

# Projektowanie instalacji elektrycznych – kolokwium

Kacper Borucki 245365

## 1 OMÓWIC WYMAGANIA PRAWNE DOTYCZĄCE INSTALACJI ELEKTROENERGETYCZNYCH

---

Podstawowymi przepisami określającymi wymagania prawne dotyczące instalacji elektroenergetycznych są: prawo budowlane, prawo energetyczne oraz ustawa o normalizacji. Uzupełnieniami tych przepisów są różne, wydane na przestrzeni lat, rozporządzenia – np. w sprawach warunków technicznych budynków, bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych czy ochrony przeciwpożarowej budynków. Istnieje także wiele norm stawiających wymagania różnym elementom instalacji oraz urządzeń elektrycznych.

**Prawo budowlane** jest ustawą określającą przede wszystkim wymagania podstawowe, które powinien spełniać budynek i jego instalacje. Odnosi się to do m.in. bezpieczeństwa pożarowego, bezpieczeństwa użytkowania, ochrony przed hałasem i drganiami oraz charakterystyki energetycznej budynku.

Ustawa ta określa również uprawnienia, które powinny mieć poszczególne osoby związane z poszczególnymi funkcjami technicznymi w budownictwie, określając m.in. rodzaje udzielanych uprawnień budowlanych w różnych specjalizacjach, włączając w to również uprawnienia dotyczące instalacji elektrycznych i elektroenergetycznych.

**Prawo energetyczne** jest ustawą określającą warunki, którym instalacje elektryczne w budynkach podlegają ze względu na politykę energetyczną państwa i bezpieczeństwo energetyczne kraju. Ustawa ta klasyfikuje instalacje elektryczne ze względu na pobieraną moc oraz napięcia znamionowe a także narzuca wymagania i warunki dotyczące przyłączania instalacji elektrycznej do sieci elektroenergetycznej.

**Ustawa o normalizacji** określa funkcję i zakres stosowania norm a także funkcje Polskiego Komitetu Normalizacyjnego oraz komitetów technicznych PKN. Poza tym, stanowi ona podstawę prawną do stosowania Polskich Norm oraz norm europejskich przyjętych w kraju.

Na mocy wymienionych praw różnego rodzaju instalacjom stawia się określone oczekiwania i wymagania wynikające m.in. z norm czy prawa budowlanego.

### Wymagania stawiane instalacjom elektroenergetycznym:

- Dostarczenie energii elektrycznej do odbiorników o odpowiednich parametrach
- Przetwarzanie energii elektrycznej
- Rozdzielanie energii elektrycznej
- Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym
- Ochrona przed przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi
- Ochrona przed wybuchem i powstawaniem pożaru
- Ochrona przed oddziaływaniem pola elektromagnetycznego
- Ochrona przed emisją drgań i hałasu

## 2 ŚRODKI OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ W INSTALACJACH ELEKTRYCZNYCH

---

Środki ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych mają na celu zmniejszenie ryzyka porażenia prądem elektrycznym użytkownika korzystającego z urządzeń podłączonych do tej instalacji.

Ochronę przeciwporażeniową zapewnia się przez zastosowanie kombinacji środka ochrony podstawowej oraz niezależnego środka ochrony dodatkowej lub zastosowanie środka ochrony wzmacnionej. Ponadto, w sytuacjach zwiększonego zagrożenia porażeniem należy stosować środki uzupełniającej ochrony przeciwporażeniowej.

**Ochrona podstawowa (przed dotykiem bezpośrednim)** ma na celu zapewnienie, by części przewodzące będące pod napięciem w trakcie normalnej pracy urządzeń były niedostępne dla człowieka a części przewodzące dostępne nie znajdowały się pod wyczuwalnym napięciem względem ziemi. Środkami ochrony podstawowej są m.in.:

- stosowanie izolacji podstawowej zabezpieczającej przed dostępem do części czynnych,
- stosowanie obudów urządzeń osłaniających części czynne urządzeń,
- stosowanie ogrodzeń w określonej odległości od części czynnych urządzeń
- umieszczanie części czynnych urządzeń poza zasięgiem dłoni.

**Ochrona dodatkowa (przy dotyku pośrednim)** ma zapewnić ochronę przeciwporażeniową w przypadku uszkodzenia izolacji lub przy dotyku pośrednim, niezależnie od warunków zewnętrznych. Aby zapewnić ochronę dodatkową, stosuje się takie środki jak:

- Samoczynne wyłączenie zasilania np. przez zastosowanie wyłączników nadprądowych
- Stosowanie urządzeń o II klasie ochronności
- Separację elektryczną zasilania odbiorników
- Stosowanie nieuziemionych połączeń wyrównawczych
- Izolowanie stanowisk pracy

**Ochrona uzupełniająca** jest stosowana w sytuacjach zwiększonego zagrożenia porażeniem. Konieczność jej stosowania jest narzucana normą. Ten typ ochrony uzupełnia zarówno ochronę podstawową jak i dodatkową. Środkami ochrony uzupełniającej są:

- Wyłączniki różnicowoprądowe
- Miejscowe połączenia wyrównawcze ochronne

**Ochrona wzmacniona** jest ochroną zarówno przy dotyku pośrednim jak i bezpośrednim. Najczęściej realizuje się ją przez wykonanie instalacji elektrycznej o bardzo niskim napięciu, np. typu SELV, PELV lub FELV.

### 3 RODZAJE INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

---

Rodzaje instalacji elektrycznych wyróżnia się ze względu na różne konfiguracje odpowiednio zależności między punktem neutralnym układu sieci a ziemią oraz zależności między częściami przewodzącymi urządzeń a ziemią. Podstawowe rodzaje sieci opisuje się dwuliterowym kodem, przy czym instalacje TN dzieli się na pomniejsze kategorie zależne od układu przewodów neutralnego i ochronnego.

Podstawowymi rodzajami instalacji elektrycznych są:

- **TN** – układ, w którym punkt neutralny sieci jest bezpośrednio połączony z ziemią, z kolei części przewodzące dostępne urządzeń połączone są z uziemionym punktem neutralnym. Układ TN jest układem najczęściej stosowanym w instalacjach elektrycznych w Polsce. Dodatkowy podział sieci TN wyróżnia się ze względu na konfigurację przewodów ochronnego i neutralnego:
  - **TN-C** – jest siecią z jednym przewodem neutralno-ochronnym PEN
  - **TN-S** – jest siecią, w której przewody neutralny i ochronny są osobnymi przewodami N i PE
  - **TN-C-S** – jest siecią, w której w różnych częściach układu istnieją różne konfiguracje przewodów neutralnego i ochronnego; np. w instalacji budynku mieszkalnego układem sieci jest TN-S, ale mimo tego jest ona podłączona do zewnętrznej sieci TN-C a punkt rozdziału przewodu PEN na przewody PE oraz N znajduje się w złączu lub rozdzielniczy głównej budynku
- **TT** – układ, w którym punkt neutralny sieci jest bezpośrednio połączony z ziemią, a części przewodzące urządzeń podlegających ochronie są połączone z ziemią niezależnie od uziemienia punktu neutralnego sieci;
- **IT** – układ, którego wszystkie części będące pod napięciem są izolowane od ziemi (punkt neutralny może być połączony z ziemią przez impedancję o dużej wartości), a dostępne części przewodzące urządzeń podlegających ochronie są połączone z ziemią niezależnie od punktu neutralnego sieci.

## 4 PRZEWODY I KABLE ELEKTROENERGETYCZNE – ZASADY DOBORU

Algorytm doboru przewodów i kabli elektroenergetycznych ma na celu zapewnienie, by dobrane przewody miały jednocześnie możliwie minimalny przekrój – co jest uzasadnione względami ekonomicznymi – a także zapewniały prawidłową pracę wszystkich zabezpieczeń przeciwporażeniowych. Etapami doboru przekrojów przewodów są:

### 1. Obciążalność długotrwała

Dobiera się najmniejszy przekrój, którego obciążalność długotrwała  $I_Z$  jest większa od prądu obliczeniowego  $I_B$

$$I_B \leq I_Z = k_g k_t I_{dd}$$

Gdzie:

Dla układu 3-fazowego: 
$$I_B = \frac{P}{U_{mf} \cos \varphi}$$

Dla układu 1-fazowego: 
$$I_B = \frac{P}{U_{mf} \cos \varphi \sqrt{3}}$$

Oraz:  $k_t$  – współczynnik temperaturowy;  $k_g$  – współczynnik ułożenia przewodów;  $I_{dd}$  – prąd dopuszczalnie długotrwały dla danego przewodu, podany przez producenta

### 2. Dopuszczalny spadek napięcia

Łączny spadek napięcia między złączami instalacji i urządzeniami odbiorczymi nie może przekroczyć 4% napięcia znamionowego:

$$\Delta U_{obl} \leq \Delta U_{dop}$$

Gdzie:

$\Delta U_{obl}$  – obliczony spadek napięcia;

$\Delta U_{dop}$  – dopuszczalny spadek napięcia ( $\pm 10\%$  dla urządzeń elektrycznych,  $\pm 5\%$  dla oświetlenia)

### 3. Wytrzymałość mechaniczna

Przekrój przewodów dobrany wg. Innych kryteriów nie może być mniejszy niż określony w przepisach przekrój minimalny ze względu na wytrzymałość mechaniczną

$$S \geq S_{min.mech.}$$

### 4. Dobór zabezpieczeń

Charakterystyka dobrego wyłącznika nie może pokrywać się z charakterystyką urządzenia

$$I_n = (1,05 \div 1,1) I_B$$

$$I_n \geq I_{silnika}$$

$$I_n \geq \frac{kr \cdot I_{msilnika}}{(3)\alpha}$$

Gdzie:  $kr$  – krotność prądu rozruchowego silnika;  $\alpha$  – współczynnik rozruchu; (3) – uwzględniane gdy stosowany jest rozruch  $Y/\Delta$ .

### 5. Wytrzymałość przeciążeniowa

Obciążalność długotrwała przewodu  $I_Z$  powinna być większa niż prąd znamionowy lub nastawczy  $I_{nt}$  stanowiący zabezpieczenie przeciążeniowe, który powinien być większy niż prąd obliczeniowy  $I_B$

$$I_B \leq I_{nt} \leq I_Z$$

Prąd przeciążeniowy o wartości większej niż  $1,45I_Z$  powinien wywołać zadziałanie nadprądowego zabezpieczenia obwodu

$$I_2 \leq 1,45I_Z$$

Gdzie:  $I_2$  – najmniejszy prąd niezawodnie powodujący zadziałanie zabezpieczenia

#### 6. Wytrzymałość zwarciorowa

Urządzenia zabezpieczające przed cieplnymi skutkami zwarcia powinny powodować przerwanie obwodu zwarciorowego zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych.

$$t \leq t_k = \left( \frac{kS}{I_k''} \right)^2$$

Gdzie:  $S$  – przekrój przewodu;  $k$  – współczynnik z tablic;  $I_k''$  - prąd zwarciorowy początkowy

#### 7. Ochrona przeciwporażeniowa

Przekroje przewodów powinny być dobrane tak, aby w warunkach zakłóceń nastąpiło zadziałanie urządzenia odłączającego zasilanie w czasie nie dłuższym niż podany w normie

$$I_k \geq I_a$$
$$I_a Z_s \leq U_0$$

Gdzie  $I_k$  – spodziewany prąd zwarciorowy;  $I_a$  – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie zabezpieczenia.

Czas zadziałania jest zależny od napięcia pracy sieci i określany w normie. Na ogół przyjmuje się którąś z wartości: 0,2s / 0,4s / 0,5s

#### 8. Selektowność działania zabezpieczeń

Charakterystyki rozpatrywanych zabezpieczeń nie mogą mieć punktów wspólnych.

#### 9. Wyższe harmoniczne

Wyższe harmoniczne (do 40 włącznie) nie powinny przekraczać 8% podstawowej harmonicznej.