



MICHAŁ SZREDER

PORADNIK MONTERA ELEKTRYKA



**W ZAKRESIE
PROJEKTOWANIA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH
NISKIEGO NAPIĘCIA(DO1KV)
PRĄDU PRZEMIENNEGO W POMIĘCZENIACH
MIESZKALNYCH I PRZEMYSŁOWYCH.**



GDĄSK 2001

SPIIS TREŚĆI

1. Wymagania ogólne

- 1.1 Instalacje i obwody elektryczne –pojęcia podstawowe
- 1.2 Symbole graficzne niektórych urządzeń i elementów instalacji elektrycznych
- 1.3 Charakterystyczne elementy instalacji elektrycznej w budynku mieszkalnym
- 1.4 Układy zasilania instalacji elektrycznych
- 1.5 Rodzaje pracy urządzeń elektrycznych
- 1.6 Wpływ środowiska na urządzenia elektryczne i sposoby ochrony przed jego szkodliwymi wpływami
 - 1.6.1 Klasyfikacja wpływów środowiska
 - 1.6.2 Sposoby ochrony urządzeń przed szkodliwymi wpływami środowiska
 - 1.6.3 Zasady doboru urządzeń elektrycznych

2. Warunki techniczne , jakim powinny odpowiadać instalacje elektryczne

- 2.1 Dokumentacja techniczna
 - 2.1.1 opis techniczny
 - 2.1.2 Plany instalacji elektrycznej
 - 2.1.3 Schematy instalacji elektrycznej
 - 2.1.4 Pobór mocy przez niektóre odbiorniki elektryczne używane w gospodarstwach domowych
 - 2.1.5 Podział instalacji elektrycznych odbiorczych
 - 2.1.6 Moce obliczeniowe i prądy szczytowe
 - 2.1.7 Złącza i główne rozdzielnice
 - 2.1.8 Wewnętrzne linie zasilające (wlz)
 - 2.1.9 Wymagania dotyczące instalacji elektrycznych

3. Zasady doboru oraz zabezpieczenia przewodów i kabli elektroenergetycznych

- 3.1 Oznaczenia przewodów i kabli elektroenergetycznych do układania na stałe i do odbiorników ruchomych
- 3.2 Zakresy zastosowania niektórych typów przewodów elektroenergetycznych do układania na stałe i przewodów szynowych
- 3.3 Obciążalność prądowa długotrwale przewodów i kabli elektroenergetycznych
- 3.4 Zasady wyznaczania przekroju żył przewodów
- 3.5 Wyznaczanie przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwale i obciążalność zwarciovą
- 3.6 Wyznaczanie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

- 3.7 Wyznaczanie przekroju żył przewodów ochronnych , uziemiających i wyrównawczych
- 3.8 Zabezpieczenia przewodów i kabli przed skutkami przeciążeń
- 3.9 Zabezpieczenia przewodów i kabli przed skutkami zwarć
- 3.10 Dobór zabezpieczeń i przekroju przewodów w obwodach jednofazowych
- 3.11 Dobór aparatów i przewodów w obwodach zasilających silniki indukcyjne

4.Zasady projektowania instalacji elektrycznych

- 4.1 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach mieszkalnych
- 4.2 Schemat układu zasilania budynku mieszkalnego
- 4.3 Układ instalacji mieszkaniowej
- 4.4 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach wyposażonych w wannę lub basen natryskowy
- 4.5 Zaprojektowanie instalacji elektrycznej w mieszkaniu
- 4.6 Schemat zasilania gospodarstwa rolnego
- 4.7 Instalacje elektryczne na placach budowy , przy remontach i rozbiórkach obiektów budowlanych
- 4.8 Instalacje elektryczne na polu campingowym
- 4.9 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach przemysłowych
- 4.10 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach budownictwa ogólnego

1. Wymagania ogólne

1. Wymagania ogólne

- 1.1 Instalacje i obwody elektryczne –pojęcia podstawowe**
- 1.2 Symbole graficzne niektórych urządzeń i elementów instalacji elektrycznych**
- 1.3 Charakterystyczne elementy instalacji elektrycznej w budynku mieszkalnym**
- 1.4 Układy zasilania instalacji elektrycznych**
- 1.5 Rodzaje pracy urządzeń elektrycznych**
- 1.6 Wpływ środowiska na urządzenia elektryczne i sposoby ochrony przed jego szkodliwymi wpływami**
 - 1.6.1 Klasyfikacja wpływów środowiska**
 - 1.6.2 Sposoby ochrony urządzeń przed szkodliwymi wpływami środowiska**
- Zasady doboru urządzeń elektrycznych**

2. Warunki techniczne

2. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać instalacje elektryczne

- 2.1 Dokumentacja techniczna
 - 2.1.1 Opis techniczny
 - 2.1.2 Plany instalacji elektrycznej
 - 2.1.3 Schematy instalacji elektrycznej
 - 2.1.4 Pobór mocy przez niektóre odbiorniki elektryczne używane w gospodarstwach domowych
 - 2.1.5 Podział instalacji elektrycznych odbiorczych
 - 2.1.6 Moce obliczeniowe i prądy szczytowe
 - 2.1.7 Złącza i główne rozdzielnice
 - 2.1.8 Wewnętrzne linie zasilające (wlz)
 - 2.1.9 Wymagania dotyczące instalacji elektrycznych

3. Zasady doboru

3. Zasady doboru oraz zabezpieczenia przewodów i kabli elektroenergetycznych

- 3.1 Oznaczenia przewodów i kabli elektroenergetycznych do układania na stałe i do odbiorników ruchomych
- 3.2 Zakresy zastosowania niektórych typów przewodów elektroenergetycznych do układania na stałe i przewodów szynowych
- 3.3 Obciążalność prądowa długotrwale przewodów i kabli elektroenergetycznych
- 3.4 Zasady wyznaczania przekroju żył przewodów
- 3.5 Wyznaczanie przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą i obciążalność zwarciovą
- 3.6 Wyznaczanie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia
- 3.7 Wyznaczanie przekroju żył przewodów ochronnych, uziemiających i wyrównawczych
- 3.8 Zabezpieczenia przewodów i kabli przed skutkami przeciążeń
- 3.9 Zabezpieczenia przewodów i kabli przed skutkami zwarć
- 3.10 Dobór zabezpieczeń i przekroju przewodów w obwodach jednofazowych
- 3.11 Dobór aparatów i przewodów w obwodach zasilających silniki indukcyjne

4. Zasady projektowania

4. Zasady projektowania instalacji elektrycznych

- 4.1 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach mieszkalnych
- 4.2 Schemat układu zasilania budynku mieszkalnego
- 4.3 Układ instalacji mieszkaniowej
- 4.4 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach wyposażonych w wannę lub basen natryskowy
- 4.5 Zaprojektowanie instalacji elektrycznej w mieszkaniu
- 4.6 Schemat zasilania gospodarstwa rolnego
- 4.7 Instalacje elektryczne na placach budowy, przy remontach i rozbiórkach obiektów budowlanych
- 4.8 Instalacje elektryczne na polu campingowym
- 4.9 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach przemysłowych
- Instalacje elektryczne w pomieszczeniach budownictwa ogólnego

Przepięcie

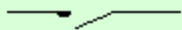
Ochrona przepięciowa

1. **Przepięcie**
2. **Klasy ochrony przepięciowej**
3. **Zalecane układy połączeń**
4. **Dobór przewodu**

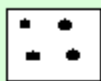
1.2 SYMBOLE GRAFICZNE

1.2 SYMBOLE GRAFICZNE NIEKTÓRYCH URZĄDZEŃ I ELEMENTÓW INSTALACJI ELEKTRYCZNE.

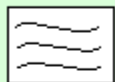
	Przewody linie
	Linia przewód trójżyłowy
	Linia lub przewód wielożyłowy o n żyłach
	Linia odchodząca w górę
	Odgałęzienie przewodów lub linii
	Przewód giętki
	Łącznik jednobiegunowy
	--II-- dwubiegunowy
	Łącznik grupowy(szeregowy)
	Łącznik krzyżowy
	Puszka (symbol ogólny)
	Łącznik krzyżowy
	Przycisk łączeniowy
	Gniazdko wtyczkowe pojedyncze
	Gniazdko wtyczkowe podwójne
	Gniazdko wtyczkowe antenowe
	Złącze wtyk i gniazdo
	Łącznik symbol ogólny
	Wyłącznik
	Łącznik z wyzwalaczem przeciążeniowym termicznym
	Stycznik



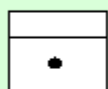
Stycznik



Kuchenska elektryczna



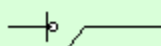
Kuchenska mikrofalowa



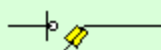
Piec elektryczny



Pralka



Rozłącznik

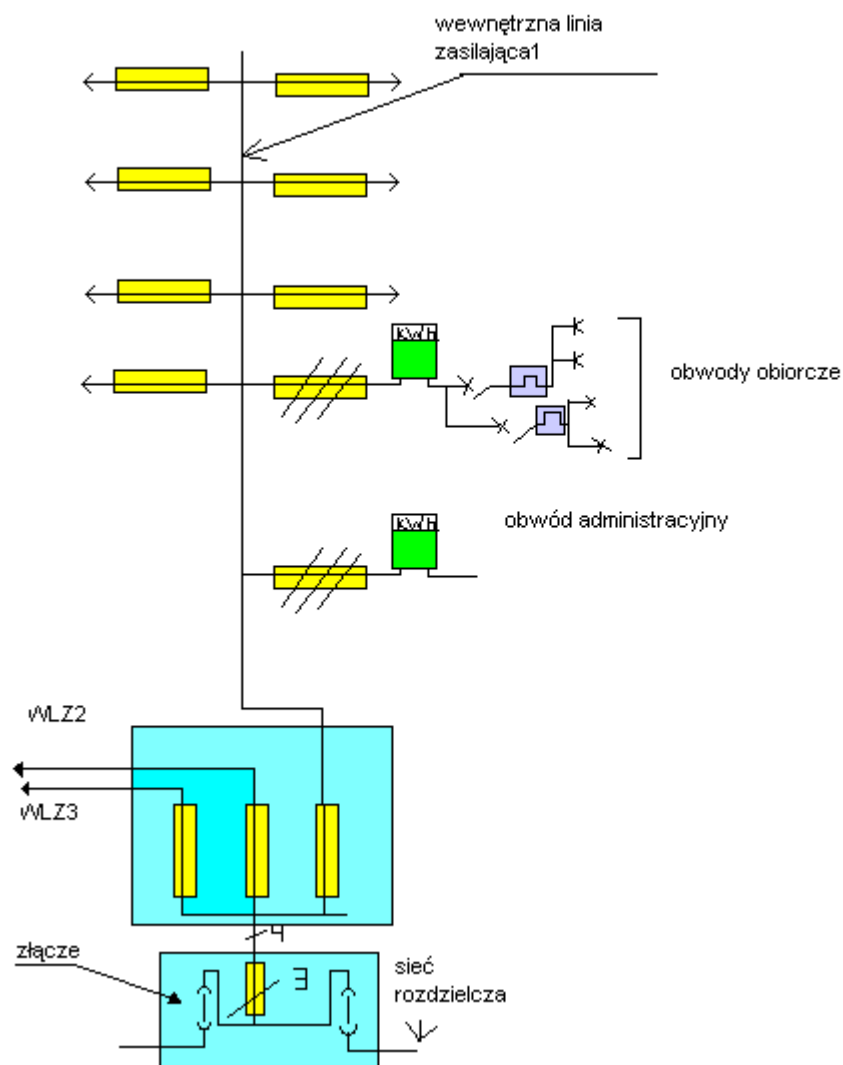


Rozłącznik bezpiecznikowy

1.3 charakterystyczne elementy instalacji elektrycznej

1.3 charakterystyczne elementy instalacji elektrycznej w budynku mieszkalnym

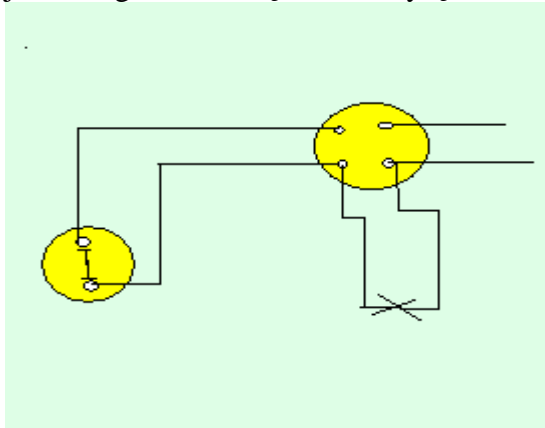
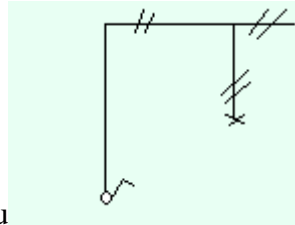
1.3.1 schemat zasilania energią elektryczną budynku mieszkalnego



1.3.2 Schematy łączników instalacyjnych i ich zastosowanie

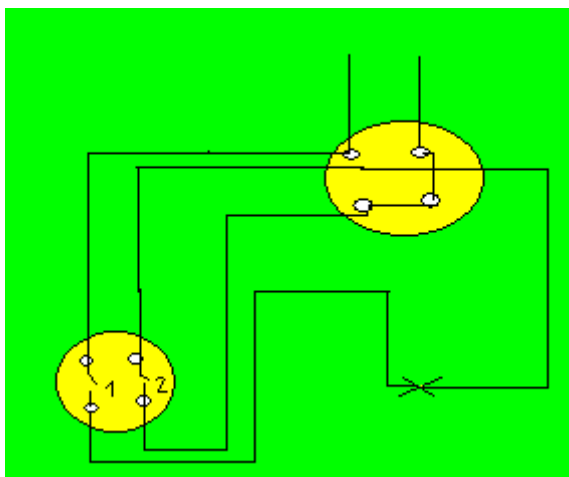
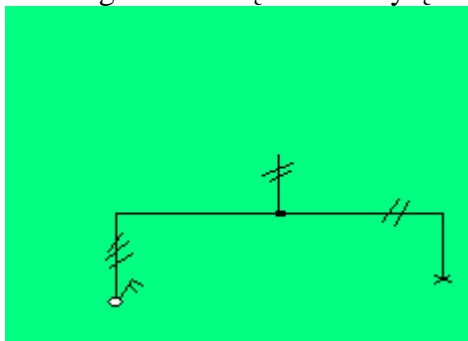
łącznik jednobiegunowy

jednobiegunowe załączanie i wyłączanie obwodu



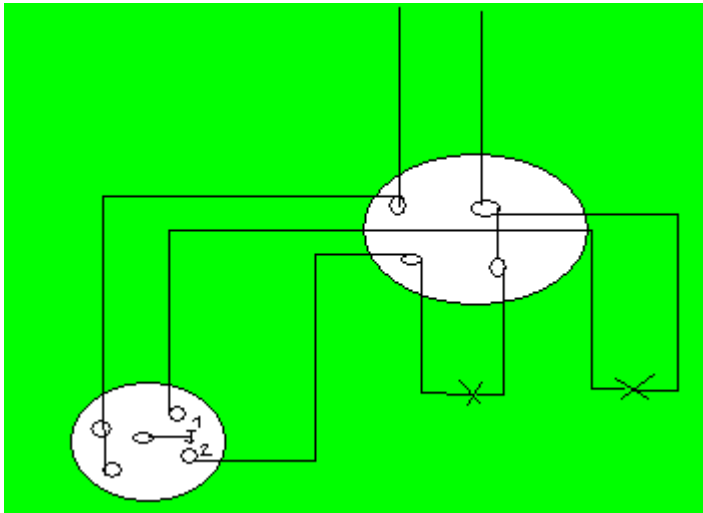
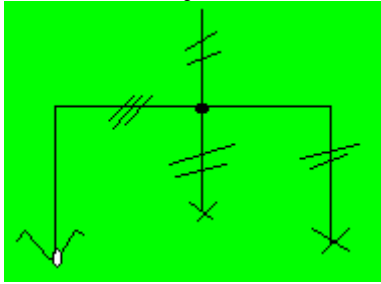
łącznik dwubiegunowy

dwubiegunowe załączanie i wyłączanie obwodu



przełącznik grupowy

załączanie i wyłączanie dwóch obwodów z jednego miejsca jednocześnie załączanie obydwu obwodów nie jest możliwe



1.4 Układ zasilania

1.4 Układy zasilania instalacji elektrycznych

Na wymagania dotyczące źródeł i układów zasilania instalacji elektrycznych mają wpływ:

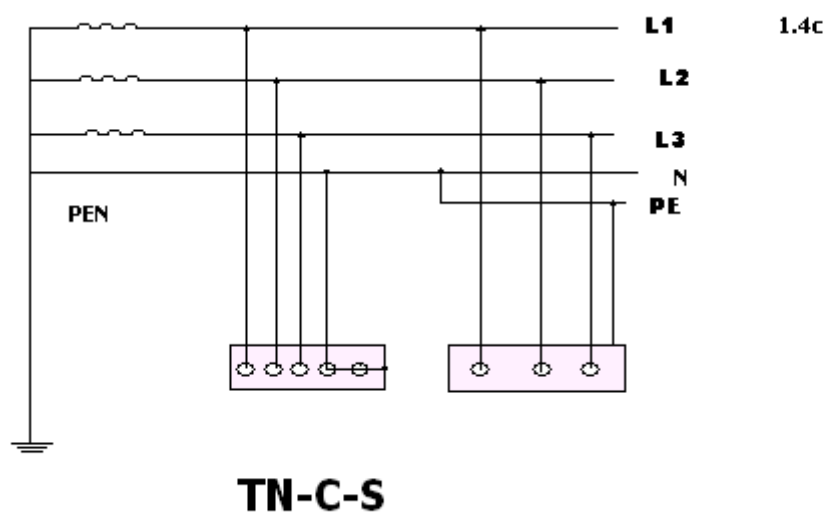
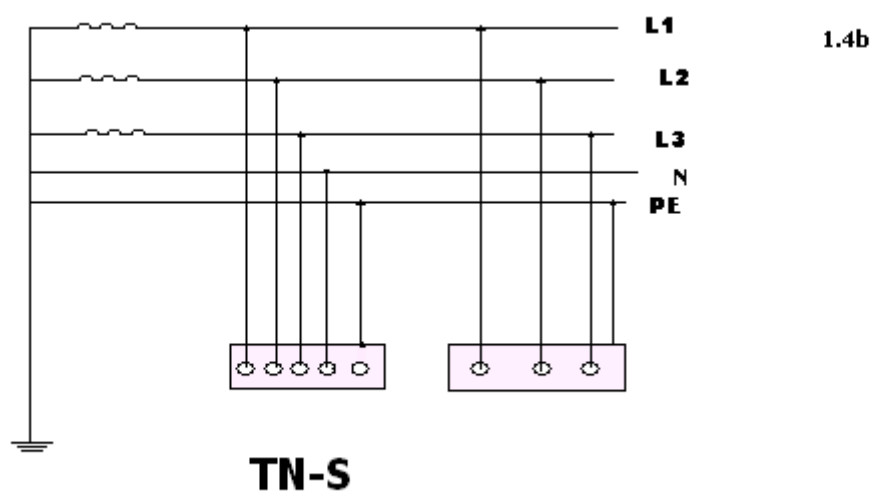
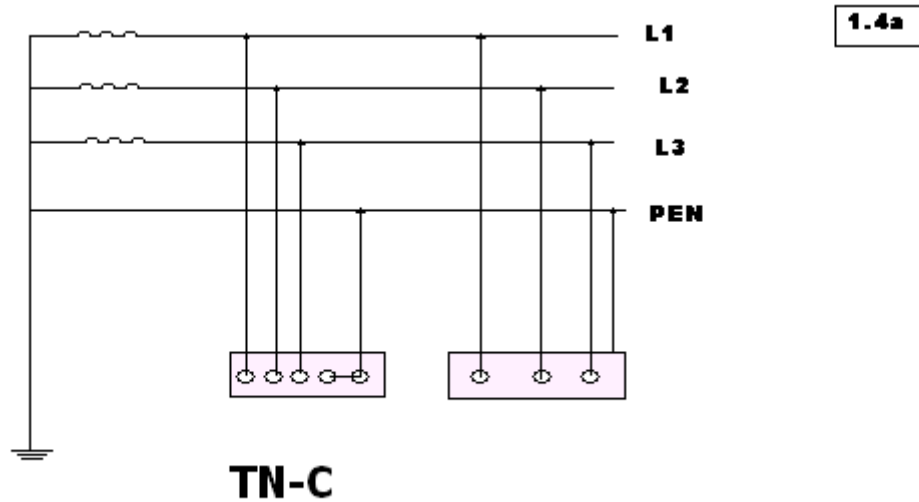
- Przeznaczenie instalacji
- Liczba i rodzaj zainstalowanych odbiorników
- Liczba obwodów
- Moc zapotrzebowania

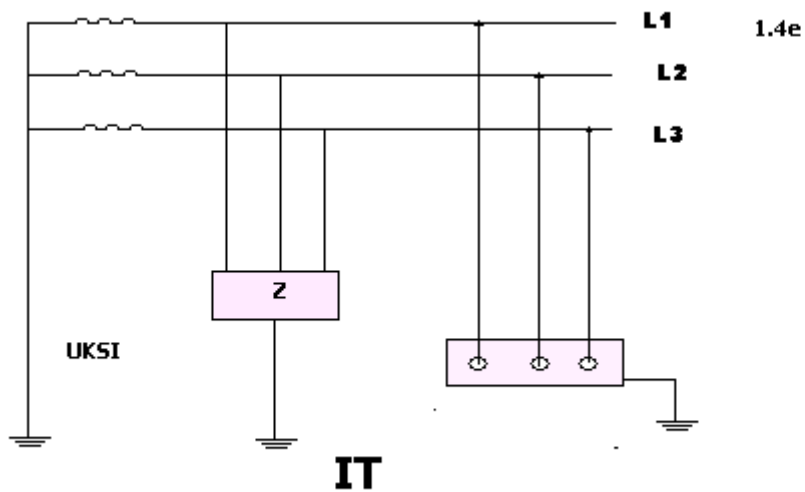
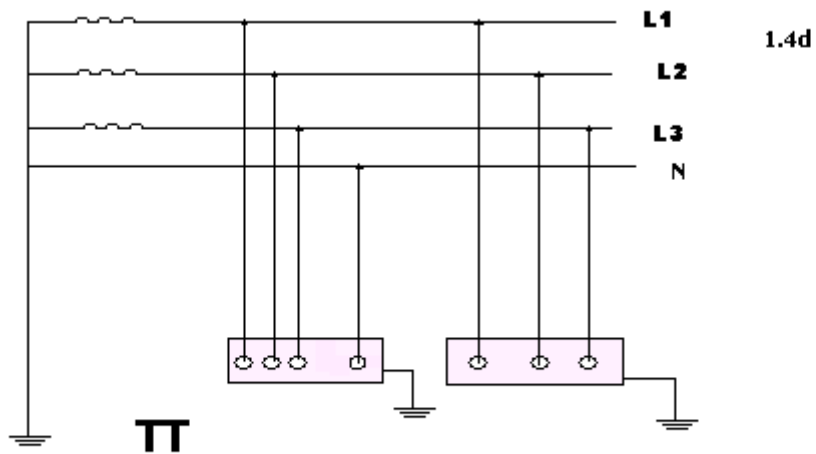
Przy projektowaniu instalacji elektrycznej wybór układu zasilania zależy od:

- Rodzaju prądu (stały przemienny)
- Liczby przewodów i sposobu uziemienia sieci
- Spodziewa się wartości prądów zwarcia na zaciskach przyłączeniowych
- Możliwości i warunków dostawy mocy i energii
- Rodzaju wpływów środowiska
- Przebieg wewnętrznych oraz spadków i wahań napięcia

Sposoby uziemienia sieci elektroenergetycznych niskiego napięcia

Pierwsza litera	Druga litera	Trzecia i czwarta litera	Oznaczenie układu sieci
T Bezpośrednie połączenie jednego punktu (neutralnego) układu sieci z ziemią	N Bezpośrednie połączenie dostępnych części przewodzących z uziemionym punktem neutralnym układu sieci	C Funkcje przewodów neutralnych i ochronnych pełni jeden przewód w całym układzie sieci	TN-C Rys 1.4a
T Bezpośrednie połączenie jednego punktu (neutralnego) układu sieci z ziemią	N Bezpośrednie połączenie dostępnych części przewodzących z uziemionym punktem neutralnym układu sieci	S Funkcje przewodów neutralnych i ochronnych pełnią oddzielnie Przewody w całym układzie sieci	TN-S Rys 1.4b
T Bezpośrednie połączenie jednego punktu (neutralnego) układu sieci z ziemią	N Bezpośrednie połączenie dostępnych części przewodzących z uziemionym punktem neutralnym układu sieci	C-S Funkcje przewodów neutralnych i ochronnych w części układu pełni jeden przewód a w części układu oddzielnie przewody	TN-C-S Rys 1.4c
I Wszystkie części będące pod napięciem są izolowane od ziemi lub punkt neutralny układu sieci jest połączony z ziemią przez impedancję o dużej wartości	T Bezpośrednie połączenie z ziemią podległych ochronie dostępnych części przewodzących niezależnie od uziemienia punktu neutralnego sieci	Nie występują	TT Rys 1.4c
I Wszystkie części będące pod napięciem są izolowane od ziemi lub punkt neutralny układu sieci jest połączony z ziemią przez impedancję o dużej wartości	T Bezpośrednie połączenie z ziemią podległych ochronie dostępnych części przewodzących niezależnie od uziemienia punktu neutralnego sieci	Nie występują	IT Rys 1.4e





Podział sieci ze względu na liczbę przewodów czynnych

Sieci prądu przemiennego –układ jednofazowy	Sieci prądu stałego
2-przewody (L+N) 2-przewody (L+PEN) 3-przewody (L+N+PE)	2-przewody (2xL) 3-przewody(2xL+M) 3-przewody(2xL+PE)
Sieci prądu przemiennego -układ trójfazowy	
2-przewody (3x L) 4-przewody (3x L+N) 4-przewody(3x L+PE) 4-przewody(3x L+PEN) 5-przewody(3x L+N+PE)	

1.5 Rodzaje pracy urządzeń

1.5 RODZAJE PRACY URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH

Przy doborze urządzeń elektrycznych należy zwrócić uwagę na rodzaj ich pracy .
Norma PN-88/E-06701 wyróżnia 8 rodzajów pracy maszyn elektrycznych i odbiorników energii elektrycznej użytkowanych w różnych warunkach technicznych i środowiskowych oznaczonymi symbolami S1-S2

S1- praca ciągła ze stałym obciążeniem , trwającym przez czas dłuższy niż 4T , do osiągnięcia ustalonego przyrostu temperaturowego

S2- praca dorywcza-praca ze stałym obciążeniem , trwającym przez określony czas (10 ,30, do 60 i 90 minut.) po którym następuje przerwa w pracy trwająca tak długo , żeby każda część maszyny osiągnęła temperaturę nie różniącą się od temperatury otoczenia więcej niż 2 stopnie

S3- Praca przerywana – praca okresowa , przy czym każdy okres obejmuje czas pracy maszyny przy obciążeniu o stałej wartości oraz czas przerwy , trwający do osiągnięcia przez maszynę równowagi cieplnej (15 ,25 ,40 ,60%)Czas pracy łącznie z rozruchem i hamowaniem elektrycznym . czas trwania całego okresu –10 minut

S4 –praca przerywana z dużą liczbą łączy i rozruchów – praca okresowa, obejmująca rozruch, pracę przy stałym obciążeniu, hamowanie, mechaniczne oraz postój trwająca do czasu osiągnięcia przez maszynę stanu równowagi cieplnej

S5- praca przerywana z dużą liczbą łączy i hamowaniem elektrycznym –praca okresowa (podobna, jak S4) dla pracy S4 i S5 podaje się względny czas trwania obciążenia, momenty bezwładności silnika I_M i urządzenia obciążającego zredukowanego do wału silnika I_{ext} oraz liczbę łączy na godzinę

S6- praca przerywana z przerwami jałowymi – praca podobna do S3, tym że po czasie pracy maszyny pod obciążeniem nie występuje wyłączenie maszyny, w czasie przerwy pracuje na biegu jałowym

S7- praca długotrwała z dużą liczbą łączy i hamowań elektrycznych – praca podobna do S1 ,z tym że , po cyklu pracy maszyny występuje hamowanie elektryczne a następnie rozruch , co powoduje znaczny przyrost temperatury (wyższy niż w S1) dla pracy S7 podaje się momenty bezwładności I_M i I_{ext} oraz liczbę łączy na godzinę

S8- praca długotrwała z okresowymi zmianami obciążenia i prędkości obrotowej

1.6 Wpływ środowiska

1.6 Wpływ środowiska na urządzenia elektryczne i sposoby ochrony przed jego szkodliwymi wpływami

1.6.1 Klasyfikacja wpływów środowiska

Norma PN-91/E-05009/03 podaje szczegółową kwalifikację wpływów środowiska oraz literowo – cyfrowy kod ich oznaczenia.

Pierwsza, duża litera oznacza ogólną kategorię wpływu środowiska (A), użytkowanie, użytkownik (B), obiekt budowlany (C). Druga, duża litera oznacza rodzaj wpływu zewnętrznego. Cyfry po literach oznaczają intensywność każdego wpływu zewnętrznego.

Skrócony wykaz wpływów zewnętrznych

Kategoria	Rodzaje wpływów zewnętrznych i ich intensywność
A-środowisko	AA OTOCZENIE AA1 -60, +3 AA2 -40, +5 AA3 -25, +5 AA4 -5, +40 AA5 +5, +40 AA6 +5, +60 AA7 -25, +55 AA8 -50, +40 AB WILGOTNOŚĆ AC WYSOKOŚĆ N.P.M(M) AC1 <2000 AC2 >/2000 AD 50, WODA AD1 POMIJAŁNA AD2 KROPLE AD3 ROZPYLONA AD4 BRYZGI AD5 STRUMIEŃ AD6 FALE AD7 ZANURZENIE AD8 ZATOPIENIE AE CIAŁA STAŁA AE1 POMIJAŁNE AE2 MAŁE AE3 BARDZO MAŁE AE4 PYŁ NIEZNACZNY AE5 PYŁ UMIARKOWANY AE6 PYŁ ZNACZNY AF KOROZJA AF1 POMIJAŁNA AF2 ATMOSFERYCZNA AF3 SPORADYCZNA AF4 STAŁA AG UDERZENIA AG1 SŁABE

	AG2 ŚREDNIE AG3 MOCNE AG UDERZENIA AG1 SŁABE AG2 ŚREDNIE AG3 MOCNE AH WIBRACJE AH1 SŁABE AH2 ŚREDNIE AH3 SILNE AJ INNE NAPRĘŻENIA MECHANICZNE AK FLORA AK1 BRAK ZAGROŻENIA AK2 ZAGROŻENIE AM PROMIENIOWANIE AM1 POMIJAŁNE AM2 PRĄDYBŁĄDZĄCE AM3 ELEKTROMAGNETYCZNE AM4 JONIZACYJNE AM5 ELEKTROSTATYCZNE AM6 INDUKCYJNE AN, NASŁONECZNIECIE AN1 SŁABE AN2 ŚREDNIE AN3 SILNE AP WSTRZĄSY SEJSMICZNE AP1 POMIJAŁNE AP2 SŁABE AP3 ŚREDNIE AP4 SILNE AQ WYŁADOWANIA ATMOSFERYCZNE AQ1 POMIJAŁNE AQ2 POŚREDNIE AQ3 BEZPOŚREDNIE AR RUCH POWIETRZA AR1 SŁABY AR2 ŚREDNI AR3 SILNY AS WIATR AS1 SŁABY AS2 ŚREDNI AS3 SILNY
B- użytkowanie	BA ZDOLNOŚĆ OSÓB BA1 PRZECIĘTNA BA2 DZIECI BA3 UPOŚLEDZONA BA4 POINSTRUOWANA BA5 Z KWALIFIKACJAMI BB REZYSTANCJA BC KONTAKT Z ZIEMIĄ BC1 BRAK

	BC2 RZADKI BC3 CZĘSTY BC4 CIĄGŁY BD EWAKUACJA BD1 MAŁE ZAGESZCZENIE –ŁATWE WYJŚCIE BD2 MAŁE ZAGESZCZENIE-TRUDNE WYJŚCIE BD3 DUŻE ZAGESZCZENIE-ŁATWE WYJŚCIE BD4 DUŻE ZAGESZCZENIE – TRUDNE WYJŚCIE BE MATERIAŁY BE1 BRAK ZAGROŻENIA BE2 ZAGROŻENIE POŻAROWE BE3 ZAGROŻENIE SKAŻENIEM
C – obiekty budowlane	CA MATERIAŁY CA1 NIEPALNE CA2 PALNE CB KONSTUKCJA CB1 ZAGROŻENIE POMIJAŁNE CB2 ROZPRZESTRZENIANIE POŻARU CB3 PRZEMIESZCZALNA CB4 ELASTYCZNA

1.6.2 sposoby ochrony urządzeń

1.6.2 Sposoby ochrony urządzeń przed szkodliwymi wpływami środowiska

Urządzenia są budowane z przeznaczeniem do pracy na zewnątrz pomieszczeń (wykonanie napowietrzne) lub w budynkach (wykonanie wewnętrzne). Wyposaża się je w osłony zapewniające wymagane bezpieczeństwo ludzi oraz ochronę przed zniszczeniem i niepoprawnym działaniem wskutek przedostania się do ich wnętrza ciał stałych, pyłu wody oraz przed uszkodzeniem mechanicznym.

Oznaczenia stopnia ochrony osłon składają się z liter IP i dwóch cyfr określających cechy osłon a także z liter IPXX i następujących po nich dużych liter (A,B,C,D,H,M,S,W) określających zakres ochrony przed dostępem do części niebezpiecznych oraz informacją rodzaju aparatu, odporności na różne warunki pogodowe itp.

Klasyfikacje osłon ze względu na ochronę przed dotknięciem i przed dostaniem się ciał stałych oraz przed dostępem wody PN-92/E-08106

Oznaczenie cechy IP	Pierwsza cyfra		druga cyfra
	Ochrona ludzi przed dotknięciem części pod napięciem i ruchomych	Ochrona urządzeń przed przedostaniem się ciał stałych	Ochrona przed działaniem wody
0	Brak	Brak	Brak
1	Ochrona przed przypadkowym dotknięciem wierzchem dłoni	Ochrona przed dostaniem się ciał stałych o średnicy 50 mm i większych	Pionowo padające krople
2	Ochrona.2 0Przed dotknięciem palcem	Jw. Lecz o średnicy 12 mm i większej	Pionowo padające krople na urządzenia odchylone o 15 stopni od położenia normalnego
3	Ochrona przed dotknięciem za pośrednictwem narzędzi i drutów o średnicy 2.5mm	Jw. Lecz o średnicy 2,5 i większej	Natrysk wody pod kątem do 60 stopni z każdej strony
4	Jw. lecz o średnicy 1mm i większej	Jw. Lecz o średnicy 1mm i większej	Rozbryzgiwana na obudowę z dowolnego kierunku
5	Jw.	Ochrona przedostaniem się pyłu w ilości utrudniającej działanie aparatu lub zmniejszającej bezpieczeństwo	Lana struga na obudowę z dowolnej strony
6	Jw.	Całkowita ochrona przed przedostaniem się pyłu	Lana silną strugą na obudowę z dowolnej strony
7	-	--	Obudowa zanurzona krótkotrwale w znormalizowanych warunkach brak wnikania wody w ilości wywołujące szkodliwe skutki
8	-	--	Obudowa ciągle zanurzona w wodzie w uzgodnionych warunkach, lecz bardziej surowych niż wg cyfry 7

Stopnie ochrony oslon oznaczone symbolami literowymi PN-92/e-08106

Litery	Zakres ochrony przed dostępem do części niebezpiecznych	Wymagania ochrony lub zakres zastosowania
A	Ochrona przed dostępem wierzchem dłoni	Mają być zachowane odpowiednie do części niebezpiecznych przy wciśnięciu próbника dostępu o średnicy 50mm w każdy otwór osłony
B	Ochrona przed dostępem ochrona przed dostępem palcem	Jw. Lecz przy zastosowaniu próbника w postaci palca probierczego o średnicy 12mm i długości 80 mm
C	Ochrona przed dostępem narzędziem	Jw. Lecz przy zastosowaniu próbnika w postaci pręta o średnicy 2.5mm i długości 100mm
D	Ochrona przed dostępem drutem	Jw. Lecz przy zastosowaniu próbnika w postaci pręta o średnicy 1mm i długości 100mm
H	-	Aparat wysokiego napięcia
M	-	Ochrona przed wnikaniem wody gdy części ruchome urządzenia np.: wirnik maszyny są w ruchu
S	-	Ochrona przed wnikaniem wody gdy części ruchome urządzenia są nieruchome
W	-	Urządzenie nadaje się do stosowania w określonych warunkach pogodowych przy zapewnieniu dodatkowych środków ochrony lub zabiegów

Podane w tablicy litery mogą być stosowane po symbolach IPXX i zawierają informacje dodatkowe o właściwościach osłon

1.6.3 Zasady doboru urządzeń elektrycznych

1.6.3 Zasady doboru urządzeń elektrycznych

Dobór urządzeń polega na wyznaczeniu parametrów znamionowych i cech charakterystycznych urządzeń takich jak:

- a) Napięcie znamionowe
- b) Prądy znamionowe
- c) Moce znamionowe
- d) Odporność na wpływy środowiskowe
- e) Brak szkodliwego wpływu na prace innych urządzeń
- f) Dostępność
- g) Identyfikacja

Urządzenia elektryczne mogą być użytkowane w różnych warunkach technicznych i środowiskowych, określonych przez

- a) Układ sieci zasilającej np. TN-S, TT, IT
- b) Napięcie sieci zasilającej
- c) Rodzaj i charakterystyka pomieszczeń np. Podłogi, ściany przewodzące, obecność konstrukcji metalowych itp.
- d) Rodzaj urządzeń stałe przenośne, ręczne

Żeby zmniejszyć zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym, na co mają wpływ wymienione wyżej czynniki, urządzenia wykonuje się w odpowiednich klasach ochronności (0, I, II, III): dotyczy to urządzeń prądu przemiennego o napięciu znamionowym nie wyższym niż 440V i napięciu względem ziemi nie wyższym niż 250 V.

2. Warunki techniczne

2. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać instalacje elektryczne

2.1 Dokumentacja techniczna

2.1.1 Opis techniczny

Dokumentacja techniczna zwana inaczej, zwana projektem stanowi podstawowy dokument, dzięki któremu wykonawca może wykonać instalację elektryczną inne rodzaje instalacji i urządzeń stosowanych w budownictwie.

Podstawa wykonania projektu instalacji elektrycznej stanowi projekt ogólnobudowlany, założenia techniczno-ekonomiczne (ZTE) oraz różnego rodzaju uzgodnienia, przepisy prawne, dokumenty z tym związane między inwestorem a przyszłym właścicielem bądź użytkownikiem danego obiektu budowlanego.

Między innymi przy projektowaniu zasilania energią elektryczną potrzebne są uzgodnienia i zatwierdzenia przez Zakład Energetyczny danego rejonu.

Na każdą dokumentację techniczną instalacji elektrycznej składają się 3 zasadnicze części:

1. Opis techniczny.
2. Plany instalacji elektrycznej.
3. Schematy instalacji elektrycznej.

Opis techniczny zawiera przede wszystkim takie elementy jak:

1. Przeznaczenie i miejsce (nazwa obiektu, dokładny adres) wykonania instalacji elektrycznej. Ujęte to też jest w harmonogramie pracy w projekcie ogólnobudowlanym i w ZTE.
2. Zakres wykonania instalacji elektrycznej (np. instalacja oświetleniowa, siłowa, odgromowa sygnalizacyjna itp.)
3. Obliczenia potrzebne do doboru przewodów i kabli oraz zabezpieczeń przeciwzwarciovych
4. Sposób wykonania instalacji elektrycznej, co ma związek z przeznaczeniem projektowanego obiektu
5. Podział instalacji na obwody z podaniem przekroju i rodzaju zastosowanych przewodów bądź kabli
6. Dla każdego obwodu podane właściwego zabezpieczenia
7. Różnego rodzaju uzgodnienia, zatwierdzenia, podpisy
8. Spis norm przepisów technicznych a, także powoływanie się na inne projekty techniczne (w tym projekt ogólnobudowlany)
9. Zestawienie materiałów i urządzeń.

2.1.2 Plany instalacji elektrycznej

plany instalacji elektrycznej rysuje się metodą topograficzną, tj. na uproszczonym planie, szkicu poszczególnych kondygnacji budynku, najczęściej w skali 1:1000 nanosi się trasy przewodów, zaznaczając typ i przekrój przewodu a także rozmieszczenie tablic rozdzielczych gniazd wtyczkowych łączników instalacyjnych wypustów oświetleniowych, miejsce doprowadzenia pionu. Plan może zawierać informacje na temat sposobu ułożenia przewodów i inne rozwiązania konstrukcyjne.

2.1.2 Schematy instalacji elektrycznej

Schemat instalacji elektrycznej rysowany najczęściej jednoliniowo(rzadziej wieloliniowo) ma pokazać układ funkcjonalny instalacji elektrycznej. W oparciu o symbole graficzne schemat przedstawia połączenia różnych urządzeń i elementów instalacji elektrycznej w sposób przejrzysty i prosty.

Szczegóły wykonawcze,np.: dotyczące połączeń w puszkach rozgałęźnych czy w listwach zaciskowych pokazująca też w sposób graficzny schematy wieloliniowo.

2.1.4 Pobór mocy

2.1.4 Pobór mocy przez niektóre odbiorniki elektryczne używane w gospodarstwach domowych.

Nazwa odbiornika	Moc znamionowa W	Moc pobierana Czynna w	Moc pobierana Pozorna VA	Uwagi
Lampa z 1 żarówką	40-150	40-150		8-15 W na każdy metr kwadratowy
Żyrandol z kilkoma żarówkami	120-400	120-400		Jw.
Lampa z 1 świetlówką	25-40	25-40		Jw.
Kuchnia 4-płytowa z piekarnikiem	5500-7000	4500-6700		
Kuchenka 2płytowa	1600-2400	1600-2400		
Prodiż	500-650	500-650		
Rożen	1300-1800	1300-1800		
Grzałka nurkowa	300-1000	300-1000		
Żelazko	400-100	400-100		
Ogrzewacz akumulacyjny do wody	600-2000	600-2000		10-20 W na 1litr
Młynek mikser, wirówka do soków	70-170		120-250	
Chłodziarka absorpcyjna	75-170	75-170		Pojemność 40-100 litrów
Chłodziarka sprężarkowa	100-160		160-280	Pojemność 85-240 litrów
Pralka bez grzejnika	180-450		300-800	
Pralka z grzałką	2000-3500		2100-3700	
Zmywarka do naczyń	1900-300		2000-3200	
Odkurzacze	160-1000		280-1400	
Wentylator stołowy	10-55		25-130	
Telewizor 19-23 calowy			150-400 Lub cyfrowy 60-150	
Radio odbiornik			40-80	

2.1.5 Podział instalacji

2.1.5 Podział instalacji elektrycznych odbiorczych

W celu zapewnienia niezawodności i bezpieczeństwa pracy odbiorników elektrycznych instalacje elektryczne odbiorcze dzieli się na obwody:

1. Obwód oświetleniowy
2. Obwód gniazd wtyczkowych
3. Obwód siłowy dla odbiorników o mocach rzędu 2kw i większych

W mieszkaniach wymagana liczba obwodów zależy od rodzaju i mocy zainstalowanych odbiorników.

Jeden obwód oświetleniowy powinien zasiląć najwyżej 20 wypustów oświetleniowych z żarówkami lub 30 wypustów ze świetlówkami.

Jeden obwód gniazd wtyczkowych powinien zasiląć nie więcej niż 10 gniazd wtyczkowych (gniazdo podwójne lub potrójne liczy się jako jedno gniazdo).

W mieszkaniach wydzielono obwody dotyczące takich odbiorników, jak:

- kuchnie elektryczne, różna
- pralki, suszarki
- zmywarki do naczyń
- urządzenia grzewcze klimatyzacyjne
- przepływowe i zbiornikowe podgrzewacze wody

W budownictwie mieszkaniowym oddzielnie obwody wykonuje się do zasilania:

- pracowni i warsztatów podręcznych
- oświetlenia garaży
- instalacji dzwonkowych domofonów alarmów
- hydroforów
- wind

W dużych budynkach mieszkalnych i na terenie zakładów przemysłowych tablice rozdzielcze w miejscach zabezpieczeń powinny posiadać tzw. "rezerwę", czyli możliwość podłączenia dodatkowych obwodów odbiorczych.

W budynkach mieszkalnych obwody gniazd wtyczkowych prowadzi się sposobem pierścieniowym natomiast w budownictwie przemysłowym instalacje wykonuje się w sposób pierścieniowych wprowadzie wydłuża długość przewodów, ale zapewnia większą niezawodność zasilania.

Obciążenia obwodów, zwłaszcza w sieciach trójfazowych powinny być równomiernie rozłożone, by nie powodować przegrzewania przewodów i niepotrzebnego zadziałania zabezpieczeń i wyłączenia obwodów instalacji elektrycznej.

2.1.6 Moce obliczeniowe

2.1.6 Moce obliczeniowe i prądy szczytowe

Obliczeniowe moce szczytowe są potrzebne do wyznaczania odpowiednich przekrojów żył przewodów oraz prądów znamionowych zabezpieczeń przetężeniowych wewnętrznych linii zasilających (włz).

Obecnie obowiązują przepisy według ustaleń COBR. Przepisy te podają, że moc zapotrzebowania $P_m = P_1 + MP_2$

Gdzie P_1 - moc odbiornika o największym poborze mocy w mieszkaniu?

P_2 - moc zapotrzebowana przez jedną osobę w mieszkaniu?

M = liczba osób, dla których mieszkanie zostało zaprojektowane

W dużych, wielorodzinnych budynkach mieszkalnych obciążenia szczytowe włz oblicza się jako iloczyn sumy obciążeń obliczeniowych wszystkich mieszkań zasilanych z danej włz i współczynnika jednoczesności k_j o wartości zależnej od liczby mieszkań. Wartości współczynnika k_j podaje poniższa tabela:

Zasilanie jednofazowe	Zasilanie jednofazowe	Zasilanie trójfazowe	Zasilanie trójfazowe
Liczba mieszkań zasilanych z jednej włz lub jednego złącza	Współczynnik jednoczesności k_j	Liczba mieszkań zasilanych z jednej włz lub jednego złącza	Współczynnik jednoczesności k_j
1-3	1	1	1
4-6	0.8	2	0.9
7-9	0.65	3	0.8
10-12	0.50	4	0.7
13-15	0.45	5	0.6
16-18	0.40	6	0.55
19-21	0.38	7-8	0.5
22-24	0.36	9-10	0.45
25-27	0.35	11-12	0.43
28-33	0.34	13-14	0.41
34-48	0.33	15-16	0.4
40-45	0.32	17-18	0.39
46-50	0.31	19-20	0.38
51-60	0.30	21-25	0.36
61-80	0.29	26-30	0.35
81-100	0.28	31-35	0.34
101 i więcej	0.27	36-40	0.33
		41-45	0.32
		46-50	0.31
		51-60	0.3
		61-80	0.29
		81--100	0.28
		101 i więcej	0.27

W zależności od poboru mocy i wielkości mieszkania zasilanie dala mieszkań zgazyfikowanych może być jedno lub trójfazowe, natomiast dla mieszkań niezgazyfikowanych powinno być trójfazowe. Dlatego trzeba przewidywać, jaka będzie potrzebna moc zapotrzebowania na ten okres czasu. Obciążenie złączy w budynkach

mieszkalnych, o dwóch i większej liczbie wlv należy obliczyć jako sumę obciążeń dla odbiorników w pomieszczeniach administracyjnych, handlowych usługowych i innych zasilanych z tego złącza.

Moc obliczeniową P_{Bm} dla kilku (N) charakterystycznych grup odbiorników obliczamy ze wzoru

$$P_{Bm} = k_{ji} * P_{ni}$$

k_{ji} - współczynnik jednoczesności i-tej grupy odbiorników

P_{ni} -moc zainstalowana i-tej grupy odbiorników

	Współczynniki jednoczesności k_{ji}	Współczynniki jednoczesności k_{ji}
Rodzaje odbiorników	Budynki biurowe	Szpitala
Oświetleniowe	0.95	0.7-0.9
Zasilane z gniazd wtyczkowych	0.1	0.1-0.2
Urządzenia ogrzewania i klimatyzacji	1	0.9-1
Kuchnie	0.6-0.85	0.6-0.8
Windy	0.9-1	0.5-1
Inne	0.3	0.6-0.8

Dla obiektów niemieszkalnych obliczeniową moc szczytową można wyznaczyć metodą współczynnika zapotrzebowania, korzystając ze wzoru:

$$P_{Bm} = k_z * P_{ni}$$

k_z -współczynnik zapotrzebowania mocy obiektu (ujęty w poniższej tabeli)

P_{ni} -suma mocy znamionowych wszystkich odbiorników w danej grupie.

Obiekt (pomieszczenie)	Współczynnik k_z	Obiekt (pomieszczenie)	Współczynnik k_z
Szkoły przedszkola	0.6-0.9	Rzeźnie	0.5-0.8
Hotele pensjonaty	0.4-0.7	Piekarnie	0.4-0.8
Lecznice szpitale	0.7-0.8	Pralnie	0.5-0.9
Domy towarowe supermarkety	0.7-0.9	Zakłady metalowe	0.2-0.3
Małe biura	0.5-0.7	Place budowy	0.2-0.4
Duże biura	0.4-0.8	Tunele (oświetlenie)	1.0
Stolarnie	0.2-0.6		

Na wartość współczynnika zapotrzebowania k_z ma wpływ obiektu, a mianowicie dla obiektów dużych współczynnik k_z przyjmuje mniejsze wartości.

Obliczeniowa moc szczytowa jest konieczna dla wyznaczenia obliczeniowego prądu szczytowego I_{Bm} który jest potrzebny do określenia przekroju żył przewodów i doboru określonego zabezpieczenia różnych aparatów i urządzeń. Do tego też jest potrzebna znajomość obliczeniowego szczytowego współczynnika $\cos \phi$, który jest podawany w tablicach razem ze współczynnikiem k_z .

W obiektach nieprzemysłowych, w których przeważają odbiorniki oświetleniowe i urządzenia grzejne oporowe, można przyjąć $\cos \phi_m = 1$

$$I_{Bm} = \frac{P_{Bm}}{U_n \cos \varphi_m}$$

Obwody jednofazowe

$$I_{Bm} = \frac{P_{Bm}}{3 U_n \cos \varphi}$$

Obwody trójfazowe

2.1.7 Złącza

2.1.7 Złącza i główne rozdzielnice.

Złącza umieszczone w skrzynce złączeniowej lub we wnęce służy do połączenia instalacji odbiorczych obiektu z siecią elektroenergetyczną.

Złącze może zasilать jedno wzl lub kilka wzl, to w tym drugim przypadku, za złączem powinna być zainstalowana główna rozdzielnica z zabezpieczeniami poszczególnych linii oraz zabezpieczeniami obwodów administracyjnych. Złącze posiada główne oddzielne złącze za wyjątkiem budynków mieszkalnych bliźniaczych lub szeregowych zasilanych z jednego złącza, umieszczonych na zewnątrz budynków. W budynkach jednorodzinnych skrzynki złączeniowe umieszcza się tylko wewnątrz przy zasilaniu z linii napowietrznej, a na zewnątrz przy zasilaniu z linii kablowych.

Złącza buduje się najczęściej trójfazowe. Jeżeli budynek ma dwie lub trzy klatki schodowe, to w każdej z nich prowadzi się osobno wzl. Przy wielu klatkach schodowych zasilą się budynek wieloma złączami, tak aby na jedno złącze przypadło 3 (wyjątkowo 4 w niższych budynkach) klatek schodowych i wzl.

Bezpośrednio przy głównej tablicy rozdzielczej budynku umieszcza się:

1. Główny odłącznik oświetlenia zwany TOPE
2. Tablice rozdzielczą administracyjną (zasilą obwody: windy, kotłowni, pralni, oświetlenia klatki schodowej, piwnic, strychu, wejścia do budynku, domofonu, itp.)

2.1.8 linie zasilające

2.1.8 Wewnętrzne linie zasilające

Wewnętrzne linie zasilające prowadzi się wewnątrz budynków w rurkach stalowych lub izolacyjnych zewnętrzną osłoną stalową a także w specjalnych kanałach instalacyjnych (budynki wysokie)

Wymagania dotyczące doboru przekroju żył przewodów wlv to:

1. Obciążalność prądowa nie mniejsza niż spodziewane szczytowe obciążenie prądowe.
2. Odpowiednio dobrane zabezpieczenia przetężeniowe.
3. Nieprzekraczanie dopuszczalnych spadków napięcia (tabela).

Dopuszczalne spadki napięcia (%) w instalacjach elektrycznych

	Wewnętrzne linie zasilające	Wewnętrzne linie zasilające	Instalacje odbiorcze	Instalacje odbiorcze	Instalacje odbiorcze
Rozdział instalacji	Zasilane ze wspólnej sieci	Zasilane ze stacji transformatorowych w obiekcie budowlanym	Zasilane z wewnętrznych linii zasilających	Zasilane bezpośrednio z sieci elektroenergetycznej 1kv	Zasilane bezpośrednio z głównych rozdzielnic stacji transformatorowych
Instalacje o $U_n >> 42V$ wspólnie dla odbiorników oświetleniowych i grzejnych	2	3	2	4	7
Instalacje o $U_n >> 42V$ nie zasilające odbiorników oświetleniowych	3	4	3	6	9
Instalacje o $U_n < 42 V$	--	--	--	--	--

Wlv powinny być wykonywane przewodami na napięcie znamionowe, co najmniej 750V o żyłach miedzianych o przekrojach nie mniejszych niż:

-2.5mm² przy zasilaniu trzech i więcej instalacji odbiorczych.

-4mm² przy zasilaniu trzech i więcej instalacji odbiorczych.

Każde odgałęzienie od wlv wykonane przewodami o przekrojach żył miedzianych, co najmniej 2.5mm² i powinno posiadać zabezpieczenie nadprądowe (odpowiednio stopniowane) umieszczone w zamykanych szafkach lub wnękach (rozdzielnice mieszkaniowe).

Obciążenia poszczególnych faz wewnętrznych linii zasilających powinny być zbliżone do siebie, by nie wywoływać niedopuszczalnej asymetrii napięć.

W budynkach wysokich, o dużej liczbie mieszkań lub znacznym poborze mocy stosuje się dwie lub więcej wewnętrznych linii zasilających, by zwiększyć niezawodność zasilania.

2.1.9 Wymagania instalacji

2.1.9 Wymagania dotyczące instalacji elektrycznych

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i budownictwa z dnia 14.12.1994 r.

Zawiera wymagania dotyczące instalacji elektrycznej tak, aby zapewnić:

- Ciągłą dostawę energii elektryczną o parametrach odpowiednich dla potrzeb użytkowników
- Bezpieczeństwo przy użytkowaniu urządzeń elektrycznych, w tym ochrona przed porażeniem elektrycznym, pożarem, wybuchem, przepięciami
- Ochrony ludzi i środowiska przed skażeniami, drganiami, hałasem, polem elektromagnetycznym przekraczającym wartości dopuszczalne
- Dostępność złączy dla dozoru i obsługi oraz ochrona złączy przed uszkodzeniami, wpływami atmosferycznymi, przed dostępem osób nieupoważnionych
- Odpowiednią ochronę przeciwporażeniową przez stosowanie osobnych przewodów neutralnych N i ochronnych PE stosowanie połączeń wyrównawczych głównych i miejscowych stosowanie nadmiarowych wyłączników instalacyjnych i wyłączników różnicowoprądowych
- Łatwość wymiany instalacji poprzez prowadzenie przewodów w rurkach lub korytkach w liniach prostych, równoległe do ścian, bez konieczności niszczenia konstrukcji budynków
- Pomiar użycia poprzez instalowanie liczników w mieszkaniach i w samodzielnych lokalach odpowiednio zabezpieczonych
- Bezpieczeństwo mieszkańców budynków wielorodzinnych przez zastosowanie instalacji domofonowej
- Bezpieczeństwo ludziom i stabilność środowiskowa w budynkach wysokich szpitalach hotelach bankach domach handlowych itp. Poprzez zasilanie z dwóch niezależnych źródeł zasilania z zastosowaniem urządzeń samoczynnego załączenia zasilania awaryjnego (rezerwowego)
- Realizację w dowolnym czasie w budynkach wielorodzinnych i użyteczności publicznej doprowadzenia instalacji i urządzeń telekomunikacyjnych
- bezpieczeństwo ludzi ze względu na charakter pomieszczeń jak i liczbę osób mogących tam znajdować się przez zastosowanie oświetlenia awaryjnego, oświetlenia pieszekodowego i ewakuacyjnego (dotyczy to pomieszczeń produkcyjnych magazynowych garaży sal widowiskowych i sportowych muzeów szpitali banków dworców obiektów handlowych
- Niezawodność zasilania poprzez podział instalacji na oddzielne obwody i stosowanie przewodów o żyłach miedzianych do 10mm²
- Oszczędność zużycia materiałów instalacji poprzez prowadzenie jej najkrótszą drogą

Instalacje elektryczne powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zgodny z wymaganiami norm oraz przepisów z uwzględnieniem wymagań technicznych wynikających z:

- Przeznaczenia obiektu (pomieszczenia: mieszkalne, ogólnego przeznaczenia, warsztatowe przemysłowe lub inne)
- Technologii budowy obiektu oraz rodzaju i właściwości zastosowanych materiałów budowlanych

- Rodzaju i mocy zainstalowanych odbiorników energii
- Warunków środowiska oddziałującym szkodliwie na instalacje oraz urządzenia i nich samych na otoczenie.

Instalacje elektryczne wykonuje się jako przewody izolowane jedno – i wielożyłowe, jako kable elektroenergetyczne bądź jako przewody szynowe

3.3 obciążalność prądowa

3.3.Obciążalność prądowa długotrwała przewodów i kabli elektroenergetycznych.

Obciążalność prądowa długotrwała przewodów I_z określona jest wzorem:

$$I_z = \sqrt{\frac{S \tau_{dd} k_{od} S}{k_d \sigma}}$$

S — przekrój przewodnika

$\tau_{dd} = V_{dd} - V_0$ –przyrost temperatury dopuszczalny długotrwale

k_{od} -współczynnik oddawania ciepła do otoczenia

S - powierzchnia oddawania ciepła do otoczenia

k_d –współczynnik strat dodatkowych wywołanych wpływem zmiennych pól magnetycznych

σ - rezystywność materiału przewodowego

Ze względu na trudności ustalenia dokładnej wartości współczynników k_{od} i k_d prąd ustala się w sposób przybliżony. Między innymi sposób ułożenia przewodu wpływa na intensywność wymiany ciepła z otoczeniem, a tym samym na obciążalność prądową długotrwałą.. W pierwszych warunkach, według dotychczasowych przepisów polskich (przepisy budowy urządzeń elektroenergetycznych wyd..WEMA Warszawa 1980). Aktualnie trwa proces zmian polskich norm i dostosowania ich do standardów zachodnioeuropejskich w oparciu o przygotowaną nową polską normę oznaczoną PN-IEC 364-523 instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Podane wartości prądu I_z zależą od sposobu ułożenia przewodów

Obciążalność prądowa długotrwała Izo izolacji polwinitowej (DY ,LY ,LGg ,Dyd ,Lyd ,LgY ,ADY,ALY itp.) ułożonych w rurkach stalowych albo pod wspólną osłoną w pomieszczeniach o obliczonej temperaturze otoczenia 25 °C

	Przewody o żyłach miedzianych	Przewody o żyłach miedzianych
Przekrój znamionowy mm ²	Liczba przewodów obciążonych prądem	Liczba przewodów obciążonych prądem
1	15	13
1.5	19	17
2.5	27	24
4	33	31
6	46	40
10	62	55
16	84	74

25	110	86
35	136	120
50	170	150
70	209	185
95	253	224
120	289	256
150	335	297
185	382	338
240	448	397
300	515	456
	Przewody o żyłach miedzianych	Przewody o żyłach miedzianych
Przekrój znamionowy $\frac{2}{\text{mm}^2}$	Liczba przewodów obciążonych prądem	Liczba przewodów obciążonych prądem

Obciążalność prądowa długotrwała $I_z(A)$ przewodów jednożyłowych o izolacji gumowej lub polwinitowej (DY, LY, LGg, Dyd, Lyd, LgYd, ADY, ALY, ADYd itp.) ułożonych w rurkach izolacyjnych lub pod wspólną osłoną z materiału izolacyjnego w pomieszczeniach o obliczeniowej temperaturze otoczenia 25 stopni C°

	Przewody o żyłach miedzianych	Przewody o żyłach miedzianych
Przekrój znamionowy mm^2	Liczba przewodów obciążonych prądem 2	Liczba przewodów obciążonych prądem 3
1	13	12
1.5	17	15
2.5	24	21
4	31	28
6	40	36
10	55	49
16	74	66
25	98	87
35	120	107
50	150	134
70	185	165
95	224	199
120	256	228
150	297	265
185	338	302
240	397	354
300	456	407

Obciążalność prądowa długotrwała (A) kabli elektroenergetycznych o izolacji gumowej lub polwinitowej o napięciu 0,6KV ułożonych w ziemi o obliczonej temperaturze otoczenia 25 °C

	Przewody o żyłach miedzianych	Przewody o żyłach miedzianych
Przekrój znamionowy mm ²	Liczba żył obciążonych prądem 2	Liczba żył obciążonych prądem 3-4
1	60	37
1.5	82	50
2.5	100	61
4	135	82
6	175	110
10	225	145
16	278	175
25	340	210
35	415	260
50	485	305
70	560	355
95	640	405
120	720	455
150	840	535
185	920-955	605
240	1040-1130	715
300	1140-1290	--

obciążalność prądowa długotrwała Iz przewodów wielożyłowych o izolacji gumowej lub polwinitowej (YDY , YDYp , YDYt , YDYpp , YADY , YALY , YADYp , YADYpp itp.) ułożonych pojedynczo bezpośrednio w tynku lub na tynku w pomieszczeniach o obliczonej temperaturze otoczenia 25 °C

	Przewody o żyłach miedzianych	Przewody o żyłach miedzianych
Przekrój znamionowy mm ²	Liczba żył obciążonych prądem 2	Liczba żył obciążonych prądem 3
1	19	17
1.5	25	22
2.5	34	30
4	45	40
6	58	51
10	80	70
16	107	95
25	139	123
35	174	154
50	217	192
70	267	236
95	322	285
120	369	327
150	428	379

Sposoby ułożenia przewodów

oznaczenie	Inny sposób ułożenia przewodów lub kabli
A	<ul style="list-style-type: none"> - przewody wielożyłowe ułożone bezpośrednio na ścianie - przewody jednożyłowe w rurkach w zamkniętym kanale kablowym - przewody wielożyłowe w rurkach w ścianie
B	<ul style="list-style-type: none"> - przewody jednożyłowe w korytkach na ścianie - przewody jednożyłowe w rurkach w wentylowanym kanale podłogowym - przewody jedno i wielożyłowe w rurkach lub kanałach instalacyjnych w ścianie murowanej
C	<ul style="list-style-type: none"> - przewody jednożyłowe na ścianie , na podłodze lub na suficie - przewody wielożyłowe bezpośrednio na ścianie murowanej - przewody wielożyłowe na podłodze - przewody jedno i wielożyłowe w otwartym lub wentylowanym kanale kablowym \przewody wielożyłowe w korytkach lub rurkach w powietrzu na ścianie murowanej lecz z mnożni kem 0.8 jeżeli długość rurek lub korytka jako ochrony mechanicznej przekracza 1 m
D	<ul style="list-style-type: none"> - kable jednożyłowe w przepustach w ziemi - kable jedno i wielożyłowe ułożone bezpośrednio w ziemi

Obciążalność prądowa długotrwała (A) przewodów i kabli o izolacji (PVC) i dopuszczalnej temperaturze otoczenia 30 °C w ziemi

Sposób ułożenia	A	A	B	B	C	C	D	D
Przekrój żył mm ²	Liczba żył obciążonych 2	Liczba żył obciążonych 3	Liczba żył obciążonych 2	Liczba żył obciążonych 3	Liczba żył obciążonych 2	Liczba żył obciążonych 3	Liczba żył obciążonych 2	Liczba żył obciążonych 3
1	11	10.5	13.5	12	15	13.5	17.5	14.5
1.5	14.5	13	17.5	15.5	19.5	17.5	22	18
2.5	19.5	18	24	21	26	24	29	24
4	26	24	32	28	35	32	38	31
6	34	31	41	36	46	41	47	39
10	46	42	57	50	63	57	63	52
16	61	56	76	68	85	76	81	67
25	80	73	101	89	112	96	104	86
35	99	89	125	111	138	119	125	103
50	119	108	151	134	168	144	148	122
70	151	136	192	171	213	184	183	151
95	182	164	232	207	258	223	216	179
120	210	188	269	239	299	259	246	203
150	240	216	-	-	344	294	278	230
185	273	248	-	-	392	341	312	257
240	320	286	-	-	461	403	360	297
300	367	328	-	-	530	464	407	336

Charakterystyczne sposoby ułożenia przewodów elektroenergetycznych

Oznaczenie	Wyjaśnienia dodatkowe
A	Przewody ułożone w ścianach wykonanych z materiałów o bardzo dobrej izolacji termicznej <ul style="list-style-type: none"> - przewody jednożyłowe w rurkach lub kanałach izolacyjnych - przewody wielożyłowe ułożone bezpośrednio w ścianach
B1	Przewody jednożyłowe ułożone w rurkach lub kanałach izolacyjnych na ścianie oraz przewody jedno i wielożyłowe ułożone w rurkach w murze
B2	Przewody wielożyłowe w rurkach lub kanałach izolacyjnych na ścianie lub na podłodze
C	Przewody oponowe (w powłoce) ułożone na ścianie lub w ścianie pod tynkiem: <ul style="list-style-type: none"> - przewody jednożyłowe ułożone na ścianie lub na podłodze - przewody wielożyłowe lub wtynkowe pod tynkiem
E	Przewody wielożyłowe oponowe prowadzone (zawieszone) w powietrzu lub w pobliżu ścian, lecz w odległości większej niż 0.3 średnicy przewodu od ściany
F	Przewody jednożyłowe oponowe (w powłoce) prowadzone (zawieszone) w powietrzu lub w pobliżu ścian, lecz odległości większej niż średnica przewodu od ściany











Obciążalność prądowa długotrwała (A) przewodów o żyłach miedzianych, ułożonych w różny sposób w temperaturze otoczenia 30 °C wg DIN 0298

Sposób ułożenia	A	A	B1	B1	B2	B2	C	C	E	F
Przekrój żył przewodów	Liczba żył obciążonych 2	Liczba żył obciążonych 3	Liczba żył obciążonych 3	Liczba żył obciążonych 2	Liczba żył obciążonych 3	Liczba żył obciążonych 2	Liczba żył obciążonych 3	Liczba żył obciążonych 2	Liczba żył obciążonych 3	Liczba żył obciążonych 2
1.5	15.5	13	17.5	15.5	15.5	14	19.5	17.5	18.5	20
2.5	19.5	18	24	21	21	19	26	24	25	27
4	26	24	32	28	28	26	35	32	34	37
6	34	31	41	36	37	33	46	41	43	48
10	46	42	57	50	50	46	63	57	60	66
16	61	56	76	68	68	61	85	76	80	118
25	80	73	101	89	90	77	112	96	101	145
35	99	89	125	111	110	95	138	119	126	-
50	119	108	151	134	-	-	-	-	-	-
70	151	136	192	171	-	-	-	-	-	-
95	182	164	232	207	-	-	-	-	-	-
120	210	188	269	239	-	-	-	-	-	-

Obciążalność prądowa długotrwała (A) kabli elektroenergetycznych 0.6/1kV o żyłach miedzianych ułożonych w różny sposób w ziemi o temperaturze 20°C wg DIN VDE 0298

Przekrój żył mm ²	Izolacja z polwinitu V _{dd} =70°C					Izolacja z polwinitu ciepło odpornego V _{dd} =90°C				
	Powłoka polwinitowa				Powłoka ołowiana	Powłoka polwinitowa				
1.5	40	26	-	-	27	48	30	32	39	
2.5	54	34	-	-	35	63	40	43	51	
4	70	44	-	-	46	82	52	55	66	
6	90	56	-	-	58	103	64	68	82	
10	122	75	-	-	78	137	86	90	109	
16	160	98	107	127	101	177	111	115	139	
25	206	128	137	163	131	229	143	149	179	
35	249	157	165	196	162	275	173	178	213	
50	296	185	196	230	192	327	204	211	251	
70	365	228	239	282	236	402	252	255	307	
95	438	275	287	336	283	482	303	310	366	
120	499	313	326	382	323	550	346	352	416	
150	561	353	366	428	362	618	390	396	465	
185	637	399	414	483	409	701	441	449	526	
240	743	464	481	561	474	819	511	521	610	

Obciążalność prądowa długotrwała (A) kabli elektroenergetycznych 0.6/1kV o żyłach miedzianych ułożonych w różny sposób w powietrzu o temperaturze 30°C wg DIN VDE 0298

Przekrój żył mm ²	Izolacja z polwinitu V _{dd} =70°C					Izolacja z polwinitu ciepło odpornego V _{dd} =90°C				
	Powłoka polwinitowa				Powłoka ołowiana	Powłoka polwinitowa				
										
1.5	26	18.5	20	25	18.5	32	24	25	32	
2.5	35	25	27	34	25	43	32	34	42	
4	46	34	37	45	34	57	42	44	56	
6	58	43	48	57	43	72	53	57	71	
10	79	60	66	78	60	99	73	77	96	
16	105	80	89	103	80	131	96	102	128	
25	140	106	118	137	106	177	130	139	173	
35	174	131	145	169	131	218	160	170	212	
50	212	159	176	206	159	266	195	208	258	
70	269	202	224	261	202	338	247	265	328	
95	331	244	271	321	244	416	305	326	404	
120	386	282	314	374	282	487	355	381	471	
150	442	324	361	428	324	559	407	438	541	
185	511	371	412	494	371	648	469	507	626	
240	612	436	484	590	436	779	551	606	749	

Dla przewodów aluminiowych wystarczy pomnożyć *0.77

3.4 Zasady wyznaczania przekroju

3.4 Zasady wyznaczania przekroju żył przewodów

Przekrój żył przewodów i kabli zasilających dobiera się tak, aby w warunkach pracy normalnej nie następowało nagrzewanie się przewodów ponad temperaturę graniczną dopuszczalnie długotrwałą oraz, żeby odpowiednia była jakość energii elektrycznej dostarczonej odbiorcom, zwłaszcza odpowiedni poziom napięcia, by nie było dużych odchyłeń od napięcia znamionowego.

Wyznaczenie przekroju żył przewodów odbywa się następująco:

1. Wyznacza się przekrój przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą i obciążalność zwarciovą
2. Sprawdza się czy dobrany przekrój przewodów jest wystarczający ze względów mechanicznych
3. Sprawdza się czy nie zostaną przekroczone dopuszczalne spadki napięcia dla przewodów o przekroju większym od ustalonego według warunków podanych wyżej.
4. Sprawdza się skuteczność ochrony przeciwporażeniowej
5. Sprawdza się koszty roczne (dotyczy linii napowietrznych)

Przekrój przewodów S ze względu na obciążalność zwarciovą oblicza się ze wzoru:

$$S = \frac{K_c \cdot I_p \cdot \sqrt{T_z}}{J_{ls}}$$

$$I_p = \frac{S_z}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

I_p -składowa okresowa początkowa prądu zwarciovego

T_z - czas zwarcia

S_z - moc zwarciovą

K_c - współczynnik zmienności prądu zwarciovego (najczęściej =1.05)

J_{ls} -gestość dopuszczalna jednosekundowego prądu zwarciovego

Dobre przekroje przewodów powinny mieć także wartości, aby w przypadku zwarć temperatura żył przewodów nie przekroczyła temperatury granicznej dopuszczalnej krótkotrwale i odpowiadające im wartości obciążalności prądowej długotrwałej były w odpowiednim stosunku do prądów znamionowych bezpieczników, nadmiarowych wyłączników innych zabezpieczeń oraz, aby w przypadku jednofazowych zwarć doziemnych następowało zadziałanie zabezpieczeń nadprądowych w odpowiednio krótkim czasie.

3.5 obciążalność prądowa długotrwała

3.5 Wyznaczanie przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą i obciążalność zwarciovą

Dobór przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą I_z polega na wyznaczeniu z tablic obciążalności przewodów dla określonych typów przewodów warunków ich ułożenia i odpowiednich warunków środowiskowych, przy spełnieniu warunku:

$$I_z \geq I_{Bm}$$

I_{Bm} – obliczeniowy prąd szczytowy.

Dotyczy to przewodów zasilających odbiorniki z obciążeniem o stałej wartości (praca ciągła S1). Przy obciążeniu dorywczym (S2) przewód o obciążalności I_z może być obciążony prądem I_{zd} według wzoru

$$I_{zd} = K_d \cdot I_z$$
$$K_d = \frac{1}{\sqrt{1-x}}$$
$$x = e^{-t_d \cdot T}$$

t_d – czas trwania obciążenia dorywczego

T – cieplna stała czasowa przewodu

Przy obciążeniu przerywanym (S3) przewody mogą być obciążone prądem

$$I_{zp} = k_p \cdot I_z$$

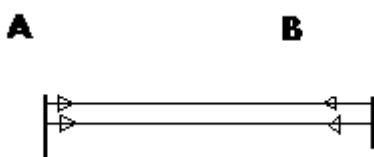
k_p, k_d – współczynniki dla różnych przekrojów przewodów, dla wybranych czasów t_d i t_p (przepisy budowy urządzeń elektroenergetycznych)

Jeżeli przewody są użytkowane trwale w temperaturze otoczenia V_0' innej od obliczeniowej temperatury otoczenia V_0 to ich obciążalność prądowa długotrwałą I_z' może być obliczona według wzoru

$$I_z' = I_z \sqrt{\frac{V_{dd} - V_0'}{V_{dd} - V_0}}$$

Przykład doboru przekroju kabla:

Dwie linie kablami łączącymi dwie rozdzielnice 6kV przesyłana jest moc 4,8 MVA Moc zwarcia na szynach A wynosi 200MVA czas trwania zwarcia 0.5 s współczynnik $k_c = 1.05$ kable aluminiowe rdzeniowe ułożone są w ziemi równolegle obok siebie w odległości 30 cm. Dobrać przekroje kabli



4.8MVA

$S_z=200\text{MVA}$

Rozwiązanie:

1. Prąd płynący w dwóch kablach

$$I_{Bm} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{4.8 \cdot 1000000}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 1000} = 462\text{A}$$

2. Prąd płynący w jednym kablu

$$I_{Bm} = \frac{462}{2} = 231\text{A}$$

3. Z tabeli obciążalności (podane niżej) odczytujemy, że dla kabla AKFtA 3*150mm² prąd $I_z=290\text{A}$

4. Z tabeli współczynników poprawkowych (dla kabli ułożonych równolegle) odczytujemy $k_g=0.9$

5. Obciążalność prądowa długotrwała przy uwzględnieniu współczynnika k_g
 $I_z=290 \cdot 0.9=261\text{A}$

6. Sprawdzamy warunek doboru

$$I_z \geq I_{Bm}$$

$$261\text{A} > 231\text{A}$$

Dobór na obciążalność prądową długotrwałą prawidłowy.

7. Z tabeli temperatury granicznej przewodów i kabli odczytujemy temperaturę na warunki zwarcia.

Dla kabli o izolacji papierowej i napięciu znamionowym do 6kV temperatura graniczna dopuszczalna długotrwale $V_{dd} = 70^\circ\text{C}$ temperatura graniczna dopuszczalna przy zwarcu $V_{dz} = 200^\circ\text{C}$

8. Z tabeli obciążalności zwarcia jednosekundowej odczytujemy gęstość dopuszczalną jednosekundowego prądu zwarcia $J_{1s}=89\text{A/mm}^2$

9. Prąd zwarcia

$$I_p = \frac{200 \cdot 1000000}{\sqrt{3 \cdot 6 \cdot 1000}}$$

8. Przekrój na warunki zwarcia

$$S = \frac{K_c \cdot I_p \cdot \sqrt{T_z}}{J_{1s}} = \frac{1.05 \cdot 19267 \cdot \sqrt{0.5}}{89} = 161\text{mm}^2$$

9. Uwzględniając warunki zwarcia dobieramy kable o przekroju o stopień większym a więc AKFtA 3*185mm²

Obciążalność długotrwała przy prądzie przemiennym kabli elektroenergetycznych trójżyłowych o napięciu znamionowym 6 i 10 kV o izolacji papierowej lub poliwinitowej, ułożonych pojedynczo bezpośrednio w ziemi, o obliczeniowej temperaturze otoczenia +20 °C.

Przekrój znamionowy	Kable o napięciu 6 kV			Kable o napięciu znamionowym 10 kV	
	O izolacji papierowej rdzeniowej, opancerzone lub nie opancerzone i o:		O izolacji i powłoce polwinitowej Z żyłą ochronną lub opancerzone, z osłoną polwinitową	O izolacji papierowej rdzeniowej, o powłoce ołowianej opancerzone lub nie opancerzone z osłoną włóknistą lub polwinitową	
	- powłoce ołowianej osłonie włóknistej lub poliwinitowej - powłoce aluminiowej z osłoną polwinitową				
	Z żyłami miedzianymi	Z żyłami aluminiowymi	Z żyłami aluminiowymi	Z żyłami miedzianymi	Z żyłami aluminiowymi
Mm ²	A	A	A	A	A
10	75	60	56	66	51
16	100	78	68	86	70
25	125	100	88	115	88
35	155	125	105	135	110
50	190	155	135	165	130
70	230	180	160	200	160
95	275	220	190	240	195
120	315	250	225	270	215
150	360	290	260	300	240
185	405	325	310	350	280
240	470	375	355	410	330

Obciążalność długotrwała kabli o powłoce aluminiowej opancerzonych z osłoną polwinitową jest mniejsza o 5% od wartości podanych w tablicy

Współczynniki poprawkowe do tablic obowiązujące przy równoległym ułożeniu bezpośrednio w ziemi do 10 kabli w jednej warstwie i ponad 10 do 20 kabli w dwóch warstwach

Liczba kabli ułożonych równolegle	Odległość między sąsiednimi kablami w świetle w mm			
	100	200	300	400
2	0.86	0.88	0.99	0.91
3	0.78	0.82	0.84	0.86
4	0.73	0.77	0.80	0.83
5	0.69	0.74	0.77	0.80
6	0.67	0.72	0.75	0.78
7 lub 8	0.63	0.69	0.73	0.76
9 lub 10	0.60	0.66	0.70	0.74
11 lub 12	0.52	0.57	0.61	0.64
13 lub 14	0.50	0.54	0.58	0.62
15 lub 16	0.48	0.53	0.57	0.61
17 lub 18	0.47	0.52	0.56	0.60
19 lub 20	0.46	0.51	0.55	0.59

Obciążalność zwarciova jednosekundowa (w A), przeliczona na 1 mm² przekroju przewodu lub żyły kabla.

Temperatura przewodu w chwili wystąpienia zwarcia	Materiał przewodu lub kabla							
	Miedź				Aluminium i staloaluminium			
	Temperatura graniczna dopuszczalna przy zwarcia w °C							
°C	130	150	170	200	130	150	170	200
5	144	153	168	173	96	102	108	114
10	141	150	158	170	94	100	106	113
15	137	146	155	167	91	98	104	111
20	133	143	152	164	89	95	102	109
25	130	140	149	161	87	93	99	107
30	126	136	145	158	84	91	97	105
35	122	135	142	155	82	89	95	103
40	118	129	139	152	80	87	93	102
45	114	125	135	149	77	85	91	100
50	110	122	132	146	75	82	89	97
55	106	118	129	143	72	80	87	95
60	103	115	126	140	69	77	85	93
65	-	111	122	137	67	75	82	91
70	-	108	119	134	64	72	80	89
75	-	104	116	131	61	70	78	87
80	-	100	112	128	58	67	76	85
85	-	96	109	125	55	65	73	83
90	-	92	105	122	51	62	71	81
95	-	88	102	119	48	59	68	79
100	-	84	98	115	44	56	65	75

3.7 Wyznaczanie przekroju żył

3.7 Wyznaczanie przekroju żył przewodów ochronnych uziemiających i wyrównawczych.

Najmniejszy dopuszczalny przekrój żył przewodów ochronnych PE i uziemiających E zależy od materiału i od przekroju żył fazowych przewodu, co ilustruje poniższa tabela:

Najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne przewodów PE i uziemiających E

Przekrój s_L przewodów fazowych instalacji mm^2	Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodów ochronnych i uziemiających mm^2
$s_L \leq 16$ 25;35 $s_L \geq 50$	s_L 16 $0.5 s_L$
Przekroje przewodów są podane przy założeniu, że żyły przewodów ochronnych i uziemiających są wykonane z tego samego materiału co przewody fazowe; w razie użycia innych materiałów przekroje przewodów ochronnych i uziemiających należy tak dobrać, aby uzyskać tę samą konduktancję	

Na przekrój przewodów ochronnych ma wpływ układ sieci zasilającej odbiorniki stałe lub odbiorniki ruchome. Przekrój przewodu ochronnego aluminiowego w instalacjach ułożonych na stałe powinien być równy przekrojowi przewodu zerowego, co pokazuje poniższa tabela a przekrój przewodu ochronnego stalowego powinien być sześciokrotnie większy.

Przekroje przewodu fazowego lub żyły fazowej (Al.) (mm^2)	Przekrój przewodu zerowego lub żyły zerowej (Al.) (mm^2)
1.5	2.5
2.5	2.5
4	4
6	6
10	10
16	10
25	16
35	25
50	25
70	35

Dla odbiorników zainstalowanych na stałe przekrój żył przewodów ochronno-neutralnych PEN miedzianych nie może być mniejszy niż 10mm^2 , a przewodów aluminiowych 16mm^2 . Dla odbiorników zainstalowanych na stałe dla przekroju przewodów poniżej 10mm^2 nie wolno łączyć przewodu ochronnego PE z przewodem zerowym N.

Gdy przewody ochronne PE i uziemiające E nie są jedną z żył przewodu wielożyłowego to w przypadku ich ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi dopuszczalny ich przekrój nie może być mniejszy niż 2.5 mm^2

, a gdy nie ma takiej ochrony – 4 mm^2 .

W przypadku przewodów uziemiających miedzianych i stalowych ułożonych w ziemi przy ochronie przeciwkorozyjnej, przekrój żył powinien być nie mniejszy niż 16 mm^2 , a gdy nie ma takiej ochrony – 25 mm^2 dla przewodów miedzianych i 50 mm^2 dla przewodów stalowych.

Przekrój przewodów wyrównawczych głównych CC powinien być nie mniejszy niż połowa największego przekroju przewodu ochronnego PE w danej instalacji elektrycznej. Dla przewodów wyrównawczych miedzianych, przekrój ich nie powinien być większy niż 25 mm^2 , natomiast dla innych materiałów przewodów, musi dany przekrój zapewnić taką daną obciążalność prądową jak przewód miedziany 25 mm^2 .

Dla przewodów wyrównawczych miejscowych przekrój ich nie powinien być mniejszy od najmniejszego przekroju przewodów ochronnych PE dla połączeń części przewodzących dostępnych oraz połowy przekroju przewodu ochronnego PE dla części przewodzących dostępnych i obcych.

Przebiegi silników o częstych rozruchach, nawrotach). Nie stosujemy zabezpieczeń przeciążeniowych w przypadku, gdy: część obwodu instalacji elektrycznej nie przekracza długości 3m i nie zawiera rozgałęzień ani gniazd wtyczkowych, jest zabezpieczona przed zwarciami i wpływami zewnętrznymi i nie znajduje się поблизу materiałów łatwopalnych.

W przypadku przewodów wyrównawczych nieuziemiających przekrój ich nie powinien być mniejszy od przekroju przewodów fazowych.

3.8 Zabezpieczenia przewodów

3.8 Zabezpieczenia przewodów i kabli przed skutkami przeciążeń.

Przewody i kable oraz różne urządzenia elektroenergetyczne muszą posiadać zabezpieczenia przeciwprzetężeniowe, powodujące samoczynne wyłączanie obwodów spod napięcia w przypadku wystąpienia groźnych przeciążeń i zwarć w instalacji elektrycznej. Zabezpieczenia te, których zestawy obejmuje poniższa tabela, oraz coraz powszechniej stosowane wyłączniki różnicowoprądowe PI, muszą być odpowiednio dobrane tak aby czas ich zadziałania był wystarczająco krótki, by nie została przekroczona temperatura dopuszczalna żył przewodów, kabli i uzwojeń urządzeń elektrycznych.

Urządzenia i zestawy urządzeń zabezpieczających przed skutkami zwarć i przeciążeń przewodów i urządzeń elektroenergetycznych niskiego napięcia

Rodzaj urządzeń zabezpieczających	Rodzaj zabezpieczenia	
	Przeciążeniowe	Zwarciove
<p>Bezpieczniki klasy:</p> <p>g- o pełno zakresowej zdolności wyłączania</p> <p>a- o nie pełno zakresowej zdolności wyłączania</p> <p>Wyłączniki z wyzwalaczami:</p> <ul style="list-style-type: none"> - przeciążeniowymi - zwarciovymi bezzwłocznymi - zwarciovymi o krótkiej zwłoce czasowej <p>Zestaw urządzeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bezpiecznik - stycznik lub sterownik silnikowy z przekaźnikiem przeciążeniowym <p>Zestaw urządzeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bezpiecznik - wyłącznik z wyzwalaczami: przeciążeniowym zwarciovym bezzwłocznym <p>Zestaw urządzeń :</p> <ul style="list-style-type: none"> - wyłącznik z wyzwalaczami : przeciążeniowym zwarciovym - stycznik lub sterownik silnikowy z przekaźnikiem przeciążeniowym 	<p>+</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
Oznaczenie: zabezpieczenie można stosować (+) lub nie (-)		

Z powyższego zestawienia wynika że w przypadku przeciążeń przewodów i urządzeń elektrycznych stosujemy jako zabezpieczenia:

- bezpieczniki klasy g
- wyłączniki z wyzwalaczami przeciążeniowymi
- styczniki lub sterowniki silnikowe z przekaźnikami przeciążeniowymi.

Ostatnio jako zabezpieczenia przed skutkami przeciążeń i zwarć zaczęto stosować przekaźniki elektroniczne.

Dobór zabezpieczeń wynika z odpowiedniej relacji charakterystyk czasowo-prądowych bezpieczników, nadmiarowych wyłączników samoczynnych, wyzwalaczy i przekaźników termicznych w stosunku do charakterystyk czasowo-prądowych chronionych urządzeń elektroenergetycznych przy zapewnieniu znamionowych warunków pracy, na przykład odpowiedniej temperatury otoczenia, określonych warunków chłodzenia. Dobiera się odpowiednią wartość prądu zadziałania zabezpieczenia, większą od długotrwałej obciążalności prądowej przewodów I_z , tak by nie przekroczyć temperatury granicznej przewodów, przy spełnianiu warunków:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

I_n – prąd obliczeniowy odbiornika

I_B – prąd znamionowy lub prąd nastawienia zabezpieczenia

I_2 - prąd zadziałania zabezpieczenia.

Zgodnie z aktualnymi normami, w instalacjach elektrycznych w budynkach mieszkalnych do zabezpieczenia przewodów i kabli przed skutkami przeciążeń stosuje się bezpieczniki topikowe klasy gL (dawniej Bi – Wts) i nadmiarowe wyłączniki instalacyjne. Do zabezpieczeń silników przed skutkami przeciążeń stosujemy bezpieczniki klasy gM (dawniej Bi – Wtz), nadmiarowe wyłączniki instalacyjne, wyłączniki z wyzwalaczami (przekaźnikami) przeciążeniowymi, styczniki lub sterowniki z przekaźnikami przeciążeniowymi.

W przypadku stosowania bezpieczników szybko działających gL zabezpieczające przewody instalacji ułożonych (oznaczonych: A, B1, B2, C, E) dopuszcza się prąd zadziałania bezpieczników $I_2 = 1.45 I_{nb}$, gdy temperatura otoczenia jest niższa od temperatury obliczeniowej przy spełnieniu warunku $I_B \leq I_n \leq I_z$. Wadą stosowania bezpieczników w przypadku występowania długotrwałych prądów przeciążeniowych, jest ich niezadziałanie w odpowiednio krótkim czasie co prowadzi do nadmiernego nagrzania się przewodów do temperatury przekraczającej wartość dopuszczalną (może to spowodować uszkodzenie izolacji przewodów a w konsekwencji doprowadzić do stanu zwarcia). z tego względu, w przypadku takich zagrożeń, dobiera się prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej nieco mniejszy niż to wynika z obliczeń i warunków przeciążeniowych.

Umowny czas prób oraz probiercze dolny I_{nf} i górny I_f wkładek topikowych bezpieczników

Wkładki typu	Zakresy prądu znamionowego wkładek A	Umowny czas prób h	Prąd probierczy (krotność prądu znamionowego)	
			I_{nf}	I_f
gG	4	1	1.5	2.1
	6-16	1	1.5	1.9
	20-63	1	1.25	1.6
	80-160	2	1.25	1.6
	200-400	3	1.25	1.6
	>400	4	1.25	1.6
gL	4	1	1.5	2.1
	6-10	1	1.5	1.9
	16-25	1	1.4	1.75
	32-63	1	1.3	1.6
	80-160	2	1.3	1.6
	200-400	3	1.3	1.6
	400	4	1.3	1.6
aM	Wszystkie wartości prądu	60 s	4.0	6.3
gTr	Wszystkie wartości mocy wszystkie prądy I_m	10	1.3	-
		2	-	1.5
gR	63	11	1.1	1.6
	80-100	2	1.1	1.6
aR	63	1	1.1	-
	80-100	2	1.1	-
	125-250	3	1.1	-
	315-630	4	1.1	-
	100	30s	1.8	2.7
	125-250	30s	2.0	3.0
	315-630	30s	2.2	3.3
$I_m = S_n / \sqrt{3} \cdot U$, przy czym S_n – moc transformatora oznaczona na wkładce.				

Aby takich sytuacji uniknąć i aby pełniej wykorzystać obciążalność przewodów stosuje się coraz częściej samoczynne łączniki z wyzwalaczami (przełącznikami) przeciążeniowymi z nastawialnymi prądami zabezpieczeń. Podobnie jak bezpieczniki, łączniki samoczynne posiadają własne charakterystyki czasowo-prądowe, określające wartość prądu nastawienia wyzwalacza w temperaturze 20-40°C przy przeciążeniu we wszystkich biegunach łącznika. Gdy przeciążenie występuje w jednym lub dwóch biegunach łącznika trójbiegunowego to prądy zadziałania zwiększają się odpowiednio o 20% i 10%. Przy przeciążeniach prądem $I_2 = 1.45 I_n$ czas wyłączenia jest nie dłuższy od czasu umownego 1h lub 2h (zależy od konstrukcji łączników).

Jako zabezpieczenia przeciążeniowe w łącznikach samoczynnych stosuje się wyzwalacze, przełączniki termo bimetalowe (reagują na przepływ nadmiernego prądu w instalacji elektrycznej) oraz pozystorowe czujniki temperaturowe (reagują na nadmierną temperaturę izolacji przewodów, przekraczającą wartość dopuszczalną, jako zabezpieczenie przeciążeniowe silników o częstych rozruchach, nawrotach). Nie stosujemy zabezpieczeń

przebieżeniowych w przypadku gdy: część obwodu instalacji elektrycznej nie przekracza długości 3m i nie zawiera rozgałęzień ani gniazd wtyczkowych , jest zabezpieczona przed zwarciami i wpływami zewnętrznymi i nie znajduje się pobliżu materiałów łatwopalnych.

W przypadku przewodów wyrównawczych nieuziemiionych przekrój ich nie powinien być mniejszy od przekroju przewodów fazowych.

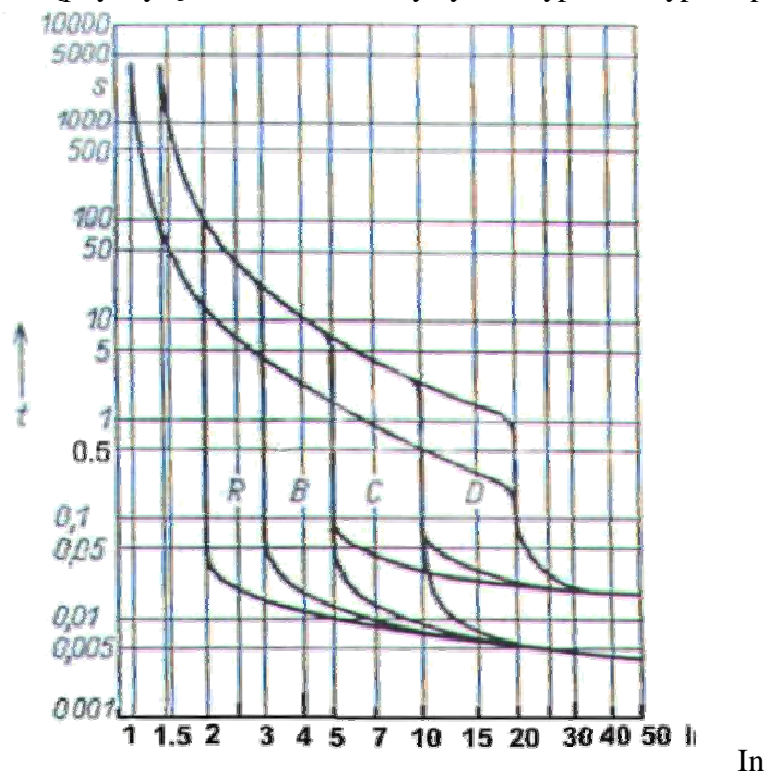
3.9 zabezpieczenia przewodów

3.9 Zabezpieczenia przewodów i kabli przed skutkami zwarć

Zabezpieczenia zwarciovowe stanowią:

- Bezpieczniki klasy gL i klasy aM (do zabezpieczania silników)
- Nadmiarowe wyłączniki instalacyjne jedno -dwu-trój i czterobiegunowe,
- Wyłączniki samoczynne z wyzwaczami zwarciovymi,
- Wyłączniki różnicowoprądowe PI

Dobór zabezpieczeń zwarciovych jest analogiczny do doboru zabezpieczeń przeciążeniowych i opiera się o znajomość odpowiednich charakterystyk czasowo-prądowych. Aktualnie są produkowane wyłączniki z wyzwaczami zwarciovymi o charakterystykach czasowo-prądowych typu B,C,D,K,R (przedstawione niżej). Jeszcze niedawno stosowano wyłączniki o charakterystykach typu H,L,U,G o krotnościach prądu zadziałania (jest to stosunek prądu I_{nz} , który wywołuje zadziałanie wyzwacza zwarciovego do prądu nastawczego I_{np} . Wyzwalacza przeciążeniowego) bezzwłocznego równych odpowiednio 2-3; 3,5-5; 6-9; 7-10. Wyłączniki o charakterystykach typ B zastąpiły wyłączniki o charakterystykach typu L, a typu C pozostałe.



Charakterystyki czasowo-prądowe wyzwaczy nadprądowych wyłączników typu R,B,C,D
 I_n – prąd znamionowy

Wymagania w stosunku do wyłączników samoczynnych i bezpieczników są takie, aby prąd zadziałania wyzwalaczy zwarciovych (dotyczy wyłączników) i prąd probierczy górny (dotyczy bezpieczników) był nie mniejszy od spodziewanych prądów zwarciovych w miejscu ich zainstalowania oraz czas zadziałania zabezpieczeń na tyle krótki, aby temperatura żył przewodów lub kabli nie przekroczyła wartości granicznej dopuszczalnej przy zwarciu dla danego typu przewodów lub kabla. Czas ten mierzony jest w sekundach, obliczamy ze wzoru:

$$t_{km} = \left(k \frac{s}{I} \right)^2$$

Gdzie: s – przekrój przewodu

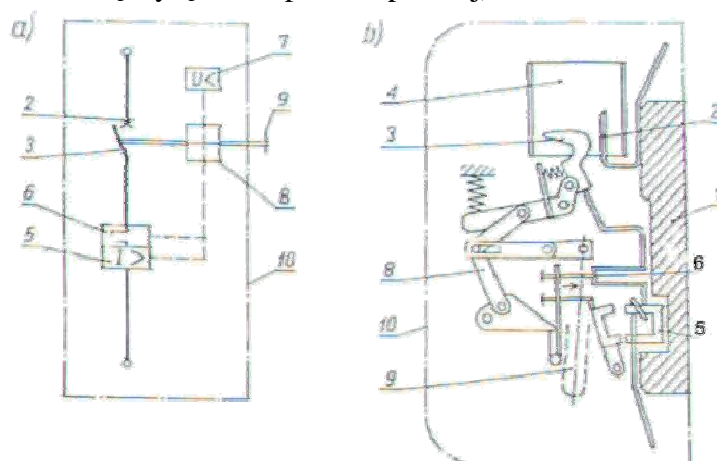
k – współczynnik zależny od rodzaju materiału żył i izolacji przewodu (podany w poniższej tabeli)

I – prąd zwarciovowy.

Wartość współczynnika k różnych rodzajów przewodów

Rodzaj przewodu	Wartość współczynnika $A \cdot s^{1/2} / mm^2$
Przewody o izolacji z gumy powszechnego użytku, z butelenu, z polietylenu usieciowanego lub z gumy etylenowo - propyle nowej:	
- Z żyłami miedzianymi	135
- Z żyłami aluminiowymi	87
Przewody o izolacji z PVC	
- Z żyłami miedzianymi	115
- Z żyłami aluminiowymi	74

Na przykład czas zadziałania wyzwalaczy zwarciovych jednoczłonowych bezzwłocznych w wyłącznikach samoczynnych wynosi 0.02-0.04s. Człony zwłoczne działają po czasie 0.1-0.5s nastawionym w specjalnym mechanizmie zegarowym lub przekaźniku czasowym. Wyłączniki samoczynne wyposażone w wyzwalacze nadprądowe i wyzwalacze cieplne spełniają wymagania, co do selektywności działania zabezpieczeń zwarciovych (schemat i budowę wyłącznika podano poniżej).



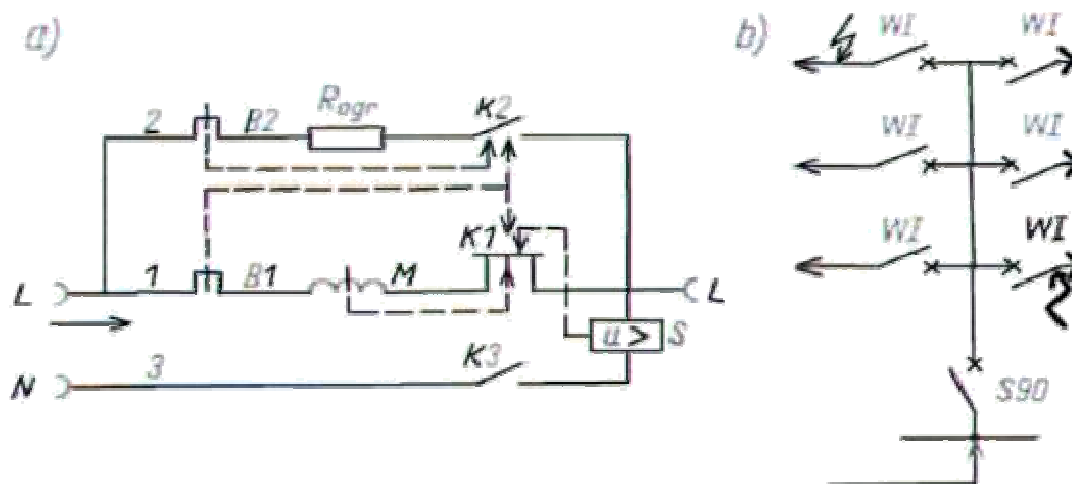
Wyłącznik samoczynny a) układ połączeń przedstawiający podstawowe elementy składowe;

b) szkic budowy

1- podstawa; 2,3 – styki: stały i ruchomy; 4 – komora gaszeniowa; 5 – wyzwalacz nadprądowy elektromagnetyczny; 6- wyzwalacz cieplny; 7 – cewka podnapięciowa; 8 – dźwignia napędu; 10 - obudowa

W domowych instalacjach elektrycznych do zabezpieczeń przed skutkami przeciążeń i zwarcie stosuje się wyłączniki instalacyjne natablicowe. Budowane są one na napięcia 440, prąd znamionowy do 125A, a zwarciova zdolność wyłączania do 25kA. Prąd zadziałania I_t jest równy 1.45-krotnemu prądowi znamionowemu wyzwalacza przeciążeniowego wyłącznika. Stosuje się też wyłączniki instalacyjne wkrętowe o prądzie znamionowym do 25A, do wkręcania w gniazda bezpiecznikowe E27. Od kilku lat produkowane są jednobiegunowe (w obwodach jednofazowych) wyłączniki instalacyjne selektywne typu S90 (schemat podany poniżej), o prądzie znamionowym od 20 do 100A, o charakterystyce czasowo-prądowej typu C. Zestaw trzech wyłączników jednobiegunowych tworzy wyłącznik trójbiegunowy (obwody trójfazowe). Trzech.

Wyłączniki typu S90 mają szereg zalet, między innymi można nimi zastąpić powszechnie stosowane bezpieczniki, przy spełnianiu warunków selektywnego zadziałania połączonych szeregowo zabezpieczeń przetężeniowych zarówno w instalacjach odbiorczych jak i zasilających a także umożliwiających szybkie załączanie obwodów po wyłączeniu zwarcia.



Wyłącznik instalacyjny selektywny typu S90: a)układ połączeń; b) przykładowe miejsce jego zainstalowania w instalacji elektrycznej

1 – gałąź główna, 2 – gałąź ograniczająca, 3 – obwód pomiarowy, R_{ogr} - opornik ograniczający, B – bimetale, M – wyzwalacz nadprądowy elektromagnetyczny , WI – wyłączniki instalacyjne zwykłe (nieselektywne)

Przy przeciążeniu selektywne działanie wyłączników jest spełnione, jeśli stosunek prądów znamionowych wyłączników instalacyjnych wynosi 1:1.6 (Stosunek ten dotyczy też selektywnego działania kolejnych, szeregowo połączonych bezpieczników), a także, gdy jest pewien margines czasowy (powyżej 100ms) między charakterystykami prądowo- czasowymi kolejnych wyłączników).

Ogólnie można powiedzieć, że zabezpieczenia przetężeniowe działają selektywnie, gdy ich pasmowe charakterystyki prądowo-czasowe nie przecinają się ani nie mają wspólnych obszarów działania.

W krajach o przodującej technice powszechnie stosuje się jako zabezpieczenia przeciwzwarciove wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe PI. Działają one na

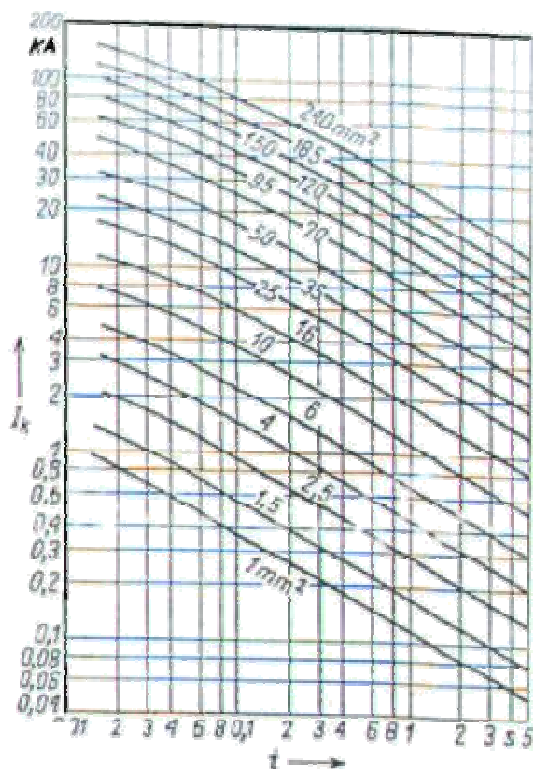
upływ prądu z instalacji (na przykład przy uszkodzeniu izolacji przewodów) do ziemi, dlatego nie wolno uziemiać przewodu neutralnego za wyłącznikiem. Ostatnio w naszym kraju zaczęto produkować wyłączniki różnicowoprądowe dwubiegunowe (jednofazowe) o działaniu pośrednim (zależnym od napięcia zasilającego) typu P190, P191 na prąd znamionowy ciągły 16A, 40A i znamionowy prąd wyzwalający (czułość) 0.01A; 0.03A a także wyłączniki różnicowoprądowe czterobiegunowe (trójfazowe) o działaniu bezpośrednim typu P400 na prąd znamionowy ciągły 25A, 40A, 63A, i na znamionowy prąd wyzwalający 0.03A; 0.3A i 0.5A. Stosuje się też w naszym kraju przekaźniki różnicowoprądowe typu PRP o działaniu pośrednim, do współpracy z wyłącznikami wyposażonymi w, wyzwalacze podnapięciowe i napięciowe wzrostowe lub też ze stycznikami. Zaletą przekaźników PRP i wyłączników różnicowoprądowych o działaniu pośrednim jest możliwość nastawienia czułości i czasów opóźnienia działania w szerokich granicach. I tak np. czułość przekaźników PRP może być nastawiona od 30mA do 2A, a czas opóźnienia działania od 0.04s do 5s. Zasilanie przekaźnika może być jednofazowe (PRP-1R), trójfazowe (PRP-3R), trójfazowe czteroprzewodowe (PRP-4R). Przekaźnik ten zadziała również przy całkowitym zaniku napięcia zasilającego.

Produkowane obecnie wyłączniki różnicowoprądowe są wyposażone w wyzwalacze (przekaźniki) różnicowoprądowe, przeciążeniowe i zwarciove. Wyłączniki te mają znamionową zdolność łączeniową od 1.5kA do 10kA.

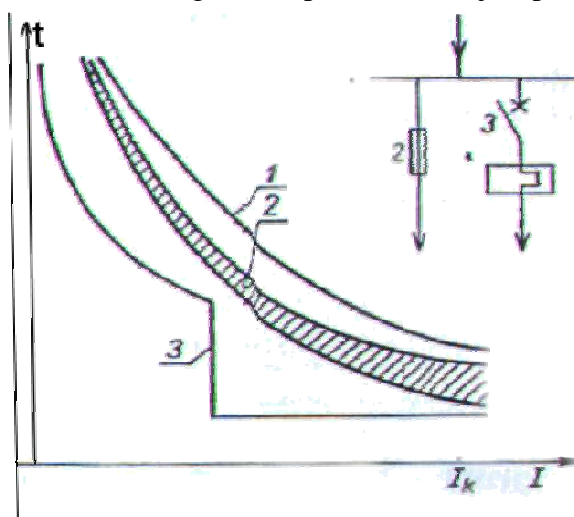
Najczęściej w obwodach zabezpieczonych wyłącznikami różnicowoprądowym nie stosuje się bezpieczników, za wyjątkiem, gdy prądy zwarciove mogą przekroczyć prądy wyłączalne wyłączników, wówczas bezpieczniki trzeba zastosować (wartości prądu znamionowego bezpieczników klasy gL i gG instalowanych z wyłącznikami różnicowoprądowymi firmy Siemens podaje tabela)

Prąd znamionowy wyłączników, A	16	25	40	63	125	160	224
Zdolność wyłączalna wyłączników, kA	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	4.0	4.0
Największy prąd znamionowy bezpieczników, A, do 380V	63	80	80	100	125	160	224
Największy prąd znamionowy bezpieczników, A do 660V	-	-	-	-	125	160	224

Ze względu na wytrzymałość cieplną zwarciową przewodów określa graniczne dopuszczalne prądy zwarciove i czasy trwania zwarcia dla konkretnych wartości przekrojów przewodów, co ilustruje poniższy wykres.

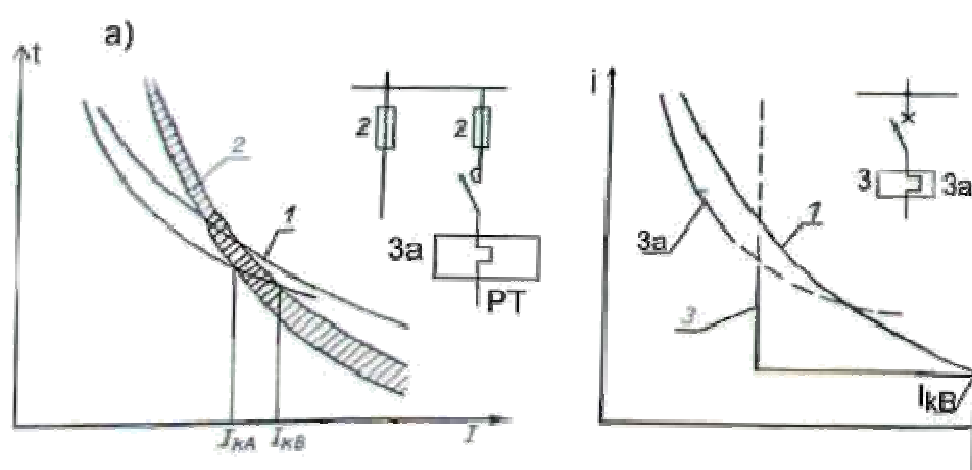


Można mówić o skutecznej ochronie przeciwporażeniowej, jeśli charakterystyka czasowa-prądowa przewodu przebiega powyżej charakterystyki czasowo-prądowej odpowiednio dobranego zabezpieczenia, co jest pokazane na poniższym rysunku:



Charakterystyki czasowo-prądowe: 1-przewodu, 2-bezpieczników, 3-wyłącznika samoczynnego, zabezpieczających skutecznie przewody przed prądami zwarciovymi.

Z analizy charakterystyk czasowo -prądowych przewodów, bezpieczników oraz wyzwalaczy (przełączników) przeciążeniowych i zwarciovych, przedstawionych na poniższych wykresach, wynika, że przewody nie są zabezpieczone przed skutkami zwarcia, jeśli prądy zwarciove są mniejsze od prądu I_{kB} . Żeby zapewnić skuteczne zadziałanie zabezpieczeń, należy obliczyć prądy zwarciove płynące przez dany przewód i porównać z prądami I_{kA} i I_{kB} (dla układu a) musi być $I \geq I_{kA}$; dla układu b) musi być $I > I_{kB}$. Gdy nie jest to spełnione, należy zainstalować odpowiednio dobrane dodatkowe bezpieczniki lub inne wyłączniki.



Charakterystyki czasowo- prądowe przewodów (1) bezpieczników (2) oraz wyzwalaczy (przełączników) przetężeniowych łączników samoczynnych (3), przy których w pewnych zakresach prądów zwarciovych nie są spełnione warunki ochrony w układzie: a) z bezpiecznikami; b) z wyłącznikami.

Przy doborze przewodów na warunki zwarciovie trzeba zwrócić uwagę na ochronę przeciwporażeniową, gdzie wymagania wyłączenia prądów zwarciovych (na przykład w obwodach odbiorczych czas wyłączenia rzędu dziesiątych części sekundy) są większe, niż to wynika z zastosowania zabezpieczeń zwarciovych. Dlatego, czasami dobiera się przewody o większym przekroju, niż to wynika z warunku obciążalności prądowej, czy też stosuje się zabezpieczenia o mniejszym prądzie znamionowym, czy też inne rodzaje zabezpieczeń (na przykład opisane wcześniej wyłączniki różnicowoprądowe spełniają rolę zabezpieczeń zwarciovych jak i stanowią ochronę dodatkową przeciwporażeniową).

3.10 DOBÓR ZABEZPIECZEŃ

3.10 Dobór zabezpieczeń i przekroju przewodów w obwodach jednofazowych.

Dla każdego obwodu jednofazowego, przy doborze zabezpieczeń i przekroju przewodów postępuje się następująco:

1. Obliczamy prąd obciążenia obwodu $I_{obc}(A)$ ze wzoru:

$$I_{obc} = \frac{S}{U}$$

Gdzie: S- moc pobierana z instalacji (VA)

U – napięcie znamionowe instalacji (V).

Przy sumowaniu mocy pobieranej przez odbiorniki, zakłada się jednocześnie ich użytkowanie.

2. Dobieramy zabezpieczenie w postaci na przykład bezpiecznika lub nadmiarowego wyłącznika instalacyjnego o prądzie znamionowym I_{nb} lub I_{nw} najbliższym większym od prądu obciążenia obwodu, przy spełnieniu warunku:

$$I_{nb} \geq I_{obc} \text{ lub } I_{nw} \geq I_{obc}$$

3. Dobieramy przekrój żył przewodów, korzystając z tabeli podanej poniżej. W przypadku gdyby długość obwodu przekraczała 15 m, należy sprawdzić, czy przekrój ten jest wystarczający ze względu na spadek napięcia. Można tutaj skorzystać z uproszczonych wzorów na przekrój $s(mm^2)$ o żyłach aluminiowych ze względu na dopuszczalny spadek napięcia:

$$S \geq \frac{I_{obc} * l}{70} \quad \text{dla obwodów oświetleniowych przy dopuszczalnym spadku napięcia 2\%}$$

$$S \geq \frac{I_{obc} * l}{105} \quad \text{dla obwodów zasilających silniki i urządzenia grzejne, przy dopuszczalnym spadku napięcia 3\%}$$

Przykład:

Dobrać zabezpieczenie w postaci nadmiarowego wyłącznika instalacyjnego i przekrój przewodu o żyłach aluminiowych, przewidziany do ułożenia w rurkach winidurowych dla obwodu gniazd wtyczkowych w kuchni, o długości 10m, zasilających jednocześnie niżej wymienione odbiorniki o mocach:

1. Rożen (1600 VA)
2. Ogrzewacz przepływowy do wody(600 VA)
3. Robot kuchenny(550 VA)
4. Chłodziarka sprężarkowa(240 VA)
5. Wentylator (50 VA)

SUMA mocy odbiorników (3040 VA)

$$I_{obc} = \frac{S}{U} = \frac{3040}{220} = 13.8 \text{ A}$$

Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodów w domowych instalacjach elektrycznych, zależnie od zastosowanego zabezpieczenia nadprądowego

Prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej albo nadmiarowego wyłącznika instalacyjnego A	Wymagana obciążalność długotrwała przewodów, co najmniej A	Wymagany przekrój przewodów (mm ²), co najmniej			
		Przewody miedziane			
		Jednożyłowe w rurkach lub w listwach izolacyjnych albo pod wspólną osłoną z materiału izolacyjnego		Kabelkowe DYp YDY bezpośrednio na tynku lub wtynkowe Dyt	
		Dwa przewody razem prowadzone	Trzy przewody razem prowadzone	Dwużyłowe	Tróżyłowe
6	8	1	1	1	1
10	13	1	1.5	1	1
16	19	2.5	2.5	1	1.5
20	24	2.5	4	1.5	2.5
25	30	4	6	2.5	2.5
32	36	6	6	4	4

Korzystając z podanej tabeli dobieramy nadmiarowy wyłącznik instalacyjny o prądzie znamionowym 16 A (zgodnie z warunkiem $I_{nw} \geq I_{obc}$) oraz przewód ADY300 1*4 mm² przewód jednożyłowy aluminiowy o izolacji poliwinilowej do układania w pomieszczeniach suchych w rurkach pod tynkiem na napięcie znamionowe 300V, o przekroju 4 mm². Dla zapewnienia prawidłowej ochrony przeciwporażeniowej i dla zasilenie gniazd wtyczkowych należy zainstalować 3 przewody razem prowadzone we spójnej rurce, o podanym wyżej przekroju żył.

4. Instalacje elektryczne

4. Zasady projektowania instalacji elektrycznych

4.1 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach mieszkalnych

Według obowiązujących ostatnio w Polsce przepisów moc zainstalowana w przeciętnym mieszkaniu M4 powinna wynosić 6KW. Tymczasem przy użytkowaniu wielu urządzeń elektrycznych, takich jak np. kuchenka elektryczna, kuchenka mikrofalowy, zbiornikowy podgrzewacz wody, elektryczne podłogowe ogrzewanie, maszyna do zmywania naczyń, pralka, lodówka, telewizory, magnetofony dają w sumie moc 40-50 kW (bez elektrycznego ogrzewania moc ta wynosi 15-20kW). W związku, z czym aktualnie istniejąca instalacja elektryczna, czy nowo projektowana instalacja nie nadaje się do takiego obciążenia, gdyż są za małe przekroje przewodów, za małe prądy zabezpieczeń, za małe prądy zabezpieczeń nadprądowych, za małe ilości gniazd wtyczkowych i wypustów oświetleniowych.

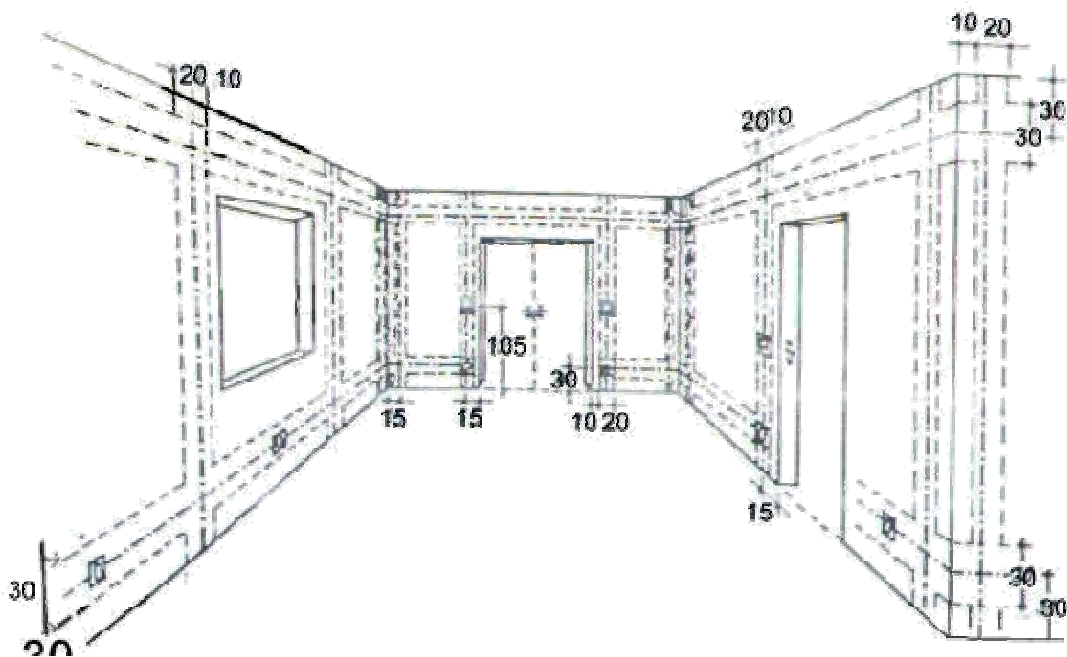
W zaleceniach stawianych przez COBR „Elektromontaż” w pomieszczeniach mieszkalnych należy przestrzegać takich zasad jak:

- W pokojach 1 gniazdo wtyczkowe podwójne na 4-6 m² powierzchni, nie mniej niż 2 gniazda na pokój,
- W kuchni 4-5 gniazd ze stykiem ochronnym, w tym jedno gniazdo 16A
- W przedpokoju, co najmniej 1 gniazdo.
- W łazience 1 lub 2 gniazda ze stykiem ochronnym, w tym jedno 16/a do zasilania pralki.

Dla porównania podano w poniższej tabeli ustalenia norm niemieckich DIN dotyczących liczby gniazd wtyczkowych, wypustów oświetleniowych oraz obwodów do wydzielonych odbiorników.

Minimalne wyposażenie instalacji elektrycznej w pomieszczeniach mieszkalnych

Rodzaj pomieszczenia	Rodzaj odbiorników oraz urządzeń	Wymagana liczba		
		Gniazd wtyczkowych	Wypustów oświetleniowych	Obwodów odbiorników o mocy ≥ 2 kW
Pokoje	Gniazda wtyczkowe, oświetleniowe w pokoju o powierzchni:			
	- do 8 m ²	2	1	-
	- powyżej 12 do 20 m ²	3	1	-
	- powyżej 20 m ²	4	1	-
	- powyżej 20 m ²	5	2	-
Kuchnie	Gniazda wtyczkowe, oświetleniowe:			
	- nisze kuchenne	3	2	-
	- kuchnie	5	2	-
	- kuchnia elektryczna	-	-	1
	- zmywarka do naczyń	-	-	1
	- podgrzewacz wody	-	-	1
	- wentylator, wyciąg oparów	-	1	-
Łazienka	Gniazda wtyczkowe, oświetleniowe	2	2	-
	Wentylator	-	1	-
	Pralka elektryczna	-	-	1
	Piecyk elektryczny	1	-	-
	Podgrzewacz wody	-	-	1
Ubikacja(w.c.)	Gniazda wtyczkowe, oświetlenie	1	1	-
	Wentylator	-	1	-
Pomieszczenie gospodarcze	Gniazda wtyczkowe, oświetlenie	3	1	-
	Pralka	-	-	1
	Suszarka do bielizny	-	-	1
	Prasowniczka	-	-	1
	Wyciąg powietrza	-	1	-
Przedpokój (korytarz)	Gniazda wtyczkowe, oświetlenie	1	1	-
Pomieszczenie do majsterkowania	Gniazda wtyczkowe, oświetlenie	3	1	-
Pomieszczenie wypoczynkowe(loggia, balkon, taras)	Gniazda wtyczkowe, oświetlenie	1	1	-
Piwnica	Gniazda wtyczkowe, oświetlenie	1	1	-
Piwnica korytarz	Oświetlenie	-	1	-



Zalecane strefy układania przewodów i wysokość, na których powinny być zlokalizowane łączniki i gniazda wtyczkowe w pomieszczeniach mieszkalnych, wg DIN18015

Wskazówki doboru średnic wewnętrznych rur elektroinstalacyjnych (z PCV) w zależności od liczby żył przewodów typu DY oraz LY

Przekrój przewodów mm ²	Liczba przewodów we wspólnej osłonie				
	2	3	4	5	6
	Minimalne średnice wewnętrzne rur, mm				
1.5	11	11	13.5	13.5	16
2.5	11	13.5	16	16	23
4	13.5	16	16	23	23
6	16	16	23	23	23
10	23	23	23	29	29
16	23	23	29	29	36
25	29	29	36	36	48
35	29	36	36	48	48
50	36	36	48	48	-
70	48	48	48	-	-

Wymagania stawiane instalacji elektrycznej wykonanej przy pomocy rurek instalacyjnych są następujące:

1. Połączenia przewodów należy wykonać tylko w puszkach rozgałęźnych (stosowane również puszki przelotowe nie służą do łączenia przewodów).

2. Puszki rozgałęźne należy tak rozmieszczać, aby odległość prostego odcinka rurki nie przekraczała 6m. Oraz między sąsiednimi puszkami były najwyżej dwa zagięcia rurki.
3. Promień krzywizny zagiętych rurek powinien być łagodny, i tak np. dla rurek winidurowych stosunek promienia zagięcia rurki do jej średnicy zewnętrznej powinien wynosić 6.
4. Przewody wchodzące do rurek muszą posiadać pewien luz, w związku, z czym musi być odpowiedni dobór średnicy wewnętrznej rurki D_w w stosunku do liczby i średnicy zewnętrznej d wciąganych jednakowych przewodów, którą można obliczyć według poniższej tabeli:

Liczba wciąganych przewodów	Najmniejsza dopuszczalna średnica wewnętrzna rurki D_w (mm)	
	W instalacjach nowo zakładanych	Przy wymianie przewodów na nowe
1	1.35d	1.3d
2	2.6d	2.25
3	2.75d	2.5d
4	3.25d	2.85
5	3.8d	3.2
6	4.2d	3.5d
7	4.5d	3.8d
8	4.8d	4.0d

5. Przewody w rurkach układa się tylko w pomieszczeniach suchych i przejściowo wilgotnych.
6. W jednej rurce należy układać przewody należące tylko do jednego obwodu
7. Rurki układa się tylko w liniach poziomych i pionowych.

Ostatnio w budownictwo mieszkaniowym zaczęto wykonywać instalacje elektryczne przy zastosowaniu listew i kanałów elektroinstalacyjnych, o stopniu ochrony IP30, montowanie w specjalnych wykończonych ścianach, sufitach, filarach, a także w przystosowanych do tego meblach. Instalacja taka wyposażona w zestawy gniazd wtyczkowych, łączników, przycisków sterujących zapewnia dużą elastyczność wykonania instalacji w razie potrzeby. Ten sposób wykonania instalacji elektrycznej jest drogi, ale zalety, jakie posiada, a także względy estetyczne, czynią go bardziej atrakcyjnym na przyszłość w porównaniu z tradycyjnymi metodami.

Różnice między listwami a kanałami elektroinstalacyjnymi tkwią głównie w wymiarach (listwy mają wymiary mniejsze, co widać w poniższym zestawieniu), a tym samym w sposobie prowadzenia instalacji (listwy prowadzi się na styku ścian z podłogą, wokół okien, drzwi, kanały na podłodze przy ścianach) i innym zakresie zastosowania (w kanałach można poprowadzić więcej obwodów niż w listwach).

Niektóre dane techniczne rur i kanałów elektroinstalacyjnych firmy „Polam”

Rury			Listwy Typ	Listwy Wymiary zewnątrzne mm	Listwy Powierzchnia przekroju mm ²	Kanały Typ	Kanały Wymiary zewnątrzne mm	Kanały Powierzchnia przekroju wewnętrznego mm ²
typ	Średnice, mm							
	Zewnętrzne wewnętrzne							
RB16	16	14.2	LS1710,1	17*10	90	KI6040,1	60*40	1730
RB18	18.6	16.6	LS1715,1	17*15	160	KI9040,1	90*40	2680
RB20	20	17.6	LS3210,1	32*10	200	KI9060,1	90*60	4370
RB21	20.4	18.0	LS3215,1	32*15	330	KI6060,1	60*60	2912
RB22	22.5	20.1	LS3230,1	32*30	740	KI13060	130*60	3460
RB25	25	22.4	LS4040.1	40*40	1528	KI11560	150*60	5280
RB28	28.3	25.5	LS5018.2	50*18	340+340	KI19060	190*60	6640
RB37	37.0	34.0	LS5018,2	50*18	220+460	KI23060	230*60	10800
RB47	47.0	43.8	LOS5018,3	50*18	2*220+230			

4.2 Schematy układu zasilania

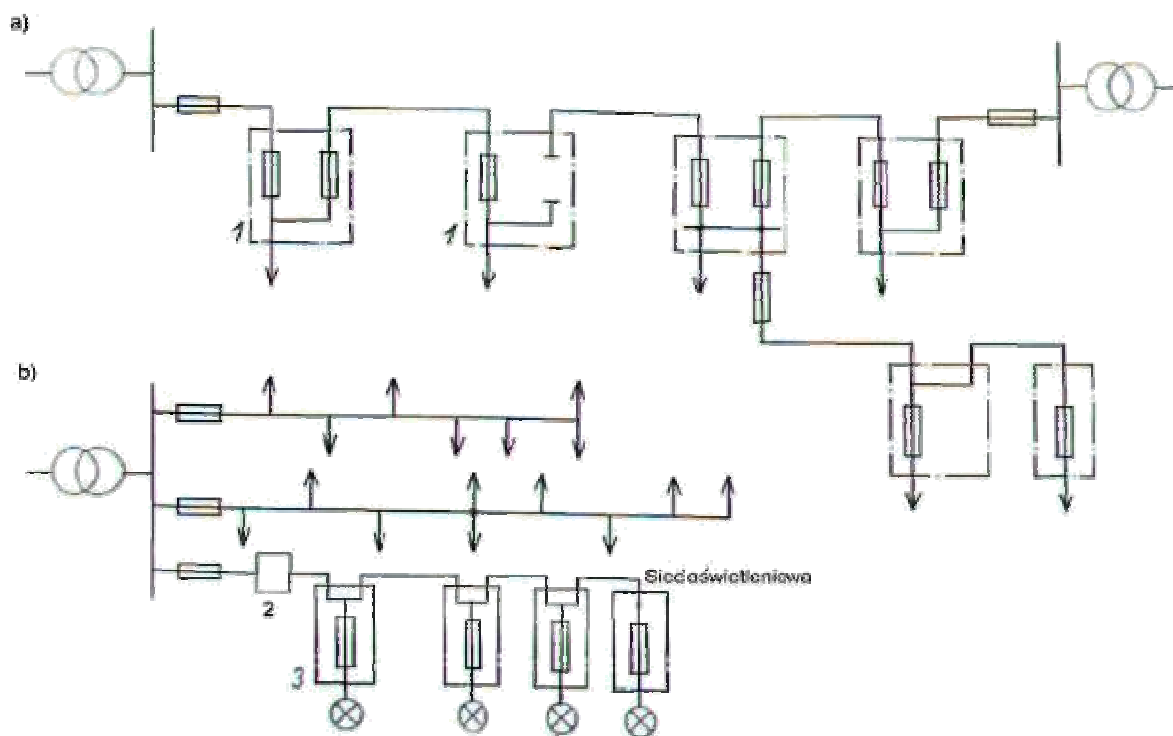
4.2 Schematy układu zasilania budynku mieszkalnego

Małe i średnie budynki mieszkalne, biurowe, sklepy oraz niektóre obiekty przemysłowe są zasilane z sieci niskiego napięcia poprzez stacje transformatorowe o wtórnym napięciu 400/230V.

Duże domy towarowe, hotele, szpitale, szkoły, biurowce są zasilane z własnych stacji transformatorowych.

W dużych miastach, o zwartej zabudowie, stosuje się przeważnie układy sieci kratowe. Sieci te pracują jako otwarte i istnieje możliwość ich rozcięcia poprzez zastosowanie złączy dwuwylotowych.

W mniejszych miastach zasilanie budynków mieszkalnych i innych obiektów odbywa się w układach pętlowych pojedynczych lub wielokrotnych oraz promieniowych jedno i wielostopniowych (przedstawiono to poniżej.)



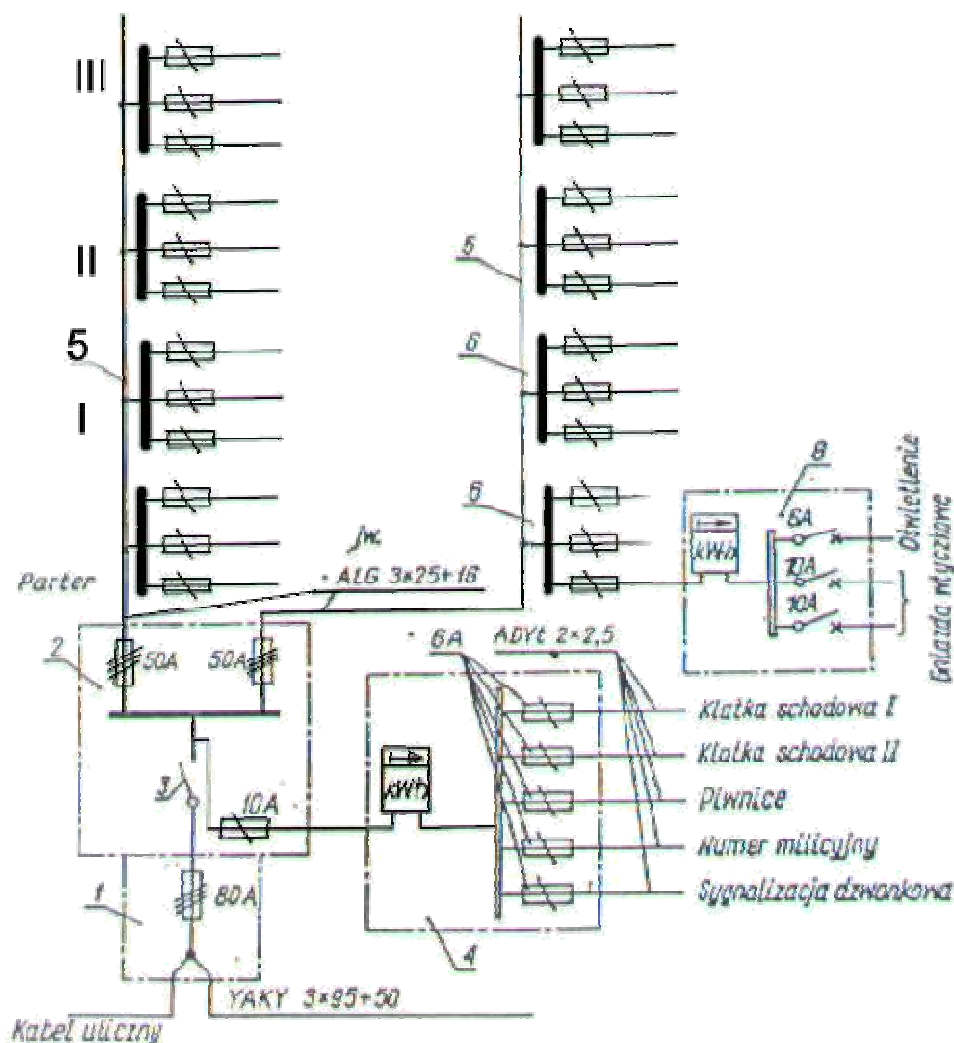
Układy zasilania odbiorców niskiego napięcia: a) pętlicowy; b) promieniowy napowietrzny
1 – złącze dwuwylotowe, 2 – urządzenie sterujące samoczynnie siecią oświetleniową, 3 – złącze latarni

Oświetlenie ulic i parków w miastach jest dokonywane ze specjalnych sieci oświetleniowych zasilanych z wydzielonych stacji transformatorowych, z których mogą być zasilane inne obiekty.

Siec zewnętrzna łączy się z instalacją wewnętrzną budynku za pośrednictwem krótkiego odcinka linii lub kabla zwanego przyłączem i skrzynki zawierającej bezpieczniki zwanej złączem.

Obiekty budowlane na wsi są zasilane najczęściej z napowietrznych sieci promieniowych, dlatego są zasilane z przyłączy napowietrznych. Natomiast w miastach obiekty budowlane są przeważnie zasilane z przyłączy kablowych.

Przykład układu zasilania budynku mieszkalnego podano na poniższym schemacie.



1 – złącze, 2 – główna rozdzielnica budynku, 3 – główny odłącznik oświetlenia, 4 – tablica rozdzielcza administracyjna, 5 – wewnętrzna linia zasilająca (WLZ), 6- tablica rozdzielcza piętrowa, 7 – odgałęzienie od WLZ do mieszkania, 8 – tablica rozdzielcza mieszkaniowa

4.3 Układ instalacji mieszkaniowej

4.3 Układ instalacji mieszkaniowej

Wymagania wykonania instalacji elektrycznej, pod kątem projektowania w pomieszczeniach mieszkalnych (zgodnie z ustaleniami międzynarodowymi komisji IEC oraz CENELEC):

1. Przewody powinny być prowadzone (w tynku, pod tynkiem itp.) poziomo lub pionowo a w podłodze i na suficie możliwie najkrótszą drogą.
2. Przewody wtynkowe typu YDYt, YDYp mogą być stosowane wyłącznie w pomieszczeniach suchych i nie wolno układać ich na ścianach wykonanych z materiałów palnych..
3. Połączenia przewodów wtynkowych powinny być wykonywane tylko w puszkach rozgałęźnych – CPR, do której przewodami podłącza się wszystkie gniazda wtyczkowe, łączniki i wypusty oświetleniowe).
4. W celu zwiększenia pewności zasilania gniazda wtyczkowe łączy się przewodami w układzie pierścieniowym.
5. Aby ograniczyć prowadzenie przewodów po ścianach i na suficie gniazda wtyczkowe instaluje się często tuż nad listwą przypodłogową.
6. Przewody do wypustów sufitowych układa się w podłodze wyższej kondygnacji (w budynkach wielopiętrowych).
7. W budynkach wielopłytowych przewody układa się w stropach lub w podłogach oraz w ścianach w specjalnych kanałach, rurkach, korytkach i bruzdach wcześniej przygotowanych w prefabrykowanych płytach, a także na styku elementów budowlanych oraz w listwach przypodłogowych.
8. Przy układaniu przewodów, konieczne trzeba mieć pewien ich zapas, mając na względzie osiadanie elementów wtyczkowych, łączników.
9. W budynkach wznoszonych metodami uprzemysłowionymi należy stosować przewody miedziane o przekroju do 6 mm^2 w celu zapewnienia odpowiedniej trwałości instalacji.

10. Należy zawsze wydzielać obwody oświetleniowe, obwody gniazd wtorkowych i obwody, do których moc podłączonych odbiorników przekracza 2000 W.
11. Do układania przewodów w betonie należy stosować karbowane rurki polipropylenowe, do których wciąga się przewody jednożyłowe, izolowane miedziane typu DG, LG, DY, LY.
12. Nie należy układać przewodów na ciągach kominowych, wzdłuż rur ogrzewczych.
13. Przez łazienkę nie powinny przechodzić przewody do zasilania innych pomieszczeń.
14. Nie wolno prowadzić przewodów od wypustów sufitowych do innych wypustów.
15. Cewkę prądową licznika energii elektrycznej włącza się w przewód fazowy.
16. Przy oświetlaniu korytarzy i klatek schodowych trzeba zapewnić możliwość załączania i wyłączania lamp z dwóch miejsc przy pomocy dwóch przełączników zmiennych (schodowych końcowych), a z trzech i więcej miejsc przy pomocy dwóch przełączników zmiennych (schodowych końcowych), a z trzech i więcej miejsc – przełączników zmiennych w połączeniu z przełącznikami krzyżowymi (schodowymi pośrednimi).
17. Do sterowania klatek schodowych w budynkach wielopiętrowych stosuje się specjalne przekaźniki czasowe zwane „automatami schodowymi” oraz dodatkowe przełączniki umożliwiające załączanie i wyłączanie oświetlenia w ciągu dnia, wieczoru nocy.
18. Obowiązuje zasada stopniowania zabezpieczeń nadprądowych.

Sposób rozmieszczenia wypustów oświetleniowych, łączników, gniazd wtorkowych, rozdzielnic w domku jednorodzinnym jednopiętrowym przedstawiono na poniższym rysunku.

Zasilanie domku jednorodzinnego z elementami zabezpieczeń nadprądowych, przeciążeniowych i przeciwporażeniowych, stanowiących wyposażenie rozdzielnic, wraz z podziałem na wydzielone obwody odbiorcze przedstawiono na poniższym schemacie. (Przyjęto tutaj zasadę, rzadziej stosowaną, że odbiorniki oświetleniowe i gniazda wtorkowe w jednym pomieszczeniu zasilane są z jednego wspólnego obwodu).

Instalacje należy wykonać przewodami o żyłach miedzianych YDYt o przekroju 1.5 mm^2 , jako zabezpieczenia nadprądowe typu B o prądach znamionowych 16 A oraz zabezpieczenie na zasilaniu wyłączniki instalacyjne typu B, o prądzie znamionowym 25 A i wyłączniki różnicowoprądowe o czułości 30 mA (dotyczy to pomieszczeń mieszkalnych i garażu). W kuchni i w łazience obwody siłowe wydzielone należy wykonać przewodami o żyłach miedzianych YDYt, ale o większym przekroju, a mianowicie 2.5 mm^2 , a jako zabezpieczenie nadprądowe zastosować wyłącznik instalacyjny typu B o prądzie znamionowym 20 A, a na

zasilaniu zastosować zarówno wyłącznik instalacyjny o prądzie znamionowym 40A i wyłącznik różnicowoprądowy o czułości 100mA. Zasilanie budynku ze złącza, z zabezpieczeniem nadprądowym w postaci trójfazowego wyłącznika instalacyjnego lub trzech bezpieczników o prądzie znamionowym 63A.

Do sterowania odbiorników oświetleniowych zastosowano łączniki jednobiegunowe, szeregowo (świecznikowe) i schodowe.

Ogrzewanie elektryczne w budynkach mieszkalnych i gospodarczych jest realizowane dwiema metodami:

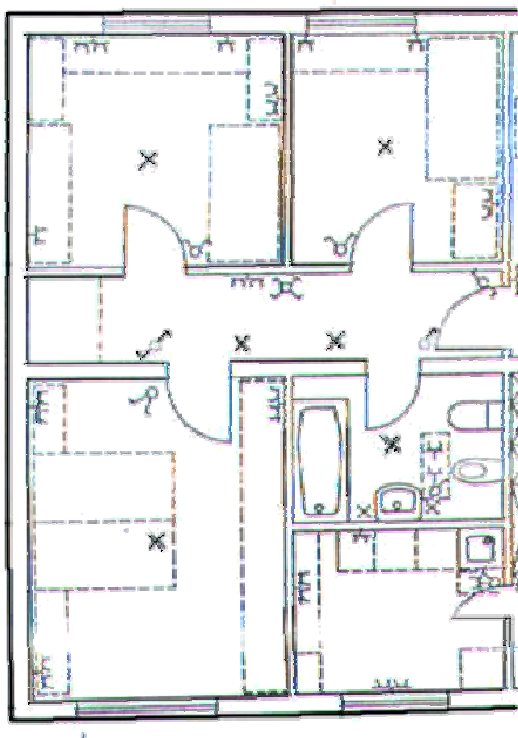
1. Ogrzewanie akumulacyjne za pomocą grzejników akumulacyjnych lub instalacji grzejnych podłogowych akumulacyjnych.
2. Ogrzewanie podłogowe przy użyciu specjalnych przewodów oporowych grzejnych.

Piece akumulacyjne pobierają energię elektryczną w godzinach nocnych (22^{00} – 6^{00}), kiedy to energia jest najtańsza i wymagają zasilania z wydzielonej rozdzielnicy z wykorzystaniem licznika dwutaryfowego.

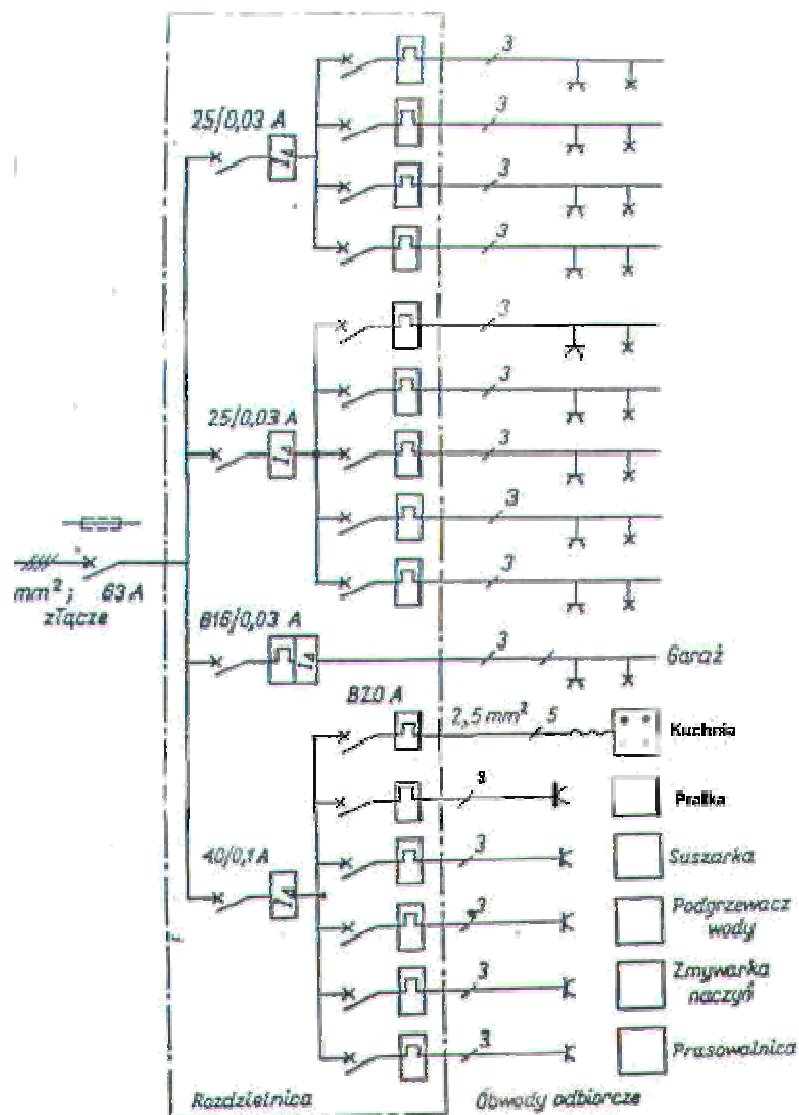
Instalacje grzejne podłogowe są całkowicie niewidoczne, zapewniają równomierny rozkład temperatury w pomieszczeniu i możliwość nastawiania pożądanej temperatury w pomieszczeniu i możliwość nastawienia pożądanej temperatury na termoregulatorze lub mikroprocesorowego układu sterowania.

Ochronę przeciwporażeniową dla elektrycznej instalacji grzejnej podłogowej realizuje się przez zastosowanie wyłączników różnicowoprądowych o prądzie wyzwalającym równym 30mA.

Do podgrzewania wody w gospodarstwach domowych stosuje się elektryczne podgrzewacze zbiornikowe wody o mocy 2-4kW.



Rozmieszczenie gniazd wtyczkowych i wypustów oświetleniowych w części mieszkalnej



Rozdzielnica i obwody odbiorcze instalacji elektrycznej domu **jednorodzinnego**

4.4 Instalacje elektryczne

4.4 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach wyposażonych w wannę lub basen natryskowy.

Ze względu na znacznie zwiększone zagrożenie porażeniowe w pomieszczeniach z wanną lub basenem natryskowym norma PN-91/E-05009-701 określa szczegółowe zasady dotyczące wyposażenia ich w instalacje i urządzenia elektryczne w czterech strefach, które określone są następująco:

- strefa 0 to wnętrze wanny lub basenu natryskowego,
- strefa 1 to przestrzeń, której rzut poziomy wyznaczają zewnętrzne krawędzie wanny lub basenu,
- strefa 2 to przestrzeń, której rzut poziomy wyznacza płaszczyzna o szerokości 0,6 m na zewnątrz od granicy strefy,
- strefa 3 to przestrzeń, której rzut poziomy wyznacza płaszczyzna o szerokości 2.4m na zewnątrz od granicy strefy 2.

Wysokość stref wynosi 2.25 m od podłogi.

Strefa 2 – 0.6 m

Strefa 3 – 2.4 m

W pomieszczeniu powinny być wykonane połączenia wyrównawcze przewodem miedzianym o przekroju 4 mm^2 łączące wszystkie części przewodzące obce, znajdujące się w strefach 1, 2, 3, ze sobą oraz przewodami ochronnymi.

W strefie 0 można stosować jedynie urządzenia zasilane napięciem o wartości nie przekraczającej 12V. W strefach 1, 2, 3, nie wolno instalować urządzeń rozdzielczych, sprzętu łączeniowego i puszek rozgałęźnych.

W strefie 3 można instalować gniazda, jeżeli są one:

- zasilane indywidualnie z transformatora, separacyjnego,
- zasilanie napięciem bardzo niskim nie większym niż 50 V w układzie SELV lub PELV,
- zabezpieczone wyłącznikiem różnicowoprądowym o czułości 30 mA.

W poszczególnych strefach mogą być układane jedynie przewody niezbędne do zasilania odbiorników znajdujących się w tych strefach. Przewody te powinny posiadać izolację wzmocnioną a przewody wielożyłowe zewnętrzną powłokę izolacyjną. Dotyczy to przewodów instalowanych na ścianach oraz w ścianach i stropach na głębokości do 5 cm.

Sprzęt i osprzęt powinny mieć stopień ochrony co najmniej:

- w strefie 0 : IPX7
- w strefie 1 : IPX5
- w strefie 2 : IPX4
- w strefie 3 : IPX1
- w łazienkach publicznych w strefach 2 i 3: IPX5

Jeśli chodzi o urządzenia elektryczne o napięciu 220V, 380V to mogą być niektóre z nich instalowane w strefach przy założeniach:

- w strefie 1 można instalować jedynie podgrzewacze wody zainstalowane na stałe,
- w strefie 2 można instalować jedynie oprawy oświetleniowe II klasy ochronności oraz podgrzewacze wody,
- we wszystkich strefach mogą być stosowane grzejniki instalowane w podłodze, pod warunkiem pokrycia ich metalowa siatką lub blachą, objętą połączeniami wyrównawczymi.

4.5 Zaprojektowanie instalacji

4.5. Zaprojektowanie instalacji elektrycznej w mieszkaniu

Przy projektowaniu instalacji elektrycznej w mieszkaniu należy określić pewne warunki wstępne, które można ująć w następujący sposób:

1. Należy określić zakres wykonania instalacji elektrycznej (np. instalacja siłowa, oświetleniowa, w jednym projekcie część siłową i oświetleniową instalacji).
2. Należy uzgodnić i dokonać zatwierdzenia przez Zakład energetyczny mocy elektrycznej zapotrzebowanej i warunków zasilania energią elektryczną (typ układu zasilania - w mieszkaniach zasilanie z sieci typu TN, jednorazowe lub trójfazowe).

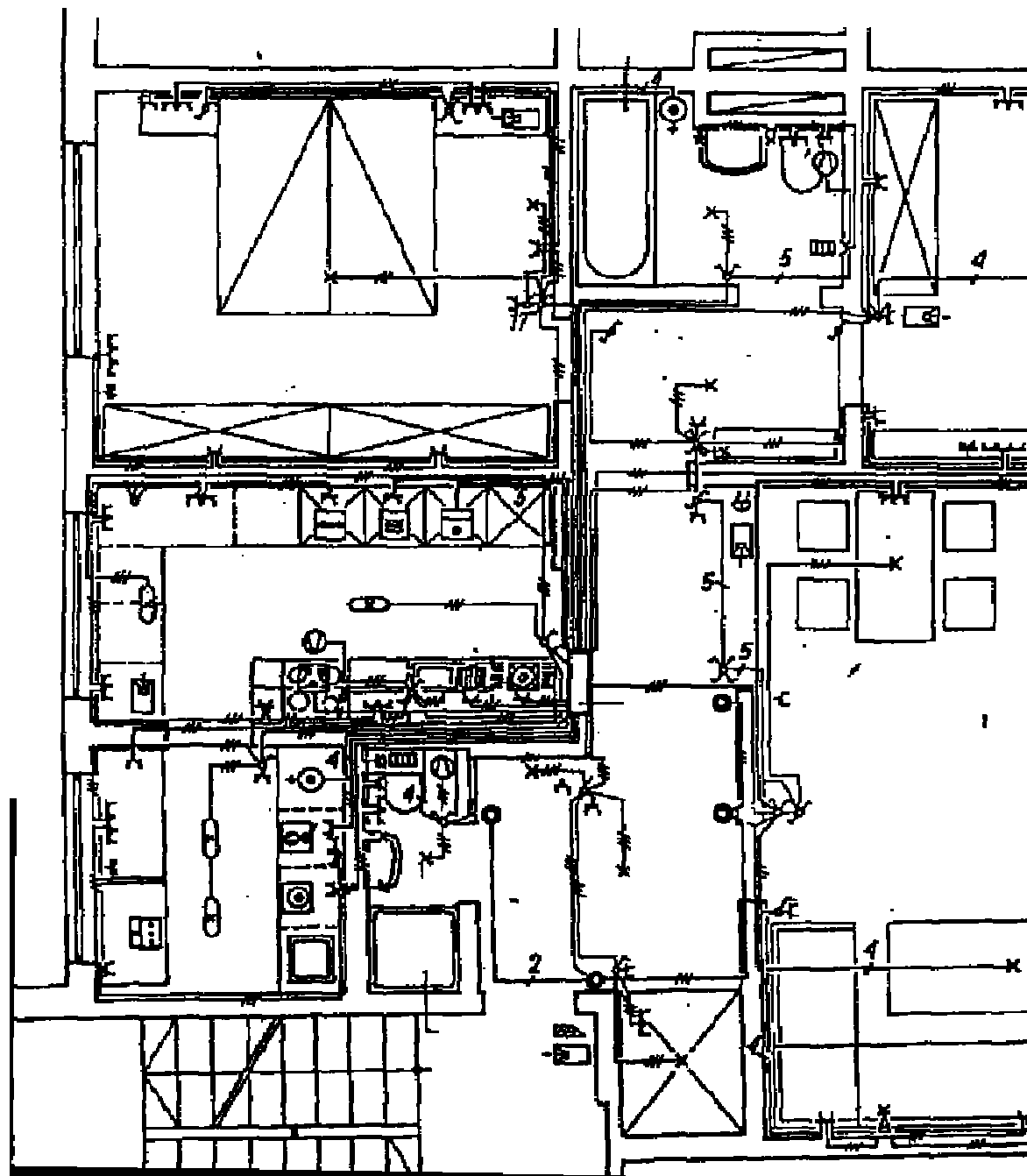
Znając zasady projektowania instalacji elektrycznej możemy przystąpić do tworzenia dokumentacji technicznej w sposób następujący:

1. Dokonać podziału instalacji elektrycznej na obwody (narysować odpowiedni schemat elektryczny).
2. Należy ustalić, czy przewody mają być układane w rurkach izolacyjnych pod tynkiem, czy też przewody układane na ścianie w tynku, czy też przewody układane w listwach i kanałach instalacyjnych.
3. Należy dobrać odpowiednie natężenie oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach, stosując odpowiednie źródła światła (głównie żarówki kompaktowe- energooszczędne do oświetlenia ogólnego o odpowiednim strumieniu świetlnym i mocy elektrycznej oraz świetlówki i żarówki halogenowe do oświetlenia miejscowego). Według przepisów wymagane natężenie oświetlenia w miejscach pracy czytelnich, pokojach biurowych, salach wykładowych wynosi 300-500 lx, na przykład w poczekalniach 100-150 lx. Bardzo ważny jest odpowiedni dobór oprawy oświetleniowej (w łazienkach oprawy wykonaniu szczelnym umieszczone w strefie 3) do źródła światła. Oprawa zapewnia odpowiedni kąt rozsyłu światła i nieodpowiednie jej ułożenie może wpłynąć na zmianę strumienia świetlnego (jego zmniejszenie). Poza tym oprawy z żarówkami silnie nagrzewają się w czasie świecenia, w związku, z czym na oprawach jest podawana największa dopuszczalna moc żarówki. Jest żyrandol o mocy zainstalowanych żarówek 150-300 W oraz dodatkowo w miejscach pracy żarówki. Przeciętnym pokoju o powierzchni ok. 20m² o białym suficie i jasnych ścianach potrzebny jest żyrandol o mocy zainstalowanych żarówek 150- 300W oraz dodatkowo w miejscach pracy lampy przenośne z żarówką o mocy 75 W.
4. Do każdego wydzielonego obwodu należy zsumować moc pobieraną przez odbiorniki, należące do każdego obwodu i obliczyć prąd obciążenia.
5. Każdy obwód należy zabezpieczyć przed przetężeniami bezpiecznikami lub nadmiarowym wyłącznikiem instalacyjnym o prądzie znamionowym najbliższym większym od prądu obciążenia obwodu (dobieramy zabezpieczenie z odpowiednich tabel, wartości znamionowe prądów tych

zabezpieczeń gwarantuje szybkie ich zadziałanie w razie zwarcia doziemnego i pełni funkcję ochrony przeciwporażeniowej).

6. Korzystając z tej samej tabeli dla danego zabezpieczenia dobieramy wymagany przekrój przewodów dla każdego obwodu.
7. Jeśli długość jakiegoś obwodu przekracza 15 m obliczamy potrzebny większy przekrój przewodu niż to podano w tabeli ze względu na dopuszczalny spadek napięcia.
8. Na schemacie elektrycznym na każdym obwodzie zaznaczamy typ i przekrój przewodów, a także żył, oraz prądy znamionowe zabezpieczeń.
9. Rysujemy plan mieszkania w odpowiedniej skali nanosząc instalację elektryczną stosując odpowiednie symbole.
10. Sporządzamy opis techniczny wraz ze szczegółowym zestawieniem zastosowanych przewodów, zabezpieczeń opraw oświetleniowych, źródeł światła łączników, gniazd wtyczkowych, osprzętu elektroinstalacyjnego i innych elementów jak np. rurek izolacyjnych, jeśli były zastosowane.

Przykład planu instalacji elektrycznej w mieszkaniu przedstawia poniższy rysunek.



Ochrona przepięciowa

ZEWNĘTRZA OCHRONA ODGROMOWA

Zewnętrzną ochronę odgromową tworzą przewody lub przewodzące elementy konstrukcji budynku, których zadaniem jest odprowadzanie prądu piorunowego od punktu uderzenia do ziemi. Prawidłowo wykonana instalacja odgromowa chroni obiekty budowlane przed pożarem oraz uszkodzeniami mechanicznymi. Obecnie jej zadaniem jest również ograniczenie wartości impulsowego pola elektromagnetycznego wewnątrz obiektów budowlanych.

WEWNĘTRZA OCHRONA ODGROMOWA

Zadaniem wewnętrznej ochrony odgromowej jest ograniczenie poziomu przepięć dochodzących do poszczególnych urządzeń. Wymaga to rozwiązania szeregu problemów dotyczących zasad:

- Doprowadzenia przewodzących instalacji do obiektów budowlanych
- Układania przewodów wewnątrz obiektu
- Uziemienia
- Doboru i właściwego instalowania elementów i układów ochrony przeciwprzepięciowej

KLASY OCHRONY PRZEPIĘCIOWEJ

- (B)-odgromniki stosowane są w miejscach doprowadzenia przewodów sieci elektroenergetycznej do obiektu budowlanego posiadającego instalację odgromową. Ich zadaniem jest ochrona odgromowa i wyrównanie potencjałów.
- (C)-ograniczniki przepięć instalowane w miejscach rozgałęzienia się instalacji w budynku (rozdzielnice piętrowe, oddziałowe itp.)
- (D)-ograniczniki przepięć instalowane w gniazdach lub bezpośrednio w chronionych urządzeniach

KLASY WEDŁUG NORMY PN-93/E-05009/443

Dobór zabezpieczeń

Podział ograniczników przepięć na klasy	Miejsce zainstalowania	Poziom ochrony	Obciążalność prądowa
A- odgromniki stosowane w niskonapięciowych napowietrznych liniach elektroenergetycznych	-nie wymaga ochrony przed bezpośrednim kontaktem -może być przeciążony lub zniszczony podczas bezpośredniego uderzenia pioruna	Zgodnie z IEC99.1.	5kv

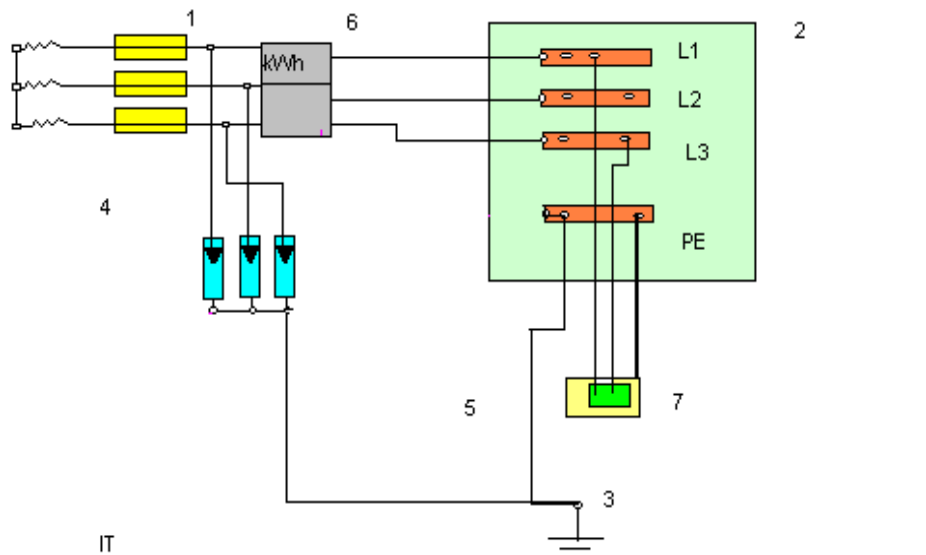
nych	-wysoka wytrzymałość izolacji nawet w niekorzystnych warunkach atmosferycznych		
B- odgromniki do ochrony przed prądem piorunowym wg DIN VDE0185 , w IV kategorii przepięciowej wg IEC664 oraz PN-93/e—05009/443	-wymaga ochrony przed bezpośrednim kontaktem -nie występuje ryzyko uszkodzenia lub zapłonu gdy obciążymy do wymaganego zakresu	<4kV	Prądy udarowe 100ka(10/350)
C ograniczniki przepięć wg DIN VDE0100 w II kategorii przepięciowej wg IEC664 oraz PN-93/E-05009/443	-wymaga ochrony przed bezpośrednim kontaktem -nie występuje ryzyko uszkodzenia lub zapłonu gdy obciążymy do wymaganego zakresu	<1.5_2.5kV	Od 5kv do 15kv kształt(8/20)
D ograniczniki przepięć przeznaczone do montowania w gniazdach wtykowych lub puszkach II kategoria przepięciowa wg IEC664 oraz PN-93/e-05009/443	-wymaga ochrony przed bezpośrednim kontaktem -nie występuje ryzyko uszkodzenia lub zapłonu gdy obciążymy do wymaganego zakresu	<1_1.5kV	Od 1.5ka do 5kv kształt (8/20)

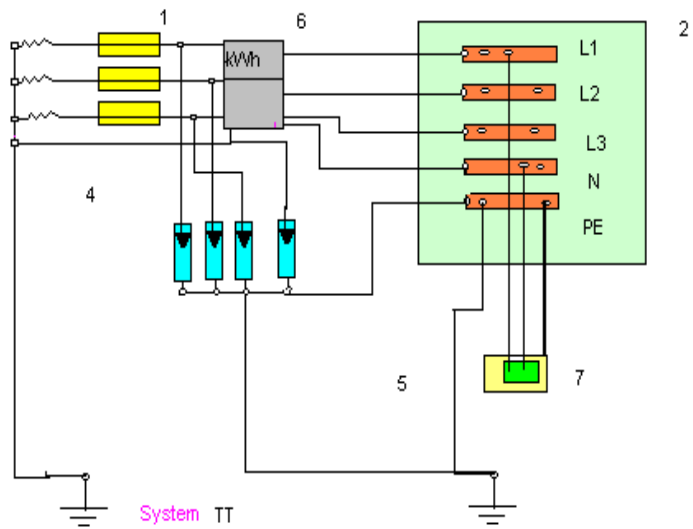
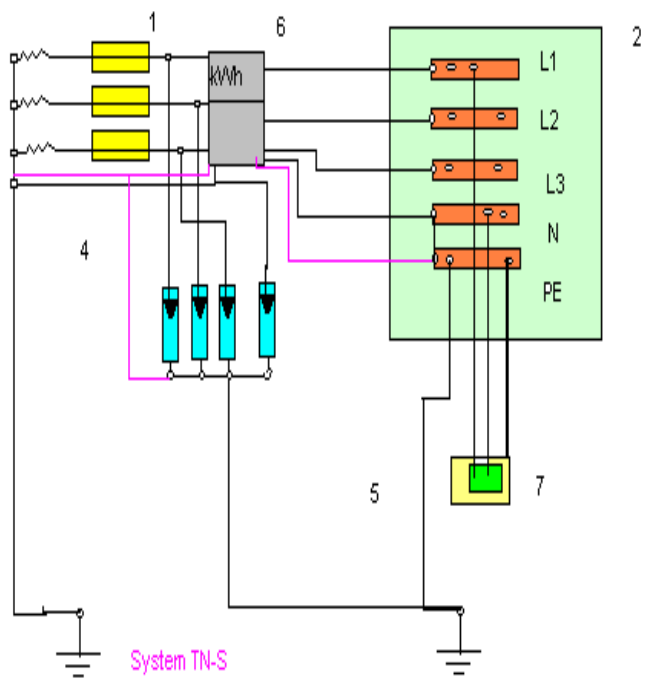
Typowe warianty systemu ochrony:

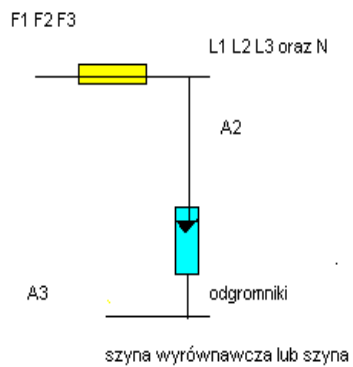
- **układ jednostopniowy** – w niewielkich obiektach bez instalacji piorunochronej (tylko układ ograniczników klasy c- drugi stopień ochrony) lub w przypadku ochrony urządzeń o odporności udarowej 6kv instalowanych obiektach posiadających instalacje piorunochronną (tylko układ odgromników tworzących pierwszy stopień ochrony).Zadaniem odgromników jest wyrównywanie potencjałów podczas

- **Układ wielostopniowy** –typowy układ ochronny stosowany w obiektach posiadających instalacje piorunochronną. Zadaniem ograniczników drugiego stopnia , jest ograniczenie uderzeń przepuszczonych przez odgromniki.

Rysunki







BEZPIECZNIKI F1,F2,F3	PRZEKRÓJ A2	PRZEKRÓJ A3
Gl/gG	10mm ²	10mm ²
Gl/gG	16mm ²	16mm ²
Gl/gG	16mm ²	16mm ²
Gl/gG	16mm ²	16mm ²
Gl/gG	16mm ²	16mm ²
Gl/gG	25mm ²	25mm ²
Gl/gG	25mm ²	25mm ²
Gl/gG	35mm ²	35mm ²
Gl/gG	35mm ²	35mm ²
Gl/gG	35mm ²	35mm ²

MINIMALNE PRZEKROJE PRZEWODÓW