



Zasilacze do oświetlenia LED w praktyce instalatora

– poradnik dla praktyków

Czynniki, które należy wziąć pod uwagę podczas doboru zasilacza

- **Moc zasilacza.** Powinna być o około 20% większa niż maksymalna moc zainstalowanego oświetlenia (taśmy). Zatem do 5 metrów taśmy LED o mocy 10 W/m potrzebny jest zasilacz $5 \text{ m} \times 10 \text{ W/m} = 50 \text{ W} + 20\% = 60 \text{ W}$.
- **Napięcie wyjściowe zasilacza.** W przypadku taśm LED jest to 12V lub 24V. W każdym z przypadków, gdy instalacja składa się z długich odcinków taśmy lub też wykorzystujemy taśmy o dużej mocy, tj. powyżej 10W/m oraz w sytuacji, gdy zasilacz jest umieszczony daleko od taśmy, powinniśmy sięgać po wersję 24-woltowe. Wyższe napięcie zasilania to mniejsze wartości prądów płynących w instalacji i mniejsze spadki napięcia na końcach. Z uwagi na spadki napięcia między początkiem a końcem długiego odcinka taśmy 12-woltowej mogą być w niej widoczne różnice w odcieniu światła. W taśmach 24-woltowych takiego efektu raczej nie będzie.
- **Współczynnik IP.** Określa on stopień ochrony przed wpływem środowiska przez obudowę zasilacza. Do pomieszczeń biurowych i mieszkalnych oraz miejsc, gdzie nie ma wilgoci ani pyłu wystarczają wersje standardowe o IP20. Wykonania hermetyczne IP67 powinny być stosowane, gdy zasilacz jest montowany poza pomieszczeniami lub jest narażony na wilgoć. Wersje z IP40 to zasilacze uszczelnione o pośrednich właściwościach między IP20 a IP67, natomiast do warunków ekstremalnych trzeba szukać wersji z IP68.
- **Kształt obudowy.** Zasilacze LED produkowane są głównie w obudowach klasycznych – prostopadłościennych, płaskich i o smukłym, wydłużonym kształcie (slim) do miejsc o ograniczonej przestrzeni montażowej. Obudowy są montowane wkrętami do powierzchni. Wersje IP20 mają przyłącza śrubowe, natomiast IP67 wyprowadzone kilkunastocentymetrowe odcinki przewodu z pobielonymi cyną końcami do wpięcia do instalacji.

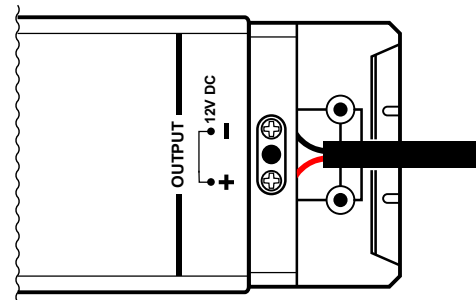
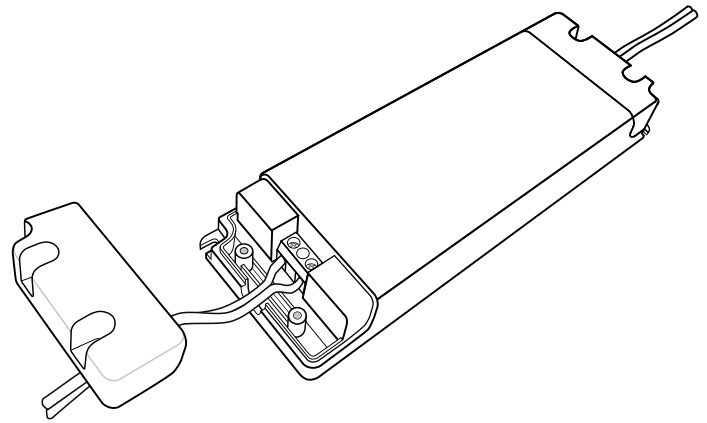
Zagadnienia o których warto pamiętać

- Prąd wyjściowy zasilaczy wynika z mocy wyjściowej i napięcia, tj. $P=U \times I$, a więc $I=P/U$. 60-watowy zasilacz 12V ma maksymalny prąd wyjściowy równy $60W:12V=5A$.
- Podczas podłączania przewodów do zasilacza konieczne trzeba się upewnić, aby napięcie sieci zostało podłączone do zacisków INPUT lub PRI jak na rysunku powyżej. Pomyłka, a więc podanie napięcia sieci na wyjście (SEC, OUTPUT) nie tylko natychmiast zniszczy zasilacz, ale może także wywołać pożar.
- Z uwagi na spadek napięcia oraz wymagania związane z kompatybilnością elektromagnetyczną, przewody DC pomiędzy odbiornikiem (taśmą LED), a zasilaczem powinny być możliwie krótkie, tj. nie dłuższe niż 2 m. Korzystniej jest umieścić zasilacz blisko odbiornika i zapewnić krótkie połączenia DC wydłużając przewód sieciowy niż odwrotnie – krótki przewód sieciowy i długi przewód DC to z punktu widzenia instalacji gorsza alternatywa.
- Nawet chwilowe odwrotne podłączenie napięcia DC do taśmy LED, a więc zamiana plusa z minusem przez pomyłkę, może trwale uszkodzić taśmę LED lub niekorzystnie zmienić jej właściwości świetlne.
- Nie wolno podłączać zasilania do taśmy LED nawiniętej na rolkę bez jej rozwinięcia, gdyż bardzo szybko nagrzej się ona do wysokiej temperatury i może ulec uszkodzeniu.
- Moc zasilacza powinna być o około 20% większa od zainstalowanej taśmy. Zbyt duża moc zasilacza jest niekorzystna z punktu widzenia sprawności energetycznej systemu oświetlenia, gdyż zasilacze mają największą sprawność w zakresie obciążeń 75-100%.
- Większość zasilaczy LED przy minimalnym obciążeniu tj. poniżej 5-10% uruchamia różne tryby oszczędzania po to, aby pobierać z sieci jak najmniej energii standby. Niemniej czasem prowadzi to do migotania oświetlenia przy współpracy z regulatorami jasności ustawionymi w położeniu „minimum”.
- Za mała moc zasilacza może wywoływać chwilowe wyłączenia światła na skutek aktywacji zabezpieczeń w zasilaczu.

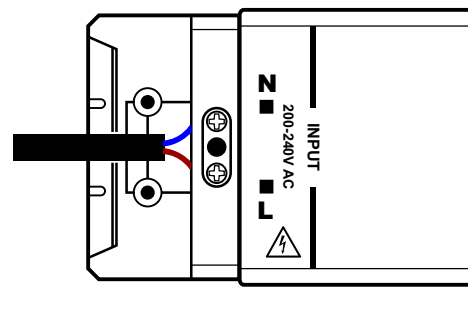
Taśma 12V czy 24V – która będzie lepsza? Dla takiej samej mocy oświetlenia, taśma 24-woltowa zapewni dwukrotnie mniejsze spadki napięcia na okablowaniu i w podłożu i około czterokrotnie mniejsze straty energii. Rozbudowane instalacje, długie odcinki taśm powinno się wykonywać w oparciu o taśmy 24-woltowe, bo zapewnia to lepsze parametry świetlne, mniejsze koszty i daje większą swobodę instalacyjną.

Zasilacz w metalowej obudowie czy plastikowej?

Zasilacz LED w obudowie z tworzywa sztucznego z reguły jest wykonany w II klasie izolacji, czyli do sieci podłącza się go tylko dwoma przewodami. Zasilacz w obudowie metalowej wymaga połączenia z przewodem PE, co jest pewną komplikacją. Niemniej obudowa metalowa zapewnia



Podłączenie kabla DC do zacisków po stronie wtórnej



Podłączenie przewodu sieciowego

lepsze warunki chłodzenia. Plastikowe zasilacze są dostępne w wersji zalewanej (szczelnej) z IP67, metalowe z reguły nie występują jako zalewane. Zatem w instalacjach dużej mocy wewnątrz pomieszczeń warto sięgnąć po jednostki w obudowie metalowej, jeśli są dostępne.

Zbyt duże nagrzewanie? Podczas pracy zasilacze się nagrzewają a temperatura ich obudowy może sięgnąć kilkudziesięciu stopni. Aby poprawić warunki chłodzenia, warto montować zasilacze z daleka od ścian obudowy i od pozostałych źródeł ciepła, jak pokazano na rysunkach. Można przyjąć, że jeśli podczas pracy z pełnym obciążeniem jesteśmy w stanie dotknąć ręką obudowy zasilacza i przytrzymać rękę przez kilkanaście sekund bez przymusu oderwania jej, to temperatura nie przekracza 50°C i takie warunki pracy są dobre.

Regulacja jasności. Regulację oświetlenia LED realizuje się za pomocą specjalnego zasilacza wyposażonego w funkcję regulacji lub z użyciem dodatkowego sterownika. W pierwszym przypadku zasilacz ma dodatkowe złącze lub wyprowadzony przewód pozwalające na podłączenie

potencjometru lub sygnału napięciowego zmieniającego jasność. W drugim przypadku między wyjście DC zasilacza LED, a oświetlenie włącza się specjalny sterownik (regulator). Należy zauważyć, że w obu tych przypadkach zasilacz LED cały czas pracuje (jest zasilany), nawet jak skrócimy jasność na zero.

Prąd rozruchu. Gdy w instalacji do jednego obwodu sieci energetycznej dołączonych zostanie wiele zasilaczy LED (np. w hali magazynowej) włączanie zasilania może powodować aktywację bezpieczników. Powodem jest duży sumaryczny prąd rozruchu zasilacza LED, który dla jednostek dużej mocy sięga niejednokrotnie 100 A. Taki prąd płynie w momencie włączenia zasilania sieciowego w szczycie sinusoidy przez czas około 0,1 ms i nie jest problemem, gdy zasilacz jest jeden. Ale gdy będzie ich kilka, kilkanaście, może to powodować aktywację bezpieczników. Jednym z rozwiązań jest wybór zasilacza o małym prądzie rozruchu, np. do 30 A. Takie dane są zawarte w kartach katalogowych.

Zalewane (IP67) czy niezalewane (IP20)? Zasilacze ESPE z serii LIP i LP to jednostki o wnętrzu zalanym specjalną masą silikonową. W ten sposób są one szczelne i odporne na wpływ środowiska (w tym wilgoć i pył). Zalewa silikonowa poprawia też rozpraszanie ciepła oraz stabilizuje mechaniczne podzespoły elektroniczne, dzięki czemu zasilacze są odporne na drgania i mniej się nagrzewają oraz nie brzęczą. Zasilacze tego typu oznaczane są symbolem IP67, który oznacza, że można je zanurzać na głębokość 1 m maksymalnie przez pół godziny, ale nie można ich trwale użytkować pod wodą. Oznaczenie IP67 gwarantuje pełną pyłoszczelność produktu i pośrednio zapewnia duże bezpieczeństwo elektryczne, gdyż izolacja takich zasilaczy jest chroniona przed wilgocią oraz osłabieniem własności na skutek zabrudzenia kurzem.

Zasilacz CC czy CV? Constant Voltage, czyli stabilizacja napięcia (CV), to takie działanie zasilacza, w którym dąży on do tego, aby napięcie wyjściowe było stałe, np. 12 V, bez względu na to jakie będzie obciążenie. Jeśli weźmiemy pod uwagę zasilacz 12 V 3 A działający z trybie CC, to napięcie wyjściowe będzie wynosić 12V zarówno dla prądu 0A (brak obciążenia) jak i 3 A (pełne obciążenie). Gdy obciążenie będzie jeszcze większe, np. spróbujemy pobrać z tego zasilacza 5A, zasilacz się wyłączy.

W ten sposób działa większość zasilaczy wtyczkowych, desktopowych i wszystkie LED-owe przeznaczone do współpracy z taśmami. CC to z kolei stabilizacja prądu wyjściowego, (Constant Current), w którym to trybie zasilacz dąży do tego, aby prąd wyjściowy był jednakowy, a napięcie się zmienia. Takie zasilacze wykorzystuje się do zasilania modułów LED, najczęściej w formie COB.

Spadek napięcia na przewodach i taśmie. Gdy do zasilacza zostanie dołączony długi odcinek taśmy LED zasilany tylko na jednym końcu, może się okazać, że jasność diod na początku jest zauważalnie większa niż na końcu. Powodem jest spadek napięcia na podłożu taśmy LED na skutek, którego zasilanie oddalonych sekcji jest mniejsze. Aby takiego efektu nie było, trzeba:

- tam, gdzie to jest możliwe, należy korzystać z taśm 24-woltowych, bo w nich spadki napięcia są mniejsze
- zasilac taśmę na obu końcach lub centralnie pośrodku
- podzielić długi odcinek na krótsze części i do każdej użyć osobnego zasilacza

Niestety nie da się arbitralnie powiedzieć, jaka jest maksymalna długość pojedynczego odcinka taśmy przy zasilaniu jednostronnym, która nie da różnicy jasności widocznej dla oka. Zależy to od użytej taśmy, w tym grubości jej podłoża miedzianego, mocy taśmy na metr,



napięcia zasilania, a także od warunków oświetleniowych w pomieszczeniu, a także wrażliwości obserwatora.

Zgodność z normami. Zasilacz wykorzystywany w oprawie LED powinien spełniać wymagania normy EN 61347, podającej wymagania bezpieczeństwa (LVD). W zakresie EMC najistotniejszymi normami dla zasilaczy LED są EN 55015 dotycząca zaburzeń elektromagnetycznych (EMI) oraz EN 61000-3-2 dotycząca harmonicznych prądu. To także EN 61000-3-3 dotycząca napięcia migotania oraz EN 61547 dotyczącej kompatybilności elektromagnetycznej, która obejmuje inne elementy badań.

Nie wdając się w szczegóły można powiedzieć, że powyższe normy wymuszają w instalacjach użycie zasilacza z wbudowanym korektorem współczynnika mocy w jednostkach o mocy powyżej 25W. W przypadku zasilaczy LED o mocy powyżej 25 W jest wymagany współczynnik mocy większy lub równy 0,9.

Z kolei wymogi Ekoprojektu 2009/125/EC dla lamp emitujących światło z diod oraz związanych z nimi urządzeń definiują parametry jak m.in. czas rozruchu zasilacza.

Wymaga się, aby czas rozruchu był mniejszy niż 0,5 s.

W porównaniu do zasilaczy adapterowych (konsumenckich) zasilacze LED mają większe wymagania bezpieczeństwa.

W przypadku awarii napięcie na ich wyjściu nie może się w niekontrolowany sposób zwiększyć ponad poziom uważany za bezpieczny. Wzrost temperatury zasilacza podczas pracy też jest ograniczony, po to, aby montaż w drewnianej zabudowie meblowej nie skończył się pożarem.

Przewody DC. Aby spadek napięcia między wyjściem zasilacza a taśmą LED był minimalny i nie wpływał negatywnie na wartość strumienia światła, przewody DC powinny być możliwie grube i krótkie. Stąd lepszym rozwiązaniem jest montaż zasilacza LED blisko taśmy i użycie długiego odcinka kabla sieciowego, zamiast zasilacza umieszczonego daleko od taśmy i podłączonego długim odcinkiem przewodu DC.

Kabel DC powinien być w stanie wytrzymać obciążenie prądowe bez przegrzania, warto zatem kierować się zasadą obciążalności 5A na 1 mm² miedzi.

Zatem:

0,5mm² – 2,5A

0,75mm² – 3,75A

1 mm² – 5A

1,5mm² – 7,5A

oraz miary amerykańskie:

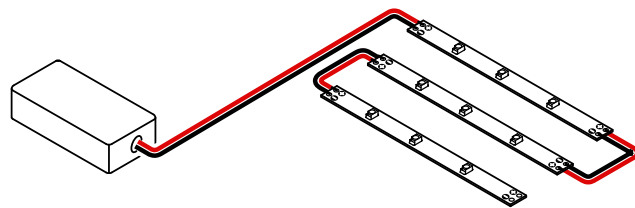
AWG24 – 1A

AWG20 – 2,5A

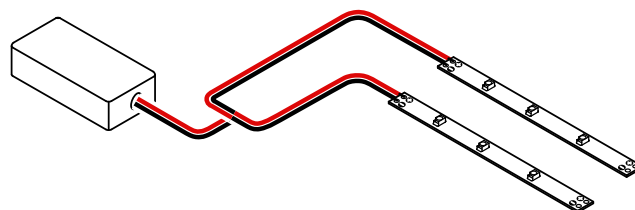
AWG18 – 4A

Powyższe przekroje zapewniają małe spadki napięcia na długich odcinkach kabli. Gdy długość połączenia jest niewielka, tj. do jednego metra, a warunki termiczne są łagodne, obciążalność można zwiększyć nawet dwukrotnie, tj. do 10A/mm².

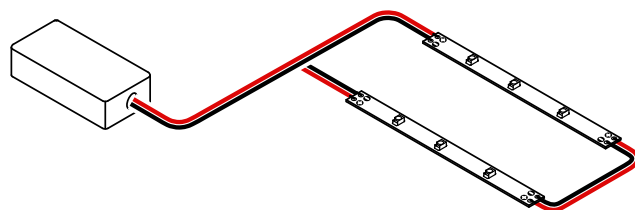
Jak podłączać odcinki taśm LED do zasilaczy?



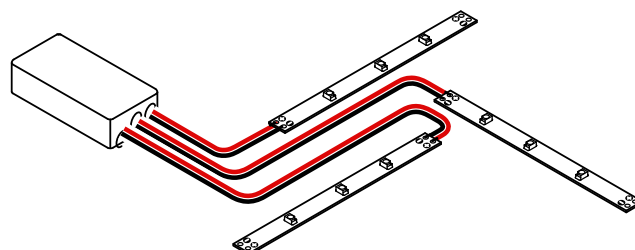
Podłączenie proste to takie, w którym taśma LED zasilania jest tylko na jednym końcu. Zaletą jest prostota, ale wadą jest to, że przy długich odcinkach strumień światła na końcu może być zauważalnie mniejszy niż na początku. Takie połączenie nadaje się do krótkich odcinków taśm.



Podłączenie centralne to takie, w którym taśma zasilania jest w środku. Dzięki temu spadki napięcia wraz z długością są mniejsze i różnice jasności także mniej widoczne. Odmianą jest połączenie pętlowe o podobnej charakterystyce. Pozwala na użycie mniej więcej dwukrotnie dłuższych odcinków taśmy w porównaniu do podłączenia prostego.

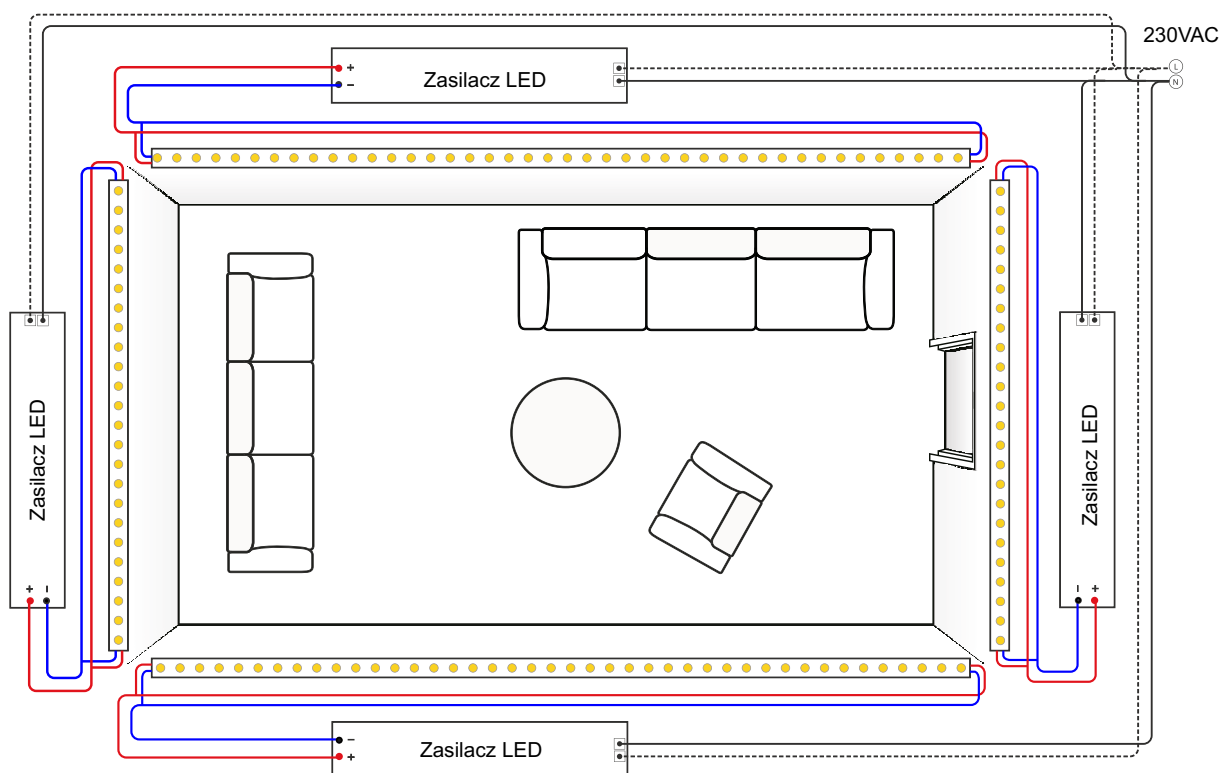
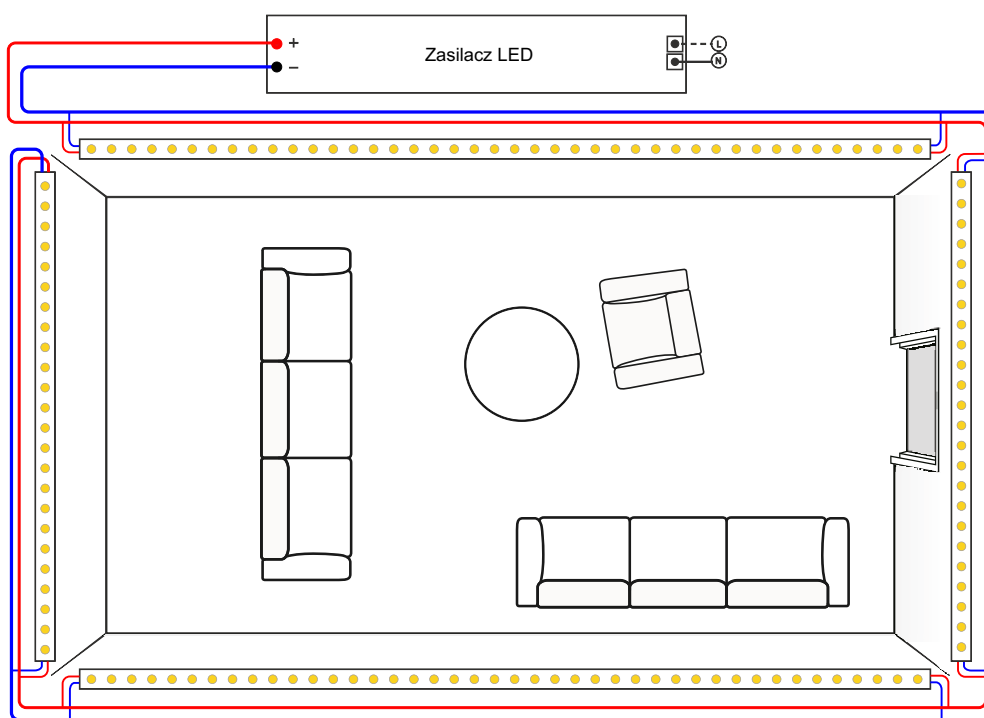


Podłączenie pętlowe daje dobre rezultaty (brak różnic jasności) i nie wymaga długiego okablowania. Używane jest często do realizacji oświetlenia całych pomieszczeń. Pozwala na użycie mniej więcej dwukrotnie dłuższych odcinków taśmy w porównaniu do podłączenia prostego.

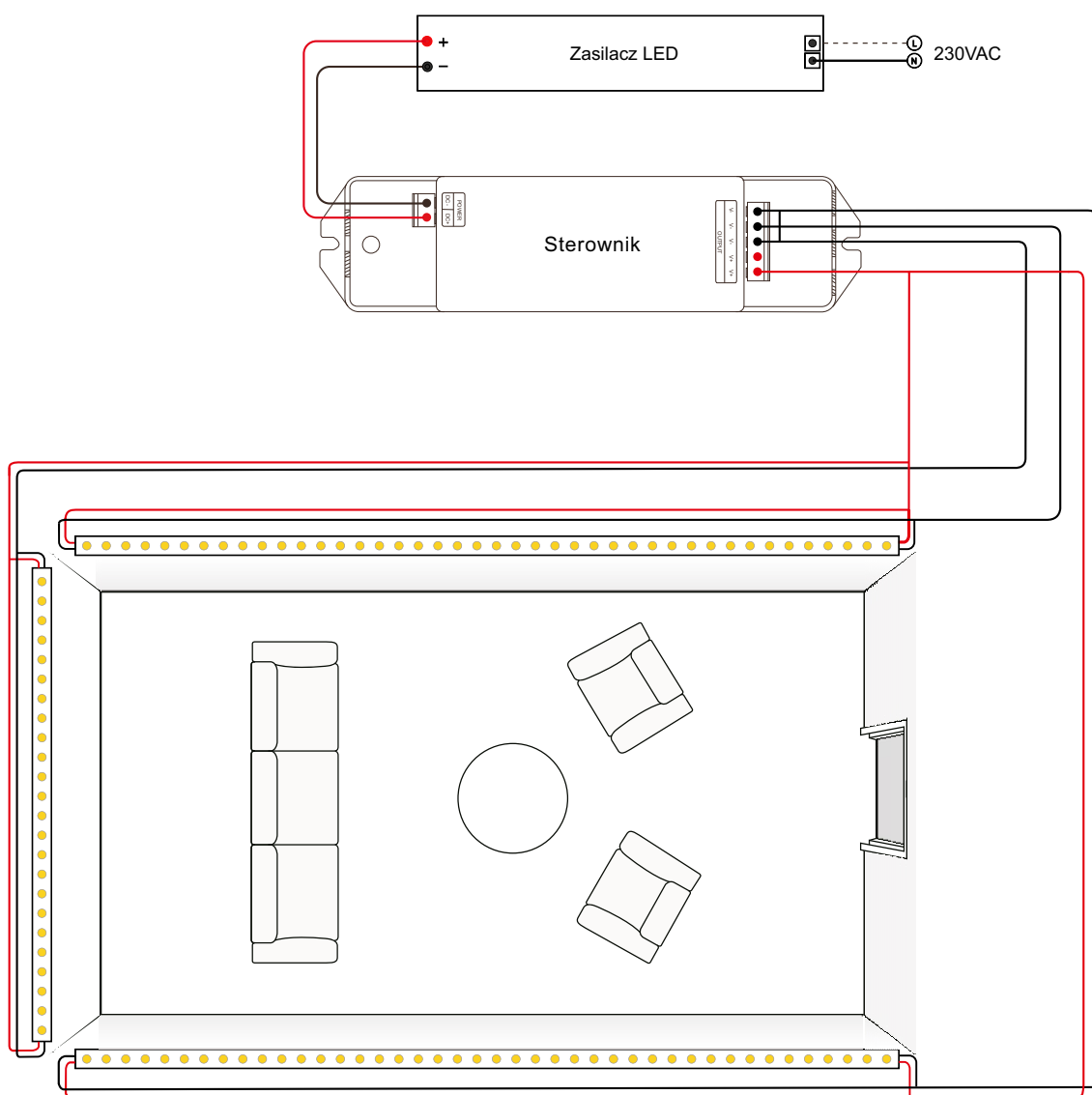


Połączenie równoległe to takie, w którym do zasilacza dołączonych jest kilka oddzielnych odcinków taśmy LED. Jest to rozwiązanie korzystne z punktu widzenia ograniczenia spadku napięcia wzdłuż taśmy. Jest równoważne podłączeniu kilku taśm sposobem prostym.

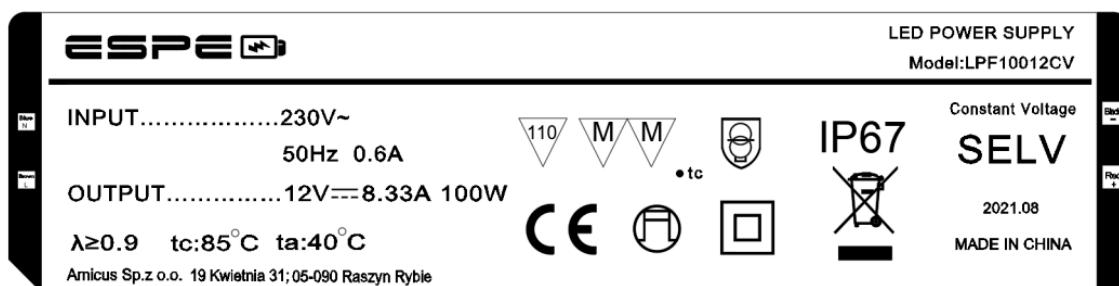
Przykładowe realizacje okablowania dla długich odcinków taśm LED z użyciem jednego i kilku zasilaczy zamieszczono na rysunkach poniżej



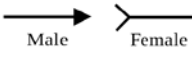
Sposób podłączenia zasilacza LED z trzykanałowym sterownikiem i taśmami.



Symbole na etykietach zasilaczy – zestawienie



PRI lub INPUT	Oznaczenie wejścia AC do podłączenia napięcia sieci
SEC lub OUTPUT	Oznaczenie zacisków wyjściowych z napięciem DC
	Przyłącze ochronne PE (uziemiaenie)
L, N	L – oznaczenie brązowego przewodu fazowego (Line) N – oznaczenie niebieskiego przewodu neutralnego sieci (Neutral)
AC DC	Oznaczenie prądu przemiennego (AC) i stałego (DC)
	Oznaczenie potwierdzające, że zasilacz spełnia wymagania Ekoprojektu w zakresie sprawności i mocy standby wg „Level 6”
	Oznaczenie polaryzacji napięcia we wtyku DC Jack
	Produkt nie może być wyrzucany do śmieci i musi trafić do recyklingu elektrośmieci
	Zgodność z wymaganiami RoHS zakładającymi ograniczenie stosowania niektórych substancji niebezpiecznych w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym
	Europejski znak zgodności z dyrektywami w zakresie bezpieczeństwa
IP20 IP66 IP67	Stopień ochrony środowiskowej (IP20 do pracy wewnątrz, IP66 i IP67 na zewnątrz)
	Zasilacz w klasie ochronności II, w którym ochrona przed porażeniem nie opiera się wyłącznie na izolacji podstawowej, ale zawiera dodatkowe zabezpieczenia, takie jak izolacja podwójna lub wzmocniona. Taki zasilacz nie wymaga uziemienia PE.
Class I (1) Class II (2) Class III (3)	Symbole klas ochronności przed porażeniem, odpowiednio 1, 2 i 3
SELV	Oznaczenie SELV (Safety Extra Low Voltage), bardzo bezpieczne niskie napięcie wyjściowe) pojawia się głównie na zasilaczach do oświetlenia LED, ale można go spotkać także na obudowach niektórych zasilaczy napięciowych. Symbol oznacza, że napięcie na wyjściu zasilacza nigdy nie przekroczy bezpiecznej dla człowieka wartości 60VDC i wyjście jest odizolowane galwanicznie od napięcia sieci za pomocą podwójnej lub wzmocnionej izolacji (klasa II ochronności). Zasilacz taki nie wymaga więc uziemienia ochronnego. Dotyczy to normalnej pracy oraz warunków nietypowych, np. napięć które pojawiają się przy przeciążeniu lub uszkodzeniu zasilacza. Czyli – SELV – zasilacz bezpieczny nawet w czasie awarii.
LPS	LPS to symbol równoważny podwójnemu kwadratowi opisanemu powyżej oznaczającemu wykonanie zasilacza w II klasie izolacji
	Symbol wzmocnionej izolacji
	Oznaczenie zgodności z wymaganiami chińskiego RoHS
	Zasilacz nadaje się do montażu na powierzchniach lub w meblach wykonanych z materiałów palnych

	Zasilacz działający niezależnie, tj. niewymagający obwodów zewnętrznych
	Zasilacz odporny na zwarcia z izolacją zabezpieczającą
$t_a = 45^{\circ}\text{C}$	Oznaczenie to mówi, że temperatura otoczenia zasilacza podczas pracy może osiągnąć 45°C
$t_c = 75^{\circ}\text{C}$	Oznaczenie to mówi, że temperatura obudowy zasilacza może podczas pracy osiągnąć 75°C
$\lambda > 0.9$	„ λ ” to symbol określający wartość współczynnika mocy PFC zasilacza
●tc	Punkt na obudowie z maksymalną temperaturą
	Symbole instalacyjne przyłączy męskich (male) i żeńskich (female)
	Oznaczenie bezpiecznika
	Pokazana w trójkącie cyfra temperatura to maksymalna temperatura powierzchni zasilacza jaka może się pojawić w przypadku usterki w znamionowej temperaturze otoczenia
	Zasilacz zgodny ze standardem DALI – Digital Addressable Lighting Interface IEC 62386, która gwarantuje interoperacyjność produktów umożliwiającą włączanie lamp, regulację jasności, tworzenie programów oświetleniowych i innych parametrów opraw oświetleniowych za pomocą sterownika.
	Symbol oznacza, że zasilacz może zostać zamontowany na powierzchni palnej po owinięciu go izolacyjnym materiałem niepalnym
	Zasilacz nie może być montowany na powierzchniach palnych
	Symbol wskazuje, że zasilacz ma wbudowane zabezpieczenie termiczne
	Podczas obsługi konieczna jest ochrona antystatyczna (pojawia się najczęściej na taśmach LED)
	Zasilacz/oprawa oświetleniowa nadaje się do systemów oświetlenia awaryjnego
	Oznaczenie awaryjnego oświetlenia LED z wbudowaną funkcją automatycznego testu zgodną z normą IEC 62034
DMX	Określa zgodność ze standardem cyfrowej komunikacji „Digital Multiplex” wykorzystywanym w oświetleniu estradowym
	Znak „Eurasian Conformity” zgodności dla azjatyckiej unii celnej (Rosja, Kazachstan, Białoruś)
	Oznaczenie funkcji Ready2Mains zapewniającej zgodność z funkcją do ściemniania i konfiguracji opraw LED za pośrednictwem sieci energetycznej
DANGER WARNING CAUTION NOTICE	– ostrzeżenie o poważnym zagrożeniu bezpieczeństwa – ostrzeżenie o istotnym zagrożeniu bezpieczeństwa – ostrzeżenie o małym zagrożeniu bezpieczeństwa – ważna informacja związana z produktem
	
Przykładowe narodowe znaki homologacji (dopuszczenia)	