



# Zasady bezpieczeństwa pracy z prądem elektrycznym

Prąd elektryczny może pośrednio lub bezpośrednio wywrzeć ujemne działanie na organizm ludzki. Działania **pośrednie** prądu to:

- skutki wyładowań iskrowych lub łukowych, np. działanie szkodliwe na wzrok, różnego rodzaju oparzenia,
- wtórne skutki związane z przepływem prądu przez ciało, np. obrażenia wynikłe z upadku spowodowanego porażeniem.

Działanie **bezpośrednie** prądu polega na włączeniu ciała lub jego części w obwód prądu.

Bezpośrednie działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki zależy od:

- rodzaju prądu,
- drogi jego przepływu,
- czasu jego przepływu,
- warunków otoczenia,
- własności indywidualnych organizmów. Ujemne dla organizmu skutki przepływu prądu nazywamy **porażeniem**.

W normalnych warunkach, przy suchym naskórku opór ciała ludzkiego utrzymuje się w granicach **10 - 100 kΩ**, jednak szybko maleje w miarę upływu czasu przepływu prądu.

Przy zdartym naskórku opór ciała zmniejsza się do wartości rzędu **1 kΩ**, przy czym droga przepływu prądu tylko nieznacznie wpływa na wartość tego oporu. Ponieważ naskórek zostaje zniszczony przez prąd lub ulega uszkodzeniom mechanicznym, przy obliczaniu prądów bezpiecznych uwzględnia się tylko opór wewnętrzny ciała. Dodatkowym czynnikiem powodującym porażenie jest działanie prądu na mięśnie wywołujące silne skurcze. Człowiek obejmujący ręką przewód doznaje przede wszystkim skurczu mięśni zginających palce i mimo wysiłku woli nie udaje się oderwać dłoni od przewodu.

Na podstawie badań doświadczalnych ustalono następujące maksymalne wartości **prądów**, przy których dorosły człowiek może bez pomocy innych uwolnić się spod napięcia:

- dla prądu stałego:  $I < 25 \text{ mA}$ ,

• dla prądu przemiennego o częstotliwości 50Hz:  $I < 12$  mA. W praktyce nie oblicza się wartości bezpiecznych prądów, które zależą od oporów w obwodzie, lecz od wartości napięć, które mogą być niebezpieczne dla człowieka. Przyjęto więc normy określające wartości **napięć** bezpiecznych i wprowadzono następujący podział napięć z punktu widzenia bezpieczeństwa:

• **dla prądów przemiennych** o częstotliwości 50 Hz

$U < 30$  V - bezpieczne,

$30$  V  $< U < 50$  V - niebezpieczne w pewnych warunkach,

$U > 50$  V - niebezpieczne;

• **dla prądów stałych**  $U < 60$  V - bezpieczne,

$60$  V  $< U < 100$  V - niebezpieczne w pewnych warunkach,

$U > 100$  V - niebezpieczne.

Napięcie w sieci elektrycznej wynosi 230 V; zaliczamy je więc do niebezpiecznych i należy stosować zabezpieczenie przed porażeniem. W zależności od stopnia zagrożenia należy stosować pewne rodzaje ochrony, a mianowicie: **ochronę podstawową, dodatkową oraz obostrzoną ochronę dodatkową.**

**Ochrona podstawowa** polega na uniemożliwieniu bezpośredniego zetknięcia się człowieka z przewodzącymi częściami obwodów elektrycznych znajdujących się pod napięciem oraz udzielaniu się napięcia przedmiotom lub ich częściom przewodzącym, które normalnie nie powinny znajdować się pod napięciem. Taka ochrona jest zapewniona we wszystkich odbiornikach energii elektrycznej. W pracowni wykonanie doświadczenia łączy się niekiedy z koniecznością stosowania przyrządów i przewodników częściowo lub nawet całkowicie nieizolowanych. Są np. nieizolowane wtyczki przewodów oraz niektóre typy oporników suwakowych. Dlatego też w pracowni należy stosować niektóre środki **ochrony dodatkowej lub nawet obostrzonej**, a mianowicie:

- zerowanie przyrządów włączanych bezpośrednio do sieci prądu przemiennego
- separację stanowisk pomiarowych lub zestawu doświadczalnego
- obniżenie napięcia roboczego do wartości bezpiecznej.

**Zerowanie** polega na podłączeniu dostępnych części metalowych wszystkich urządzeń odbiorczych z uziemionym przewodem zerowym instalacji elektrycznej. Zerowanie wymaga stosowania gniazdek ściennych z uziemieniem (dodatkowy odizolowany bolec metalowy) oraz stosowania odpowiednich wtyczek.

**Separacja** polega na zastosowaniu transformatora o przekładni 1:1, którego uzwojenie wtórne jest dobrze odizolowane od uzwojenia pierwotnego. Przyrządy łączone z obwodem wtórnym nie mają połączenia z żadnym z przewodów instalacji elektrycznej. Dotknięcie któregokolwiek z punktów obwodu wtórnego nie spowoduje porażenia, obwód bowiem nie zamyka się przez ziemię, ani przez przedmioty zerowane lub uziemione.

**Obniżenie napięcia** roboczego do wartości bezpiecznej w przypadku przemiennego prądu polega na zastosowaniu transformatora obniżającego napięcie do  $U < 30 \text{ V}$  i wykonywaniu pomiarów za pomocą prądu o obniżonym napięciu.

Należy zwrócić uwagę, że autotransformatory stosowane często w laboratoriach nie separują obwodu wtórnego od sieci elektrycznej i należy je zasilać poprzez transformator separujący. W przypadku gdy autotransformator chcemy stosować do obniżenia napięcia, musi on być zerowany.

**Pracując z prądem elektrycznym musimy stosować się do następujących zasad:**

- 1. Obwody włączamy do źródła tylko po ich dokładnym połączeniu i sprawdzeniu.  
Przed zakończeniem łączy obwód nie może mieć żadnego połączenia z źródłem.**
- 2. Po zakończeniu pomiarów rozłączenie rozpoczynamy od odłączenia układu od źródła.**
- 3. W każdym doświadczeniu stosujemy możliwie najniższe napięcie. Można je obniżyć za pomocą transformatora.**
- 4. Do pomiarów nie pobieramy prądu bezpośrednio z sieci, lecz poprzez transformator separujący.**
- 5. Pracując ze źródłami o napięciu  $U > 30 \text{ V}$  nie możemy stosować przyrządów o nieizolowanych elektrycznie częściach, np. oporników bez osłony, mierników tablicowych lub części radiowych.**