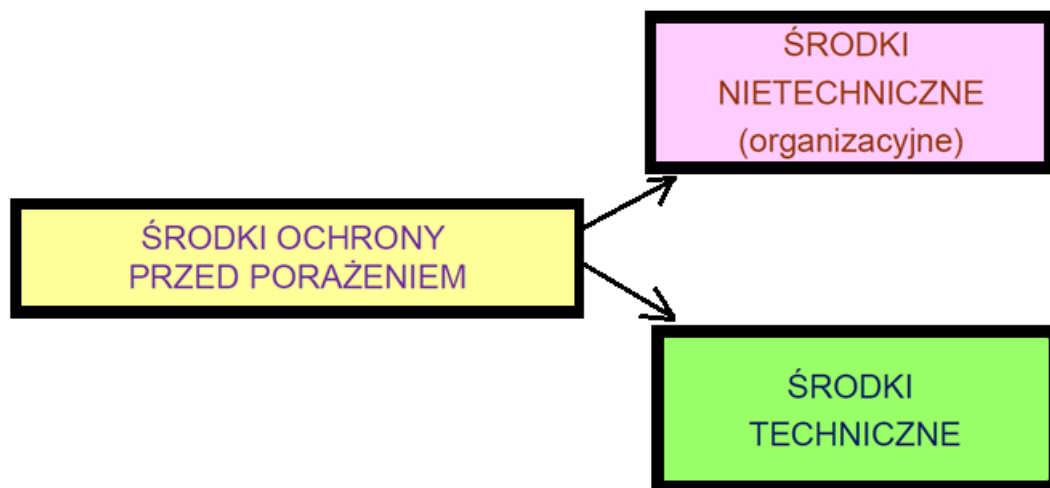


5. Ochrona przed porażeniem elektrycznym

5.1. Ogólne zasady ochrony przeciwporażeniowej

Podział środków ochrony przed porażeniem:



Rys. 5.1. Podział środków ochrony przed porażeniem [8]

Środki nietechniczne, to przede wszystkim sposoby i zasady pozwalające uniknąć niebezpieczeństwa spowodowanego prądem elektrycznym. Do nich można zaliczyć:

- 1) popularyzację sposobów i zasad bezpiecznego użytkowania energii elektrycznej,
- 2) szkolenia wstępne i okresowe pracowników obsługujących urządzenia elektryczne,
- 3) badania okresowe,
- 4) szkolenia w zakresie udzielania pierwszej pomocy przy porażeniach, itd.

Ochrona przed porażeniem elektrycznym może być osiągnięta przez:

- 1) całkowite zapobieganie przepływowi prądu przez ciało;
- 2) ograniczenie do niegroźnej wartości natężenia prądu, który może przepłynąć przez ciało;
- 3) ograniczenie do niegroźnej wartości czasu przepływu prądu przez ciało.

„Podstawową zasadą ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym jest to, że części niebezpieczne nie mogą być dostępne, a dostępne części przewodzące nie mogą być niebezpieczne, zarówno w normalnych warunkach pracy instalacji elektrycznej jak i w przypadku pojedynczego uszkodzenia” [7].

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym w normalnych warunkach pracy instalacji elektrycznej jest zapewniona przez środki ochrony podstawowej, a ochrona w warunkach pojedynczego uszkodzenia – przez środki ochrony przy uszkodzeniu [7].

Alternatywnie, ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym jest zapewniona przez środek ochrony wzmacnionej, który jednocześnie zapewnia ochronę w normalnych warunkach pracy oraz w warunkach pojedynczego uszkodzenia [7].



Rys. 5.2. Rodzaje ochrony przeciwporażeniowej [8]

Ochrona przeciwporażeniowa podstawowa – środki ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach elektrycznych zabezpieczające przed zetknięciem się z częściami czynnymi.

Ochrona przy uszkodzeniu (ochrona dodatkowa) – ochrona przed skutkami porażenia w przypadku dotknięcia do elementów przewodzących dostępnych, które chwilowo znalazły się pod napięciem. Realizowana jest poprzez zminimalizowanie wartości prądu rażeniowego, zminimalizowanie czasu przepływu prądu przez ciało lub poprzez całkowite uniemożliwienie przepływu prądu [6]. Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia jest środkiem ochrony, który składa się z jednego z dwóch obwodów bardzo niskiego napięcia: PELV lub SELV [7].

- Obwód PELV – obwód elektryczny bardzo niskiego napięcia (ELV), stosowany jako środek ochrony przeciwporażeniowej we wszystkich sytuacjach. Wymaga zastosowania separacji ochronnej elektrycznej od wszystkich innych obwodów i izolacji podstawowej między obwodami SELV i PELV. Obwód PELV jest uziemiony [7].

- Obwód SELV – obwód elektryczny bardzo niskiego napięcia (ELV), stosowany jako środek ochrony przeciwporażeniowej we wszystkich sytuacjach. Wymaga zastosowania separacji ochronnej elektrycznej od wszystkich innych obwodów i izolacji podstawowej między obwodami SELV i PELV oraz izolacji podstawowej między obwodem SELV i ziemią [7].

Ochrona uzupełniająca jest określona jako zespół środków technicznych uzupełniających ochronę podstawową i/lub ochronę przy uszkodzeniu w specjalnych warunkach atmosferycznych i w niektórych specjalnych instalacjach lub lokalizacjach [7].

Środek ochrony powinien składać się z:

- 1) kombinacji środka ochrony podstawowej i niezależnego środka ochrony przy uszkodzeniu, lub
- 2) wzmocnionego środka ochrony, który zabezpiecza zarówno ochronę podstawową jak i ochronę przy uszkodzeniu.

Środki ochrony dzielą się na powszechnie stosowane oraz stosowane tylko wtedy, kiedy instalacja jest pod nadzorem osób wykwalifikowanych.

Tabela 5.1 przedstawia rodzaje i środki ochrony przeciwporażeniowej, stosowane w tych dwóch przypadkach:

Tabela 5.1. Rodzaje i środki ochrony przeciwporażeniowej [7].

Rodzaj ochrony	Środek ochrony	
Ochrona podstawowa	Izolacja podstawowa części czynnych	Powszechnie stosowane środki ochrony
	Przegrody lub obudowy	
	Przeszkody	Środki ochrony stosowane tylko w instalacjach dostępnych dla osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych, lub osób będących pod nadzorem wyżej wymienionych osób
	Umieszczenie poza zasięgiem ręki	
Ochrona przy uszkodzeniu	Samoczynne wyłączenie zasilania	Powszechnie stosowane środki ochrony
	Izolacja podwójna lub izolacja wzmocniona	
	Separacja elektryczna do zasilania jednego odbiornika	
	Izolowanie stanowiska	Środki ochrony stosowane tylko wtedy, gdy instalacja jest pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych tak, że nieautoryzowane zmiany nie mogą być dokonywane
	Nieziemione połączenia wyrównawcze miejscowe	
	Separacja elektryczna do zasilania więcej niż jednego odbiornika	
Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia	Obwody SELV lub PELV	Środek ochrony stosowany we wszystkich sytuacjach
Ochrona uzupełniająca	Urządzenia ochronne różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym nieprzekraczającym 30 mA	Środek ochrony uzupełniającej, stosowany w przypadku uszkodzenia środków ochrony podstawowej i/lub środków ochrony przy uszkodzeniu, a także w przypadku nieostrożności użytkowników
	Dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne	Środek ochrony uzupełniającej stosowany jako uzupełnienie ochrony przy uszkodzeniu

5.2. Rodzaje układów sieciowych

Instalacje elektryczne niskiego napięcia mogą być wykonane w różnych układach sieciowych: TN, TT, IT.

Układ TN można podzielić na podukłady, w zależności od połączenia pomiędzy przewodem neutralnym i przewodem ochronnym: TN-C, TN-S, TN-C-S.

1. Pierwsza litera oznacza związek pomiędzy układem sieci a ziemią:

T – bezpośrednie połączenie jednego punktu układu sieci z ziemią.

I – wszystkie części czynne są odizolowane od ziemi lub jeden punkt układu sieci jest połączony z ziemią poprzez impedancję lub bezpiecznik iskiernikowy [8].

2. Druga litera oznacza związek pomiędzy częściami przewodzącymi dostępnymi a ziemią:

N – bezpośrednie połączenie metaliczne części przewodzących dostępnych, z uziemionym punktem układu sieci, zazwyczaj z uziemionym punktem neutralnym [8].

T – bezpośrednie połączenie z ziemią podlegających ochronie części przewodzących dostępnych, niezależnie od uziemienia punktu układu sieci[8].

3. Następną litera oznacza związek pomiędzy przewodem neutralnym i przewodem ochronnym:

C – łączenie funkcji przewodu neutralnego i przewodu ochronnego za pomocą jednego przewodu ochronno-neutralnego PEN.

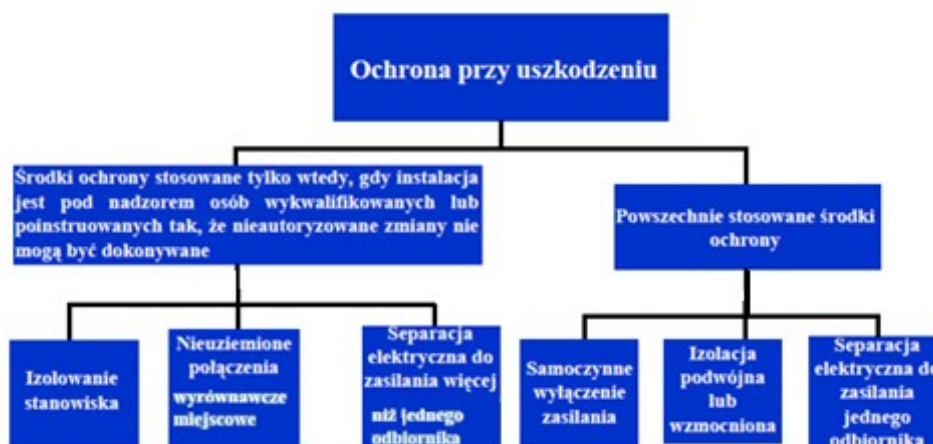
S – funkcje przewodu neutralnego i przewodu ochronnego spełniają osobno przewody N oraz PE.

C-S – w pierwszej części sieci, licząc od strony zasilania zastosowany jest przewód ochronno neutralny PEN, a w drugiej osobny przewód neutralny N i przewód ochronny PE [8].

Samoczynne wyłączenie zasilania jest środkiem ochrony, w którym:

- 1) ochrona podstawowa jest zapewniona przez izolację podstawową części czynnych lub przez przegrody lub obudowy,
- 2) ochrona przy uszkodzeniu jest zapewniona przez połączenia wyrównawcze ochronne i samoczynne wyłączenie zasilania [7].

Środki ochrony przy uszkodzeniu:



Rys. 5.3. Środki ochrony przy uszkodzeniu [8]

Części przewodzące dostępne powinny być przyłączone do przewodu ochronnego na warunkach określonych dla każdego układu sieci. Każdy obwód powinien mieć odpowiedni przewód ochronny przyłączony do właściwego zacisku uziemiającego [7].

Jednocześnie dostępne części przewodzące dostępne powinny być przyłączone do tego samego uziemienia indywidualnie, w grupach lub zbiorowo [7].

Największy dopuszczalny czas wyłączenia zasilania w sekundach wg PN-HD 60364-4-41:2017-09:

Tabela 5.2. Największy dopuszczalny czas wyłączenia zasilania gdzie: 1) oznacza że wyłączenie może być wymagane z innych powodów niż zagrożenie porażeniem, U_0 - napięcie instalacji względem ziemi [8]

Układ	$50\text{ V} < U_0 \leq 120\text{ V}$		$120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$		$230\text{ V} < U_0 \leq 400\text{ V}$		$U_0 > 400\text{ V}$	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8	1)	0,4	1	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	1)	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

Wszystkie projektowane urządzenia zabezpieczające muszą spełniać podane w tabeli 5.2 wymagania czasowe, w zależności od wartości napięć oraz warunków środowiskowych (Rys.5.4), dla konkretnego układu sieciowego.

W normie PN-IEC 364-4-481:1994 podane są maksymalne czasy wyłączenia dla warunków środowiskowych o zwiększonym zagrożeniu [7]:

U_0	Dla napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwałe $U_L \leq 25\text{ V} \sim; U_L \leq 60\text{ V} =$
V	s
120	0,35
230	0,20
277	0,20
400	0,05
480	0,05
580	0,02

Rys. 5.4. Maksymalne czasy wyłączenia dla warunków środowiskowych o zwiększonym zagrożeniu w układzie sieci TN [8]