

MATERIAŁ DODATKOWY

05

Wizualny przewodnik po wzorach i symbolach

*Czterdzieści symboli schematowych, oznaczenia osprzętu, wzory i
tabele przeliczeniowe*



40 symboli rysowanych · oznaczenia i kolory
wzory z przykładami · tabele doboru i przeliczniki

MATERIAŁ DODATKOWY NR 5

Jak czytać schemat elektryczny

Trzy poziomy zapisu instalacji

Schemat elektryczny nie jest rysunkiem instalacji, tylko zapisem logiki jej działania. Ten sam obwód może być narysowany na kilka sposobów, w zależności od tego, co ma pokazać.

RODZAJ RYSUNKU	CO POKAZUJE	KIEDY SIĘ GO UŻYWA
Plan instalacji	rozmieszczenie punktów na rzucie pomieszczeń	montaż, przedmiar, uzgodnienia z klientem
Schemat ideowy	logikę połączeń bez odwzorowania położenia	zrozumienie działania obwodu
Schemat montażowy	rzeczywisty przebieg żył i zacisków	wykonanie połączeń i diagnostyka

CO ZAWIERA TEN PRZEWODNIK

- Czterdzieści symboli w czterech grupach
- Oznaczenia żył, aparatów i przewodów
- Wzory z przykładami liczbowymi
- Tabele doboru i przeliczniki

UWAGA O SYMBOLACH

Symbole rysunkowe różnią się w szczegółach między normami, programami projektowymi i krajami. Przedstawione formy są typowe i służą nauce czytania schematów. Przy pracy z konkretną dokumentacją kieruj się zawsze legendą dołączoną do danego projektu.

ZASTRZEŻENIE

Materiał ma charakter edukacyjny. Wzory podane są w formie uproszczonej, służącej szybkim oszacowaniom. Dobór przekrojów, zabezpieczeń i parametrów instalacji wymaga obliczeń zgodnych z obowiązującymi normami, uwzględniających warunki ułożenia, temperaturę otoczenia, współczynniki jednoczesności i wymagania samoczynnego wyłączenia zasilania.

Spis treści

Część 01 • Symbole na schematach

01	Przewody i połączenia	5
02	Łączniki	6
03	Gniazda i odbiorniki	7
04	Aparaty rozdzielnic	8
05	Czujniki i pozostałe	9

Część 02 • Oznaczenia i kolory

01	Kolory żył	11
02	Oznaczenia przewodów	12
03	Stopnie ochrony IP	13
04	Tabliczka znamionowa	14
05	Oznaczenia w rozdzielnic	15

Część 03 • Wzory i obliczenia

01	Prawo Ohma	17
02	Moc i prąd	18
03	Spadek napięcia	19
04	Dobór przekroju	20
05	Energia i koszt	21

Część 04 • Tabele i przeliczniki

01	Przekroje i zabezpieczenia	23
02	Przelicznik mocy na prąd	24
03	Charakterystyki i typy aparatów	25
04	Parametry oświetlenia	26
05	Zestawienie końcowe	27

C Z Ę Ś Ć 0 1

01

Symbole na schematach



Czterdzieści najczęściej spotykanych symboli w czterech grupach: przewody, łączniki, odbiorniki i aparaty rozdzielnic.

W T E J C Z Ę Ś Ć I

01	Przewody i połączenia	5
02	Łączniki	6
03	Gniazda i odbiorniki	7
04	Aparaty rozdzielnic	8
05	Czujniki i pozostałe	9

Przewody i połączenia

Podstawa każdego schematu

Zanim rozpoznasz aparaty, musisz umieć odczytać, które linie są połączone, a które jedynie się przecinają. To najczęstsze źródło pomyłek przy czytaniu schematu.

			
Przewód pojedyncza linia, jeden przewodnik	Skrzyżowanie przewody bez połączenia	Połączenie kropka oznacza węzeł	Trzy żyły ukośne kreski to liczba żył
			
Zacisk punkt przyłączenia	Uziemienie przewód ochronny PE	Masa obudowa lub konstrukcja	Połączenie wyrównawcze szyna wyrównawcza

ZASADA ODCZYTU

- Kropka w miejscu przecięcia oznacza połączenie
- Brak kropki oznacza przewody przechodzące obok siebie
- Ukośne kreski na linii oznaczają liczbę żył
- Linia przerywana oznacza sprzężenie mechaniczne

UZIEMIENIE A MASA

Symbol uziemienia oznacza połączenie z przewodem ochronnym i z ziemią. Symbol masy oznacza połączenie z obudową lub konstrukcją, które niekoniecznie jest uziemieniem.

Łączniki

Sterowanie obwodami oświetleniowymi

Wszystkie łączniki rysuje się w stanie rozłączonym. Różnice między nimi sprowadzają się do liczby zacisków i sposobu przełączania styku.

Łącznik jednobiegunowy, zwrotny	Dwubiegunowy przerywa dwa przewody	Świecznikowy dwa niezależne wyjścia	Schodowy przełącznik jednobiegunowy
Krzyżowy zamienia żyły krosujące	Przycisk zwrotny, sterowanie impulsowe	Z podświetleniem lampa orientacyjna	Ściemniacz regulacja jasności

JAK JE ROZRÓŻNIĆ

ŁĄCZNIK	ZACISKI	CECHA
Jednobiegunowy	2	jedno wejście, jedno wyjście
Świecznikowy	3	wspólny plus dwa wyjścia
Schodowy	3	przełącza między dwoma torami
Krzyżowy	4	zamienia dwie pary miejscami

ZAPAMIĘTAJ

- Schodowe zawsze występują parami
- Krzyżowy montuje się zawsze między dwoma schodowymi
- Przycisk wraca samoczynnie do pozycji wyjściowej
- Łącznik przerywa fazę, nigdy przewodu neutralnego

Gniazda i odbiorniki

Punkty odbioru energii

Symbole odbiorników wskazują rodzaj przemiany energii: światło, ciepło albo ruch. Litera wewnątrz symbolu dodatkowo precyzuje typ urządzenia.

			
Gniazdo jednofazowe	Gniazdo z PE bolec ochronny	Gniazdo podwójne dwa punkty odbioru	Gniazdo siłowe trójfazowe, 5-stykowe
			
Oprawa punkt świetlny	Oprawa liniowa świetlówka lub panel LED	Grzejnik odbiornik rezystancyjny	Silnik oznaczenie literą M

CZĘSTE OZNACZENIA DODATKOWE

OZNACZENIE	ZNACZENIE
2	liczba gniazd w zestawie
IP44	stopień ochrony obudowy
3F	gniazdo trójfazowe
M	silnik
kWh	licznik energii

UWAGA

Symbol gniazda bez zaznaczonego bolca ochronnego oznacza gniazdo bez przewodu ochronnego. W nowych instalacjach mieszkaniowych takie rozwiązanie nie jest stosowane.

Wskazówka. Na planach instalacji liczba kresek przy symbolu gniazda często oznacza liczbę punktów w tym samym miejscu.

Aparaty rozdzielnic

Zabezpieczenia i łączniki modułowe

Aparaty modułowe rysuje się w prostokątnych obrysach z symbolem funkcji wewnątrz. Kluczem do odczytu jest liczba torów i obecność układu różnicowego.

Wł. nadprądowy ochrona przewodu	Wł. RCD ochrona przeciwporażeniowa	RCBO różnicowy i nadprądowy	Rozłącznik przerwa izolacyjna
Bezpiecznik wkładka topikowa	Ogranicznik przepięć SPD, odprowadza do ziemi	Stycznik załączanie dużych obciążeń	Przełącznik cewka i styk roboczy

ODCZYT OZNACZEŃ

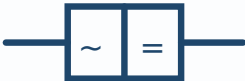
ZAPIS	ZNACZENIE
B16	charakterystyka B, 16 A
C20/3	charakterystyka C, 20 A, trójbiegunowy
30 mA	prąd różnicowy zadziałania
6 kA	zdolność zwarciovą
Typ A	wykrywa prądy pulsujące stałe

TRZY FUNKCJE, KTÓRE MYLI SIĘ NAJCZĘŚCIEJ

- Wł. nadprądowy chroni przewód przed przeciążeniem
- Wł. RCD chroni człowieka przed porażeniem
- Rozłącznik izolacyjny nie chroni przed niczym, tylko odcina zasilanie

Czujniki i pozostałe

Automatyka i urządzenia pomocnicze

 Czujnik ruchu detekcja podczerwieni	 Czujnik zmierzchowy pomiar natężenia światła	 Puszka rozgałęźna	 Transformator separacja i zmiana napięcia
 Zasilacz przetwarza AC na DC	 Dzwonek sygnalizacja akustyczna	 Wentylator odbiornik silnikowy	 Licznik energii pomiar zużycia

SYMBOLE ZŁOŻONE

Wiele urządzeń automatyki rysuje się jako prostokąt z symbolem funkcji w środku i wyprowadzonymi zaciskami. Liczba zacisków wskazuje, czy urządzenie wymaga przewodu neutralnego.

- Dwa zaciski: urządzenie pracuje w torze fazowym
- Trzy zaciski: wymaga przewodu neutralnego
- Cztery zaciski: dodatkowe wejście sterujące

PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Na schemacie czujnika ruchu zwróć uwagę, czy ma osobne wejście sterujące. Jego obecność oznacza możliwość dodania łącznika wymuszającego stałe świecenie.

Wskazówka. Jeśli symbol na schemacie jest Ci nieznany, poszukaj legendy. Każda poprawna dokumentacja projektowa musi ją zawierać.

C Z Ę Ś Ć 0 2

02

Oznaczenia i kolory



Kolory żył, oznaczenia przewodów, stopnie ochrony i informacje z tabliczek znamionowych.

W T E J C Z Ę Ś C I

01	Kolory żył	11
02	Oznaczenia przewodów	12
03	Stopnie ochrony IP	13
04	Tabliczka znamionowa	14
05	Oznaczenia w rozdzielnicy	15



Kolory żył

Funkcja zapisana kolorem izolacji

Kolor izolacji jest informacją o funkcji przewodnika, a nie kwestią estetyki. Dwa kolory mają znaczenie ściśle zastrzeżone i nie wolno używać ich do innych celów.

KOLOR	FUNKCJA	UWAGI
Brązowy	przewód fazowy L	najczęstszy w obwodach jednofazowych
Czarny	przewód fazowy L lub faza sterowana	druga faza w obwodach 3-fazowych
Szary	przewód fazowy L	trzecia faza w obwodach 3-fazowych
Niebieski	przewód neutralny N	zastrzeżony, tylko funkcja neutralna
Żółto-zielony	przewód ochronny PE	zastrzeżony, wyłącznie ochronny
Czerwony	obwody niskiego napięcia	12 V i 24 V za zasilaczem

DWA ZAKAZY BEZWZGLĘDNE

- Żyły żółto-zielonej nie wolno użyć w żadnej innej funkcji
- Żyły niebieskiej nie wolno użyć jako fazy

W STARSZYCH INSTALACJACH

W instalacjach wykonanych przed zmianą oznaczeń można spotkać inne kolory, w tym żółto-zielony użyty jako przewodnik neutralny. Nigdy nie zakładaj funkcji żyły na podstawie samego koloru w starej instalacji, tylko sprawdź pomiarem.

Oznaczenia przewodów

Jak czytać symbol na powłoce

Oznaczenie przewodu zawiera informację o materiale żyły, rodzaju izolacji, budowie i przeznaczeniu. Następujące po nim liczby określają liczbę żył i ich przekrój.

YDYp 3 x 1,5 mm²

Y - izolacja PVC, D - żyła jednodrutowa, Y - powłoka PVC, p - przewód płaski

OZNACZENIE	BUDOWA	TYPOWE ZASTOSOWANIE
YDYp	płaski, żyły jednodrutowe	instalacje podtynkowe w budynkach
YDY	okrągły, żyły jednodrutowe	obwody trójfazowe, większe przekroje
YKY	kabel z powłoką wzmocnioną	układanie bezpośrednio w gruncie
LgY	żyła wielodrutowa, giętka	połączenia w rozdzielnicach
OMY, OWY	przewody oponowe	przyłączanie urządzeń ruchomych

LICZBA I PRZEKRÓJ ŻYŁ

- 3 x 1,5 to trzy żyły po 1,5 mm²
- 5 x 2,5 to pięć żył po 2,5 mm²
- Zapis 3 x 1,5 + 1,5 oznacza żyłę ochronną o innym przekroju

WAŻNE ROZRÓŻNIENIE

Przewód instalacyjny nie zastępuje kabla ziemnego. Układanie przewodu typu YDY bezpośrednio w gruncie prowadzi do zawilgocenia izolacji i awarii w ciągu kilku sezonów.

Stopnie ochrony IP

Dwie cyfry, dwa rodzaje zagrożeń

Oznaczenie IP składa się z dwóch cyfr. Pierwsza opisuje ochronę przed ciałami stałymi i dostępem, druga przed wodą. Wyższa cyfra oznacza wyższy poziom ochrony.

PIERWSZA CYFRA: CIAŁA STAŁE

CYFRA	OCHRONA
0	brak ochrony
2	przedmioty powyżej 12 mm, palec
4	przedmioty powyżej 1 mm, drut
5	ochrona przed pyłem
6	pełna pyłoszczelność

DRUGA CYFRA: WODA

CYFRA	OCHRONA
0	brak ochrony
1	krople padające pionowo
4	bryzgi z każdego kierunku
5	strumień wody
7	krótkotrwałe zanurzenie

OZNACZENIE	GDZIE STOSOWANE
IP20	osprzęt w pomieszczeniach suchych
IP44	łazienki poza strefami, elewacje, garaże
IP54	pomieszczenia zapyłone i wilgotne
IP65	rozdzielnice zewnętrzne, oprawy ogrodowe
IP67	opasania narażone na zalanie

Wskazówka. IP44 chroni przed bryzgami, ale nie przed strumieniem wody. W miejscach mytych pod ciśnieniem potrzebny jest osprzęt IP65 lub wyższy.

Tabliczka znamionowa

Informacje, które decydują o podłączeniu

Tabliczka znamionowa jest źródłem wszystkich danych potrzebnych do prawidłowego podłączenia urządzenia. Zawsze ma pierwszeństwo przed założeniami i przyzwyczajeniami.

PARAMETR	ZAPIS	CO Z NIEGO WYNIKA
Napięcie znamionowe	230 V lub 400 V	sposób podłączenia
Moc znamionowa	P w watach lub kilowatach	prąd roboczy i przekrój
Prąd znamionowy	I w amperach	dobór zabezpieczenia
Częstotliwość	50 Hz	zgodność z siecią
Klasa ochronności	I lub II	konieczność podłączenia PE
Stopień ochrony	IP	dopuszczalne miejsce montażu
Układ połączeń	Y albo D	konfiguracja mostków silnika

KLASA OCHRONNOŚCI

- Klasa I: obudowa metalowa, wymaga podłączenia PE
- Klasa II: podwójna izolacja, oznaczona kwadratem w kwadracie, nie wymaga PE
- Klasa III: zasilanie napięciem bezpiecznym

ZASADA

Jeśli dane na tabliczce różnią się od tego, co wydaje się oczywiste, obowiązuje tabliczka. Dotyczy to zwłaszcza układu mostków silników i płyt indukcyjnych.

Oznaczenia w rozdzielnicach

Jak opisać obwody

Opis obwodów jest najtańszym elementem rozdzielnic i jednocześnie tym, który najbardziej skraca czas każdej przyszłej naprawy.

ELEMENT OPISU	PRZYKŁAD	PO CO
Numer obwodu	O1, O2, G1, G2	jednoznaczna identyfikacja
Przeznaczenie	Światło salon, Gniazda kuchnia	szybkie odnalezienie
Zabezpieczenie	B10, B16	kontrola doboru
Przekrój	1,5 mm ² , 2,5 mm ²	weryfikacja przy zmianach
Przynależność do RCD	RCD1, RCD2	poprawne wpięcie żyły neutralnej

PROSTY SYSTEM OZNACZEŃ

- O jako oświetlenie, G jako gniazda, D jako obwody dedykowane
- Numeracja od lewej do prawej, zgodnie z układem aparatów
- Ten sam numer na aparacie i w schemacie
- Schemat naklejony wewnątrz drzwiczek

SPRAWDZENIE OPISU

Jedyny wiarygodny sposób potwierdzenia opisu to wyłączanie obwodów kolejno i sprawdzanie, co przestaje działać. Opis przepisany od poprzednika bywa nieaktualny po każdym remoncie.

Wskazówka. Zrób zdjęcie opisanej rozdzielnic i wyślij je klientowi. Przy późniejszym zgłoszeniu telefonicznym oszczędza to mnóstwo czasu.

C Z Ę Ś Ć 03

03

Wzory i obliczenia



Podstawowe zależności z przykładami liczbowymi: prawo Ohma, moc, spadek napięcia i koszt energii.

W TEJ CZĘŚCI

01	Prawo Ohma	17
02	Moc i prąd	18
03	Spadek napięcia	19
04	Dobór przekroju	20
05	Energia i koszt	21

Prawo Ohma

Zależność napięcia, prądu i rezystancji

Trzy wielkości opisujące każdy obwód wiąże jedna zależność. Znajomość dwóch z nich zawsze pozwala wyliczyć trzecią.

$$U = I \times R$$

napięcie w woltach, prąd w amperach, rezystancja w omach

PRZEKSZTAŁCENIA

$$I = U / R$$

$$R = U / I$$

PRZYKŁAD

Grzałka o rezystancji 26 omów podłączona do 230 V pobiera prąd równy 230 podzielone przez 26, czyli około 8,8 A.

Ta sama grzałka po uszkodzeniu wykazuje rezystancję bliską zeru, co oznacza zwarcie, albo bardzo dużą, co oznacza przerwę.

ZASTOSOWANIE W DIAGNOSTYCE

POMIAR REZYSTANCJI	WNIOSEK
Wartość zgodna z danymi urządzenia	element sprawny
Wartość bliska zeru	zwarcie w uzwojeniu lub grzałce
Wartość bardzo duża lub brak wskazania	przerwa w obwodzie
Wartość niestabilna	złe połączenie lub uszkodzony przewód

UWAGA

Pomiar rezystancji wykonuje się wyłącznie w obwodzie bez napięcia i odłączonym od zasilania.

Moc i prąd

Najczęściej używane przeliczenie

Większość szybkich oszacowań w pracy elektryka sprowadza się do jednego działania: podzielenia mocy urządzenia przez napięcie zasilania.

$$P = U \times I$$

moc w watach

$$I = P / U$$

prąd w amperach

PRZYKŁADY DLA 230 V

Oprawa LED 10 W	0,04 A
Lodówka 200 W	0,9 A
Pralka 2000 W	8,7 A
Czajnik 2000 W	8,7 A
Piekarnik 3000 W	13 A
Maksimum obwodu B16	3 680 W

OBWODY TRÓJFAZOWE

$$P = 1,73 \times U \times I \times \cos\varphi$$

Dla odbiornika trójfazowego symetrycznego przy napięciu 400 V i współczynniku mocy bliskim jedności prąd wynosi w przybliżeniu moc podzieloną przez 690.

SZYBKIE OSZACOWANIE

Przy 400 V każdy kilowat mocy trójfazowej to około 1,45 A na fazę. Odbiornik 11 kW pobiera więc około 16 A na każdej fazie.

Spadek napięcia

Dlaczego długość trasy ma znaczenie

Na długich trasach o doborze przekroju decyduje nie obciążalność prądowa, lecz spadek napięcia. Zbyt cienki przewód objawia się przygasaniem opraw i niestabilną pracą urządzeń.

$$\Delta U = 2 \times L \times I \times \rho / S$$

L - długość w metrach, I - prąd, ρ - rezystywność miedzi, S - przekrój w mm²

JAK TO CZYTAĆ

- Spadek rośnie wprost proporcjonalnie do długości
- Spadek rośnie wprost proporcjonalnie do prądu
- Spadek maleje wraz ze wzrostem przekroju
- Współczynnik 2 uwzględnia drogę tam i z powrotem

WARTOŚCI DOPUSZCZALNE

Dopuszczalny spadek napięcia określają normy i różni się dla obwodów oświetleniowych i pozostałych. W praktyce projektowej przyjmuje się wartości rzędu kilku procent napięcia znamionowego.

KIEDY TO SPRAWDZAĆ

- Zasilanie garażu lub altany kablem ziemnym
- Oświetlenie ogrodowe na długiej trasie
- Obwody niskiego napięcia 12 V
- Zasilanie warsztatu z maszynami

NAPIĘCIE 12 V

Przy 12 V ta sama moc oznacza około dwudziestokrotnie większy prąd niż przy 230 V. Spadek napięcia staje się wtedy problemem już na kilku metrach trasy.

Dobór przekroju

Trzy kryteria, które muszą być spełnione jednocześnie

Przekrój przewodu dobiera się tak, aby spełnić wszystkie trzy warunki. Spełnienie tylko jednego z nich nie wystarcza.

KRYTERIUM	CO SPRAWDZA	SKUTEK POMINIĘCIA
Obciążalność prądowa	czy przewód wytrzyma prąd roboczy	nagrzewanie izolacji, ryzyko pożaru
Spadek napięcia	czy napięcie na końcu jest wystarczające	słabsze światło, niestabilna praca urządzeń
Samoczynne wyłączenie	czy zabezpieczenie zadziała przy zwarcu	brak ochrony przeciwporażeniowej

CO OBNIŻA OBCIĄŻALNOŚĆ

- Ułożenie w izolacji termicznej
- Wysoka temperatura otoczenia
- Wiązka wielu przewodów prowadzonych razem
- Prowadzenie w rurze bez wentylacji

ZASADA NADRZĘDNA

Zabezpieczenie dobiera się do przekroju przewodu, a nie do mocy odbiornika. Zwiększenie wartości wyłącznika bez wymiany przewodu usuwa objaw i tworzy zagrożenie pożarowe.

Wskazówka. Przy wątpliwościach wybierz przekrój większy. Różnica w cenie materiału jest niewielka, a wymiana przewodu w ścianie kosztuje wielokrotnie więcej.

Energia i koszt

Przeliczanie zużycia na pieniądze

Umiejętność szybkiego przeliczenia zużycia na koszt jest przydatna w rozmowie z klientem, zwłaszcza przy doborze oświetlenia i urządzeń grzewczych.

$$E = P \times t$$

energia w kilowatogodzinach, moc w kilowatach, czas w godzinach

$$\text{Koszt} = E \times \text{cena za kWh}$$

PRZYKŁAD

Grzejnik o mocy 2 kW pracujący 5 godzin dziennie zużywa 10 kWh na dobę. W miesiącu daje to około 300 kWh.

Oprawa LED 10 W świecąca 5 godzin dziennie zużywa 0,05 kWh na dobę, czyli około 1,5 kWh miesięcznie.

PORÓWNANIE ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA

Żarówka tradycyjna	60 W
Halogen	42 W
Świetlówka kompaktowa	12 W
LED	8 W

Powyższe wartości odpowiadają zbliżonemu strumieniowi świetlnemu. Różnica między żarówką tradycyjną a LED to około siedmiokrotne ograniczenie zużycia energii.

Wskazówka. Przy doborze oświetlenia kieruj się strumieniem świetlnym w lumenach, a nie mocą w watach. Moc mówi o zużyciu energii, nie o ilości światła.

C Z Ę Ś Ć 0 4

04

Tabele i przeliczniki



Zestawienia do szybkiego sprawdzenia: przekroje, zabezpieczenia, przeliczniki mocy i parametry oświetlenia.

W T E J C Z Ę Ś C I

01	Przekroje i zabezpieczenia	23
02	Przelicznik mocy na prąd	24
03	Charakterystyki i typy aparatów	25
04	Parametry oświetlenia	26
05	Zestawienie końcowe	27



Przekroje i zabezpieczenia

Tabela podstawowa

Wartości orientacyjne dla typowych warunków ułożenia w instalacjach mieszkaniowych. Każdorazowo wymagają weryfikacji obliczeniami uwzględniającymi rzeczywiste warunki.

PRZEKRÓJ	ORIENTACYJNA OBCIĄŻALNOŚĆ	TYPOWE ZABEZPIECZENIE	ZASTOSOWANIE
1,5 mm ²	około 16 A	B10	obwody oświetleniowe
2,5 mm ²	około 21 A	B16	obwody gniazdowe
4 mm ²	około 27 A	B20 lub B25	obwody o większej mocy
6 mm ²	około 35 A	B25 lub B32	podgrzewacze, wallbox
10 mm ²	około 48 A	B40	wewnętrzne linie zasilające
16 mm ²	około 64 A	B50 lub B63	przyłącza i WLZ

WARUNKI OBNIŻAJĄCE

- Ułożenie w izolacji termicznej
- Kilka obwodów w jednej rurze
- Temperatura otoczenia powyżej 30 stopni
- Długa trasa bez wentylacji

ZASADA KONTROLNA

Jeśli zabezpieczenie ma wartość wyższą niż obciążalność przewodu, obwód jest wykonany nieprawidłowo niezależnie od tego, że dotychczas działał bez awarii.

Przelicznik mocy na prąd

Szybkie sprawdzenie obciążenia

OBWODY JEDNOFAZOWE 230 V

MOC	PRĄD
500 W	2,2 A
1 000 W	4,3 A
1 500 W	6,5 A
2 000 W	8,7 A
2 500 W	10,9 A
3 000 W	13,0 A
3 680 W	16,0 A

OBWODY TRÓJFAZOWE 400 V

MOC	PRĄD NA FAZĘ
3 kW	około 4,3 A
5 kW	około 7,2 A
7,4 kW	około 10,7 A
11 kW	około 16 A
15 kW	około 21,7 A
18 kW	około 26 A
22 kW	około 31,8 A

GRANICE OBWODÓW DOMOWYCH

Obwód B10	do około 2,3 kW
Obwód B16	do około 3,6 kW
Obwód B20	do około 4,6 kW
Gniazdo siłowe 16 A	do około 11 kW

Wskazówka. Wartości dla obwodów trójfazowych podano przy współczynniku mocy bliskim jedności. Przy silnikach rzeczywisty prąd będzie wyższy.

Charakterystyki i typy aparatów

Dobór do rodzaju obciążenia

CHARAKTERYSTYKI WYŁĄCZNIKÓW

TYP	WYZWOLENIE	ZASTOSOWANIE
B	3 do 5 razy I_n	obwody domowe, oświetlenie, gniazda
C	5 do 10 razy I_n	silniki, zasilacze, oprawy LED
D	10 do 20 razy I_n	transformatory, duże rozruchy

TYPY WYŁĄCZNIKÓW RCD

TYP	WYKRYWA
AC	prądy przemienne
A	przemienne i pulsujące stałe
F	dodatkowo prądy o mieszanej częstotliwości
B	także prądy stałe gładkie

KIEDY JAKI TYP RCD

INSTALACJA	ZALECANY TYP
Obwody gniazdowe standardowe	A
Łazienka, obwody zewnętrzne	A
Falowniki, fotowoltaika	B lub według instrukcji
Ładowarki pojazdów	B albo A z detekcją DC

WARTOŚCI PRĄDU RÓŻNICOWEGO

10 mA	obwody szczególnie chronione
30 mA	ochrona przeciwporażeniowa ludzi
100 i 300 mA	ochrona przeciwpożarowa

Parametry oświetlenia

Lumeny, kelwiny i oddawanie barw

Przy źródłach LED moc w watach przestała informować o ilości światła. O jakości oświetlenia decydują trzy inne parametry.

STRUMIEŃ ŚWIETLNY

POMIESZCZENIE	ORIENTACYJNIE
Sypialnia	100 do 150 lm na m2
Salon	150 do 200 lm na m2
Kuchnia, blat	300 do 500 lm na m2
Łazienka, lustro	300 do 500 lm na m2
Warsztat	400 do 600 lm na m2

TEMPERATURA BARWOWA

WARTOŚĆ	CHARAKTER	GDZIE
2700 K	ciepła biała	salon, sypialnia
3000 K	ciepła neutralna	łazienka, jadalnia
4000 K	neutralna biała	kuchnia, biuro
6000 K	zimna biała	warsztat, garaż

WSPÓŁCZYNNIK ODDAWANIA BARW

Oznaczany jako Ra lub CRI, opisuje wierność odwzorowania kolorów. Wartości powyżej 80 są wystarczające w pomieszczeniach mieszkalnych, powyżej 90 zalecane tam, gdzie kolor ma znaczenie.

CZĘSTY BŁĄD

Mieszanie źródeł o różnej temperaturze barwowej w jednym pomieszczeniu. Różnica widać natychmiast i wygląda jak usterka.

Zestawienie końcowe

Wszystko na jednej stronie

WZORY

$$U = I \times R$$

$$P = U \times I$$

$$I = P / U$$

$$P = 1,73 \times U \times I \times \cos\varphi$$

KOLORY ŻYŁ

- Brązowy, czarny, szary: fazy
- Niebieski: przewód neutralny
- Żółto-zielony: przewód ochronny

PRZEKROJE

- 1,5 mm² z zabezpieczeniem B10
- 2,5 mm² z zabezpieczeniem B16
- 5 żył dla obwodów trójfazowych

LICZBY DO ZAPAMIĘTANIA

1 kW przy 230 V	4,3 A
1 kW przy 400 V	1,45 A na fazę
Obwód B10	2,3 kW
Obwód B16	3,6 kW
Ochrona ludzi	RCD 30 mA
Napięcie fazowe	230 V
Napięcie międzyfazowe	400 V

TRZY ZASADY

- Zabezpieczenie chroni przewód, nie urządzenie
- Łącznik przerywa fazę, nigdy neutralny
- Brak napięcia potwierdza wyłącznie pomiar

Jak utrwalić tę wiedzę

Praktyczne wykorzystanie przewodnika

Symbole i wzory zapamiętuje się przez używanie, nie przez czytanie. Kilka prostych ćwiczeń daje efekt szybciej niż wielokrotne przeglądanie tabel.

ĆWICZENIA

1. Narysuj z pamięci schemat ideowy układu schodowego.
2. Policz prąd dla pięciu urządzeń w swoim domu.
3. Sprawdź, czy przekroje w Twojej instalacji odpowiadają zabezpieczeniom.
4. Oszacuj spadek napięcia na najdłuższym obwodzie.
5. Przelicz roczny koszt pracy wybranego odbiornika.

CO WARTO MIEĆ POD RĘKĄ

- Tabelę przekrojów i zabezpieczeń
- Przelicznik mocy na prąd
- Legendę kolorów żył
- Wzór na spadek napięcia

CZTERY LICZBY WARTO ZAPAMIĘTANIA

230 V, 1 kW	około 4,3 A
Obwód B10	do około 2,3 kW
Obwód B16	do około 3,6 kW
Gniazdo siłowe 16 A	około 11 kW

Wskazówka. Większość szybkich oszacowań w pracy sprowadza się do dzielenia mocy przez napięcie. Jeśli zapamiętasz tylko jeden wzór, niech to będzie prąd równy mocy podzielonej przez napięcie.