

doi:10.15199/48.2018.07.48

Oprawy oświetleniowe LED z możliwością regulacji mocy

Streszczenie. Przedstawiono, przykłady opraw oświetleniowych z możliwością regulacji mocy za pomocą sygnału cyfrowego DALI. Przedstawiono charakterystyki sterowania opraw LED, które umożliwiają ocenę potencjalnych oszczędności w zużyciu energii elektrycznej przy zastosowaniu systemu sterowania oświetleniem. Przedstawiono analizę potencjalnych oszczędności w mocy zainstalowanej uzyskiwanych przy zastosowaniu opraw LED z możliwością sterowania mocą.

Abstract.

Presented are examples of lighting fixtures with the possibility of power regulation by DALI digital signal. The control characteristics of LED luminaires are presented, which allow to evaluate potential savings in electricity consumption using a lighting control system. **(LED luminaires with possibility of power regulation)**

Słowa kluczowe: oprawy oświetleniowe, LED, oprawy LED, sterowanie oświetleniem, DALI

Keywords: Luminaires, LED luminaires, LED, general lighting, light management systems, DALI

Wstęp

Rozwój konstrukcji opraw LED, które przystosowane są do regulacji mocy (strumienia świetlnego) z wykorzystaniem dostępnych systemów sterowania oświetleniem jest bardzo dynamiczny. Stosowanie systemów sterowania oświetleniem przyczynia się do oszczędności zużycia energii elektrycznej w porównaniu do tradycyjnych systemów oświetleniowych. Oprócz niewątpliwych korzyści w kosztach eksploatacji oświetlenia systemy sterowania zapewniają również duży komfort eksploatacji oświetlenia. W ofercie wielu producentów znajdują się różne rozwiązania systemów sterowania oświetleniem począwszy od prostych indywidualnych systemów umożliwiających regulację mocy (strumienia świetlnego) pojedynczych opraw do rozbudowanych systemów sterowania oświetleniem całych budynków. Układy zasilające źródła światła i oprawy muszą być przystosowane do możliwości regulacji mocy i stanowią odrębną grupę urządzeń sterujących. Systemy sterowania ze względu na rodzaj sygnału sterującego można w podzielić na trzy grupy: sterowane sygnałem analogowym 1-10V, sygnałami cyfrowymi DALI i DMX. W oświetleniu ogólnym wewnątrz dominującymi urządzeniami sterującymi są te oparte na sygnale DALI. Oprawy LED z możliwością regulacji mocy sygnałem DALI stanowią coraz szerszą grupę opraw w ofercie wielu firm. Na przykład w ofercie firmy LEDVANCE wszystkie oprawy z możliwością regulacji mocy sterowane są sygnałem DALI. W opisie różnych rozwiązań opraw z regulacją mocy oparto na ofercie firmy LEDVANCE. Przedstawiono głównie oprawy przeznaczone do oświetlenia wewnątrz. Oprawy firmy LEDVANCE z regulacją mocy można podzielić na trzy grupy. Oprawy fabrycznie przystosowane do regulacji mocy za pomocą sygnału DALI, oprawy które można przystosować do regulacji mocy oraz oprawy sterowane regulatorami fazowymi. Przystosowanie polega na zastosowaniu zasilacza umożliwiającego sterowanie. Wiele opraw ma możliwość regulacji mocy za pomocą regulatora fazowego, który sterowany jest sygnałem DALI. Do opraw wyposażonych fabrycznie w regulatory mocy należą oprawy typu PANEL DALI 600 (40 W i 33 W), PANEL DALI 1200 Downlight LED (25 W i 35 W) i Spot LED DALI (8 W). Do opraw, w których można zastosować zasilacz sterowany sygnałem DALI należą Downlight LED 14 W. Do opraw z możliwością sterowania za pomocą regulatora fazowego należą oprawy Spot-FP LED fix (7 W) i Spot LED fix (8 W). Stosowanie systemów sterowania podyktowane jest bardzo często lub nawet głównie chęcią obniżania kosztów eksploatacji oświetlenia. Użytkownicy liczą na duże oszczędności i krótki czas

zwrotu inwestycji. Często rzeczywiste oszczędności w zużyciu energii elektrycznej odbiegają od założonych teoretycznie. Jednym ze źródeł błędów w obliczeniach jest błędnie przyjęta charakterystyka regulacji mocy opraw oświetleniowych lub źródła światła. Charakterystyka regulacji przedstawia zmiany wartości strumienia świetlnego w funkcji mocy oprawy oświetleniowej. W przypadku symulacji działania systemu sterowania oświetleniem, można zmieniać wartość strumienia świetlnego opraw oświetleniowych natomiast moc opraw zwykle przyjmuje się proporcjonalnie do zmian wartości strumienia świetlnego. Rzeczywista charakterystyka regulacji może odbiegać od założonej teoretycznie charakterystyki. Dla wybranych opraw oświetleniowych przedstawione są zmierzone charakterystyki regulacji, które mogą służyć dokładniejszym obliczeniom mocy oprawy przy założonej wartości strumienia świetlnego.

Oprawy LEDVANCE Panel DALI 600

Oprawy Panel DALI 600 oferowane są o mocach 33 W i 40 W. Wytwarzają światło barwy białej, dostępne o temperaturach barwowych światła 3000 K, 4000 K i 6500 K. Oprawy mogą być stosowane w oświetleniu wewnątrz, w zakresie temperatur otoczenia od -10°C do $+45^{\circ}\text{C}$. Konstrukcja opraw przedstawiona jest na rysunku 1.



Rys. 1. Przykład konstrukcji oprawy LEDVANCE Panel LED [1]

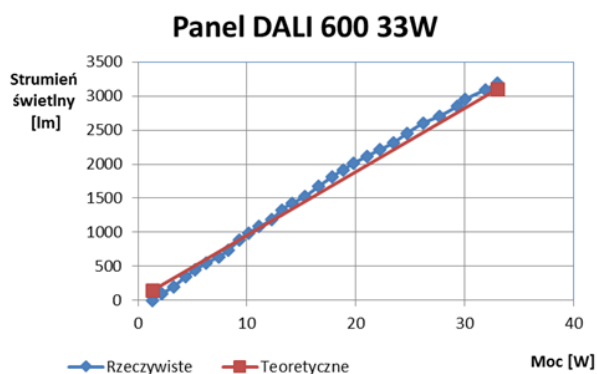
Oprawy Panel LED są bezpośrednimi zamiennikami opraw świetłówkowych wyposażonych w klosz matowy lub pryzmatyczny. Z punktu oświetleniowego mogą być zamiennikami opraw świetłówkowych o mocach 3x18 W; 4x18 W; 3 x 14W i 4x14 W. Oprawy dostosowane są do typowych paneli sufitów podwieszanych o wymiarach 600x600 mm lub 625x625 mm. Oprawy o mocy 33 W wyposażone są w pryzmatyczny panel rozpraszający światło, który umożliwia realizację oświetlenia o

ograniczonym ogólnym wskaźniku ośnienia $UGR < 19$. Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw Panel LED znajdują się w tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw Panel DALI 600

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

Na rysunku 2 przedstawiona jest charakterystyka regulacji oprawy Panel DALI 600 33 W, wytwarzającej światło o temperaturze barwowej 3000 K.



Rys. 2. Charakterystyka regulacji oprawy Panel DALI 600 33W

Oprawy LEDVANCE Panel DALI 1200

Oprawy Panel DALI 600 oferowane są o mocach 33 W i 40 W. Wytwarzają światło barwy białej, dostępne o temperaturach barwowych światła 3000 K i 4000 K. Oprawy mogą być stosowane w oświetleniu wnętrza, w zakresie temperatur otoczenia od -10°C do $+45^{\circ}\text{C}$. Konstrukcja opraw przedstawiona jest na rysunku 3.



Rys. 3. Przykład konstrukcji oprawy LEDVANCE Panel LED [1]

Tabela 2. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw Panel DALI 1200

Moc [W]	Strumień świetlny [lm]	Temp. barwowa światła [K]	Skuteczność świetlna [lm/W]	Trwałość I_{70} / B_{50} [h]	IP
33	3100	3000	94	50 000	IP20
33	3300	4000	100	50 000	IP20
40	4000	3000	100	50 000	IP20
40	4000	4000	100	50 000	IP20

Oprawy Panel LED są bezpośrednimi zamiennikami opraw świetłkowych wyposażonych w klosz matowy lub

pryzmatyczny. Oprawy mają wymiary 295 x 1195 x 10.5 mm. Z punktu oświetleniowego mogą być zamiennikami opraw świetłkowych o mocach 2x36 W (świetłówki T8) i 2x28 W (świetłówki T5). Oprawy o mocy 33 W wyposażone są w pryzmatyczny panel rozpraszający światło, który umożliwia realizację oświetlenia o ograniczonym ogólnym wskaźniku ośnienia $UGR < 19$. Podstawowe dane elektryczne, świetlne i eksploatacyjne opraw LEDVANCE Panel LED znajdują się w tabeli 2.

Oprawy Downlight DALI

Downlight DALI to oprawy, które oferowane są o mocach 15 W i 35 W. Wytwarzają światło barwy białej, dostępne w temperaturach barwowych światła 3000 K, 4000 K i 6500 K. Oprawy mogą być stosowane w zakresie temperatur otoczenia od -10°C do $+45^{\circ}\text{C}$. Przykład konstrukcji tego typu opraw przedstawiony jest na rysunku 4.



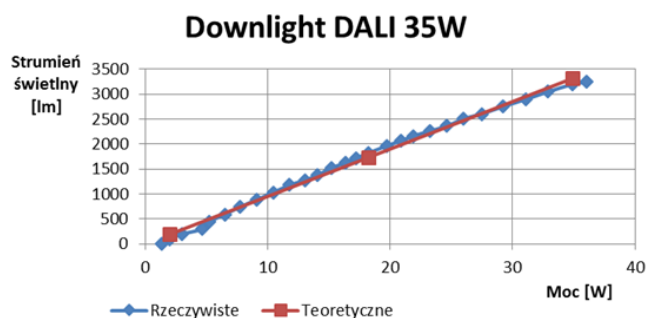
Rys. 4. Przykład konstrukcji oprawy Downlight LED [1]

Oprawy tego typu stanowią bezpośrednie zamienniki opraw typu Downlight do świetłówek jednorzłonkowych o mocach 26 W i 32 W. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw Downlight DALI znajdują się w tabeli 3.

Tabela 3. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw LEDVANCE Downlight LED

Moc [W]	Strumień świetlny [lm]	Temp. barwowa światła [K]	Skuteczność światła [lm/W]	Trwałość I_{70} / B_{50} [h]	IP [-]
25	2220	3000	90	50 000	IP20
25	2340	4000	95	50 000	IP20
25	2440	6500	100	50 000	IP20
35	3150	3000	90	50 000	IP20
35	3325	4000	95	50 000	IP20
35	3500	6500	100	50 000	IP20

Na rys 5 przedstawiona jest charakterystyka regulacji oprawy Downlight DALI 35W wytwarzającej światło o temperaturze barwowej 3000 K.



Rys. 5. Charakterystyka regulacji oprawy Downlight DALI 35 W.

Zmierzona (rzeczywista) charakterystyka regulacji oprawy Downlight DALI 35 W jest zbliżona do charakterystyki teoretycznej.

Oprawy LED Spot DALI

Oprawy Led SPOT oferowana jest o mocy 8 W, dostępne barwy światła białego o temperaturach barwowych

3000 K i 4000 K. Mogą być stosowane w temperaturach otoczenia od -20 °C do +45 °C. Konstrukcja oprawy przedstawiona jest na rysunku 6.



Rys. 6. Przykład konstrukcji oprawy Downlight LED spot [2]

Oprawy LED Spot są bezpośrednimi zamiennikami opraw do żarówek halogenowych o mocach 75 W. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw LEDVANCE Spot znajdują się w tabeli 4.

Tabela 4. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw Spot DALI

Moc [W]	Strumień świetlny [lm]	Temp. barwowa światła [K]	Skuteczność świetlna [lm/W]	Trwałość I_{70} / B_{50} [h]	IP [-]
14	1310	3000	90	50 000	IP20
14	1360	4000	95	50 000	IP20
14	1360	6500	95	50 000	IP20

Oprawy Spot fix DIM i Spot FP DIM

Oprawy LED SPOT mogą być regulowane za pomocą regulatorów fazowych. Oprawy mogą być sterowane sygnałem DALI, przy zastosowaniu odpowiedniego regulatora. Oprawy oferowane o mocy 8 W. Wytwarzają światło barwy białej, dostępne o temperaturach barwowych 3000 K i 4000 K. Mogą być stosowane w temperaturach otoczenia od -20 °C do +45 °C. Konstrukcja tych opraw przedstawiona jest na rysunku 7.



Rys. 7. Przykład konstrukcji oprawy LED spot DIM [2]

Oprawy LEDVANCE LED Spot są bezpośrednimi zamiennikami opraw do żarówek halogenowych o mocy 75 W. Oprawy typu fix mają stopień ochrony IP44 natomiast oprawy typu FP mają IP65. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw Spot fix i FP znajdują się w tabeli 5.

Tabela 5. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw Spot DIM

Moc [W]	Strumień świetlny [lm]	Temp. barwowa światła [K]	Skuteczność świetlna [lm/W]	Trwałość I_{70} / B_{50} [h]
8,0	620	3000	85	50 000
8,0	670	4000	90	50 000

Oprawy Downlight LED

Downlight LED 14W to oprawy, które można dostosować do regulacji mocy (strumienia świetlnego). Dostosowanie polega na wymianie zasilacza dołączonego

fabrycznie na zasilacz z możliwością regulacji mocy, który sterowany jest sygnałem DALI [3]. Oprawa oferowana jest w mocy 14 W. Wytwarzają światło barwy białej, dostępne temperatury barwowe światła 3000 K, 4000 K i 6500 K. Oprawy mogą być stosowane w szerokim zakresie temperatur otoczenia od -20 °C do +45 °C. Przykład konstrukcji tego typu opraw przedstawiony jest na rysunku 8.



Rys. 8. Przykład konstrukcji oprawy Downlight LED 14 W. [2]

Oprawy tego typu stanowią bezpośrednie zamienniki opraw typu Downlight do świetlówek jednotronkowych o mocach 26 W. Podstawowe dane elektryczne i świetlne opraw Downlight LED 14W znajdują się w tabeli 6.

Tabela 6. 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	50 000	IP20
14	1360	4000	95	50 000	IP20
14	1360	6500	95	50 000	IP20

Prezentowane oprawy sterowane są za pomocą cyfrowego sygnału DALI. Zastosowanie opraw LED z możliwością regulacji mocy (strumienia świetlnego) w systemach sterowania oświetleniem umożliwia redukcję zużycia energii elektrycznej. W zależności od typu pomieszczenia realizowane oszczędności są różne. Stosowanie systemów sterowania oświetleniem ujęte jest również w wymaganiach normatywnych [4]. Systemy sterowania oświetleniem umożliwiają wykorzystanie światła dziennego. Zastosowanie czujników światła regulujących moc opraw i utrzymując stały poziom natężenia oświetlenia na polu pracy umożliwia znaczną redukcję zużycia energii elektrycznej w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami. Gdy w pomieszczeniu przebywają osoby w ograniczonym czasie zastosowanie czujników ruchu spowoduje automatyczne wyłączenie oświetlenia po zdefiniowanym czasie od momentu braku wykrycia ruchu przez czujnik. Najprostszym sposobem regulacji mocy opraw jest regulacja ręczna, w tym przypadku użytkownicy mogą indywidualnie dostosowywać poziom natężenia oświetlenia na polu pracy. Ze względu na duże zróżnicowanie systemów sterowania oświetleniem oraz różnorodność ich zastosowanie obliczenia potencjalnych oszczędności w zużyciu energii elektrycznej powinny być realizowane dla konkretnego urządzenia oświetleniowego. Podawane dane dotyczące poziomów oszczędności energii elektrycznej przy zastosowaniu systemów sterowania oświetleniem należy traktować jako dane ogólne. W tabeli 7 podane są potencjalne oszczędności dla wybranych typów opraw w porównaniu do opraw tradycyjnych.

Potencjalne oszczędności energii elektrycznej opraw LED DALI, przy założeniu pracy maksymalną mocą sięgają do 60 % i 90 % w porównaniu do opraw świetłówek wynoszą do 60 % i 90 % w porównaniu do opraw z żarówkami halogenowymi. Przy zachowaniu zbliżonych wartości

parametrów świetlnych. Możliwość regulacji mocy z pewnością powodować będzie większe oszczędności.

Tabela 7. Zestawienie potencjalnych oszczędności mocy wynikających z zastosowania opraw LED zamiast opraw tradycyjnych.

Typ oprawy	Moc [W]	Odpowiednik oprawy tradycyjnej	ΔP [%]
Panel DALI 600 33W	33	3 x 18 W, 3 x 14 W	do 50
Panel DALI 600 40W	40	4 x 18 W, 4 x 14 W	do 50
Panel DALI 1200 33W	33	3 x 18 W, 3 x 14 W	do 50
Panel DALI 1200 40W	40	4 x 18 W, 4 x 14 W	do 50
Downlight LED 14W	14	1 x 26 W	do 60
Downlight LED 25W	25	2 x 26 W	do 60
Downlight LED 35W	35	2 x 32	do 60
LED Spot DALI	14	1 x 26	do 60
Spot DIM	8	Halogen 75W	do 90

Wnioski

Stosowanie systemów sterowania oświetleniem staje się coraz bardziej powszechne, ze względu na coraz szerszą ofertę opraw LED z możliwością regulacji mocy (strumienia świetlnego), urządzeń sterujących, stateczników elektronicznych i zasilaczy sterowanych cyfrowym sygnałem DALI.

Podczas projektowania oświetlenia i systemu sterowania oświetlenia możliwe jest coraz dokładniejsze

obliczanie potencjalnych oszczędności w zużyciu energii elektrycznej. Jednym ze źródeł błędów w obliczeniach jest różnica w przebiegu charakterystyki sterowania opraw oświetleniowych. W przytoczonych przykładach zmierzone parametry świetlne i elektryczne opraw LED pozwoliły na określenie rzeczywistej charakterystyki sterowania i porównanie jej z charakterystykami przyjmowanymi teoretycznie. Przedstawione wyniki pomiarów charakterystyk sterowania pokazują, że w przypadku badanych opraw przyjęcie teoretycznej charakterystyki sterowania nie wpłynie znacznie na wyniki obliczeń oszczędności wynikających z regulacji strumienia świetlnego.

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] Katalog opraw oświetleniowych LED, strona www.ledvance.
- [2] Materiały techniczne LEDVANCE LED Luminaires 2018.
- [3] The LEDset interface. Application 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.