

Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Mechaników i Energetyków Polskich



Grupa Silesia Szkolenia sp. z o.o.
ul. Jasnogórska 11/125
44-100 Gliwice

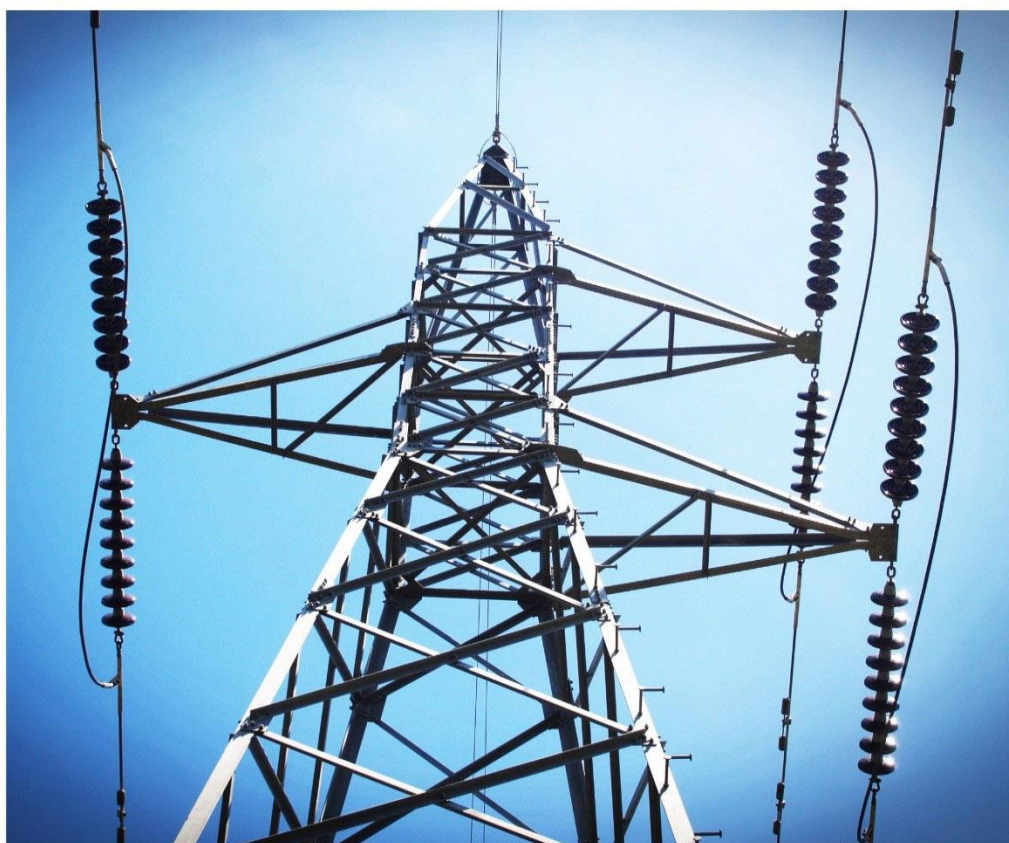
tel: 506 266 555
biuro@grupasilesiaszkolenia.pl
www.grupasilesiaszkolenia.pl

BRE Bank SA Wydział Bankowości Elektronicznej mBank:
62 1140 2004 0000 3902 7696 3391

Eksplloatacja urządzeń, instalacji i sieci energetycznych
wytwarzających, przetwarzających, przesyłających
i zużywających energię elektryczną

MATERIAŁY SZKOLENIOWE

Dla uczestników szkolenia energetycznego G1



1. Zjawisko porażenia.

Porażeniem nazywamy zmiany i zakłócenia w normalnym funkcjonowaniu organizmu człowieka spowodowane przepływem prądu porażeniowego.

Zmiany te dotyczą głównie:

- zaburzeń w pracy serca,
- zaburzeń w układzie oddychania,
- ciepłego działania prądu,
- szoku i reakcji z nim związanych.

Mogą również wystąpić pośrednie działania prądu, takie jak: oparzenie łukiem, uszkodzenie wzroku, uszkodzenie narządu słuchu czy urazy mechaniczne przy upadkach. Na stopień porażenia prądem elektrycznym wpływają czynniki: elektryczne, fizjologiczne i zewnętrzne (otoczenia).

W grupie czynników elektrycznych należy wymienić:

- a) rodzaj prądu (stały czy przemienny),
- b) wielkość natężenia prądu,
- c) czas przepływu prądu,
- d) droga przepływu,
- e) częstotliwość w przypadku prądu przemiennego.

Najważniejsze znaczenie odgrywa natężenie prądu przepływającego przez człowieka, przy czym wyróżnia się trzy charakterystyczne wielkości zwane poziomami bezpieczeństwa:

- poziom I: $I_{po} = 0,5 \text{ mA}$ - próg odczuwalności,
- poziom II: $I_s = 10 \div 15 \text{ mA}$ - prąd samouwolnienia,
- poziom III: $I_{gr} = 30 \div 400 \text{ mA}$ - prąd graniczny niebezpieczny dla zdrowia i życia ze względu na prawdopodobieństwo wystąpienia migotania komór sercowych (wyższe wartości prądu dotyczą czasów przepływu poniżej 1 s).

Do **czynników fizjologicznych** należą:

- a) ukształtowanie rozwoju organizmu (mężczyzna, kobieta lub dziecko),
- b) stan emocjonalno-psychiczny,
- c) stany chorobowe: choroba wieńcowa, astma, gruźlica, padaczka, cukrzyca, choroby skóry, alkoholizm.

Do **czynników zewnętrznych** (środowiskowych) zalicza się:

- a) czynniki wpływające na zmniejszenie odporności ciała ludzkiego (wilgotność, temperatura)
- b) czynniki ułatwiające przepływ prądu do ziemi (stanowiska na gołej ziemi, podłoga przewodząca).

2. Ogólna charakterystyka środków ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach elektrycznych.

2.1. Zagrożenia porażeniowe.

Użytkowanie urządzeń elektrycznych oraz przebywanie w pobliżu urządzeń stwarza możliwość porażenia prądem związanego z sytuacjami, w których człowiek znajdzie się pod działaniem napięcia:

- **roboczego (fazowego)**, w przypadku dotyku bezpośredniego części pod napięciem lub nadmiernego zbliżenia do tych części,
- **dotykowego**, w przypadku dotyku części metalowych nie będących normalnie pod napięciem, na których jednakże pojawiło się tzw. Napięcie uszkodzenia,
- **krokowego**, w przypadku gdy człowiek znajdzie się w strefie objętej rozptywem prądu w ziemi.

Statystyki wykazują, że najczęściej mamy do czynienia z porażeniami od napięć roboczych, które obejmują ok. 60% porażeń, i porażeń od napięć dotykowych stanowiących ok. 40% ogólnej liczby porażeń prądem. Porażenia od napięcia krokowego stanowią niewielki udział, znacznie poniżej 1%. Statystyki porażeń prądem elektrycznym wykazują również, że ok. 70÷80% przypadków porażeń to porażenia na niskim napięciu, wśród których udział najcięższych śmiertelnych wypadków porażeń wynosi 1,5÷5%.

Z kolei porażenia na wysokim napięciu (powyżej 1 kV) powodują z reguły cięższe przypadki, udział śmiertelnych wypadków porażeń w tej grupie sięga 15÷20%. Zagrożenie porażeniowe określane jest za pomocą wskaźnika podającego liczbę śmiertelnych wypadków porażeń prądem na milion mieszkańców w ciągu roku. W naszym kraju do końca lat 80-tych wskaźnik ten osiągał wartość ok. 10, co świadczyło o niskim poziomie bezpieczeństwa porażeniowego, w porównaniu z krajami Europy Zachodniej, gdzie w tym samym czasie wskaźnik ten wynosił 2÷4. Ostatnie badania wskazują na znaczne obniżenie się wartości tego wskaźnika (do ok. 5÷6) w naszym kraju w latach 90-tych.

2.2. Rodzaje ochrony przeciwporażeniowej.

Bezpieczeństwo porażeniowe osób przebywających w pobliżu urządzeń elektrycznych lub obsługujących te urządzenia zapewnia zastosowanie różnych środków ochrony. Zastosowane środki powinny tworzyć "system ochrony przeciwporażeniowej", przez który należy rozumieć system współpracujących i skoordynowanych ze sobą środków ochrony oraz środków uzupełniających.

Środki ochrony przeciwporażeniowej można ogólnie podzielić na:

- środki organizacyjne,
- środki techniczne.

Środki organizacyjne ochrony stosowane w celu zapobieżenia porażeniom elektrycznym obejmują wprowadzone przez PEUE lub rozporządzenia wykonawcze

do ustawy - Prawo energetyczne wymagania dotyczące kwalifikacji osób zatrudnionych przy eksploatacji urządzeń energetycznych oraz wymagania dotyczące organizacji i wykonywania prac związanych z eksploatacją, konserwacją, naprawą oraz z badaniami odbiorczymi i okresowymi eksploatacyjnymi urządzeń elektrycznych.

Organizacyjne środki ochrony obejmują różne działania nietechniczne typu organizacyjnego, których celem jest zapoznanie szerokiego kręgu użytkowników energii elektrycznej z potencjalnymi zagrożeniami ze strony tej energii, minimalizacja możliwości kontaktu człowieka z napięciem oraz minimalizacja skutków wypadków elektrycznych.

Do działań typu organizacyjnego mających na celu zmniejszenie ryzyka zagrożeń elektrycznych należą:

1. popularyzacja zasad prawidłowego użytkowania urządzeń elektrycznych,
2. nauczanie zasad udzielania pierwszej pomocy porażonym i poparzonym prądem elektrycznym,
3. stosowanie środków propagandy wizualnej w postaci plansz i plakatów popularyzujących zasady bezpiecznego użytkowania urządzeń elektrycznych,
4. obowiązkowe szkolenie okresowe pracowników zaliczanych do grupy wzmożonego ryzyka porażeniem prądem, głównie elektryków,
5. ustawowy wymóg posiadania uprawnień kwalifikacyjnych przez osoby zatrudnione przy eksploatacji urządzeń i instalacji energetycznych,
6. przestrzeganie zasad i przepisów bezpieczeństwa pracy dotyczących organizacji prac przy urządzeniach elektrycznych, w tym zwłaszcza stosowania modelu obejmującego 5 podstawowych (złoty) reguł bezpieczeństwa

Wyłączyć - Zablokować - Sprawdzić - Uziemić - Wygrodzić

Środki techniczne stanowiące właściwą ochronę przeciwporażeniową obejmują w zasadzie środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrony podstawowej) stanowiące zabezpieczenie przed porażeniami od napięć roboczych (fazowych) oraz środki ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrony dodatkowej) zabezpieczające przed porażeniami od napięć dotykowych. W zakresie urządzeń i sieci do 1 kV zmieniające się na przestrzeni ostatnich lat przepisy w zakresie ochrony przeciwporażeniowej przewidywały ponadto środki ochrony obostrzonej wymagane w warunkach zwiększonego zagrożenia porażeniowego i środki ochrony uzupełniającej stosowane dla eliminacji zagrożeń, przed którymi nie chronią tradycyjne środki ochrony przeciwporażeniowej. Do technicznych środków ochrony zaliczyć należy również środki ochrony osobistej (sprzęt ochronny) mające zastosowanie głównie przy pracach konserwacyjno-remontowych, operacjach łączeniowych i czynnościach pomiarów

3. Środki ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach do 1 kV.

3.1. Charakterystyka przepisów.

Norma PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Ochrona

dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym

Środek ochrony powinien składać się z:

- Odpowiedniej kombinacji środka do ochrony podstawowej i niezależnego środka do ochrony przy uszkodzeniu, lub wzmocnionego środka ochrony, który zabezpiecza zarówno ochronę podstawową, jak i ochronę przy uszkodzeniu.

Środki ochrony, przedstawione w tj. przeszkody umieszczanie poza zasięgiem rąk, mogą być stosowane tylko w instalacjach dostępnych dla:

- osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych lub
- osób będących pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych

Środki ochrony wyspecyfikowane w, tj.

– izolowanie stanowiska, – nieziemione połączenia wyrównawcze miejscowe, – elektryczna separacja do zasilania więcej niż jednego odbiornika, mogą być stosowane tylko wówczas, gdy instalacja jest pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych tak, że nieautoryzowane zmiany nie mogą być dokonywane.

Wprowadzono nowe definicje:

1. Ochrona podstawowa - która jest odpowiednikiem ochrony przed dotykiem bezpośrednim.

2. Ochrona przy uszkodzeniu - która jest odpowiednikiem ochrony przy dotyku pośrednim.

3. Wzmocniony środek ochrony, środek ochrony który zapewnia zarówno ochronę podstawową jak i przy uszkodzeniu,

4. Ochrona uzupełniająca, środki ochrony do stosowania w niektórych warunkach.

Ochrona uzupełniająca

a) środek ochrony uzupełniającej, stosowany w przypadku uszkodzenia środków ochrony podstawowej i/lub środków ochrony przy uszkodzeniu, a także w przypadku nieostrożności użytkowników (Urządzenia ochronne różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowoprądowym nie przekraczającym 30 mA)

b) środek ochrony uzupełniającej stosowany jako uzupełnienie ochrony przy uszkodzeniu (dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne)

Rodzaje i środki ochrony przeciwporażeniowej wg. normy PN-HD 60364-4-41:2009.

-Ochrona podstawowa

-Ochrona przy uszkodzeniu

-Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia

-Ochrona uzupełniająca

Ochrona podstawowa:

Powszechnie stosowane środki ochrony:

-Izolacja podstawowa części czynnych czynnych

-Przegrody lub obudowy

Środki ochrony stosowane tylko w instalacjach dostępnych dla osób wykwalifikowanych, lub poinstruowanych, lub osób będących pod nadzorem wyżej wymienionych osób:

- Przeszkody
- Umieszczenie poza zasięgiem ręki

Ochrona przy uszkodzeniu

Powszechnie stosowane środki ochrony:

- Samoczynne wyłączenie zasilania
- Izolacja podwójna lub wzmocniona
- Separacja elektryczna do zasilania jednego odbiornika

Środki ochrony stosowane tylko wtedy, gdy instalacja jest pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych tak, że nieautoryzowane zmiany nie mogą być dokonywane:

- Izolowanie stanowiska
- Nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe
- Separacja elektryczna do zasilania więcej niż jednego

Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia (Środek ochrony stosowany we wszystkich sytuacjach)

- Obwody SELV
- Obwody PELV

Ochrona uzupełniająca

Środek ochrony uzupełniającej, stosowany w przypadku uszkodzenia środków ochrony podstawowej i/lub środków ochrony przy uszkodzeniu, a także w przypadku nieostrożności użytkowników :

- Urządzenia ochronne różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowoprądowym nie przekraczającym 30 mA

Środek ochrony uzupełniającej stosowany jako uzupełnienie ochrony przy uszkodzeniu:

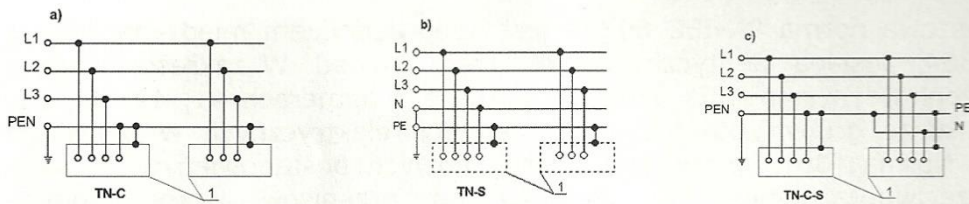
- Dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne

3.2. Układy sieciowe.

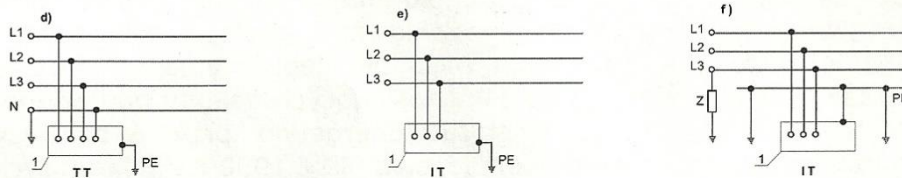
W zależności od związku pomiędzy układem sieci a ziemią oraz od związku pomiędzy częściami przewodzącymi dostępnymi a ziemią, rozróżnia się następujące układy sieciowe:

- układ sieciowy TN (TN-C, TN-S, TN-C-S),
- układ sieciowy TT,
- układ sieciowy IT

Schematy układów pokazano na rys. 1.a,b.



Rys. 1.a. Schematy układów sieciowych:
a) sieć typu TN-C, b) sieć typu TN-S, c) sieć typu TN-C-S
1 - dostępne części przewodzące



Rys. 1.b. Schematy układów sieciowych:
d) sieć typu TT, e), f) sieć typu IT

1 - dostępne części przewodzące Z - impedancja lub bezpiecznik przeskokowy

Charakterystyka układów sieci TT, TN i IT

1. Klasyfikacja typów układów sieci niskiego napięcia

Ze względu na zastosowany system uziemień sieci rozdzielcze i instalacje elektryczne niskiego napięcia dzieli się na układy typu: TN, TT i IT.

Użyte w oznaczeniu typu układu sieci litery mają następujące znaczenia:

1) Pierwsza litera oznacza związek między układem sieci a ziemią;

T - bezpośrednie połączenie jednego punktu układu sieci z ziemią,

I - wszystkie części czynne izolowane od ziemi lub jeden punkt układu sieci połączony z ziemią poprzez impedancję

2) Druga litera określa związek między częściami przewodzącymi dostępnymi instalacji a ziemią:

N - oznacza bezpośrednie połączenie elektryczne części przewodzących dostępnych z uziemionym punktem układu sieci (uziemionym punktem układu sieci jest zazwyczaj punkt neutralny, albo przewód fazowy jeżeli punkt neutralny nie jest dostępny).

T - oznacza bezpośrednie połączenie elektryczne części przewodzących dostępnych z ziemią, niezależnie od uziemienia jednego z punktów układu sieci.

3) Następną litera (jeżeli występuje) określa związek przewodu neutralnego z przewodem ochronnym. :

C - oznacza, że funkcje przewodu neutralnego N i przewodu ochronnego PE pełni jeden wspólny przewód (przewód PEN);

S - oznacza, że funkcje przewodu ochronnego pełni przewód PE oddzielony od przewodu neutralnego N, albo uziemionego przewodu roboczego (lub uziemionego przewodu fazowego w układzie sieci prądu przemiennego).

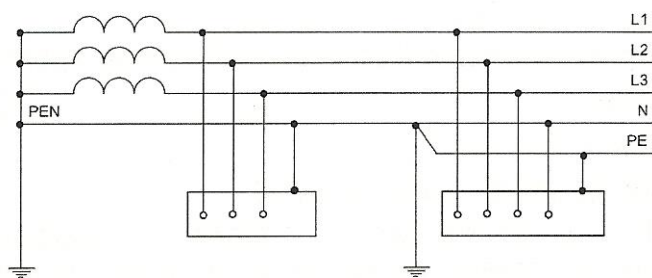
Samoczynne szybkie wyłączenie zasilania jest najczęściej stosowanym i najpewniejszym

środkiem ochrony stosowanym w układach sieciowych TN, TT oraz IT.

Ochrona w układzie TN.

W układach sieciowych TN ochronę przez samoczynne wyłączenie zasilania (dawniej zerowanie) uzyskuje się poprzez połączenie części przewodzących dostępnych z przewodem ochronnym PE lub przewodem ochronno-neutralnym PEN, co przy zwarciu części czynnych powoduje przepływ prądu zwarciovego do dostępnych części przewodzących i samoczynne odłączenie odbiornika od zasilania.

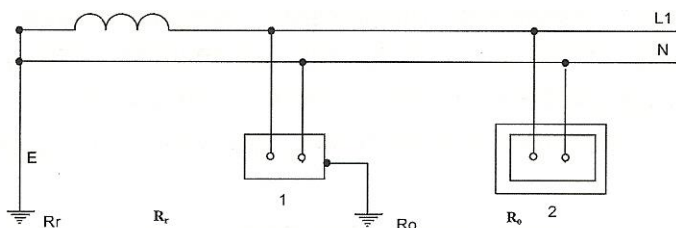
W obiektach budownictwa ogólnego i przemysłowego najszerzej stosowany jest układ TN-C-S przedstawiony na rys. 3



Rys. 3. Przykład układu TN-C-S z zastosowaniem odbiorników I klasy ochronności.

Ochrona w układzie TT.

W układzie sieciowym TT przedstawionym na rys. 4. ochrona polega na połączeniu części przewodzących dostępnych chronionych za pomocą urządzeń ochronnych przetężeniowych lub różnicowoprądowych, z uziomem (dawniej uziemienie ochronne). Przy zwarciu części czynnej z częścią przewodzącą dostępną, powinno nastąpić samoczynne odłączenie odbiornika od sieci w wymaganym czasie lub obniżenie napięcia dotykowego na częściach przewodzących do wartości bardzo niskiego napięcia bezpiecznego U_t .

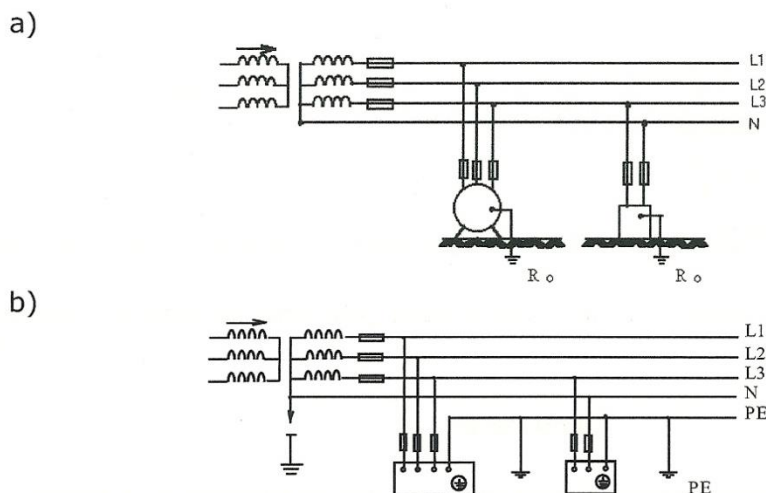


Rys. 4. Przykład sieci TT:

Ochrona w układzie IT

W układzie sieciowym IT pokazanym na rys. 5 wszystkie części czynne są odizolowane

od ziemi, a części przewodzące dostępne powinny być uziemione indywidualnie, grupowo lub zbiorowo.



Rys. 5. Przykłady układów IT:

Prąd pojedynczego zwarcia z ziemią ma charakter prądu pojemnościowego i jego ograniczona wartość (zwykle poniżej 1A) nie wystarcza do spełnienia warunku szybkiego wyłączenia, ale za to z reguły występuje skuteczne obniżenie napięcia dotykowego do bezpiecznego w danych warunkach środowiskowych, zwykle 50 V, lub 25 V. Powyższe wymaganie określone jest wzorem:

$$R_A I_a \leq U_L$$

3.3. Przewody ochronne, neutralne i wyrównawcze.

Podstawowe wymagania odnośnie przewodów ochronnych, ochronno-neutralnych i neutralnych w instalacjach elektrycznych określa norma PN-HD 60364. Przewody te powinny być ułożone i oznaczone w sposób umożliwiający ich identyfikację w trakcie sprawdzania, badań lub zmian w instalacji. Istotne znaczenie posiada dobór przekroju wymienionych przewodów. Przekrój przewodów ochronnych nie powinien być mniejszy od wartości obliczonej ze wzoru:

$$S = \frac{I_{th} \sqrt{t}}{k}$$

gdzie:

S - przekrój przewodu [mm²],

I_{th} - prąd zwarcia cieplny [AJ],

t - czas trwania zwarcia w sekundach,

k - współczynnik zależy od rodzaju przewodu i warunków jego użytkowania,

w $A \cdot \sqrt{\frac{s}{mm^2}}$

Jednocześnie minimalny przekrój przewodu ochronnego został uzależniony od przekroju przewodu fazowego i nie powinien być mniejszy od wartości podanych w tabeli 1.

PE –żółto-zielony (ochronny) PEN –ochronno-neutralny (żółto-zielony z niebieskim)

N – jasnoniebieski (neutralny)
L – brązowy ,czarny ,szary (fazowy)

Przekrój przewodu fazowego S_f w mm^2	Przekrój odpowiadającego przewodu ochronnego S_{PE} w mm^2
$S \sim 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S/1$ 16 $1/2 S$
1) Lecz nie mniejszy niż $2,5 \text{ mm}^2$ jeżeli przewód jest zabezpieczony przed uszkodzeniem mechanicznym lub 4 mm^2 , jeżeli nie jest zabezpieczony przed uszkodzeniami mechanicznymi - dotyczy to przewodów ochronnych nie będących żyłą przewodu (kabla) lub jego powłoką.	

Jako przewody ochronne mogą być stosowane:

- żyły przewodów (kabli) wielożyłowych,
- przewody prowadzone we wspólnej osłonie z przewodami roboczymi,
- metalowe osłony niektórych rodzajów kabli szynowych,
- odpowiednie części przewodzące obce.

Przepisy określają dodatkowe wymagania dotyczące wykorzystania jako przewodów ochronnych metalowych osłon, obudów i części przewodzących obcych, dotyczące głównie zapewnienia ich ciągłości elektrycznej oraz konduktancji równej co najmniej konduktancji przewodów wyznaczonych według tabeli 1.

W sieciach systemu TN, w których ułożony na stałe, pojedynczy przewód (żyła) spełnia funkcję przewodu ochronnego i neutralnego, przekrój przewodu ochronno-neutralnego PEN nie może być mniejszy niż 10 mm^2 Cu lub 16 mm^2 Al. W przypadku stosowania przewodów (kabli) koncentrycznych, minimalny przekrój przewodu PEN może wynosić 4 mm^2 .

Przewód neutralny N wyprowadzony z punktu neutralnego źródła prądu przemiennego, jako przewód czynny uczestniczy w przesyłaniu energii elektrycznej. Jego przekrój musi być dostosowany do przewidywanych obciążeń roboczych. Z reguły, zwłaszcza w obwodach 1-fazowych lub w 3-fazowych przy znacznej asymetrii obciążenia poszczególnych faz, przekrój przewodu neutralnego powinien odpowiadać przekrojowi przewodów fazowych.

Należy zaznaczyć, że przy zasilaniu urządzeń o przebiegach odkształconych np. urządzeń elektronicznych i komputerowych, wartość prądu w przewodzie neutralnym może znacznie przekraczać wartości prądu w przewodach fazowych.

Istotne znaczenie w ochronie przeciwporażeniowej odgrywają **połączenia wyrównawcze**. Mają one za zadanie połączenie ze sobą wszystkich części przewodzących dostępnych i części przewodzących obcych dla wyeliminowania porażenia w przypadku równoczesnego ich dotyku. Wymagania odnośnie połączeń wyrównawczych ochrony przeciwporażeniowej są podane w normie PN-IEC 60364 [66]. Przewody połączeń wyrównawczych nie stanowią elementu obwodów prądowych i nie są obciążone prądami roboczymi lub zwarciovymi. Jako przewody wyrównawcze mogą być stosowane miedziane

przewody gołe lub izolowane oraz stalowe przewody gołe lub pokryte trwałymi powłokami antykorozyjnymi. Minimalne przekroje poprzeczne przewodów wyrównawczych w ochronie przeciwporażeniowej określone normą podaje tabela 2.

Tabela 2
Przekroje poprzeczne przewodów wyrównawczych głównych i dodatkowych

Wymagania	Połączenia wyrównawcze główne	Połączenia wyrównawcze dodatkowe między	
		dwoma częściami przewodzącymi dostępnymi	częścią przewodzącą dostępną i częścią przewodzącą obcą
Podstawowe	$S_w \geq 0,5 S_{PEmax}$	$S_w \geq S_{PEmin}$	$S_w \geq 0,5 S_{PE}$
Dodatkowe	$S_w \geq 6 \text{ mm}^2$	$S_w \geq 2,5 \text{ mm}^2$ dla przewodów chronionych od uszkodzeń mechanicznych ¹⁾ $S_w \geq 4 \text{ mm}^2$ dla przewodów niechronionych od uszkodzeń mechanicznych ²⁾	
Możliwe złagodzenie wymagania podstawowego	S_w nie musi być większy od 25 mm^2 Cu albo przekroju równoważnego w przypadku innego metalu niż miedź		
¹⁾ niezależnie od materiału, z którego wykonany jest przewód, ²⁾ w przypadkach stosowania innego metalu niż miedź należy przyjmować przekrój zapewniający taką samą obciążalność prądową jaką ma odpowiedni przewód miedziany. Oznaczenia: S_w – przekrój przewodu wyrównawczego, S_{PEmax} – największy przekrój przewodu ochronnego w danej instalacji, S_{PEmin} – najmniejszy przekrój przewodu ochronnego spośród przewodów doprowadzonych do rozpatrywanych części przewodzących dostępnych, S_{PE} – przekrój przewodu ochronnego doprowadzonego do rozpatrywanej części przewodzącej dostępnej.			

Uziemienie robocze punktu neutralnego źródła oraz dodatkowe uziemienia robocze przewodów PEN (PE) w sieci TN odgrywają ważną rolę w zakresie:

- ochrony przed skutkami pojawienia się w sieci niskiego napięcia, wyższego napięcia sieci zasilającej,
- utrzymania potencjału ziemi na przewodach PEN (PE) i połączonych z nimi części przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych,
- umożliwienia działania ochrony poprzez wyłączenie zasilania podczas zwarcia doziemnego do uszkodzonego przewodu za miejscem jego przerwania,
- ograniczenia napięć na przewodach PEN (PE) wywołanych zwarciami doziemnymi.

W sieciach TN i TT pierwszym uziemieniem jest uziemienie robocze punktu neutralnego transformatora (generatora lub zespołu prądotwórczego). Najczęściej jest to uziom kratowy lub otokowy, ewentualnie uzupełniony elementami pionowymi, jeżeli wartość rezystancji uziemienia nie spełnia wymagań przepisów. Wymagania odnośnie dopuszczalnej wartości rezystancji tego uziemienia określało rozporządzenie z 1990 r., zgodnie z którym rezystancja uziemienia roboczego punktu neutralnego sieci niskiego napięcia nie może przekraczać 5Ω oraz wartości wynikającej z napięcia bezpiecznego i prądu zwarcia doziemnego w sieci wyższego napięcia:

$$R_r \leq \frac{50}{I_z}$$

gdzie: R_r - rezystancja uziemienia roboczego [Ω],
 I_z - prąd zwarcia doziemnego w sieci wyższego napięcia [A].

Przepisy wprowadzały też wymaganie wykonywania dodatkowych uziemień roboczych przewodu ochronnego lub ochronno-neutralnego w sieci TN, określając szczegółowo miejsce ich wykonywania w liniach napowietrznych i kablowych oraz ustalając maksymalną wartość rezystancji każdego z tych uziomów na 30 Ω .

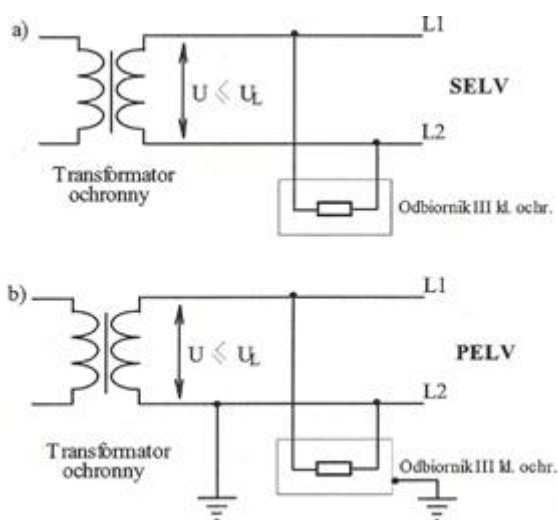
W zakresie układu sieciowego TN w praktyce nadal najczęściej stosowany jest tradycyjny układ sieci trójfazowej 4-przewodowej TN-C ze wspólnym przewodem ochronno-neutralnym PEN. W układzie tym mogą jednak wystąpić niekorzystne zjawiska, takie jak:

- pojawienie się niebezpiecznego napięcia na przewodzie PEN oraz na połączonych z nim obudowach metalowych odbiorników w przypadku
- niezadziałania zabezpieczenia przetężeniowego lub w przypadku wystąpienia przerwy w przewodzie ochronno-neutralnym,
- pojawienie się na przewodzie PEN i na połączonych z nim obudowach odbiorników niekorzystnego napięcia, spowodowanego przepływem prądu wynikającego z asymetrii obciążenia poszczególnych faz sieci.

W sieci TT dostępne części przewodzące odbiorników łączy się przewodami ochronnymi z uziomami (dawne uziemienie ochronne), a w sieci IT części przewodzące dostępne powinny być uziemione indywidualnie lub grupowo (dawne uziemienie ochronne) lub zbiorowo poprzez przewód ochronny sieci (dawna sieć ochronna).

Układy napięć bezpiecznych

- bardzo niskiego napięcia bezpiecznego SELV (oznaczenie ang. *Safety Extra-Low Voltage*) lub bardzo niskiego napięcia ochronnego PELV (ang. *Protective Extra-Low Voltage*),



Różnica między układem SELV a PELV polega na tym, że:

- w obwodach SELV instalacja jest całkowicie oddzielona od ziemi i od innych instalacji,
- w obwodach PELV określone części czynne mogą być połączone z uziemem ze względu na wymagania technologiczne.

Ochronne obniżenie napięcia roboczego do wartości bardzo niskiego napięcia bezpiecznego stanowi najskuteczniejszy, lecz w praktyce ze względów technologicznych rzadko stosowany sposób ochrony. W tabeli 4. podano wartości napięć bezpiecznych określone normą, a uzależnione od rodzaju prądu i warunków środowiskowych.

Tabela 4
Wartości napięć bezpiecznych U_L

Rodzaj prądu	Napięcie bezpieczne dla warunków środowiskowych		
	normalnych	szczególnego zagrożenia	ekstremalnego zagrożenia (zanurzenie w wodzie)
Przemienny	50V~,	25V~	12~,
Stały (nietętniący)	120V-	60V-	30V-

Jako źródło bardzo niskiego napięcia bezpiecznego mogą być stosowane:

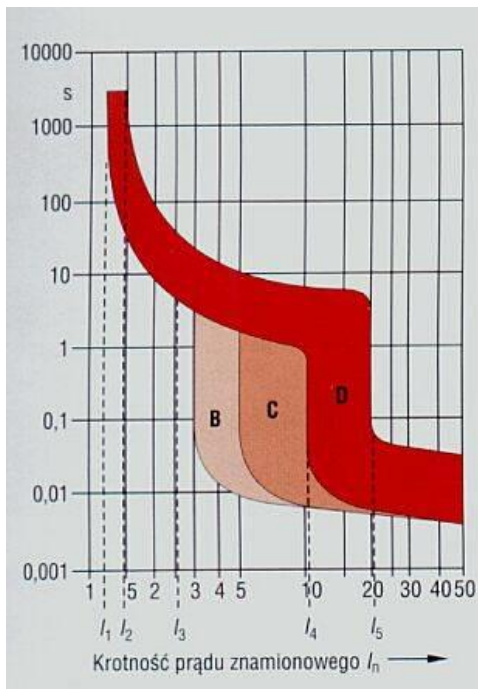
- transformatory ochronne,
- przetwornice ochronne,
- źródła elektroniczne,
- źródła elektrochemiczne (baterie akumulatorów),
- zespoły prądotwórcze napędzane silnikiem spalinowym.

Wykonanie instalacji na napięcie bezpieczne wymaga spełnienia licznych warunków dotyczących właściwego doboru źródeł zasilania, układania przewodów instalacji oraz budowy i użytkowania instalacji. W szczególności transformatory i przetwornice stanowiące źródło zasilania obwodów bardzo niskiego napięcia bezpiecznego powinny spełniać wymagania II klasy ochronności, czyli pewnego oddzielenia elektrycznego obwodu pierwotnego od obwodu wtórnego.

Jeżeli napięcie znamionowe instalacji nie przekracza 25 V dla prądu przemiennego lub 60 V dla prądu stałego to nie jest potrzebna ochrona przed dotykiem bezpośrednim, o ile nie występują żadne szczególne warunki środowiskowe, tzn. urządzenie jest użytkowane w miejscach suchych oraz nie przewiduje się wielkopowierzchniowych dotyków ciała ludzkiego. Wymieniony wyżej sposób ochrony - ograniczenie energii rozładowania jest w trakcie opracowania w IEC.

Jako urządzenia ochronne powodujące wyłączenie odbiornika lub obwodu mogą być zastosowane:

- urządzenia przetężeniowe (nadmiaroprądowe), do których należą wyłączniki z wyzwalaczami nadprądowymi lub przekaźnikami nadprądowymi oraz bezpieczniki z wkładami topikowymi,
- Wyłączniki instalacyjne nadprądowe
- Z uwagi na długie czasy wyłączeń i duży rozrzut charakterystyk prądowo-czasowych bezpieczników topikowych ogranicza się ich rolę jako elementu zabezpieczającego na rzecz wyłączników instalacyjnych nadmiaroprądowych
- W ochronie przeciwporażeniowej wprowadza się bardzo krótkie czasy wyłączenia nawet rzędu 0,1 s, co powoduje konieczność doboru elementów szybkiego wyłączenia na podstawie charakterystyk czasowo-prądowych elementów zabezpieczających.



Charakterystyka B: wyłączniki nadprądowe o charakterystyce B są przeznaczone do zabezpieczania przewodów i odbiorników w obwodach: oświetlenia, gniazd wtyczkowych i sterowania

Charakterystykę C: wyłączniki nadprądowe o charakterystyce C są przeznaczone do zabezpieczania przed skutkami zwarć i przeciążeń instalacji, w których zastosowano urządzenia elektroenergetyczne o dużych prądach rozruchowych (silniki, transformatory)

Charakterystykę D: przeznaczone do zabezpieczania obwodów urządzeń elektroenergetycznych o bardzo dużych prądach w chwili załączania, np. silników o ciężkim rozruchu, transformatorów, grup lamp

Urządzenia ochronne różnicoprądowe, do których należą wyłączniki różnicowo-prądowe i wyłączniki współpracujące z przekaźnikami różnicowoprądowymi, uzupełniający środek ochrony przeciwporażeniowej (RCD) o prądzie znamionowym 30mA. Wyłączniki 100mA stanowią środek ochrony dodatkowej w obwodach, gdzie występują duże prądy upływowe, natomiast wyłączniki o prądzie znamionowym $\geq 300\text{mA}$ stosuje się przede wszystkim jako środek ochrony przeciwpożarowej

Samoczynne szybkie wyłączenie zasilania jest najczęściej stosowanym i najpewniejszym środkiem ochrony stosowanym w układach sieciowych TN, TT oraz IT.

Prąd I_a zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia zabezpieczającego przetężeniowego (nadmiaroprądowego) powinien być wyznaczony na podstawie charakterystyk czasowo-prądowych urządzeń wyłączających.

Jeżeli urządzeniem ochronnym jest urządzenie ochronne różnicowoprądowe, prąd I_a jest znamionowym prądem wyzwalającym $I_{\Delta n}$

Przepisy wymagają, aby każdy obiekt budowlany posiadał połączenia wyrównawcze główne. Połączenia wyrównawcze główne realizuje się poprzez umieszczenie

w najniższej kondygnacji budynku **głównej szyny uziemiającej** (zacisku), do której podłącza się:

- przewody uziemiające połączone z uziomami,
- przewody ochronne lub ochronno-neutralne,
- metalowe rury oraz metalowe urządzenia wewnętrznych instalacji wody zimnej, wody gorącej, ścieków, centralnego ogrzewania, gazu, klimatyzacji,
- metalowe powłoki i pancerze kabli elektroenergetycznych,
- metalowe elementy konstrukcyjne budynku, takie jak np. zbrojenia itp.

W pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu porażeniowym, jak np. w łazienkach, pralniach, hydroforniach i kotłowniach oraz przestrzeniach, w których nie ma możliwości zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania po przekroczeniu wartości napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale na częściach przewodzących dostępnych, powinny być wykonane **połączenia wyrównawcze dodatkowe** (miejscowe).

Powinny one obejmować wszystkie części przewodzące jednocześnie dostępne, takie jak:

- części przewodzące dostępne,
- części przewodzące obce,
- przewody ochronne wszystkich urządzeń, w tym gniazd wtyczkowych,
- metalowe konstrukcje i zbrojenia budowlane.

Elementy przewodzące wprowadzone do budynku z zewnątrz powinny być przyłączone do głównej szyny uziemiającej możliwie najbliżej miejsca wprowadzenia ich do budynku. Połączenie wszystkich części przewodzących dostępnych w danym obiekcie budowlanym za pomocą przewodów wyrównawczych ma na celu wyrównanie potencjałów między elementami (ekwipotencjalizację).

Jak podano wyżej przepisy ochrony przeciwporażeniowej [66] zalecają przyłączenie do głównej szyny uziemiającej m.in. metalowych rurociągów gazowych doprowadzonych do budynku. Ponieważ wykorzystanie tych elementów w roli uziomu naturalnego jest niedopuszczalne przez przepisy gazownicze, powinny być wykonane wstawki izolacyjne pomiędzy miejscem przyłączenia przewodu wyrównawczego głównego, a miejscem wprowadzenia tych części do gruntu.

Aby nastąpiło szybkie wyłączenie powinny być spełnione następujące warunki:

- dla układu IT bez przewodu neutralnego:

$$Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \cdot U_0}{2 \cdot I_a}$$

- dla układu IT z przewodem neutralnym:

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 \cdot I_a}$$

gdzie:

Z_s - impedancja pętli zwarcia obejmującej przewód fazowy i przewód ochronny obwodu,

Z'_s - impedancja pętli zwarcia obejmującej przewód neutralny i przewód ochronny obwodu.

Ochrona przez zastosowanie urządzenia II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej ma na celu zapobieżenie pojawieniu się niebezpiecznego napięcia na częściach przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej. Istota tego środka ochrony polega na ograniczeniu do minimum możliwości porażenia poprzez zastosowanie izolacji podwójnej lub izolacji wzmocnionej albo równoważnej obudowy izolacyjnej.

Urządzenia II klasy ochronności są rozpowszechnionym środkiem ochrony dodatkowej, zwłaszcza w odniesieniu do przyrządów ręcznych i ruchomych (elektronarzędzia i sprzęt gospodarstwa domowego). Mogą być stosowane we wszystkich warunkach środowiskowych.

Obudowy izolacyjne urządzeń powinny mieć stopień ochrony co najmniej IP2X i być odporne na spodziewane obciążenia mechaniczne, elektryczne i termiczne. W widocznych miejscach wewnątrz i na zewnątrz obudowy powinien być umieszczony symbol oznaczający zakaz przyłączania przewodu ochronnego.

Izolowanie stanowiska polega na zapobieżeniu równoczesnemu dotknięciu części, które mogą mieć różny potencjał w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej części czynnych.

Ściany i podłogi stanowiska powinny być wykonane z materiałów izolacyjnych w taki sposób, aby ich rezystancja nie była mniejsza niż 50 k dla instalacji o napięciu znamionowym do 500 V, oraz 100 k przy napięciu powyżej 500 V. Zastosowane środki ochrony powinny być wyposażeniem stałym umożliwiającym nieumyślne ograniczenie skuteczności ich działania, a ich stan techniczny należy często kontrolować.

Izolacja podłogi i ścian nie powinna podlegać działaniu wilgoci, a więc ten sposób ochrony można stosować tylko w pomieszczeniach suchych. Wszystkie dostępne części przewodzące powinny być oddalone od siebie nie mniej niż 2 m, odległość ta może być zmniejszona do 1,25 m poza strefą zasięgu ręki.

Do stanowiska izolowanego nie wolno doprowadzać z zewnątrz żadnych uziemionych przedmiotów ani przewodów ochronnych. Ten sposób ochrony wymaga szczególnie skutecznego nadzoru eksploatacyjnego nad instalacjami.

Nieziemione połączenia wyrównawcze miejscowe mają na celu zapobieżenie pojawieniu się niebezpiecznych napięć dotykowych. Istota tej ochrony polega na łączeniu między sobą wszystkich części przewodzących jednocześnie dostępnych oraz części przewodzących obcych za pomocą niezziemionych miejscowych połączeń wyrównawczych.

System połączeń wyrównawczych miejscowych nie powinien mieć połączenia elektrycznego z ziemią przez części przewodzące dostępne lub przez części przewodzące obce. Rezystancja połączeń wyrównawczych powinna być tak dobrana, aby największy spodziewany prąd nie powodujący samoczynnego wyłączenia zasilania, wywoływał na niej spadek napięcia nie przekraczający dopuszczalnej w danych warunkach środowiskowych wartości napięcia dotykowego bezpiecznego.

$$I \cdot R \leq U_l$$

gdzie:

I - największy spodziewany prąd niepowodujący samoczynnego wyłączenia

R - rezystancja połączenia wyrównawczego,

U_L - napięcie bezpieczne (np. 50 V).

Należy przewidzieć środki ostrożności zapobiegające narażeniu na niebezpieczną różnicę potencjałów osób wchodzących do przestrzeni z połączeniami wyrównawczymi miejscowymi, szczególnie w przypadku, gdy przewodząca podłoga izolowana od ziemi jest połączona z nieziemionym systemem połączeń wyrównawczych.

Separacja elektryczna polega zwykle na zasilaniu pojedynczego odbiornika przez transformator separacyjny lub przetwornicę separacyjną. Części czynne obwodu separowanego nie powinny być połączone w żadnym punkcie z innym obwodem lub ziemią. Zaleca się, aby w obwodzie separowanym iloczyn napięcia znamionowego (V) i łącznej długości przewodów (m) nie przekraczał 100000 i aby łączna długość przewodów nie przekraczała 500 m.

Jeżeli z obwodu separowanego jest zasilanych kilka urządzeń, to ich dostępne części przewodzące powinny być połączone ze sobą nieziemionymi połączeniami wyrównawczymi, a zasilające je gniazda wtyczkowe muszą być wyposażone do tego celu w styki ochronne.

Napięcie ochronne obwodów separowanych jest ograniczone do 500 V. Przewody obwodów separowanych są najczęściej prowadzone oddzielnie od przewodów innych obwodów.

Klasy ochronności.

Urządzenia (odbiorniki) elektryczne ze względu na wymagany i możliwy do zastosowania sposób ochrony przeciwporażeniowej dzieli się na klasy ochronności.

Rozróżnia się urządzenia klasy ochronności: 0, I, II i III. Charakterystykę poszczególnych klas ochronności oraz zakres i przykłady zastosowania podano w tabeli 7. Najczęściej w praktyce występują urządzenia klasy I i II.




W urządzeniach **klasy ochronności I** ochronę realizuje się poprzez połączenie przewodów PE lub PEN z zaciskami ochronnymi, przez co następuje:

- szybkie zadziałanie zabezpieczeń przetężeniowych i wyłączenie zasilania, albo
- ograniczenie napięć dotykowych do wartości uznanych za bezpieczne (tab. 4).

W urządzeniach **klasy ochronności II** ochrona jest zapewniona przez fabryczne zastosowanie izolacji podwójnej lub wzmocnionej. Rzadziej w praktyce występują urządzenia **klasy ochronności III**, w których ochrona przeciwporażeniowa jest zapewniona przez zasilanie ich bardzo niskim napięciem (SELV lub PELV), mieszczącym się w zakresie napięcia bezpiecznego.

W urządzeniach **klasy ochronności 0** ochronę przed porażeniem stanowi w zasadzie izolacja podstawowa. Ze względu na zagrożenia jakie mogą występować w praktyce przy użytkowaniu tych urządzeń, w kraju podejmowane są działania dla wyeliminowania produkcji i stosowania urządzeń tej klasy ochronności.

Klasy ochronności urządzeń elektrycznych

Klasy ochronności	klasa 0	klasa I	klasa II	klasa III
Symbol	brak oznaczenia			
Cechy charakterystyczne wykonania urządzenia	- izolacja jedynie podstawowa - brak zacisku ochronnego	- izolacja jedynie podstawowa - zacisk ochronny do przyłączenia przewodu	- izolacja podwójna lub wzmocniona, - brak zacisku ochronnego	- zasilanie napięciem bardzo niskim w układzie SELV lub PELV
Wymagania szczegółowe dotyczące sposobu wykonania ochrony przeciwporażeniowej	- izolowanie stanowiska, - uniemożliwienie jednoczesnego dotknięcia dwóch różnych części przewodzących	- przyłączenie przewodu ochronnego PE lub ochronnonneutralnego PEN do zacisku ochronnego	Brak wymagań	brak wymagań
Zakres zastosowań	- w pomieszczeniach o izolowanych ścianach i podłogach, bez konstrukcji i uziomów naturalnych (izolowanie stanowiska) - w obwodzie zasilanym z transformatora separacyjnego	- w pomieszczeniach mieszkalnych, przemysłowych i podobnych, o ile wymagania szczegółowe dotyczące określonych miejsc i pomieszczeń nie ograniczają stosowania urządzeń tej klasy ochronności	- we wszystkich w zasadzie pomieszczeniach i warunkach, o ile wymagania szczegółowe dotyczące określonych miejsc i pomieszczeń nie ograniczają stosowania urządzeń tej klasy ochronności	- we wszystkich warunkach i pomieszczeniach
Przykłady zastosowania	oprawy oświetleniowe (zyrandole)	silniki, rozdzielnice metalowe, prałki, chłodziarki, kuchenki elektryczne, zmywaki	młynki do kawy, suszarki do włosów, golarki, wiertarki i inne elektronarzędzia ręczne	zabawki, ręczne przenośne lampy oświetleniowe, niektóre elektronarzędzia

Stopnie Ochrony kod IP

Przepisy związane z organizacją bezpiecznej pracy

- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne [Dz.U.96.89.62],
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28.04. 2003 roku, w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.[Dz.U. nr 89, poz 828],
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane [Dz.U.06.156.1118],
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych¹⁾ (Dz. U. z dnia 23 kwietnia 2013 r.),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz.U.10.239.1597],
- NORMY
- Ustawa z 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (wraz z późniejszymi zmianami), a w szczególności przepis wykonawczy do ustawy – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – przywołuje w wielu miejscach Polskie Normy, których zastosowanie w określonych warunkach staje się obowiązkowe.

1. Wymagania ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne

Art. 51. Projektowanie, produkcja, import, budowa oraz eksploatacja urządzeń, instalacji i sieci powinny zapewniać racjonalne i oszczędne zużycie paliw lub energii przy zachowaniu:

1) niezawodności współdziałania z siecią;

2) bezpieczeństwa obsługi i otoczenia po spełnieniu wymagań ochrony środowiska;

3) zgodności z wymaganiami odrębnych przepisów, a w szczególności przepisów: prawa budowlanego, o ochronie przeciwporażeniowej, o ochronie przeciwpożarowej, o dozorcze technicznym, o ochronie dóbr kultury, o muzeach, Polskich Norm wprowadzonych do obowiązkowego stosowania lub innych przepisów wynikających z technologii wytwarzania energii i rodzaju stosowanego paliwa.

2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28.04. 2003 roku, w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.[Dz.U. nr 89, poz 828]

Osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych muszą spełniać wymagania kwalifikacyjne dla stanowisk dozoru oraz eksploatacji i co 5 lat aktualizować zaświadczenia w tym zakresie.

Do stanowisk dozoru zalicza się stanowiska pracowników i innych osób kierujących czynnościami osób wykonujących prace w zakresie:

- obsługi,
- konserwacji,
- remontów,
- kontrolno-pomiarowym,
- montażu
- oraz stanowiska pracowników technicznych sprawujących nadzór nad eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych.

Natomiast do stanowisk eksploatacji zalicza się stanowiska osób wykonujących prace w zakresie obsługi, konserwacji, remontów, kontrolno-pomiarowym i montażu.

3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz. U. z dnia 23 kwietnia 2013 r.).

Zgodnie z powyższym rozporządzeniem procedury i zasady dotyczące wykonywania czynności dotyczących eksploatacji urządzeń oraz instalacji energetycznych muszą zostać ustalone przez pracodawcę w instrukcji eksploatacji.

Instrukcja eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych jest dokumentem określającym procedury i zasady wykonywania czynności niezbędnych przy eksploatacji urządzeń oraz instalacji energetycznych, opracowanym na podstawie odrębnych przepisów i dokumentacji producenta, a następnie zatwierdzona przez pracodawcę do stosowania w firmie.

Instrukcja eksploatacji powinna określać przede wszystkim:

- ogólną charakterystykę techniczną urządzenia,
- czynności związane z uruchomieniem, obsługą i zatrzymaniem urządzenia w warunkach jego normalnej eksploatacji,
- zasady postępowania w razie awarii, pożaru lub wystąpienia zakłóceń pracy urządzenia,
- wymagania w zakresie konserwacji i jego napraw,
- wymagania dotyczące bezpieczeństwa obsługi,
- zapisy związane z ruchem urządzeń,
- zakresy i częstotliwość przeprowadzania oględzin, przeglądów, pomiarów oraz badań.

Opracowywanie instrukcji bhp

Niezależnie od instrukcji eksploatacji pracodawca ma obowiązek opracować instrukcję bezpieczeństwa i higieny pracy przy użytkowaniu urządzeń i instalacji elektroenergetycznych (rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy - Dz.U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650 ze zm.

Pracodawca ma obowiązek udostępnić wszystkim pracownikom w firmie, do stałego korzystania, aktualne instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczące:

- stosowanych w zakładzie procesów technologicznych,
- wykonywania prac związanych z zagrożeniami wypadkowymi lub zagrożeniami zdrowia pracowników,
- obsługi maszyn i innych urządzeń technicznych,
- postępowania z materiałami szkodliwymi dla zdrowia i niebezpiecznymi,
- udzielania pierwszej pomocy.

ORGANIZACJA BEZPIECZNEJ PRACY

1. Prowadzący eksploatację może upoważnić osobę lub osoby do wykonywania w jego imieniu określonych działań związanych z:

- 1) wydawaniem poleceń;
- 2) koordynacją prac;
- 3) dopuszczeniem do prac.

2. Prowadzący eksploatację prowadzi wykaz osób upoważnionych, o których mowa w ust. 1, zawierający w szczególności:

- 1) imię i nazwisko osoby upoważnionej;
- 2) zakres upoważnienia;
- 3) określenie okresu, na jaki upoważnienie zostało udzielone

- POLECENIODAWCA

Należy przez to rozumieć pracownika, upoważnionego pisemnie przez prowadzącego eksploatację urządzeń i instalacji energetycznych do wydawania poleceń na wykonanie pracy posiadającego ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku dozoru

ZADANIA:

- określenie zakresu i rodzaju prac do wykonania,
- określenie strefy miejsca pracy,

- określenie warunków i środków ochronnych niezbędnych do zapewnienia bezpiecznego wykonania poleconych prac.

- KOORDYNUJĄCY

Należy przez to rozumieć wyznaczonego przez poleceniodawcę pracownika komórki organizacyjnej sprawującej dozór nad eksploatacją urządzeń i instalacji energetycznych, przy których będzie wykonywana praca, posiadającego ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku dozoru

ZADANIA:

- 1) koordynowanie wykonania prac, określonych w poleceniu, z ruchem urządzeń i instalacji energetycznych,
- 2) określenie czynności łączeniowych związanych z przygotowaniem miejsca pracy,
- 3) wydanie zezwolenia na przygotowanie miejsca pracy, dopuszczenie do pracy i likwidację miejsca pracy,
- 4) podjęcie decyzji o uruchomieniu urządzeń i instalacji energetycznych, przy których była wykonywana praca,
- 5) zapisanie w dokumentacji eksploatacji ustaleń wynikających z pkt 1-4.

-DOPUSZCZAJĄCY

Należy przez to rozumieć wyznaczonego przez poleceniodawcę pracownika posiadającego ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku eksploatacji i upoważnionego pisemnie przez prowadzącego eksploatację urządzeń i instalacji energetycznych do wykonywania czynności łączeniowych w celu przygotowania miejsca pracy

ZADANIA:

- przygotowanie miejsca pracy,
- dopuszczenie do wykonywania pracy,
- sprawdzenie wykonania pracy,
- zlikwidowanie miejsca pracy po jej zakończeniu

-KIERUJĄCY ZESPOŁEM PRACOWNIKÓW:

Należy przez to rozumieć wyznaczonego przez poleceniodawcę pracownika posiadającego ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku eksploatacji, kierującego zespołem pracowników

ZADANIA:

- dobór pracowników o umiejętnościach zawodowych odpowiednich do wykonania poleconej pracy,
- sprawdzenie przygotowania miejsca pracy i przejęcie go od dopuszczającego, jeżeli zostało przygotowane właściwie,
- zaznajomienie podległych pracowników ze sposobem przygotowania miejsca pracy, występującymi zagrożeniami w miejscu pracy i w bezpośrednim sąsiedztwie oraz warunkami i metodami bezpiecznego wykonywania pracy,
- zapewnienie wykonania pracy w sposób bezpieczny,
- egzekwowanie od członków zespołu stosowania właściwych środków ochrony indywidualnej, odzieży i obuwia roboczego oraz właściwych narzędzi i sprzętu,
- nadzorowanie przestrzegania przez podległych pracowników przepisów bezpieczeństwa

i higieny pracy w czasie wykonywania pracy,

- powiadomienie dopuszczającego lub koordynującego o zakończeniu pracy

W każdym zespole wyznacza się osobę kierującą zespołem.

2.W przypadku opuszczenia strefy pracy przez kierującego zespołem dalsze wykonywanie pracy musi zostać przerwane, a zespół wyprowadzony z tej strefy.

3.Kierujący zespołem przed każdym wznowieniem pracy jest obowiązany dokonać dokładnego sprawdzenia zabezpieczenia strefy pracy.

4.Jeżeli podczas sprawdzenia, o którym mowa w ust. 3, zostanie stwierdzone pogorszenie warunków bezpieczeństwa w strefie pracy, wznowienie pracy może nastąpić po doprowadzeniu warunków do wymaganego poziomu bezpieczeństwa.

Podczas wykonywania pracy zabronione jest w szczególności:

1) rozszerzanie pracy poza zakres i strefę pracy określone w poleceniu;

2) dokonywanie zmian w zastosowanych zabezpieczeniach, jeżeli miałyby to pogorszyć poziom bezpieczeństwa przy wykonywaniu prac.

Prace eksploatacyjne stwarzające możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego należy wykonywać na podstawie polecenia pisemnego

2.Do prac eksploatacyjnych przy urządzeniach energetycznych stwarzających możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego należy zaliczyć w szczególności prace:

1)wewnątrz niebezpiecznych przestrzeni zamkniętych, komór paleniskowych kotłów, kanałów spalin, elektrofiltrów, absorberów, walczaków kotłów, kanałów i lejów zsypanych, rurociągów sieci ciepłych oraz w zbiornikach paliw płynnych i gazowych;

2)wewnątrz zasobników węgla lub biomasy oraz zasobników pyłu węglowego lub biomasy;

3)niebezpieczne pod względem pożarowym wykonywane w strefach zagrożenia wybuchem;

4)w obiegach wody elektrowni i elektrociepłowni wymagające wejścia do kanałów, rurociągów, rur ssawnych i zbiorników, jak również prace na ujęciach i zrzutach wody wykonywane z pomostów, łodzi lub barek oraz prowadzone pod powierzchnią wody;

5)z zakresu konserwacji, remontów, montażu, kontrolno-pomiarowego, wykonywane wewnątrz turbin wiatrowych lub gondoli oraz prace z zakresu zewnętrznej konserwacji gondoli lub śmigieł wirnika turbiny wiatrowej;

6)wykonywane w pobliżu nieosłoniętych urządzeń elektroenergetycznych lub ich części, znajdujących się pod napięciem;

7)przy urządzeniach elektroenergetycznych wyłączonych spod napięcia, lecz uziemionych w taki sposób, że którekolwiek z uziemień nie jest widoczne z miejsca wykonywania pracy;

8)w wykopach, z zakresu konserwacji, remontów, kontrolno-pomiarowego, wykonywane przy gazociągach lub innych urządzeniach gazowniczych oraz rurociągach sieci ciepłych;

9) konserwacyjne, modernizacyjne lub remontowe przy kolejowej sieci trakcyjnej znajdującej się pod napięciem;

10) przy wyłączonych spod napięcia lub znajdujących się w budowie elektroenergetycznych liniach napowietrznych, które krzyżują się w strefie ograniczonej uziemieniami ochronnymi z liniami znajdującymi się pod napięciem lub mogącymi znaleźć się pod napięciem, w tym przewodami trakcji elektrycznej;

11) na skrzyżowaniach linii elektroenergetycznych znajdujących się pod napięciem lub mogących znaleźć się pod napięciem i przewodami trakcji elektrycznej;

12) przy wyłączonym spod napięcia torze wielotorowej elektroenergetycznej linii napowietrznej o napięciu 1 kV i powyżej, jeżeli którykolwiek z pozostałych torów linii pozostaje pod napięciem;

13) konserwacyjne, remontowe lub montażowe przy urządzeniach i instalacjach rozładowniczych paliw płynnych i gazowych

3. Szczegółowy wykaz prac, o których mowa w ust. 2, powinien być ustalony i aktualizowany w oparciu o przepisy wydane na podstawie art. 237¹⁵ ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. - Kodeks pracy oraz wyniki identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka związanego z zagrożeniami, mogącymi wystąpić podczas wykonywania prac.

4. Prace, o których mowa w ust. 2 i 3, wykonują co najmniej dwie osoby w celu zapewnienia asekuracji.

Prace eksploatacyjne przy urządzeniach elektroenergetycznych, w zależności od zastosowanych metod i środków ochronnych zapewniających bezpieczeństwo pracy, mogą być wykonywane:

- 1) pod napięciem;
- 2) w pobliżu napięcia;
- 3) przy wyłączonym napięciu.

2. Minimalne odstępstwa w powietrzu od nieosłoniętych urządzeń i instalacji elektrycznych lub ich części znajdujących się pod napięciem, wyznaczające zewnętrzne granice strefy prac, mają następujące wartości:

Napięcie znamionowe urządzenia lub instalacji elektrycznej	Minimalny odstęp w powietrzu, wyznaczający zewnętrzną granicę strefy	
	prac pod napięciem	prac w pobliżu napięcia
kV	mm	mm
≤ 1	bez dotyku	300
3	60	1120
6	90	1120
10	120	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
110	1000	2000
220	1600	3000
400	2500	4000
750	5300	8400

4. Wymagania ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane [Dz.U.06.156.1118]

Art. 62.1. Obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli:

- 1) okresowej, co najmniej raz w roku, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego:
 - a) elementów budynku, budowli i instalacji narażonych na szkodliwe wpływy atmosferyczne i niszczące działania czynników występujących podczas użytkowania obiektu;
 - b) instalacji i urządzeń służących ochronie środowiska,
 - c) instalacji gazowych oraz przewodów kominowych (dymowych, spalinowych i wentylacyjnych);
- 2) okresowej, co najmniej raz na 5 lat, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania obiektu budowlanego, estetyki obiektu budowlanego oraz jego otoczenia; kontrolą tą powinno być objęte również badanie instalacji elektrycznej i piorunochronnej w zakresie stanu sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń i środków ochrony od porażen, oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów.

BRUDNOPIS