oświetlenia. Zastosowanie opraw LED przynosi wysokie oszczędności w mocy zainstalowanej a tym samym w zużyciu energii elektrycznej na cele oświetleniowe. Oferta opraw LEDVANCE jest bardzo zróżnicowana, zapewnia to możliwość wybrania odpowiedniego typu oprawy do oświetlenia różnych obszarów. Rodzinę opraw LEDVANCE można podzielić na 9 grup pod względem konstrukcji. Pod względem obszaru zastosowania oprawy te można podzielić na: oprawy do zastosowania wewnętrznego i oprawy do zastosowania zewnętrznego [1]. Do opraw przeznaczonych do oświetlenia wewnętrznego można zaliczyć oprawy LEDVANCE typu Downlight LED, Spot LED, Panel LED, Linear, Surface Circular, Damp ProofLED oraz HighBay. Do oświetlenia zewnętrznego można zaliczyć oprawy typu, Floodlight LED. Poniżej przedstawiono opis konstrukcji poszczególnych typów opraw.

## Oprawy Downlight LED

LEDVANCE Downlight LED to oprawy, które oferowane są o mocach 14 W i 25 W. Wytwarzają światło barwy białej (3000 K, 4000 K lub 6500 K). Oprawy mogą być stosowane w szerokim zakresie temperatur otoczenia od -20 $^0$C do +45 $^0$C. Przykład konstrukcji tego typu opraw przedstawiony jest na rysunku numer 1.

Rys. 1. Przykład konstrukcji oprawy Downlight LED [2]

Oprawy tego typu stanowią bezpośrednie zamienniki opraw typu Downlight do świetlówek jednotrzonkowych o mocach 18 W i 26 W. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw LEDVANCE Downlight LED znajdują się w tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw LEDVANCE Downlight LED

| Moc [W] | Strumień świetlny [lm] | Barwa światła [K] | Skuteczność świetlna [lm/W] | Trwałość $I_{70}$ / $B_{50}$ [h] | IP [-] |
|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 1310 | 3000 | 90 | 30 000 | IP20 |
| 14 | 1360 | 4000 | 95 | 30 000 | IP20 |
| 14 | 1360 | 6500 | 95 | 30 000 | IP20 |
| 25 | 2220 | 3000 | 90 | 30 000 | IP20 |
| 25 | 2340 | 4000 | 95 | 30 000 | IP20 |
| 25 | 2440 | 6500 | 100 | 30 000 | IP20 |

## Oprawy LEDVANCE LED Spot

Oprawy Led SPOT oferowane są w mocach 4,5 W; 6,5 W; 7 W i 8W. Wytwarzają światło barwy białej (3000 K i 4000 K). Mogą być stosowane w temperaturach otoczenia od -20 $^0$C do +45 $^0$C. Konstrukcja tych opraw przedstawiona jest na rysunku numer 2.

Rys. 2. Przykład konstrukcji oprawy Downlight LED spot [2]

Oprawy LEDVANCE LED Spot są bezpośrednimi zamiennikami opraw do żarówek halogenowych o mocach 35 W, 50 W i 75 W. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw LEDVANCE Spot znajdują się w tabeli 2.

Tabela 2. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw LEDVANCE Spot

| Moc [W] | Strumień świetlny [lm] | Barwa światła [K] | Skuteczność świetlna [lm/W] | Trwałość $I_{70}$ / $B_{50}$ [h] | IP |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,5 | 360 | 3000 | 80 | 30 000 | IP20 |
| 6,5 | 550 | 3000 | 85 | 30 000 | IP20 |
| 8,0 | 660 | 3000 | 85 | 30 000 | IP20 |
| 8,0 | 720 | 4000 | 90 | 30 000 | IP20 |
| 7,0 | 530 | 3000 | 75 | 30 000 | IP65 |
| 7,0 | 580 | 3000 | 83 | 30 000 | IP44 |

**Oprawy LEDVANCE Panel LED**

Oprawy LEDVANCE Panel LED oferowane są w mocach 30 W; 33 W i 40 W. Wytwarzają światło barwy białej (3000 K, 4000 K i 6500 K). Oprawy mogą być stosowane w oświetleniu wnętrz, w zakresie temperatur otoczenia od -10 $^0$C do +45 $^0$C. Konstrukcja opraw przedstawiona jest na rysunku numer 3.

Rys. 3. Przykład konstrukcji oprawy LEDVANCE Panel LED [2]

Oprawy Panel LED są bezpośrednimi zamiennikami opraw świetlówkowych wyposażonych w klosz matowy lub pryzmatyczny. Z punktu oświetleniowego mogą być zamiennikami opraw świetlówkowych o mocach 3x18 W; 4x18 W; 3 x 14W i 4x14 W. Oprawy dostosowane są do typowych paneli sufitów podwieszanych o wymiarach 600x600 mm lub 625x625 mm. Oprawy o mocy 33 W wyposażone są w pryzmatyczny panel rozpraszający światło, który umożliwia realizacje oświetlenia o ograniczonym ogólnym wskaźniku olśnienia UGR< 19. Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCE Panel LED znajdują się w tabeli 3.

Tabela 3. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw LEDVANCE Panel

| Moc [W] | Strumień świetlny [lm] | Barwa światła [K] | Skuteczność świetlna [lm/W] | Trwałość $I_{70}$ / $B_{50}$ [h] | IP |
|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 3000 | 3000 | 100 | 50 000 | IP20 |
| 30 | 3000 | 4000 | 100 | 50 000 | IP20 |
| 30 | 3000 | 6500 | 100 | 50 000 | IP20 |
| 40 | 4000 | 3000 | 100 | 50 000 | IP20 |
| 40 | 4000 | 4000 | 100 | 50 000 | IP20 |
| 40 | 4000 | 6500 | 100 | 50 000 | IP20 |
| 33 | 3100 | 3000 | 94 | 50 000 | IP20 |
| 33 | 3600 | 4000 | 109 | 50 000 | IP20 |

**Oprawy LEDVANCE Linera**

Oprawy Linear oferowane są w mocach 4 W; 8 W; 10 W; 14 W; 20 W i 25 W. Wytwarzają światło barwy białej (3000 K i 4000 K). Oprawy mogą być stosowane w zakresie temperatur otoczenia od -20 $^0$C do +40 $^0$C. Przykład konstrukcji opraw Linear przedstawiony jest na rysunkach 4 i 5.

Rys. 4. Przykład konstrukcji oprawy Linear o mocach 4 W; 8 W i 14W [2]

Rys. 5. Przykład konstrukcji oprawy Linear o mocach 10 W; 20 W i 25 W [2]

Oprawy Linear LED stanowią bezpośrednie zamienniki opraw świetlówkowych, tak zwanych belek świetlnych, można je łączyć w linie świetlne (do 10 opraw w linii). Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCE Linear znajdują się w tabeli 4.

Tabela 4. Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCEL linear i linear Power

| Moc [W] | Strumień świetlny [lm] | Barwa światła [K] | Skuteczność świetlna [lm/W] | Trwałość $I_{70}$ / $B_{50}$ [h] | IP |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 400 | 3000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 4 | 450 | 4000 | 110 | 30 000 | IP20 |
| 8 | 800 | 3000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 8 | 800 | 4000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 14 | 1400 | 3000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 14 | 1500 | 4000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 10 | 1000 | 3000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 10 | 1000 | 4000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 20 | 2000 | 3000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 20 | 2000 | 4000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 25 | 2500 | 3000 | 100 | 30 000 | IP20 |
| 25 | 2500 | 4000 | 100 | 30 000 | IP20 |

**Oprawy LEDVANCE Surface Circular**

Oprawy LEDVANCE Surface Circular są okrągłymi oprawami oświetleniowymi wyposażonymi w klosz mleczny, który równomiernie rozprasza światło. Oprawy tego typu oferowane są w mocach 18 W i 24 W. Wytwarzają światło barwy białej (3000 K i 4000 K) i mogą być stosowane w zakresie temperatur otoczenia od -10 $^0$C do +40 $^0$C. Przykład konstrukcji opraw Circular przedstawiony jest na rysunku numer 6.

Rys. 6. Przykład konstrukcji oprawy Circular 18 W i 24 W [2]

Tabela 5. Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCEL Surface Circular.

| Moc [W] | Strumień świetlny [lm] | Barwa światła [K] | Skuteczność świetlna [lm/W] | Trwałość $I_{70}$ / $B_{50}$ [h] | IP |
|---|---|---|---|---|---|
| 18 | 1440 | 3000 | 80 | 30 000 | IP44 |
| 18 | 1440 | 4000 | 80 | 30 000 | IP44 |
| 24 | 1920 | 3000 | 80 | 30 000 | IP44 |
| 24 | 1920 | 4000 | 80 | 30 000 | IP44 |
| 24 (S) | 1920 | 3000 | 80 | 30 000 | IP44 |
| 24 (S) | 1920 | 4000 | 80 | 30 000 | IP44 |

Oprawy dostępne są w dwóch wymiarach, moc 18 W średnica 350 mm, moc 24 W średnica 400 mm. Oprawy o mocy 24 W dostępne są z wbudowanym czujnikiem ruchu i światła (wersja z symbolem S). Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCE Surface Circular przedstawione są w tabeli 5.

**Oprawy LEDVANCE Damp Proof LED**

Oprawy Damp Proof LED są hermetycznymi oprawami oświetleniowymi (IP65), które oferowane są w 4 typach o mocach 21 W, 39 W (długość 1200 mm) i 30 W, 55 W (długość 1500 mm). Wytwarzają światło barwy białej (4000 K i 6500 K). Przewidziane są do pracy w temperaturach otoczenia od -30 $^0$C do +40 $^0$C. Przykład konstrukcji opraw Damp Proof LED przedstawiony jest na rysunku numer 7.

Rys. 7. Przykład konstrukcji oprawy DampProof [2]

Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCE Damp Proof przedstawione są w tabeli 6.

Tabela 6. Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCEL Damp Proof.

| Moc [W] | Strumień świetlny [lm] | Barwa światła [K] | Skuteczność świetlna [lm/W] | Trwałość $l_{70}$ / $B_{50}$ [h] | IP |
|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 2400 | 4000 | 114 | 50 000 | IP65 |
| 39 | 4400 | 4000 | 113 | 50 000 | IP65 |
| 39 | 4400 | 6500 | 113 | 50 000 | IP65 |
| 30 | 3500 | 4000 | 117 | 50 000 | IP65 |
| 55 | 6400 | 4000 | 116 | 50 000 | IP65 |
| 55 | 6400 | 6500 | 116 | 50 000 | IP65 |

**Oprawy LEDVANCE HIGHBAY LED**

Oprawy High Bay Led są bezpośrednimi zamiennikami opraw typu Hgh Bay do lamp wyładowczych (do lamp rtęciowych lub metalohalogenkowych). Dostępne są o mocach 120 W i 200 W wytwarzają światło o temperaturze barwowej 4000 K. Mogą być stasowane w temperaturach otoczenia od -30 $^0$C do +50 $^0$C. Przykład konstrukcji opraw High Bay LED przedstawiony jest na rysunku numer 8

Rys. 8. Przykład konstrukcji oprawy HighBay LED o mocy 120 W i 200 W [2]

Tabela 7. Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCEL HighBay.

| Moc [W] | Strumień świetlny [lm] | Barwa światła [K] | Skuteczność świetlna [lm/W] | Trwałość $l_{70}$ / $B_{50}$ [h] | IP |
|---|---|---|---|---|---|
| 120 | 13 000 | 4000 | 108 | 50 000 | IP65 |
| 200 | 22 000 | 4000 | 110 | 50 000 | IP65 |

Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw HighBay LED przedstawione sa w tabeli 7.

**Oprawy LEDVANCE Floodlight**

Oprawy Floodlight to naświetlacze, które występują w mocach 20 W; 50 W; 100 W; 150 W i 200 W. Wytwarzają światło barwy białej (3000 K i 4000 K). Mogą pracować w temperaturach otoczenia od -20 $^0$C do +50 $^0$C. Przykład konstrukcji opraw Floodlight przedstawiony jest na rysunku numer 9.

Rys. 9. Przykład konstrukcji oprawy Floodlight o mocach 20 W; 50 W; 100 W; 150 W i 200 W [2]

Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCE Floodlight przedstawione są w tabeli 8.

Tabela 8. Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCEL Floodlight.

| Moc [W] | Strumień świetlny [lm] | Barwa światła [K] | Skuteczność świetlna [lm/W] | Trwałość $l_{70}$ / $B_{50}$ [h] | IP |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 2 000 | 3000 | 100 | 30 000 | IP65 |
| 50 | 5 000 | 3000 | 100 | 30 000 | IP65 |
| 100 | 10 000 | 4000 | 100 | 30 000 | IP65 |
| 150 | 15 000 | 4000 | 100 | 50 000 | IP65 |
| 200 | 20 000 | 4000 | 100 | 50 000 | IP65 |

**Regulacja mocy**

Oprawy LEDVANCE fabrycznie wyposażone są w elektroniczne zasilacze. Z reguły zasilacze te nie umożliwiają regulacji mocy (regulacji strumienia świetlnego) opraw. W celu wykorzystania opcji regulacji mocy opraw możliwe jest stosowanie dodatkowych, zamiennych zasilaczy, które wyposażone są w opcję sterowania [3]. Dotyczy to tych opraw, które wyposażone są w zewnętrzny zasilacz. W tabeli 9 przedstawiony jest zestaw opraw oświetleniowych, które mogą być dodatkowo wyposażone w zasilacze z możliwością regulacji mocy (strumienia świetlnego). Zasilacze te umożliwiają sterowanie mocą opraw za pomocą linii sterującej wykorzystującej sygnał cyfrowy DALI.

Tabela 9. Zestawienie opraw LEDVANCE i zasilaczy z możliwością sterowania mocy za pomocą sygnału DALI.

| Typ oprawy | Moc [W] | Typ zasilacza |
|---|---|---|
| Downlight LED 14W | 14 | OTi DALI 15/220…240/1A0 LT2 |
| Downlight LED 25W | 25 | OTi DALI 25/220…240/700 LT2 |
| Spot LED 8W | 8 | OTi DALI 15/220…240/1A0 LT2 |
| Panel LED 600 30W | 30 | OTi DALI 35/220…240/1A0 LT2 |
| Panel LED 600 40W | 40 | OTi DALI 50/220-240/1A4 LT2 L |
| Panel LED 600 33W | 33 | OTi DALI 35/220…240/1A0 LT2 |

**Przykładowe obliczenia porównawcze**

W celu weryfikacji danych dotyczących oszczędności energii elektrycznej uzyskiwanej przy zastosowaniu opraw LED w porównaniu do tradycyjnych opraw oświetleniowych wykonano symulacyjne obliczenia porównawcze. W tym celu do obliczeń przyjęto dwa pomieszczenia o różnych wymiarach. Pierwsze (o nazwie Biuro) o wymiarach 6 m x

10 m x 3,5 m, drugie (o nazwie Magazyn) o wymiarach 20 m x 30 m x 5 m. Do analizy porównawczej wybrano dwa typy opraw LED: LEDVANCE Panel LED o mocy 40W i LEDVANCE Damp Proof. Oprawę Panel LED zastosowano w oświetleniu „Biura" natomiast oprawę Damp Proof w oświetleniu „Magazynu". Za odniesienie przyjęto tradycyjne oprawy do świetlówek liniowych. W przypadku oprawy Panel LED odpowiednikiem była oprawa 4x18 W wyposażona w biały klosz rozpraszający. Dla oprawy Damp Proof odpowiednikiem była oprawa hermetyczna 2x58 W. Obie wybrane oprawy tradycyjne miały zbliżoną konstrukcję, rozsył strumienia świetlnego, ogólny wskaźnik oddawania barw wytwarzanego światła oraz barwę światła. W pomieszczeniu „Biuro" realizowane były dwa poziomy średniego natężenia oświetlenia 300 lx i 500 lx. W pomieszczeniu „Magazyn" realizowane były również dwa poziomy średniego natężenia oświetlenia 100 lx i 200 lx [4]. Uzyskane wartości parametrów świetlnych w projektach porównawczych spełniały założone wymagania i były zbliżone. W tabelach 10, 11, 12 i 13 przedstawiono wybrane wartości parametrów świetlnych i energetycznych realizowanych projektów. Realizowany poziom średniego natężenia oświetlenia na płaszczyźnie pracy ($E_{śr}$), mocy zainstalowanej ($P_z$), różnicy w mocy zainstalowanej (**ΔP).**

Tabela 10. Pomieszczenie „Biuro". Poziom realizowanego natężenia oświetlenia 300 lx.

| Typ oprawy | Liczba opraw [sztuki] | $E_{śr}$ [lx] | Pz [W] | ΔP [W] | ΔP [%] |
|---|---|---|---|---|---|
| LEDVANCE PANEL LED | 8 | 318 | 303 | 537 | 64 |
| Oprawa świetlówkowa 4x18W | 12 | 317 | 840 | | |

Tabela 11. Pomieszczenie „Biuro". Poziom realizowanego natężenia oświetlenia 500 lx.

| Typ oprawy | Liczba opraw [sztuki] | $E_{śr}$ [lx] | Pz [W] | ΔP [W] | ΔP [%] |
|---|---|---|---|---|---|
| LEDVANCE PANEL LED | 15 | 577 | 569 | 831 | 59 |
| Oprawa świetlówkowa 4x18W | 20 | 519 | 1400 | | |

Tabela 12. Pomieszczenia „Magazyn". Poziom realizowanego natężenia oświetlenia 100 lx.

| Typ oprawy | Liczba opraw [sztuki] | $E_{śr}$ [lx] | Pz [W] | ΔP [W] | ΔP [%] |
|---|---|---|---|---|---|
| LEDVANCE Damp Proof | 16 | 105 | 880 | 821 | 49 |
| Oprawa hermetyczna 2 x 58 W | 16 | 109 | 1728 | | |

Tabela 13. Pomieszczenia „Magazyn". Poziom realizowanego natężenia oświetlenia 100 lx.

| Typ oprawy | Liczba opraw [sztuki] | $E_{śr}$ [lx] | Pz [W] | ΔP [W] | ΔP [%] |
|---|---|---|---|---|---|
| LEDVANCE Damp Proof | 32 | 198 | 1760 | | 49 |
| Oprawa hermetyczna 2 x 58 W | 32 | 203 | 3456 | | |

Wykonana analiza porównawcza wybranych dwóch typów opraw potwierdza dane dotyczące potencjalnych oszczędności w mocy zainstalowanej, wynikające z zastosowania opraw LED, które podawane są przez producenta. W tabeli numer 14 podane są średnie przewidywane oszczędności mocy zainstalowanej wynikające ze stosowania opraw LEDVANCE LED zamiast opraw tradycyjnych. Dane opracowane są na podstawie średnich wartości parametrów świetlnych i elektrycznych dostępnych tradycyjnych opraw oświetleniowych, przy założeniu bezpośredniej zamiany oprawy tradycyjnej na oprawę LED, przy zachowania takich samych własności oświetleniowych oświetlanej przestrzeni.

Tabela 12. Zestawienie potencjalnych oszczędności mocy wynikających z zastosowania opraw LED zamiast opraw tradycyjnych.

| Typ oprawy | Moc [W] | Odpowiednik oprawy tradycyjnej | ΔP [%] |
|---|---|---|---|
| Downlight LED 14W | 14,0 | 2 x 18 W | do 60 |
| Downlight LED 25W | 25,0 | 2 x 26 W | do 50 |
| Spot LED 4,5 W | 4,5 | 1 x 35 W | do 90 |
| Spot LED 6,5 W | 6,5 | 1 x50 W | do 90 |
| Spot LED 8W | 8,0 | 1 x 75 W | do 90 |
| Spot-FP LED fix 7W | 7,0 | 1 x 85 W | do 85 |
| Linear 4 W | 4,0 | 1 x 9 W | do 60 |
| Linear 8 W | 8,0 | 1 x 18W | do 60 |
| Linear 14 W | 14,0 | 1 x 36 W | do 60 |
| Linear Power 10 W | 10,0 | 2 x 18 W | do 80 |
| Linear Power 20 W | 20,0 | 2 x 36 W | do 80 |
| Linear Power 25 W | 25,0 | 2 x 58 W | do 80 |
| Panel LED 600 30W | 30 | 3 x 18 W, 3 x 14 W | do 50 |
| Panel LED 600 40W | 40 | 4 x 18 W, 4 x 14 W | do 50 |
| Panel LED 600 33W | 33 | 4 x 18 W, 4 x 14 W | do 50 |
| Surface Circular | 18,0 | 2 x 18 W | do 50 |
| Surface Circular | 24,0 | 2 x 36 W | do 55 |
| Damp Proof | 21,0 | 1 x 36 W | do 45 |
| Damp Proof | 39,0 | 2 x 36 W | do 45 |
| Damp Proof | 30,0 | 1 x 58 W | do 55 |
| Damp Proof | 55,0 | 2 x 58 W | do 55 |
| High Bay 120 W | 120,0 | 250 W | do 50 |
| High Bay 200 W | 200,0 | 400 W | do 50 |
| Floodlight 20 | 20,0 | 1 x 160 W | do 90 |
| Floodlight 50 | 50,0 | 1 x 400 W | do 90 |
| Floodlight 100 | 100,0 | 1 x 750 W | do 90 |
| Floodlight 150 | 150,0 | 1 x 1000 W | do 90 |
| Floodlight 200 | 200,0 | 1 x 1500 W | do 90 |

**Wnioski**

Stosowanie opraw LED zapewne przynosi oszczędności w zużyciu energii na cele oświetleniowe. Powyższe przykłady świadczą o tym, że zamiana opraw do żarówek halogenowych na oprawy LED może przynieść oszczędności w zużyciu energii nawet do 90 %, opraw do świetlówek liniowych i jednotrzonkowych do 60% a do lamp wyładowczych (250 W, 400 W) do 50 %. Zakładając zachowanie takich samych lub zbliżonych parametrów świetlnych.

***Autor:*** *dr inż. Andrzej Wiśniewski, Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, E-mail: Andrzej.Wisniewski@ien.pw.edu.pl*

LITERATURA

[1] Matriały techniczne LEDVANCE LED Luminaires 2016.
[2] Katalog opraw oświetleniowych LED, strona www.ledvance.
[3] The LEDset interface. Aplication guide 2014. Materiały techniczne firmy OSRAM, 2015 r.
[4] Polska Norma PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach. 2012r.