

**ZMIANY W WYMAGANIACH
DOTYCZĄCYCH OCHRONY
PRZECIWPORAŻENIOWEJ I
SPRAWDZANIA INSTALACJI
NISKIEGO NAPIĘCIA,
WYNIKAJĄCE Z NORM ORAZ
BŁĘDY POPEŁNIANE PRZY
SPRAWDZANIU INSTALACJI**

Aktualne przepisy ochrony przeciwporażeniowej to norma PN HD-60364-4-41.

Norma PN IEC-60364-4-41 została nowelizowana jako PN-HD 60364-4-41 i w 2009 r została zatwierdzona. Wcześniej ukazała się norma PN-EN 61140, która rozszerzała i uściślała niektóre postanowienia normy PN IEC-60364-4-41 oraz podaje zalecenia dla krajowych komitetów technicznych do ustalenia dodatkowych wymagań. Norma PN-EN 61140 dotyczy urządzeń niskiego i wysokiego napięcia. Postanowienia tej normy są uwzględnione w normie PN-HD 60364-4-41.

Zmiany w wymaganiach dotyczących ochrony przeciwporażeniowej wynikające z normy PN-HD 60364-4-414. Instalacje elektryczne niskiego napięcia .

Część 41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa.

Ochrona przed porażeniem elektrycznym.

Zakres normy

PN-HD 60364-4-41:2009

Norma zawiera ochronę podstawową (poprzednio ochrona przed dotykiem bezpośrednim) i ochronę przy uszkodzeniu (poprzednio ochrona przed dotykiem pośrednim). Dotyczy to także stosowania i koordynacji tych wymagań z uwzględnieniem wpływów zewnętrznych. Norma ta podaje nowe nazwy środków ochrony. Podane są również wymagania dotyczące zastosowania dodatkowej ochrony w niektórych przypadkach

Obecne rodzaje ochrony

—równoczesna ochrona podstawowa i ochrona przy uszkodzeniu przez stosowanie bardzo niskich napięć bezpiecznych

— ochrona podstawowa,

—ochrona przy uszkodzeniu, oraz

—ochrona przed skutkami termicznymi,

—ochrona przeciwpożarowa

—ochrona przed prądem przetężeniowym,

—ochrona przed spadkiem napięcia

—ochrona przed prądem zakłóceńowym,

—ochrona przed przepięciami.

Przewód ochronno-neutralny PEN

Poprzednio w kraju najczęściej stosowany był układ sieci TN-C. W układzie tym występuje przewód ochronno-neutralny PEN.

Zgodnie z aktualnymi postanowieniami normy w instalacjach elektrycznych ułożonych na stałe, przewód ochronno-neutralny PEN powinien mieć przekrój żyły nie mniejszy niż 10 mm^2 Cu lub 16 mm^2 Al.

W związku z niewłaściwą relacją pomiędzy przekrojami przewodu PEN i przewodów fazowych L, w odniesieniu do instalacji elektrycznej w budynkach (przekrój przewodu PEN w większości przypadków mógłby kilkakrotnie przewyższać przekroje przewodów fazowych L) oraz dążeniem do poprawy stanu bezpieczeństwa przeciwporażeniowego użytkowników, koniecznością staje się stosowanie układu sieci TN-S, TN-C-S lub TT.

Zmiany w nowych przepisach

Z uwagi na długie czasy wyłączeń i duży rozrzut charakterystyk prądowo-czasowych bezpieczników topikowych ograniczono ich rolę jako elementu zabezpieczającego na rzecz wyłączników instalacyjnych nadmiarowo-prądowych lub wyłączników z wyzwalaczami.

W ochronie przeciwporażeniowej wprowadzono krótkie czasy wyłączenia od 0,1 s, co spowodowało konieczność doboru elementów zabezpieczających samoczynne wyłączenie na podstawie charakterystyk czasowo-prądowych tych elementów. Szczególnie dotyczy to bezpieczników topikowych.

Wyłączniki nadprądowe a bezpieczniki topikowe

Wyłączniki nadprądowe mają mniejsze prądy wyłączające niż bezpieczniki i to w krótszym czasie wyłączenia.

Bezpiecznik BiWts 20 A w czasie 0,2 s wyłącza przy prądzie 130 A a w czasie 0,1 s wyłącza przy prądzie 180 A.

Wyłącznik B20 wyłącza w czasie poniżej 0,1 s przy prądzie 100 A.

Zmiany w nowych przepisach

Koniecznością jest rozdzielenie funkcji przewodu ochronno-neutralnego PEN na przewód neutralny N i ochronny PE, ponieważ przewodów o przekrojach poniżej 10 mm^2 Cu i 16 mm^2 Al nie wolno stosować jako przewodu PEN. Punkt rozdziału należy uziemić.

Do roli samodzielnych środków ochrony oprócz zabezpieczeń i ochrony przed porażeniami dochodzą:

- ∇ — ochrona przed skutkami termicznymi (pożar, poparzenie, inne zakłócenia),
- ochrona przed przepięciami (łączeniowymi i atmosferycznymi),
- ochrona przed obniżeniem napięcia.

Zmiany w nowych przepisach

Zasadą jest powszechne stosowanie wyłączników różnicowoprądowych jako środka ochrony przy uszkodzeniu, oraz jako uzupełniającego środka ochrony podstawowej, we wszystkich układach sieciowych za wyjątkiem układu TN-C za wyłącznikiem różnicowoprądowym.

Zasadą jest ochrona obiektów budowlanych przed pożarami wywołanymi prądami doziemnymi przez zastosowanie wyłączników ochronnych różnicowoprądowych o znamionowym prądzie różnicowym do 500 mA.

Zakresy napięć niskiego napięcia.

Prąd przemienny

Prąd stały

Zakres I
(zakres napięć
bezpiecznych)

$\leq 50 \text{ V}$
50V, 25V, 12V, 6V

$\leq 120 \text{ V}$
120V, 60V, 30V, 15V

Zakres II

$50\text{V} < U \leq 1000\text{V}$

$120\text{V} < U \leq 1500\text{V}$

Obecne środki ochrony

Obecnie obowiązujące środki ochrony to:

- Równoczesna ochrona podstawowa i ochrona przy uszkodzeniu**
- Środki ochrony podstawowej**
- Środki ochrony przy uszkodzeniu**

Równoczesna ochrona podstawowa i ochrona przy uszkodzeniu

- 1. Ochrona polegająca na zastosowaniu bardzo niskiego napięcia SELV i PELV,
- 2. Ochrona za pomocą ograniczenia energii rozładowania,
- 3. Obwody FELV

Środki ochrony podstawowej

Ochrona polegająca na izolowaniu części czynnych,

Ochrona przy użyciu ogrodzeń lub obudów,

Ochrona przy użyciu barier,

Ochrona polegająca na umieszczeniu urządzenia poza zasięgiem ręki,

Ochrona uzupełniająca za pomocą urządzeń różnicowo-prądowych. Jest to ochrona podstawowa przez stosowanie urządzeń różnicowoprądowych o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania nie przekraczającym 30 mA. Jest ona uzupełnieniem ochrony w przypadku nieskutecznego działania zastosowanych środków ochrony podstawowej lub w przypadku nieostrożności użytkowników.

Środki ochrony przy uszkodzeniu

Ochrona za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania,

Ochrona polegająca na zastosowaniu urządzeń II klasy ochronności lub o równoważnej izolacji wzmacnionej,

Ochrona polegająca na izolowaniu stanowiska,

Ochrona za pomocą nieuziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych,

Ochrona za pomocą separacji elektrycznej.

Skuteczność ochrony przy uszkodzeniu

Skuteczność ochrony przy uszkodzeniu w układzie TN wymaga spełnienia trzech warunków:

- Samoczynnego wyłączenia zasilania w wymaganym czasie 0,4; 0,2 lub 5 s.
- Wykonania w sieci zasilającej i w instalacji wymaganych uziemień przewodu PEN (PE),
- Wykonania wymaganych połączeń wyrównawczych.

Nowy podział środków ochrony

Norma PN-HD 60364-4-41 wprowadziła nowy dodatkowy podział środków ochrony na:

- Środki ochrony powszechnie dopuszczalne czyli środki ochrony stosowane w pomieszczeniach użytkowanych przez osoby niewykwalifikowane i niepoinstruowane (tzw. laików).
- Środki ochrony pod nadzorem czyli środki ochrony, które mogą być stosowane tylko, gdy instalacja jest pod nadzorem osób **wykwalifikowanych lub poinstruowanych** tak, że nieautoryzowane zmiany nie mogą być dokonywane.

Środki ochrony podstawowej powszechnie dopuszczalne

Następujące środki ochrony podstawowej są obecnie powszechnie dopuszczalne:

- napięcie bardzo niskie (SELV i PELV),
- izolowanie części czynnych,
- ogrodzenia lub obudowy

Środki ochrony przy uszkodzeniu powszechnie dopuszczalne

Następujące środki ochrony przy uszkodzeniu są obecnie powszechnie dopuszczalne:

- napięcie bardzo niskie (SELV i PELV),
- samoczynne wyłączenie zasilania,
- izolacja podwójna lub izolacja wzmocniona,
- separacja elektryczna do zasilania jednego odbiornika.

Środki ochrony zastosowane w instalacji powinny być rozważane podczas doboru i montażu urządzeń.

Dla specjalnych instalacji lub lokalizacji (war zwiększają niebezpieczeństwo), powinny być stosowane szczególne środki ochrony zgodne z Częścią 7 PN-HD 60364.

Środki ochrony pod nadzorem

Środki ochrony podstawowej takie jak:

- przeszkody i
- umieszczenie poza zasięgiem rąk,

oraz Środki ochrony przy uszkodzeniu takie jak:

- izolowanie stanowiska,
- nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe,
- elektryczna separacja do zasilania więcej niż jednego odbiornika,

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

RÓWNOCZESNA OCHRONA PODSTAWOWA I OCHRONA PRZY USZKODZENIU

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym polegającą na zastosowaniu bardzo niskiego napięcia SELV i PELV, uważa się za zapewnioną jeżeli:

napięcie znamionowe nie przekracza górnej granicy zakresu I (50 V a.c. i 120 V d.c.);

źródłem zasilania jest:

- transformator bezpieczeństwa,
- źródło zapewniające stopień bezpieczeństwa równoważny transformatorowi bezpieczeństwa (np. przetwornica elektromaszynowa z uzwojeniami o odpowiedniej izolacji)

RÓWNOCZESNA OCHRONA PODSTAWOWA I OCHRONA PRZY USZKODZENIU

- źródło elektrochemiczne (np. bateria akumulatorów) lub inne źródło niezależne od obwodu zasilającego o wyższym napięciu,
- niektóre urządzenia elektroniczne, w których zastosowano środki, aby w przypadku uszkodzenia wewnętrznego napięcie na zaciskach wyjściowych nie przekroczyło górnej granicy zakresu I.

Części czynne obwodów SELV i PELV powinny być skutecznie elektrycznie oddzielone od obwodów wyższego napięcia, nie gorzej niż w między obwodem pierwotnym i wtórnym transformatora bezpieczeństwa

Obwody FELV

Jeżeli ze względów funkcjonalnych stosuje się napięcie zakresu I, a nie są spełnione wszystkie wymagania dotyczące SELV i PELV oraz stosowanie SELV i PELV nie jest konieczne, to należy stosować środki określone jako FELV.

Wtyczki i gniazda wtyczkowe ELV

Wtyczki i gniazda wtyczkowe w układach ELV powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- wtyczki powinny uniemożliwić włożenie do gniazda wtyczkowego innego układu napięciowego,
- gniazda wtyczkowe powinny uniemożliwić włożenie wtyczek innych układów napięciowych,
- gniazda wtyczkowe powinny mieć styk przewodu ochronnego.

Napięcia zakresu II

- napięcie w układzie sieci TN,
- napięcie w układzie sieci TT,
- napięcie w układzie sieci IT,
- napięcie separowane.

Wymagania PN-HD 60364-4-41

Norma PN-HD 60364-4-41 wymaga aby w każdej części instalacji był zastosowany jeden lub więcej środków ochrony, biorąc pod uwagę uwarunkowania od wpływów zewnętrznych.

- **Ochrona podstawowa** to:
- ochrona polegająca na izolowaniu części czynnych,
- ochrona przy użyciu ogrodzeń lub obudów,
- ochrona przy użyciu barier,
- ochrona polegająca na umieszczeniu poza zasięgiem ręki.
- Uzupelnienie ochrony przy użyciu urządzeń ochronnych różnicowoprądowych o $I_{\Delta n}$ do 30 mA.

OCHRONA PODSTAWOWA

Norma PN-EN 61140 wymaga, że konieczne jest spełnienie podstawowej zasady ochrony przed porażeniem elektrycznym w warunkach normalnych, co norma przedstawia jako ochronę podstawową. Ochrona podstawowa powinna składać się z jednego lub więcej środków, które w warunkach normalnych zapobiegają dotykowi niebezpiecznych części czynnych. Podstawowa zasada ochrony przed porażeniem brzmi: **części niebezpieczne nie mogą być dostępne, a dostępne części przewodzące nie mogą być niebezpieczne, zarówno w normalnych warunkach jak i w warunkach pojedynczego uszkodzenia.**

Podstawowa zasada ochrony przed porażeniem elektrycznym

Jako ochrona podstawowa wg. normy konieczne jest spełnienie podstawowej ochrony przed porażeniem elektrycznym w warunkach normalnych.

Wszystkie środki ochrony powinny być tak projektowane i konstruowane, aby były skuteczne przez cały okres spodziewanego użytkowania instalacji, sieci lub urządzenia zgodnie z ich przeznaczeniem i przy właściwej konserwacji.

Ochrona uzupełniająca za pomocą urządzeń różnicowoprądowych

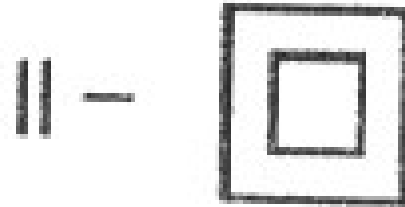
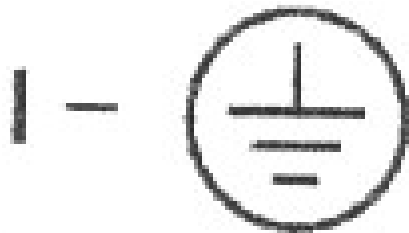
Zastosowanie urządzeń różnicowoprądowych ma na celu zwiększenie skuteczności ochrony podstawowej. Stosowanie urządzeń różnicowoprądowych o znamionowym prądzie różnicowym nie przekraczającym 30 mA uważane jest za uzupełnienie ochrony w przypadku nieskutecznego działania innych środków ochrony podstawowej, lub w przypadku nieostrożności użytkowników. Urządzenia te nie mogą być jedynym środkiem ochrony i użycie ich wymaga zastosowania jednego ze środków ochrony podstawowej.

Klasy ochronności urządzeń

Są 4 klasy ochronności urządzeń:

- 0 – brak zacisku do połączenia przewodu ochronnego i oznaczenia klasy – należy eliminować z użycia.
- I – zacisk ochronny - połączony z przewodem ochronnym.
- II – izolacja dodatkowa lub podwójna, brak zacisku ochronnego.
- III – zasilanie bardzo niskim napięciem bezpiecznym.

OZNACZENIE KLAS OCHRONNOŚCI



W normalizacji panuje zasada , że słowo powinien oznacza nakaz, a nie zalecenie

ŚRODKI OCHRONY PRZY USZKODZENIU

Ochrona za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania

Samoczynne wyłączenie zasilania jest wymagane wtedy, gdy wartość i czas utrzymywania się napięcia dotykowego w wyniku uszkodzenia izolacji mogą spowodować dla ludzi niebezpieczne skutki patofizjologiczne.

Ten środek ochrony wymaga koordynacji układu sieci, parametrów przewodów ochronnych i urządzeń ochronnych.

Skuteczność ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN jest zachowana gdy spełniony jest warunek: $Z_s \leq \frac{U_o}{I_a}$

Ochrona za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania

Samoczynne wyłączenie zasilania jest środkiem ochrony, w którym:

- ochrona podstawowa jest zapewniona przez podstawową izolację części czynnych lub przez przegrody lub obudowy, oraz
- ochrona przy uszkodzeniu jest zapewniona przez połączenie wyrównawcze i samoczynne wyłączenie w przypadku uszkodzenia zgodnie z wymaganiami p. 411.3 do 411.6. normy PN-HD.

Tam gdzie jest stosowany ten środek ochrony,

Maksymalne czasy wyłączenia w układzie TN wg. PN-HD 60364-6:2008

Układ sieci	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$		$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$		$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$		$U_0 > 400 \text{ V}$	
	S		S		S		S	
	a. c.	d. c.	a. c.	d. c.	a. c.	d. c.	a. c.	d. c.
TN	0,8	Wyłączenie może być wymagane z innych przyczyn niż ochrona przeciwporażeniowa	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3		0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

Jeżeli w układzie TT wyłączenie jest uzyskiwane dzięki zabezpieczeniu nadprądowemu, a ochronne połączenie wyrównawcze jest przyłączone do wszystkich dostępnych części przewodzących w obrębie instalacji, to mogą być stosowane maksymalne czasy wyłączenia właściwe dla układu TN.

U_0 jest nominalnym napięciem a.c. lub d.c. przewodu liniowego względem ziemi.

UWAGA Jeżeli wyłączenie jest przewidziane przez RCD to $Z_S \times I_{\Delta n} \leq U_0$, czasy podane w tabeli odnoszą się do prądów $5 I_{\Delta n}$ i jeżeli części są uziemione grupowo lub indywidualnie to $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V}$

Uwagi do tabeli

1. Maksymalne czasy wyłączenia podane w tabeli powinny być stosowane do obwodów odbiorczych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A.
2. Jeżeli w układzie sieci TT wyłączenie jest realizowane przez zabezpieczenia nadprądowe, a połączenia wyrównawcze ochronne są przyłączone do wszystkich dostępnych części przewodzących w obrębie instalacji, to mogą być stosowane maksymalne czasy wyłączenia właściwe dla układu sieci TN.
3. W układach sieci TN czas wyłączenia nieprzekraczający 5 s jest dopuszczony w obwodach rozdzielczych i niewymienio w pkt. 1.
4. W układach sieci TT czas wyłączenia ≤ 1 s jest dopuszczony w obwodach rozdzielczych i niewymienionych w pkt. 1.
5. Jeżeli samoczynne wyłączenie zasilania nie może być uzyskane we właściwym czasie, to powinny być zastosowane dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne, aby napięcie dotykowe nie przekraczało napięcia dopuszczalnego długotrwale U_L .

Zakres stosowania czasów wyłączenia z tabeli

Czasy wyłączenia podane w tabeli dotyczą obwodów odbiorczych, z których bezpośrednio lub poprzez gniazda wtyczkowe są zasilane urządzenia I klasy ochronności ręczne lub/i przenośne, przeznaczone do ręcznego przemieszczania w czasie użytkowania. Dotyczy to także urządzeń stacjonarnych bardzo łatwo dostępnych.

Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej w układzie TT

Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej w układzie TT może być zachowana gdy spełniony jest warunek samoczynnego wyłączenia zasilania w przypadku stosowania zabezpieczenia o małym prądzie I_a i wtedy powinien być spełniony warunek:

$Z_s \times I_a \leq U_0$, ale zgodnie z normą wymagane jest spełnienie warunku obniżenia napięcia dotykowego poniżej wartości dopuszczalnej długotrwale: $R_A \times I_a \leq U_L$

gdzie: R_A - suma rezystancji uziemienia i przewodu ochronnego łączącego części przewodzące dostępne;

I_a - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie;

Jeżeli urządzeniem ochronnym jest urządzenie różnicowo-prądowe to znamionowy prąd wyzwalający $I_{\Delta n}$ jest prądem I_a .

PN-HD 60364-4-41:2009 wymaga aby przyjmować $I_a = 5 I_{\Delta n}$

Ochrona przeciwporażeniowa w układzie IT

W układzie IT nie wymaga się samoczynnego wyłączenia w przypadku pierwszego doziemienia. Wtedy powinien być spełniony warunek: $R_A \times I_d \leq U_L$

I_d – to prąd pojemnościowy przy pojedynczym zwarceniu z ziemią,

R_A - suma rezystancji uziemienia uziomu i przewodu ochronnego łączącego części przewodzące dostępne;

U_L - napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale 50 [V] - warunki środowiskowe normalne oraz 25 i mniej [V] - warunki środowiskowe o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia.

Natomiast przy podwójnym zwarceniu z ziemią w układzie IT muszą być spełnione następujące warunki:

- jeżeli nie jest stosowany przewód neutralny to $Z_s \leq \frac{\sqrt{3} U_o}{2I_a}$

- jeżeli jest stosowany przewód neutralny to $Z'_s \leq \frac{U_o}{2I_a}$

Urządzenia II klasy ochronności

Środek ten ma na celu zapobieżenie pojawieniu się niebezpiecznego napięcia na częściach przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej.

Ochronę tą powinny zapewnić następujące urządzenia elektryczne poddane próbom i odpowiednio oznaczone :

- urządzenia mające podwójną lub wzmocnioną izolację (urządzenia II klasy ochronności);
- zespoły urządzeń elektrycznych wykonanych fabrycznie, w pełni izolowanych.

Urządzenia tego rodzaju oznaczone są symbolem 

W urządzeniu elektrycznym, gotowym do pracy wszystkie części przewodzące oddzielone od części czynnych tylko izolacją podstawową, powinny być osłonięte obudową izolacyjną zapewniającą stopień ochrony co najmniej IP 2X.

Ochrona polegająca na izolowaniu

stanowiska

Ten środek ochrony ma na celu zapobieżenie równoczesnemu dotknięciu części, które mogą mieć różny potencjał w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej części czynnych. Na izolowanym stanowisku dopuszczalne jest stosowanie urządzeń klasy 0, jeżeli są spełnione podane poniżej warunki:

Części przewodzące dostępne powinny być tak rozmieszczone, aby w normalnych warunkach człowiek nie mógł dotknąć równocześnie:

- dwóch części przewodzących lub
- jednej części przewodzącej i jakiegokolwiek części przewodzącej obcej jeżeli te części mogą znaleźć się pod różnymi potencjałami w razie uszkodzenia izolacji podstawowej części czynnych.

Na izolowanym stanowisku nie powinno się umieszczać przewodu ochronnego.

Izolowane stanowiska

Rezystancja podłóg i ścian izolowanego stanowiska nie powinna być mniejsza niż:

- 50 k Ω gdy napięcie instalacji nie przekracza 500 V,
- 100 k Ω gdy napięcie instalacji przekracza 500 V.

Jeżeli rezystancja jest mniejsza od podanych wartości, to z punktu widzenia ochrony przeciwporażeniowej te podłogi i ściany uważa się za części przewodzące obce.

Środki ochrony powinny stanowić wyposażenie stałe i nie powinno być możliwe ograniczenie skuteczności ich działania.

Należy przewidzieć środki zapobiegające przenoszeniu potencjału z zewnątrz na stanowisko izolowane przez części przewodzące obce.

Nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe

Nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe mają zapobiegać pojawianiu się niebezpiecznych napięć dotykowych między częściami przewodzącymi.

- Przewody połączeń wyrównawczych miejscowych powinny łączyć między sobą wszystkie części przewodzące jednocześnie dostępne i części przewodzące obce.
- System połączeń wyrównawczych miejscowych nie powinien mieć połączenia elektrycznego z ziemią przez części przewodzące dostępne lub części przewodzące obce.

Należy przewidzieć środki ostrożności zapobiegające narażeniu na niebezpieczną różnicę potencjałów osób wchodzących do przestrzeni z połączeniami wyrównawczymi miejscowymi

Wykonywanie połączeń ochronnych

Wszystkie połączenia przewodów biorących udział w ochronie przeciwporażeniowej zgodnie z PN-HD 60364-5-54:2010 powinny być wykonane w sposób pewny, trwałe w czasie, chroniący przed korozją.

Przewody należy łączyć ze sobą przez zaciski przystosowane do materiału, przekroju oraz ilości łączonych przewodów, a także środowiska, w którym połączenie to ma pracować.

Wymagania dla przewodów ochronnych

Jeżeli przewód ochronny nie jest żyłą przewodu wielożyłowego lub jego powłoką, to jego przekrój nie powinien być mniejszy niż:

- 2,5 mm² przy stosowaniu zabezpieczenia przewodu przed mechanicznym uszkodzeniem,
- 4 mm² przy braku zabezpieczenia przewodu przed mechanicznym uszkodzeniem.

Przewody ułożone w ziemi muszą spełniać dodatkowo wymagania podane w tabeli nr 6.

- Przekrój przewodu wyrównawczego należy zawsze ustalać, biorąc pod uwagę największy w danej instalacji przekrój przewodu ochronnego.

Przewody do połączenia z głównym zaciskiem uziemiającym

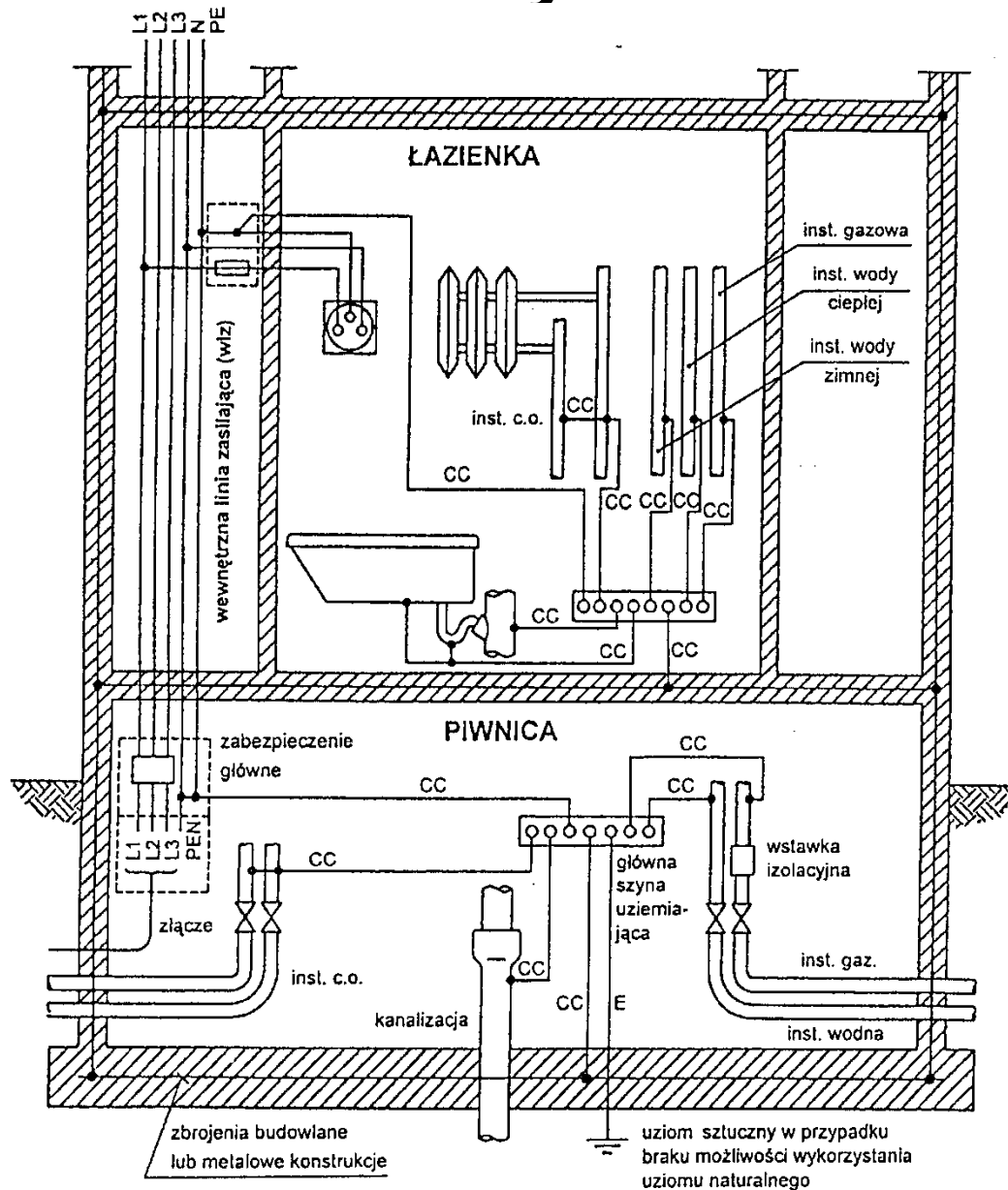
Przekrój przewodów ochronnych wyrównawczych, które są przeznaczone do ochronnego połączenia ekwipotencjalnego, zgodnie z głównym zaciskiem uziemiającym nie powinien być mniejszy niż:

- 6 mm² miedź,
- 16 mm² aluminium,
- 50 mm² stal.

Minimalne przekroje przewodów uziemiających umieszczonych w ziemi

Przewód uziemiający	Przekrój minimalny, mm ² Chroniony przed uszkodzeniami mechanicznymi		Przekrój minimalny, mm ² Niechroniony przed uszkodzeniami mechanicznymi	
	Miedź	Stal	Miedź	Stal
	Chroniony przed korozją	2,5	10	16
Niechroniony przed korozją	25	50	25	50

Połączenia wyrównawcze główne i dodatkowe w budynku



Minimalny przekrój przewodów ochronnych

**Przekrój
przewodów
fazowych
S mm²**

**Minimalny przekrój odpowiadającego
przewodu ochronnego mm²**

**Jeżeli przewód ochronny
jest z tego samego
materiału co przewód
fazowy**

**Jeżeli przewód ochronny
nie jest z tego samego
materiału co przewód
fazowy**

$$S \leq 16$$

$$S$$

$$\frac{k_1}{k_2} \times S$$

$$16 \leq S \leq 35$$

$$16^a$$

$$\frac{k_1}{k_2} \times 16$$

$$S > 35$$

$$\frac{S^a}{2}$$

$$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$$

Przy czym

k_1 jest wartością k dla przewodu fazowego, otrzymaną z zależności w załączniku A normy

k_2 jest wartością dla przewodu ochronnego, dobranego z tablic w normie

Części metalowe nie dopuszczone jako przewody ochronne

Następujące części metalowe **nie są dopuszczone** do stosowania jako przewód ochronny lub jako przewody ochronne wyrównawcze:

- metalowe rury wodociągowe;
- rury zawierające łatwopalne gazy lub płyny;
- części konstrukcyjne narażone na naprężenia mechaniczne w czasie normalnej pracy;
- giętkie lub sprężyste metalowe kanały, chyba że są zaprojektowane do tych celów;
- giętkie części metalowe;
- elementy podtrzymujące oprzewodowania;
- korytka instalacyjne i drabinki instalacyjne.

Nowelizacja warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki

W § 183 utworzono dodatkowy ust. 1a regulujący wymagania dla połączeń wyrównawczych, którymi należy objąć:

- instalację wodociągowa wykonaną z przewodów metalowych,
- metalowe elementy instalacji kanalizacyjnej,
- instalację ogrzewczą wodną wykonaną z przewodów metalowych,
- metalowe elementy instalacji gazowej,
- metalowe elementy szybów i maszynowni dźwigów,
- metalowe elementy przewodów i wkładów kominowych,
- metalowe elementy przewodów i urządzeń do wentylacji i klimatyzacji,
- metalowe elementy obudowy urządzeń instalacji telekomunikacyjnej.

Uchylono wymaganie stosowania elektrycznych połączeń wyrównawczych metalowej armatury wodociągowej, metalowych przyborów sanitarnych oraz metalowych grzejników w instalacjach wykonanych z zastosowaniem przewodów z materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego.

Ochrona za pomocą separacji elektrycznej

Separacja elektrycznego obwodu ma zabezpieczać przed prądem rażeniowym przy dotyku do części przewodzących dostępnych, które mogą znaleźć się pod napięciem w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej obwodu.

- Obwód powinien być zasilany ze źródła separacyjnego tj.:
- transformatora separacyjnego lub
- źródła zapewniającego taki poziom bezpieczeństwa jaki zapewnia transformator separacyjny, np. przetwornica z uzwojeniami zapewniającymi równoważną izolację.
- Napięcie obwodu separowanego nie powinno przekraczać 500 V. W obwodzie separowanym iloczyn napięcia w V i łącznej długość oprzewodowania w m nie może przekraczać 100 000 a łączna długość oprzewodowania nie może przekraczać 500 m.

Części czynne obwodu separowanego w żadnym punkcie nie powinny być połączone z innym obwodem.

Zasady wykonywania sprawdzeń odbiorczych pomontażowych i okresowych sprawdzeń instalacji dla oceny stanu ochrony przeciwporażeniowej w eksploatowanych urządzeniach elektrycznych o napięciu znamionowym do 1 kV zgodnie z PN-HD 60364-6:2008

Ostatnia nowelizacja Prawa Energetycznego

W niedzielę, 30 października 2011r., weszły w życie zmiany w prawie energetycznym. Znowelizowane zostały przepisy dotyczące: kwalifikacji zawodowych energetyków, Powodują one ograniczenie obowiązkowego powtarzania egzaminów dla energetyków.

Nowelizacja prawa energetycznego usunęła, wprowadzony w 2005 roku, obowiązek cyklicznego potwierdzania kwalifikacji dla wszystkich osób zajmujących się eksploatacją sieci oraz urządzeń i instalacji energetycznych (elektroenergetycznych, ciepłowniczych i gazowych) w dużych przedsiębiorstwach.

Od 30 października obowiązek potwierdzania kwalifikacji co pięć lat dotyczyć będzie jedynie osób świadczących usługi na rzecz konsumentów, mikroprzedsiębiorców oraz małych i średnich przedsiębiorców.

Potwierdzenie kwalifikacji na wniosek pracodawcy

Rezygnując z obowiązku cyklicznego powtarzania egzaminów dla osób zajmujących się eksploatacją lub dozorem instalacji energetycznych wprowadzono jednocześnie dodatkowe uprawnienia dla pracodawcy.

Dotychczas mógł on wnioskować o przeprowadzenie egzaminu (przed upływem pięciu lat) wobec pracownika, który prowadził eksploatację urządzeń, instalacji i sieci niezgodnie z przepisami.

Wdrażanie nowelizacji Prawa Energetycznego

- Dotychczas brak aktów wykonawczych do tej nowelizacji Prawa Energetycznego.
- Obecnie Zarząd Główny SEP i Centralna Komisja Uprawnień Zawodowych i Specjalizacji Zawodowej Inżynierów SEP zaleca Komisjom Kwalifikacyjnym nadal stosowanie 5 letnich okresów ważności świadectw kwalifikacyjnych z przeprowadzanych obecnie egzaminów.
- Jest dyskusja o interpretację tej nowelizacji i ustalenie kryterium dużego przedsiębiorstwa.

Polska Norma PN-HD 308 S2

Jest też Polska Norma PN-HD 308 S2 jako Dokument Harmonizacyjny dotyczący identyfikacji żył kabli i przewodów w tym przewodów giętkich i sznurowych na napięcie znamionowe nie wyższe niż górna granica II zakresu napięcia tj. 1000 V a. c. lub 1500 V d. c.

Żyły kabli i przewodów wielożyłowych oraz przewodów sznurowych powinny być oznaczane kolorami: Żyła ochronna - zielono-żółty, neutralna-niebieski, fazowe -brązowy, czarny, szary. Norma podaje kolory żył w zależności od ich ilości, a w przypadku kabli i przewodów czterożyłowych lub pięciożyłowych podaje kolejność występowania poszczególnych kolorów.

Kable i przewody oraz przewody sznurowe z żyłą zielono-żółtą

Liczba żył	Żyła ochronna	Kolory żył ^b			
		Żyła robocza (czynna)			
3	Zielono-żółty	Niebieski	Brązowy	-	-
4 ^a	Zielono-żółty	-	Brązowy	Czarny	Szary
4	Zielono-żółty	Niebieski	Brązowy	Czarny	-
5	Zielono-żółty	Niebieski	Brązowy	Czarny	Szary

a° Tylko dla wybranych zastosowań.

b° W tablicy tej nieizolowane przewody koncentryczne takie jak metalowa powłoka, druty pancerza czy druty żyły powrotnej nie są określane jako żyła. Przewód koncentryczny jest identyfikowany swoim położeniem i dlatego nie wymaga się jego oznaczenia kolorem.

Wymagania normy PN-HD 60364.6:2008

Podczas przyjmowania do eksploatacji elektrycznych instalacji i urządzeń w pomieszczeniach normalnych i zagrożonych wybuchem należy wykonać pomiary odbiorcze pomontażowe zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364.6:2008. Obecnie norma ta jest już przetłumaczona, została zatwierdzona, i jest powołana w rozporządzeniu M I z 12 marca 2009r. więc należy ją stosować jako obowiązkową. Norma PN-HD 60364.6 2008 zawiera aktualne wymagania dotyczące sprawdzania odbiorczego i sprawdzania okresowego instalacji elektrycznej. Sprawdzenie odbiorcze ma miejsce po wykonaniu nowej instalacji lub zakończeniu uzupełnień i zmian instalacji istniejącej.

Nowe postanowienia PN-HD 60364.6

- Norma wprowadza wymaganie sprawdzania poprawności wykonania przegród ogniowych i innych środków zapobiegających rozprzestrzenianiu się ognia oraz ochrony przed skutkami działania ciepła.
- Wymaga sprawdzania doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia oraz sprawdzania doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i ostrzegawczych.
- Wymaga sprawdzania istnienia schematów, napisów ostrzegawczych lub innych podobnych informacji

Nowe postanowienia PN-HD 60364.6

- Wymaga sprawdzania poprawności połączeń przewodów. Należy zbadać, czy zaciski są odpowiednio dobrane do przewodów, łączonych i czy połączenie jest wykonane poprawnie. W razie wątpliwości zaleca pomiar rezystancji połączeń. Rezystancja połączenia nie powinna być większa niż rezystancja przewodu o długości 1 m i o przekroju równym najmniejszemu przekrojowi łączonych przewodów.
- Wymaga sprawdzania dostępu do urządzeń umożliwiającego ich wygodną obsługę, identyfikację i konserwację

Wymaganie normy przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej

Przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej w niskiej temperaturze przy małych prądach pomiarowych, norma przewiduje uwzględnianie wzrostu rezystancji przewodów ze wzrostem temperatury spowodowanej zwarcie. Wymagania uważa się spełnione, jeżeli zmierzona wartość impedancji pętli zwarciowej spełnia następującą zależność:

$$Z_s \text{ (m)} \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_o}{I_a} \text{ (}\Omega\text{)}$$

Załączniki normy dot. sprawdzeń

- W załączniku E norma informacyjnie podaje zalecenia dot. opisu wyposażenia ponownie zastosowanego.
- Załącznik F zawiera wymaganie opisu instalacji przeznaczonej do sprawdzania, w postaci 5 tablic opisujących instalacje do sprawdzenia.
- Tablica F1 – zawiera dane podstawowe o sprawdzanej instalacji, opisuje rodzaj sprawdzenia (odbiorcze, czy okresowe), dane osób sprawdzających (nazwisko i adres użytkownika, adres instalacji, nazwisko instalatora), czy instalacja jest nowa; istniejąca; modyfikowana, czy rozbudowywana i informacje o stosowanych przyrządach pomiarowych.
- Nast tablice zawierają dalsze wymag dot spr instalacji.

Badania instalacji elektrycznej

Wykonując badania elektryczne uzyskujemy informacje o stanie technicznym badanych urządzeń. Dobry stan techniczny eksploatowanych urządzeń, czy też dopiero zmontowanych i przekazywanych do eksploatacji, jest gwarancją ich bezawaryjnej i bezpiecznej pracy.

Sprawdzanie w okresie eksploatacji służy dla oceny aktualnego stanu technicznego urządzeń pod względem niezawodności i bezpieczeństwa pracy. Wyniki pomiarów są podstawą decyzji o dalszej eksploatacji lub dokonaniu odpowiednich napraw, wymian czy remontów generalnych.

Zastosowanie najlepszych środków ochrony przeciwporażeniowej nie jest wystarczające, jeżeli nie będą one prawidłowo działały. Okresowe pomiary mają potwierdzić prawidłowość działania zastosowanych środków ochrony i ich obecność.

Dokładność pomiaru cyfrowymi przyrządami pomiarowymi

Przy pomiarze przyrządem cyfrowym dokładność pomiaru zależy od jego rozdzielczości (np. $0,01$) związanej z zakresem pomiarowym (np.: $0,00...200$) i jego błędem podstawowym.

Na błąd podstawowy przyrządu składa się:

- - błąd części analogowej np. $\pm 2\%$ w.w.
- - błąd części cyfrowej np. ± 4 cyfry

Zakres pomiarowy a zakres wyświetlania

Przyrząd MIE-500 zapewnia rozdzielczość 0,01 Ω , a jego błąd podstawowy to $\pm 2\%$ w. w. ± 4 cyfry. Zakres wyświetlania: 0,00...200 Ω , poprawny zakres pomiarowy tego przyrządu to 0,15...200 Ω . Następca MIE 500 to MPI-502 jego błąd podst. $\pm 5\%$ w. m. ± 3 cyfry i zakres pomiarowy od 0,13 do 1999 Ω

Wartość wyświetlana	Błąd „ $\pm 5\%$ w.w”	Błąd „ ± 3 cyfry”	Łączny błąd	Łączny błąd jako % wartości zmierzonej
1,00 Ω	0,05 Ω	0,03 Ω	0,08 Ω	8%
0,50 Ω	0,025 Ω	0,03 Ω	0,055 Ω	11%
0,20 Ω	0,01 Ω	0,03 Ω	0,04 Ω	20%
0,15 Ω	0,0075 Ω	0,03 Ω	0,0375 Ω	25,0%
0,13 Ω	0,0065 Ω	0,03 Ω	0,0365 Ω	28,0%
0,10 Ω	0,005 Ω	0,03 Ω	0,035 Ω	35%
0,05 Ω	0,0025 Ω	0,03 Ω	0,0325 Ω	65%

Pomiar bardzo małych impedancji pętli zwarcia

Do pomiaru bardzo małych impedancji pętli zwarcia należy stosować mierniki z większą rozdzielczością np. MZC-310S, który ma rozdzielczość $0,1 \text{ m}\Omega$ i wykonuje pomiar prądem rzędu 150 A przy 230 V , a jego błąd podstawowy to $\pm 2\%$ w. w. $\pm 2 \text{ m}\Omega$,. Przy pomiarze pętli o impedancji $7,2 \text{ m}\Omega$ ten przyrząd daje błąd do $29,8 \%$. Czyli $7,2 \text{ m}\Omega$ to minimalna wartość pętli mierzona z dopuszczalnym błędem $< 30\%$, jego poprawny zakres pomiarowy od $7,2 \text{ m}\Omega$ do $1999 \text{ m}\Omega$.

Dla MPI-502 minimalna wartość to $130 \text{ m}\Omega$

Graniczne błędy pomiarów przy badaniach instalacji elektrycznych wg norm PN-EN 61557 (DIN VDE 0413)

Rodzaje pomiarów	Błąd graniczny
Pomiar rezystancji izolacji	$\pm 30 \%$
Kontrola stanu izolacji sieci	$\pm 15 \%$
Pomiar impedancji pętli zwarciowej	$\pm 30 \%$
Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych	$\pm 30 \%$
Pomiar rezystancji uziemienia	$\pm 30 \%$
Badania ochrony przeciwporażeniowej z wyłącznikami różnicowoprądowymi:	
a) pomiar napięcia uszkodzenia	$\pm 20 \%$
b) pomiar prądu różnicowego	$\pm 10 \%$

Dobór właściwej metody pomiarów

Zastosowana metoda wykonywania pomiarów powinna być metodą najprostszą, zapewniającą osiągnięcie wymaganej dokładności pomiarów. Wybór metody pomiarów wynika ze znajomości obiektów mierzonych i rozpoznania dokumentacji technicznej obiektu wymagań przepisów.

Zastosowanie nieprawidłowej lub mało dokładnej metody i niewłaściwych przyrządów pomiarowych może być przyczyną zagrożenia, w następstwie dopuszczenia do użytkowania urządzeń, które nie spełniają warunków skutecznej ochrony przeciwporażeniowej

Okresowe sprawdzanie przyrządów pomiarowych

Przyrządy używane do sprawdzania stanu ochrony przeciwporażeniowej dla zachowania wiarygodności wyników badań powinny być okresowo kontrolowane metrologicznie co najmniej raz na rok. Zgodnie z Zarz nr 12 Prezesa G U M z 30 marca 1999 r. w sprawie przepisów metrologicznych o miernikach oporu pętli zwarcia, okres ważności dowodów kontroli metrologicznej mierników tego typu wynosi 13 miesięcy, licząc od pierwszego dnia miesiąca, w którym dokonano legalizacji ponownej.

Przyrządy używane do pomiaru rezystancji izolacji powinny być poddawane okresowej kontroli metrologicznej uwierzytelnienia w razie uszkodzenia lub stwierdzenia, że błędy wskazań przekraczają błąd graniczny dopuszczalny wynoszący 20 %. Wymaganie Zarz nr 18 Prezesa G U M z 11 lipca 2000r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o miernikach oporu izolacji.- zasady wiedzy technicznej

Częstość wykonywania okresowych pomiarów i badań

Norma PN-HD 60364-6 stanowi: Częstość sprawdzania okresowego instalacji **powinna być ustalana** z uwzględnieniem rodzaju instalacji i wyposażenia, jej zastosowania i działania, częstości i jakości konserwacji oraz warunków środowiskowych w jakich eksploatowane są urządzenia. **Najdłuższy okres między badaniami ustalony przez Ustawę Prawo Budowlane wynosi 5 lat.**

Norma zaleca podawanie w protokole pomontażowym przedziału czasu do następnego sprawdzania okresowego.

Norma proponuje krótszy 4-letni okres badań, za wyjątkiem podanych poniżej przypadków, w których występuje wyższe ryzyko i zalecany jest krótki 1-roczny czasokres badań i przeglądów. Należą do nich:

- miejsca pracy lub lokalizacje, gdzie występuje ryzyko porażenia elektrycznego, pożaru lub wybuchu spowodowanego degradacją;
- miejsca pracy lub lokalizacje, gdzie występują instalacje zarówno niskiego jak i wysokiego napięcia;

Częstość wykonywania okresowych pomiarów i badań

- obiekty komunalne;
- place budowy;
- Instalacje bezpieczeństwa (np. oświetl. awaryjnego)
- miejsca, w których używany jest sprzęt przenośny.

Dla budownictwa mieszkaniowego można stosować dłuższe okresy (np. 10 lat - niezgodność). Gdy użytkownicy mieszkań zmieniają się, sprawdzanie instalacji jest zalecane.

W zależności od warunków środowiskowych należy stosować różne okresy. Częstość badań należy ustalić uwzględniając warunki środowiskowe w jakich pracuje instalacja, wymagania Ustawy Prawo Budowlane Ustawy Prawo Energetyczne, wymagania przepisów o ochronie przeciwporażeniowej i przeciwpożarowej oraz zasady wiedzy technicznej.

W oparciu o wymagania nie obowiązującego obecnie zarządzenia MGiE z 1987 r. wszystkie urządzenia i instalacje elektryczne można podzielić na cztery grupy w zależności od warunków środowiskowych w jakich są eksploatowane i wymaganej częstości badań

Ustalanie częstości wykonywania okresowych pomiarów i badań

Zgodnie z wymaganiem normy PN-HD 60364-6 częstość okresowego sprawdzania instalacji elektrycznych **powinna być ustalana z** uwzględnieniem rodzaju instalacji jej wyposażenia, zastosowania i działania, częstości i jakości konserwacji oraz wpływów zewnętrznych, na jakie jest narażona.

Podmioty grup przyłączeniowych IV i V powinny opracować instrukcję eksploatacji. Instrukcje te powinny określać zakres, procedury i czynności związane z ruchem i eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych. Omawiane instrukcje powinny być zatwierdzone przez Dyrektora Zakładu, co znacznie ułatwia eksploatację. (Wymaganie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 25 września 2000 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznych.)

Zawartość Instrukcji eksploatacji

Najlepszą metodą ustalenia częstości okresow. sprawdzania instalacji jest opracowanie instrukcji eksploatacji. W instrukcjach eksploatacji powinny być podane czasokresy badań okresowych dostosowane do warunków środowiskowych panujących w danym zakładzie.

Instrukcje eksploatacji zatwierdza dyrektor zakładu, co znacznie ułatwia eksploatację instalacji elektrycznych.

Dokumentowanie wykonywanych prac pomiarowo-kontrolnych

Każda praca pomiarowo-kontrolna (sprawdzenie odbiorcze lub okresowe) powinna być zakończona wystawieniem protokołu z przeprowadzonych badań i pomiarów.

Protokół z prac pomiarowo - kontrolnych powinien zawierać:

- 1. nazwę firmy wykonującej pomiary i numer protokołu;
- 2. nazwę badanego urządzenia, jego dane znamionowe i typ układu sieciowego;
- 3. miejsce pracy badanego urządzenia;
- 4. rodzaj i zakres wykonanych pomiarów;
- 5. datę ich wykonania;
- 6. nazwisko osoby wykonującej pomiary i rodzaj posiadanych uprawnień;
- 7. dane o warunkach przeprowadzania pomiarów;
- 8. spis użytych przyrządów i ich numery;
- 9. szkice rozmieszczenia badanych urządzeń, uziomów i obwodów, lub inny sposób jednoznacznej identyfikacji elementów badanej instalacji;

Dokumentowanie wykonywanych prac pomiarowo-kontrolnych

- 10. wyniki i wnioski z oględzin badanej instalacji wykonanych zgodnie z wymaganiami PN-HD 60364-6
- 11. liczbowe wyniki pomiarów;
- 12. uwagi, wnioski i zalecenia wynikające z pomiarów;
- 13. Wniosek końcowy.

Każde badanie instalacji elektrycznych, powinno być udokumentowane protokołem z tych badań, który powinien zawierać informacje o wynikach oględzin i badań oraz informacje dotyczące zmian w stosunku do dokumentacji i odchyleń od norm i przepisów, z podaniem części instalacji których to dotyczy.

W protokole należy podać odpowiedzialnych za bezpieczeństwo, budowę i sprawdzanie instalacji.

W protokole odbiorczym należy podać zalecenie dot. okresu między sprawdzaniami okresowymi.

Osoby wykonujące pomiary

Prace pomiarowo-kontrolne mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające aktualne zaświadczenia kwalifikacyjne w zakresie pomiarowo-kontrolnym.

Osoba wykonująca pomiary może korzystać z pomocy osoby nie posiadającej zaświadczenia

kwalifikacyjnego, lecz musi ona być przeszkolona w zakresie bhp dla prac przy urządzeniach

elektrycznych i znać sposoby udzielania pomocy

przedlekarskiej. **Protokół z pomiarów służący do oceny stanu technicznego instalacji powinien być podpisany przez osobę z uprawnieniami D.**

wg. PIP każdy prot. ma być podpisany przez osobę z D. inna interpretacja Centralnej Komisji ds. szkolenia.

ZAKRES WYKONYWANIA BADAŃ ODBIORCZYCH I OKRESOWYCH ZGODNIE Z PN-HD 60364- 6:2008

- Na wyniki badań składają się dwie części:
- pierwsza to oględziny mające dać pozytywną odpowiedź, że zainstalowane na stałe urządzenia elektryczne spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach przedmiotowych, i że zainstalowane wyposażenie jest zgodne z wymag normy PN-HD 60364-6 i instrukcjami wytwórcy, tak aby zapewniało jego poprawne działanie.
- druga to próby i pomiary mające dać odpowiedź czy zachowane są wymagane parametry techniczne i spełnione są wymagania dotyczące aparatów pomiarowych i sprawdzających podanych w normach.

Norma PN-HD 60364-6:2008 “Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Sprawdzenie.”

Norma ta podaje wymagany zakres prób odbiorczych. Norma wymaga, aby każda instalacja przed przekazaniem do eksploatacji była poddana oględzinom i próbom celem sprawdzenia, czy zostały spełnione wymagania normy. Przed przystąpieniem do prób należy udostępnić wykonującemu sprawdzenie instalacji, dokumentację techniczną wraz z protokołami oględzin i prób cząstkowych wykonanych podczas montażu.

Oględziny

Oględziny to pierwszy etap badań, który należy wykonać przed przystąpieniem do prób przy odłączonym zasilaniu, z zachowaniem ostrożności celem zapewnienia bezpieczeństwa ludziom i uniknięcia uszkodzeń obiektu lub zainstalowanego wyposażenia. Norma szczegółowo podaje w zał. co podczas oględzin należy sprawdzić,

Próby

Norma PN-HD 60364-6:2008 zawiera zakres prób odbiorczych są to:

- ∇ — próba ciągłości przewodów;
- ∇ — pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej;
- ∇ — ochrona za pomocą SELV, PELV lub separacji elektrycznej
- ∇ — rezystancja/impedancja podłóg i ścian;
— samoczynne wyłączenie zasilania;
- ∇ — ochrona uzupełniająca
- ∇ — sprawdzenie biegunowości;
— sprawdzenie kolejności faz
— próby funkcjonalne i operacyjne;
— spadek napięcia.
- ∇ — pomiar rezystancji uziemienia uziomów;
— próba wytrzymałości elektrycznej;
- ∇ — sprawdzenie skutków cieplnych;

Metody wykonywania prób

Opisane w normie metody wykonywania prób, są zalecane, dopuszcza się stosowanie innych metod, pod warunkiem, że zapewnią równie miarodajne wyniki. W przypadku, gdy wynik którejkolwiek próby jest niezgodny z normą, to próbę tą i próby poprzedzające, jeżeli mogą mieć wpływ na wyniki, należy powtórzyć po usunięciu przyczyny niezgodności.

Ponadto norma podaje cel przeprowadzania okresowych prób instalacji, dla określenia czy instalacje lub ich części nie pogorszyły się w takim stopniu, że dalsze ich wykorzystywanie jest niebezpieczne i nie spełniają wymagań przepisów dotyczących instalacji. Sprawdzenie powinno obejmować badanie skutków wszystkich zmian wprowadzonych w instalacji. Informacje dotyczące sprawdzania odbiorczego są również ważne do okresowego sprawdzania i prób.

Zakres wykonywania okresowych sprawdzeń

Zgodnie z PN-HD 60364-6 okresowe sprawdzanie obejmuje szczegółowe badanie inst. bez jej demontażu lub z częściowym demontażem uzupełnionym właściwymi próbami i pomiarami mającymi wykazać, że spełnione są wymagania zapewniające:

- bezpieczeństwo osób i zwierząt przed skutkami porażenia i oparzenia;
- ochronę mienia przed pożarem lub ciepłem spowodowanym uszkodzeniem instalacji;
- przekonanie, że instalacja nie jest uszkodzona;
- identyfikację wad instalacji i odchyłeń od wymagań normy, które mogą spowodować niebezpieczeństwo;
- próby działania urządzeń różnicowoprądowych, wykazujące, że spełnione są wymagania dotyczące czasów wyłączenia RCD.

Okresowe badania i pomiary wykonujemy takimi samymi metodami jak próby odbiorcze.

Ciągłość przewodów wg. PN-HD 60364-6

Norma PN-HD 60364-6 2008 wymaga, aby wykonywać próbę ciągłości elektrycznej bez pomiarów rezystancji:

- przewodów ochronnych, w tym przewodów wyrównawczych głównych i dodatkowych,
- przewodów czynnych – w przypadku pierścieniowych obwodów odbiorczych.

PN-HD 60364-6 zaleca pomiar rezystancji przy sprawdzaniu poprawności połączeń przewodów. Jest to badanie, czy zaciski są właściwie dobrane do łączonych przewodów i czy połączenie jest poprawnie wykonane.

Pomiar rezystancji izolacji

Stan izolacji ma decydujący wpływ na bezpieczeństwo obsługi i prawidłowe funkcjonowanie wszelkiego rodzaju urządzeń elektrycznych. Dobry stan izolacji to obok innych środków ochrony, również gwarancja ochrony podstawowej, czyli ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym jakim grożą urządzenia elektryczne.

Mierząc rezystancję izolacji sprawdzamy stan ochrony podstawowej.

Pomiary rezystancji powinny być wykonane w instalacji odłączonej od zasilania. Rezystancję izolacji należy mierzyć pomiędzy kolejnymi parami przewodów czynnych oraz pomiędzy każdym przewodem czynnym i ziemią. Przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN traktować należy jako ziemię, a przewód neutralny N jako przewód czynny.

Norma PN-HD zaleca mierzyć rezystancję izolacji przewodów połączonych razem, względem ziemi - PE, PEN.

Pomiar rezystancji izolacji

Przy urz. z układami elektronicznymi pomiar rez izolacji wykonuje się pomiędzy przewodami czynnymi połączonymi razem a ziemią, celem uniknięcia uszko elementów elektroniki. Bloki zawierające elementy elektroniczne, o ile to możliwe na czas pomiaru wyjąć z obudowy. Przy pomiarze rezystancji izolacji kabli w obw z przeniennikami częstotl, należy kable odłączyć od przeniennika a po pomiarze należy je połączyć.

Jeżeli w obwodzie znajdują się ochronniki przepięciowe odłączyć je przed pomiarem i połączyć po pomiarze.

Jeżeli ich odłączenie jest niewykonalne to napięcie probiercze może być obniżone do 250 V, ale rezystancja powinna wynosić $\geq 1 \text{ M}\Omega$. Urządzenia nagrzewające się w czasie pracy powinny być mierzone w stanie nagrzanym. Wymagania z tabeli 2.6 w materiałach należy stosować do sprawdzania rezystancji izolacji między nieuziemionymi przewodami ochronnymi a ziemią.

Pomiar rezystancji izolacji obwodów oświetleniowych

Instalację oświetleniową należy odpowiednio przygotować do pomiaru rezystancji izolacji. Polega na złączeniu wszystkich wyłączników oświetleniowych i wyłączeniu zabezpieczenia obwodu, aby pomiar obejmował całą instalację łącznie z częścią sufitową obwodu oświetleniowego. W układzie sieciowym TN-S, jeżeli zabezpieczenie występuje tylko w przewodzie fazowym, należy wykonać przerwę również w przewodzie neutralnym N. W układzie sieciowym TN-C należy wykonać przerwę w przewodzie ochronno-neutralnym PEN, aby przerwać połączenie obwodu przez źródła światła z ziemią.

Taki sposób wykonania pomiaru rezystancji izolacji powoduje sprawdzenie całej instalacji oświetleniowej łącznie z jej częścią sufitową, ale czasami jest trudny do realizacji – instalacje mieszkaniowe-plombowanie.

Wymagane obecnie przez PN-HD napięcia probiercze i minimalne wartości rezystancji izolacji

Napięcie znamionowe badanego obwodu [V]	Napięcie probiercze prądu stałego [V]	Minimalna wartość rezystancji izolacji [MΩ]
do 50 SELV i PELV	250	$\geq 0,5$
$50 < U \leq 500$	500	$\geq 1,0$
> 500	1000	$\geq 1,0$

Rezystancja izolacji silników nn zmierzona napięciem probierczym 500 V powinna wynosić $\geq 5\text{M}\Omega$

Dodatkowe próby wymagane przez normę PN-HD

Sprawdzenie ochrony przez oddzielenie części czynnych jednego obwodu od części czynnych innych obwodów i od ziemi wykonujemy przez pomiar rezystancji izolacji oddzielającej. Wymagania dla tej izolacji są takie same jak podano w tabeli 5.

Ochrona za pomocą SELV, PELV lub separacji elektrycznej

Separację części czynnych obwodów SELV i PELV od części czynnych innych obwodów i od ziemi, oraz separację części czynnych jednego obwodu od części czynnych innych obwodów i od ziemi, należy sprawdzić mierząc rezystancję izolacji. Uzyskane wartości powinny być zgodne z danymi tabeli 5.

Próba wytrzymałości elektrycznej

Podczas badań odbiorczych dla izolacji wykonanych podczas montażu instalacji oraz na urządzeniach w miejscu ich zainstalowania należy wykonać próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji. Okresowe badania eksploatacyjne wymagają tylko wykonania pomiaru rezystancji izolacji.

Skuteczność ochrony w układzie sieci TN

Skuteczność ochrony przy uszkodzeniu w sieci TN wymaga spełnienia trzech warunków:

- samoczynnego wyłączenia w wymaganym czasie;
- wykonania w sieci zasilającej i w instalacji wymaganych uziemień przewodu PEN i PE;
- Wykonania wymaganych połączeń wyrównawczych

Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN

Sprawdzenie skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN polega na sprawdzeniu czy w badanej instalacji spełniony jest warunek:

- $Z_s \text{ zmierz} \leq U_0 / I_a \text{ oblicz}$

Przeprowadza się pomiar impedancji pętli zwarciowej Z_s , a prąd I_a określa na podstawie charakterystyk czasowo-prądowych urządzenia zabezpieczającego lub $I_{\Delta n}$ dla RCD. Prąd I_a dobierany jest z charakterystyki zastosowanego urządzenia zabezpieczającego tak aby wyłączenie następowało w wymaganym czasie 0,2; 0,4 lub 5 s zgodnie z wymaganiami p. 411.3.2. normy PN-HD 60364-4-41.

Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej w układzie TT

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w układzie TT może polegać na sprawdzeniu warunku samoczynnego wyłączenia zasilania w przypadku stosowania zabezpieczenia o małym prądzie I_a i wtedy: $Z_s \times I_a \leq U_0$

lub zgodnie z normą sprawdza się czy spełniony jest warunek obniżenia napięcia dotykowego poniżej wartości dopuszczalnej długotrwale: $R_A \times I_a \leq U_L$

gdzie: R_A - suma rezystancji uziemienia uziomu i przewodu ochronnego łączącego części dostępne;
 I_a - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie;

Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej w układzie TT

U_L - napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale 50 [V] lub 25 [V] i mniej – gdy warunki środowiskowe o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia.

Jeżeli urządzeniem ochronnym jest urządzenie różnicowoprądowe to $I_{\Delta n}$ jest prądem I_a . Norma PN-HD 60364-4-41 zaleca jako I_a przyjmować $5 I_{\Delta n}$

Przeprowadzić należy pomiar rezystancji uziemienia i przewodu ochronnego aby sprawdzić czy rezystancja zastosowanego uziomu jest dostatecznie mała i czy spełniony jest warunek skuteczności ochrony przez obniżenie napięcia dotykowego poniżej wartości dopuszczalnej długotrwale U_L .

Skuteczność ochrony w układzie IT

W układzie IT przy pojedynczym doziemieniu wyłączenie nie jest wymagane. W tym przypadku należy sprawdzić czy spełniony jest warunek: $R_A \times I_d \leq U_L$ gdzie I_d – to prąd pojemnościowy przy pojedynczym zwarcu z ziemią, pozostałe oznacz jak w układzie TT

Przy podwójnym zwarcu z ziemią w układzie IT muszą być spełnione następujące warunki:

- gdy brak przewodu neutralnego to $Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \cdot U_o}{2I_a}$
- - jeżeli jest przewód neutralny to $Z'_s \leq U_0/2I_a$

gdzie: Z_s - impedancja pętli zwarcia obejmująca przewód fazowy i przewód ochronny [Ω] a

Z'_s - impedancja pętli zwarcia obejmująca przewód neutralny i przewód ochronny w [Ω],

Skuteczność ochrony w układzie IT

- I_a - prąd [A] zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie zależy od napięcia znamionowego instalacji i od rodzaju sieci.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w układzie IT, dla przypadku podwójnego zwarcia z ziemią polega na sprawdzeniu czy spełnione są powyższe warunki. Pomiar impedancji pętli zwarciowej wykonuje się po uziemieniu punktu gwiazdowego transformatora lub innego punktu sieci na czas pomiaru, wykonywanego tak jak w układzie TN.

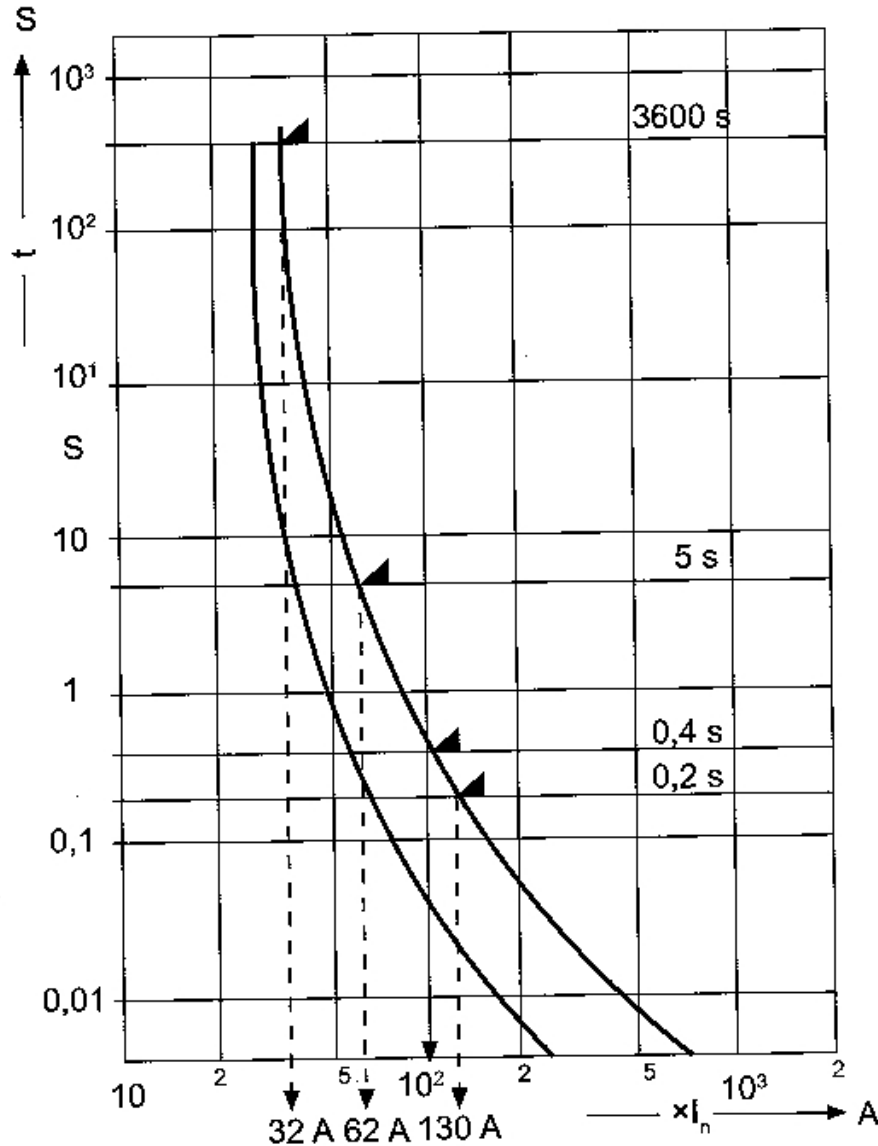
Określenie właściwych wartości prądu I_a

Poprawne określenie prądu I_a do obliczenia Z_s , stanowi trudność.

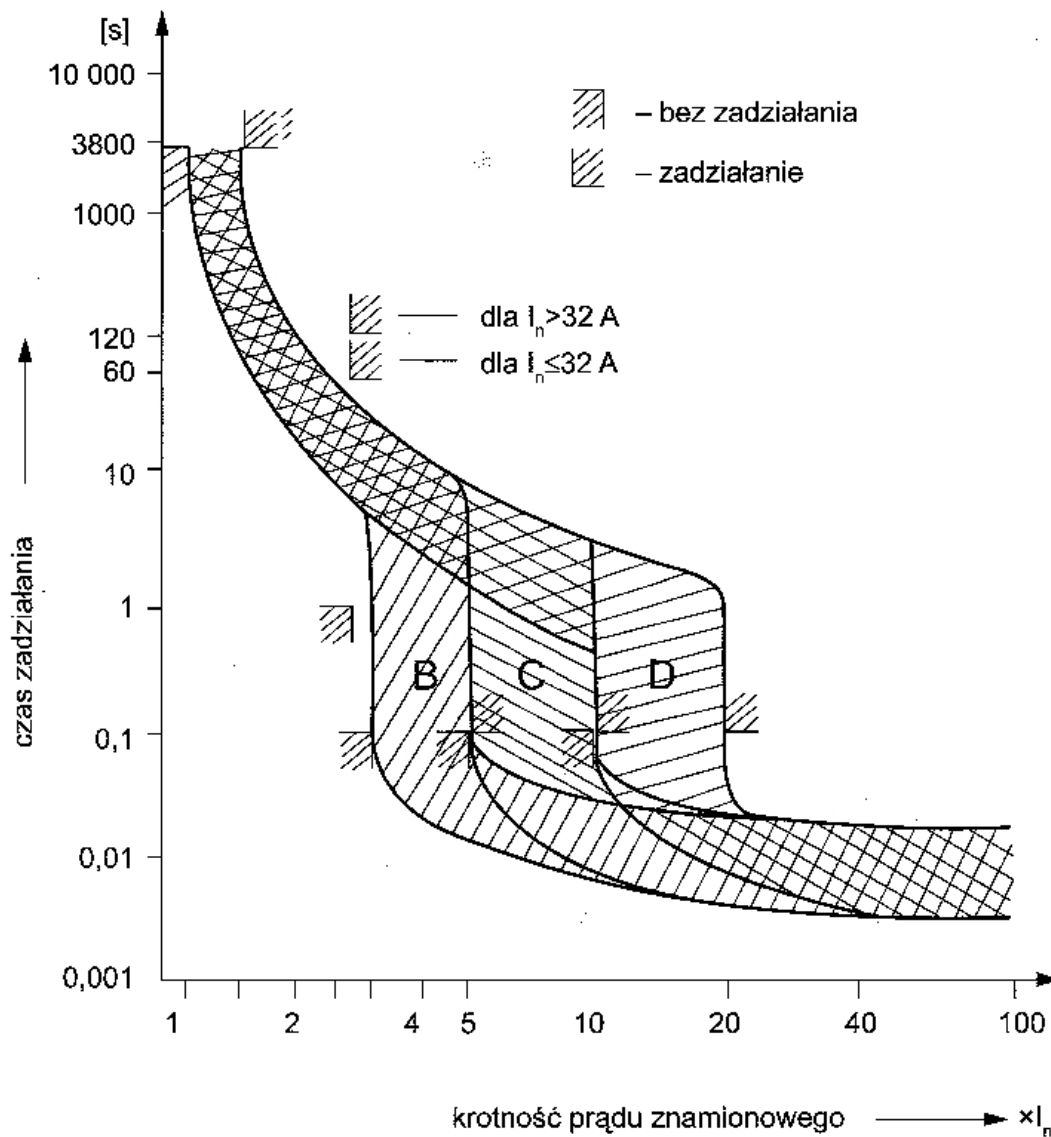
Prąd I_a zależy od rodzaju i parametrów zastosowanych zabezpieczeń. Problem są bezpieczniki topikowe jako zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe, lub wyłączniki o nieznanej wartości prądu I_a i należy szukać jej wartości w katalogach producenta.

Zgodnie z przepisami, prąd samoczynnego zadziałania zabezpieczenia odczytywać należy z charakterystyki czasowo-prądowej zabezpieczenia. Charakterystyki bezpieczników topikowych przedstawione są w skali logarytmicznej co stwarza trudności w dokładnym odczytaniu prądu zadziałania I_a , który określa się dla trzech wartości czasów zadziałania. Prawidłową wartość tego prądu należy odpowiednio obliczyć. Bardzo utrudnione jest posługiwanie się charakterystykami w skali logarytmicznej i nie wszyscy elektrycy posiadają charakterystyki.

Charakterystyka pasmowa wkładki topikowej Bi-Wts 20 A



Charakterystyki B, C, D wyłączników nadmiarowoprądowych



Określenie właściwych wartości prądu I_a

Dużym ułatwieniem jest korzystanie z tabel podających właściwe wartości prądu I_a i impedancji pętli zwarcia Z_s odpowiednich dla danego zabezpieczenia dla wszystkich wymaganych czasów wyłączenia tj. 0,2, 0,4 i 5 s. i napięcia zasilania.

Tabele znajdują się w Poradniku „Instalacje Elektryczne i Teletechniczne” rozdział 14 wydanym przez firmę Verlag Dashofer. Tabele opracowano dla sieci o obowiązującym obecnie napięciu 230 V, w oparciu o czasowo-prądowe charakterystyki bezpieczników topikowych podawane przez polskie normy, które zawierają charakterystyki bezpieczników o największych prądach wyłączenia jakie mogą być dostępne w kraju. Producenci bezpieczników podają charakterystyki bezpieczników o lepszych parametrach niż przewidują to normy. Korzystanie z charakterystyk podanych w normach daje pewność, iż niezależnie od rodzaju zastosowanego bezpiecznika ochrona przeciwporażeniowa zawsze będzie skuteczna.

Określenie właściwych wartości czasu

Zgodnie z normą PN-IEC 60364-4-41 maksymalne czasy wyłączenia zasilania w układzie sieci TN w zależności od napięcia fazowego prądu przemiennego lub napięcia względem ziemi nietętniącego prądu stałego podaje norma w tabeli 41A.

Wymagany czas samoczynnego wyłączenia zasilania zależy od wartości napięcia fazowego, rodzaju zabezpieczanych odbiorników oraz od warunków środowiskowych, w jakich sprawdzane urządzenia pracują. Maksymalne czasy wyłączenia dotyczą obwodów odbiorczych, zasilających bezpośrednio lub za pośrednictwem gniazd wtyczkowych urządzenia I klasy ochronności, ręczne lub przenośne, przeznaczone do ręcznego przemieszczania i łatwo dostępne w czasie użytkowania .

Maksymalne czasy wyłączenia w układzie TN

wg. PN-HD 60364-6

Układ sieci	$50\text{ V} < U_o \leq 120\text{ V}$		$120\text{ V} < U_o \leq 230\text{ V}$		$230\text{ V} < U_o \leq 400\text{ V}$		$U_o > 400\text{ V}$	
	S		S		S		S	
	a. c.	d. c.	a. c.	d. c.	a.c.	d. c.	a. c.	d. c.
TN	0,8	Wyłączenie może być wymagane z innych przyczyn niż ochrona przeciwporażeniowa	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3		0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

Jeżeli w układzie TT wyłączenie jest uzyskiwane dzięki zabezpieczeniu nadprądowemu, a ochronne połączenie wyrównawcze jest przyłączone do wszystkich dostępnych części przewodzących w obrębie instalacji, to mogą być stosowane maksymalne czasy wyłączenia właściwe dla układu TN.

U_o jest nominalnym napięciem a.c. lub d.c. przewodu liniowego względem ziemi.

UWAGA Jeżeli wyłączenie jest przewidziane przez RCD to $Z_S \times I_{\Delta n} \leq U_o$, czasy podane w tabeli odnoszą się do prądów $5 I_{\Delta n}$ i jeżeli części są uziemione grupowo lub indywidualnie to $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50\text{ V}$

Uwagi do tabeli

Maksymalne czasy wyłączenia podane w tabeli powinny być stosowane do obwodów odbiorczych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A, z których zasilane są bezpośrednio lub poprzez gniazda wtyczkowe urządzenia I klasy ochronności łatwo dostępne, ręczne lub/i przenośne, przeznaczone do ręcznego przemieszczania podczas użytkowania.

- Jeżeli w układzie sieci TT wyłączenie jest realizowane przez zabezpieczenia nadprądowe, a połączenia wyrównawcze ochronne są przyłączone do wszystkich dostępnych części przewodzących w obrębie instalacji, to mogą być stosowane maksymalne czasy wyłączenia właściwe dla układu sieci TN.
- W układach sieci TN czas wyłączenia nieprzekraczający 5 s jest dopuszczony w obwodach rozdzielczych i w obwodach niewymienionych w pkt. 1.
- W układach sieci TT czas wyłączenia nieprzekraczający 1 s jest dopuszczony w obwodach rozdzielczych i w obwodach niewymienionych w pkt. 1.
- Jeżeli samoczynne wyłączenie zasilania nie może być uzyskane we właściwym czasie, to powinny być zastosowane dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne.

Zakres stosowania czasów wyłączenia z tabeli

Czasy wyłączenia podane w tabeli dotyczą obwodów odbiorczych, z których bezpośrednio lub poprzez gniazda wtyczkowe są zasilane urządzenia I klasy ochronności ręczne lub/i przenośne, przeznaczone do ręcznego przemieszczania w czasie użytkowania. Dotyczy to także urządzeń stacjonarnych bardzo łatwo dostępnych.

Zastosowanie właściwych wartości czasu

czas wyłączenia 5 s – należy stosować dla instalacji ułożonych na stałe i urządzeń stacjonarnych trudno dostępnych w układzie TN, dla których dopuszczalne długotrwałe napięcie dotyku wynosi $U_L \leq 50 \text{ V}$ prądu przemiennego lub $U_L \leq 120 \text{ V}$ prądu stałego czyli w warunkach normalnych w pomieszczeniach zamkniętych, suchych, bez atmosfery agresywnej;

czas wyłączenia 1 s – należy stosować dla instalacji w układzie TT dla warunków jak wyszczególniono powyżej.

Zastosowanie właściwych wartości czasu

czas wyłączenia 0,4 s – dla urządzeń stacjonarnych łatwo dostępnych, dla gniazd wtyczkowych 1-faz., gniazd 3-faz. Oraz dla zasilanych z nich urządzeń przenośnych i narzędzi ręcznych I kl. ochronności, dla których dopuszczalne długotrwałe napięcie dotyku wynosi $U_L \leq 50 \text{ V}$ prądu przemiennego lub $U_L \leq 120 \text{ V}$ prądu stałego czyli w normalnych warunkach środowiskowych.

Dla układu TT w tych warunkach obowiązuje **czas wyłączenia 0,2 s**, jeżeli nie są stosowane ochronne połączenia wyrównawcze przyłączone do wszystkich dostępnych części przewodzących w obrębie instalacji.

Zastosowanie właściwych wartości czasu

czas wyłączenia 0,2 s – w układach TN i TT dla rozdzielnic i urządzeń przenośnych łatwo dostępnych, dla gniazd wtyczkowych 1-faz., i 3-faz. oraz zasilanych z nich urządzeń przenośnych i narzędzi ręcznych I kl. ochrony, dla których dopuszczalne długotrwałe napięcie dotyku wynosi $U_L \leq 25 \text{ V}$ prądu przemiennego lub $U_L \leq 60 \text{ V}$ prądu stałego czyli w warunkach środowiskowych o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia (place budowy, pomieszczenia mokre i ciasne, przewodzące podłogi).

Błędy przy pomiarze impedancji pętli zwarcia

Mierząc impedancję pętli zwarcia można popełnić błędy, dające w wyniku zawsze niższą wartość impedancji mierzonej pętli niż jej rzeczywista wartość. Gdy popełnione błędy sumarycznie będą większe niż 30% wartości rzeczywistej, wyliczone wartości doprowadzą do wydania mylnego orzeczenia o skuteczności ochrony. W przypadkach, gdy błędy mogą przekroczyć dopuszczalne dla nich wartości, należy stosować współczynnik korekcyjny większy od jedności.

Błędy przy pomiarze impedancji pętli zwarcia

Błędy popełniane przy pomiarze impedancji pętli zwarcia mogą być powodowane:

- Niewłaściwym zakresem użytych przyrządów pomiarowych, wymuszających zbyt małą wartość prądu I_R płynącego przez rezystancję R . Aby spadek napięcia $U_1 - U_2$ był rzędu 5% napięcia, prąd ten powinien być zbliżony do obliczeniowego prądu roboczego mierzonej pętli.

Błędy przy pomiarze impedancji pętli zwarcia

- Wahaniami napięcia. Błąd wynikający z wahań napięcia nie stanowi większego problemu, gdy korzystamy z miernika wykonującego pomiar w bardzo krótkim czasie 10 do 20 ms, gdyż wtedy wahania napięcia nie mają większego wpływu na wynik pomiaru.
- Charakterem pętli zwarciowej, zależnym od stosunku rezystancji R do reaktancji X_L pętli zwarciowej.

Błędy przy pomiarze impedancji pętli zwarcia

- Wartością $\cos \phi$ prądu obciążenia płynącego przed i w czasie pomiaru w mierzonej pętli zwarciowej.
- Tłumiącym wpływem stalowych obudów.
- Charakter impedancji zwarciowej, czyli stosunek rezystancji R do reaktancji X_L pętli zwarciowej ma decydujący wpływ na mierzony spadek napięcia $U_1 - U_2$.

Błędy przy pomiarze impedancji pętli zwarcia

Wpływ stosunku R do X na uchyby pomiarowe

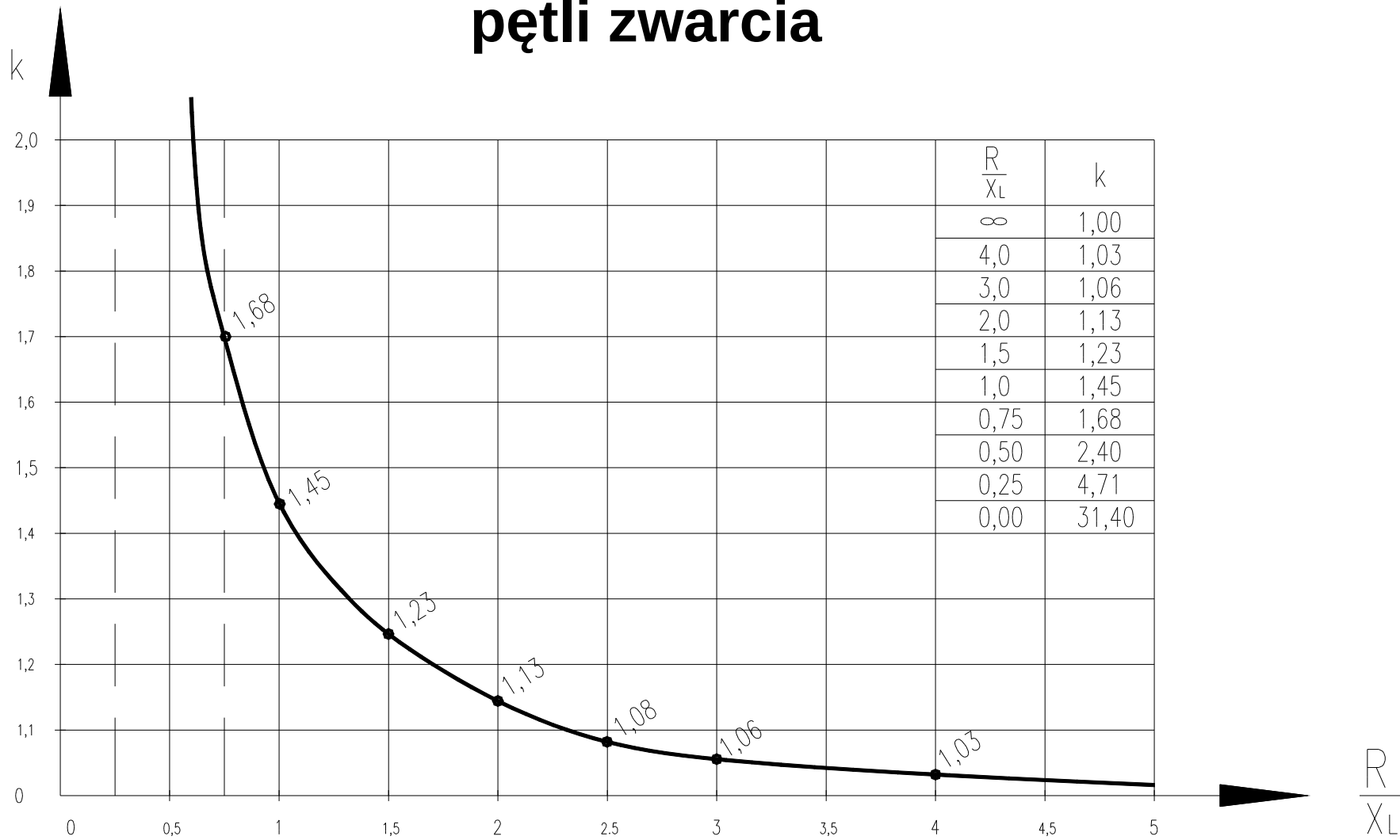
Charakter impedancji zwarciowej, czyli stosunek rezystancji R do reaktancji X_L pętli zwarciowej ma decydujący wpływ na mierzony spadek napięcia $U_1 - U_2$.

Na rysunku przedstawiono zależność współczynnika korekcyjnego k , w zależności od stosunku R do X_L obwodu pętli zwarciowej w przypadku pomiaru rezystancji pętli zwarcia.

Wykres został sporządzony przy założeniu, że:

- przy pomiarze napięcia U_1 w pętli nie płyną żadne prądy obciążeniowe,
- prąd pomiarowy I_R w pętli jest równy 10 A,
- impedancja pętli Z jest stała, a zmieniają się wartości R i X_L , tak aby zawsze $Z = 1,41 \Omega$.

Błędy popełniane przy pomiarze impedancji pętli zwarcia



Współczynnik korekcyjny k jako funkcja stosunku R do X_L w mierzonej pętli zwarcia ■

Nowe wymagania PN-HD 60364-6

Norma PN-HD 60364-6:2008 zaleca sprawdzanie czasów wyłączenia wyłączników różnicowo-prądowych w przypadku ponownego ich użycia oraz w przypadku rozbudowy lub zmiany istniejącej instalacji w której mają być użyte RCD do wyłączenia w tej instalacji.

Podczas sprawdzania maksymalnego czasu wyłączenia norma PN-HD 60364-4-41 wymaga sprawdzania go prądem $5 I_{\Delta n}$.

Badania wyłączników różnicowoprądowych

Jednym z najbardziej skutecznych środków ochrony przeciwporażeniowej jest ochrona przy zastosowaniu urządzeń ochronnych różnicowoprądowych (wyłączniki ochronne różnicowoprądowe, wyłączniki współpracujące z przekąźnikami różnicowoprądowymi).

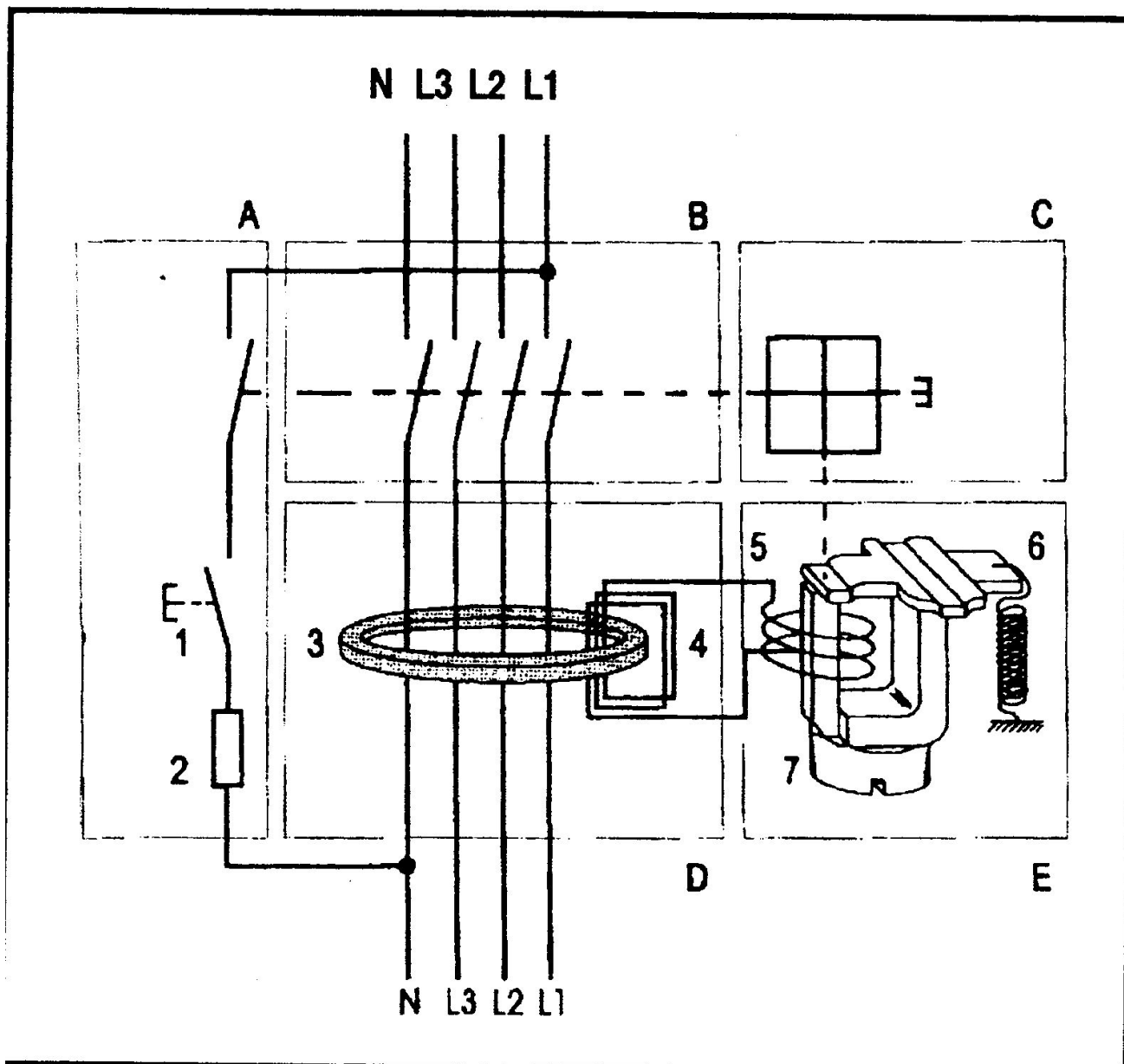
Jest wiele przyczyn błędnych wyłączeń wyłączników różnicowoprądowych

Wyłączniki różnicowoprądowe

Wyłączniki różnicowoprądowe to elementy ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu, uzupełniają ochronę podstawową albo są ochroną przeciwpożarową i stosowne w tych celach każdorazowo spełniają inną rolę. Mogą być stosowane w układach sieci TN, TT oraz IT, co stwarza różne warunki pracy, wpływa na skuteczność i niezawodność ochrony. Wyłączniki rp w instalacji wymagają koordynacji między sobą, a także z zabezpieczeniami zwarciovymi i urządzeniami ochrony przeciwprzepięciowej. Poprawne stosowanie wyłączników rp wymaga dużej wiedzy i wiąże się z dużą odpowiedzialnością. Podczas badania wyłączników rp oprócz wykonania pomiarów należy również potrafić wykryć wiele możliwych błędów popełnianych przy ich doborze i instalowaniu.

Wyłączniki rp są wrażliwe na warunki środowiskowe zapylenie i wilgoć, bez dodatkowej osłony mogą być instalowane jedynie w pomieszczeniach suchych i nie zapyłonych. W pom. wilgotnych i zapyłonych mogą być montowane jedynie w obudowach o odpowiednim stopniu ochrony IP wg PN-EN 60529:2003

Budowa wyłącznika różnicowoprądowego



- A Urządzenie sprawdzające
- B Styki główne prądowe
- C Element łączący (zamek)
- D przekładnik sumujący
- E Wyzwalacz
- 1. Przycisk obwodu testu
- 2. Rezystor obwodu testu
- 3. Rdzeń przekładnika
- 4. Uzwojenie wtórne
- 5. Uzwojenie wyzwalające
- 6. Zwora magnesu napięta sprężyną
- 7. Magnes stały

Okresowe sprawdzanie wyłącznika rcd przyciskiem TEST

Z uwagi na bardzo dokładne dopasowanie magnesu ze zworą, konieczne jest okresowe sprawdzanie działania wyłączników przeciwporażeniowych różnicowoprądowych. W przypadku bardzo długiego okresu bez wyłączania wyłącznika, w wyniku dyfundacji atomów magnes-zwora, może nastąpić sklejenie zwory z magnesem, co powoduje niedziałanie zabezpieczenia różnicowoprądowego w razie wystąpienia uszkodzenia.

Okresowe sprawdzanie wyłącznika rcd przyciskiem TEST

Każdy zainstalowany wyłącznik różnicowo-prądowy należy okresowo sprawdzać przyciskiem TEST. Częstość tego sprawdzania powinna być określona przez osobę instalującą wyłącznik lub przez użytkownika instalacji z uwzględnieniem rodzaju zabezpieczonego urządzenia i występujących w obiekcie warunków środowiskowych – temperatura, wilgotność, pył itd.

Rodzaje urządzeń różnicowoprądowych

Wyłączniki różnicowoprądowe budowane są na różne wartości prądów $I_{\Delta N}$ w związku z tym przyjęł się następujący umowny podział wyłączników w zależności od ich prądu wyzwalającego $I_{\Delta N}$:

- wysokoczułe – stosowane do ochrony przeciwporażeniowej, wartość prądu $I_{\Delta N}$ tych wyłączników nie przekracza 30 mA,
- średnioczułe – stosowane jako zabezpieczenia przeciwporażeniowe ograniczające możliwość wybuchu pożaru instalacji i przepływu prądów upływowych doziemnych. Te wyłączniki charakteryzują się wartościami prądu $I_{\Delta N}$ powyżej 30 mA do 500 mA,
- niskoczułe – o prądach $I_{\Delta N}$ powyżej 500 mA

Pomiar napięcia dotykowego U_B

Badanie polega na wymuszeniu prądu o wartości mniejszej od 50% wybranego znamionowego prądu różnicowego, dzięki czemu nie następuje wyzwolenie wyłącznika różnicowo-prądowego. Wbudowany mikroprocesor oblicza wartość napięcia odnosząc ją do znamionowego prądu różnicowego badanego wyłącznika.

Błąd tego pomiaru wystąpi w przypadku niewłaściwej nastawy wartości znamionowego prądu różnicowego. Jeżeli dla wyłącznika 30 mA pomyłkowo, lub przypadkowo nastawimy 100 mA, wtedy przy tym pomiarze nastąpi wyłączenie wyłącznika.

Błędy pomiarów wyłączników różnicowoprądowych

Mogącymi wystąpić błędami podczas badania wyłączników różnicowoprądowych jest nieświadome lub przypadkowe nieprawidłowe ustawienie prądu $I_{\Delta n}$ w zastosowanym mierniku. Spowoduje to wyłączenie badanego wyłącznika już przy pomiarze wartości U_B lub R_E i uniemożliwi wykonywanie dalszych pomiarów, a może być przyczyną poważnych kłopotów a nawet strat produkcyjnych.

Zmiana w Warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać budynki

W Warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać budynki zmieniło się określenie dotyczące wyłączników różnicowoprądowych i w punkcie 3) wymagają aby stosować urządzenia ochronne różnicowoprądowe, uzupełniające podstawową ochronę przeciwporażeniową i ochronę przed powstaniem pożaru, powodujące w warunkach uszkodzenia samoczynne wyłączenie zasilania.

Pomiary rezystancji uziemień

Pomiar rezystancji uziemienia uziomu powinien być wykonany odpowiednią metodą techniczną lub kompensacyjną. Rezystancję uziemień mierzy się prądem przemiennym.

Nie można wykonywać pomiarów rezystancji uziemień prądem stałym, gdyż siły elektromotoryczne powstające na stykach metal-elektrolit powodują błędy pomiarów, oraz ze względu na elektrolityczny charakter przewodności gruntu.

Wadami metody technicznej są:

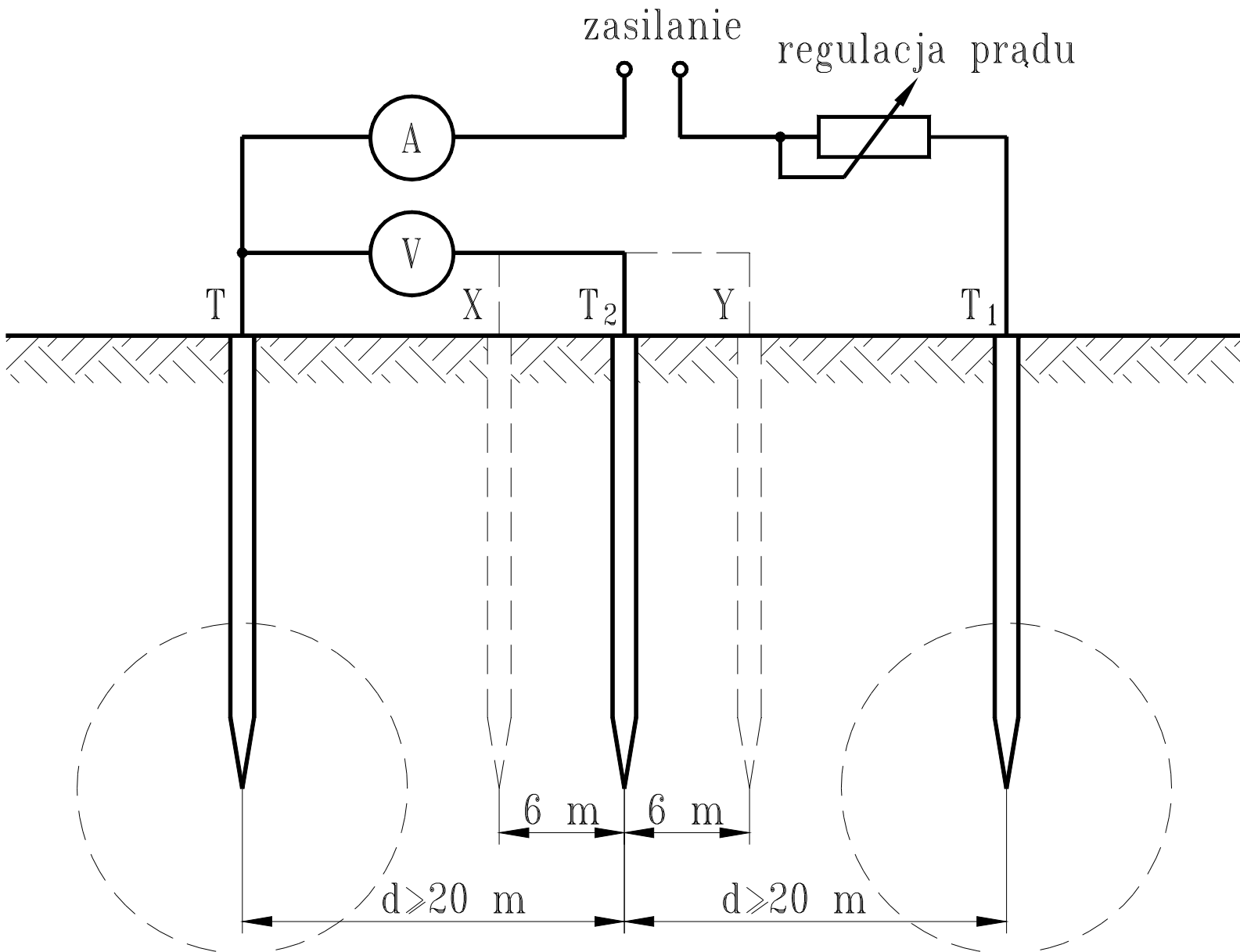
- a) konieczność stosowania pomocniczych źródeł zasilania;
- b) na wynik pomiaru mogą mieć wpływ prądy błądzące;
- c) niemożliwość bezpośredniego odczytu mierzonej rezystancji.

Przyrządy do pomiaru rezystancji uziemień

Wykonuje się pomiary rezystancji uziemień roboczych, ochronnych i piorunochronnych.

Pomiary rezystancji uziemienia można wykonywać metodą kompensacyjną przy użyciu indukcyjnego miernika uzemień IMU albo metodą techniczną z użyciem mierników typu MRU albo mierników do pomiaru rezystancji lub impedancji pętli zwarcia.

Sprawdzenie poprawności przeprowadzania pomiaru rezystancji uziomu Metoda B1 wg. PN-HD



Wykonywanie pomiarów rezystancji uziemień instalacji piorunochronnych budynków

Instalacje piorunochronne budynków składają się zwykle z kilku do kilkunastu uziomów rozmieszczonych na obwodzie budynku. Aby poprawnie wykonać pomiar rezystancji wszystkich uziomów i sprawdzić stan instalacji na dachu, należy rozłączyć wszystkie zaciski kontrolne, za wyjątkiem jednego umieszczonego w najbardziej niekorzystnym miejscu na obwodzie budynku. Przy każdym zacisku kontrolnym należy wykonać po dwa pomiary:

- 1) pomiar rezystancji danego uziomu

Wykonywanie pomiarów rezystancji uziemień instalacji piorunochronnych budynków

2) pomiar rezystancji uziomu z nie rozłączonym zaciskiem poprzez przewody odprowadzające i zaciski na dachu budynku. Tak zostaną zmierzone wszystkie uziomy i sprawdzone przewody odprowadzające i zaciski na dachu budynku dla całej instalacji piorunochronnej.

Wykonanie pomiarów rezystancji uziemień bez rozkręcania zacisków kontrolnych daje wartość wypadkową rezystancji i nie wykrywa uziomów o zbyt dużej rezystancji lub przekorodowanych.
Jest to nieprawidłowy sposób pomiarów uziemień.

Wykonywanie pomiarów rezystancji uziemień

Obecnie produkowane są mierniki umożliwiające pomiar rezystancji uziomów przy użyciu cęgów pomiarowych bez rozłączania zacisków kontrolnych. Lecz dotyczy to tylko uziomów pojedynczych, a nie mogą to być uziomy otokowe. Dla otoków musimy rozłączać.

Aby sonda napięciowa była umieszczana w ziemi odniesienia, co zapewnia pomiar pełnego spadku napięcia na badanym uziemiu, muszą być zapewnione odpowiednie odległości między badanym uziemem i sondami podczas pomiaru rezystancji uziemienia odległości te podaje tabela

Czynnikiem utrudniającym pomiary są prądy błędzące zniekształcające wyniki pomiarów

Wyniki pomiaru uziemień

Wyniki pomiaru należy pomnożyć przez podany w tabeli współczynnik $kg = 1,1$ do 3 uwzględniający aktualne nawilgocenie gruntu oraz sposób wykonania uziomu. Współczynniki podane w tablicy umożliwiają eliminowanie sezonowych zmian rezystancji uziemień.

Można przyjąć zasadę, że:

- o ile nie wykonujemy pomiarów w okresie 2 do 3 dni po opadach,
- o ile wykonujemy pomiary od września do października (największe rezystancje uziomów w ciągu roku) to nie musimy stosować współczynników korekcyjnych.

Przewody pomiarowe

Badany uziom powinien być połączony z zaciskiem miernika możliwie krótkim przewodem pomiarowym, gdyż miernik mierzy łączną rezystancję uziemienia i przewodu. W przypadku długiego przewodu pomiarowego, od wyniku pomiaru należy odjąć rezystancję tego przewodu, którą należy zmierzyć oddzielnie. Okresowo należy sprawdzać stan tego przewodu przez pomiar jego rezystancji, która nie powinna być większa niż 1Ω .

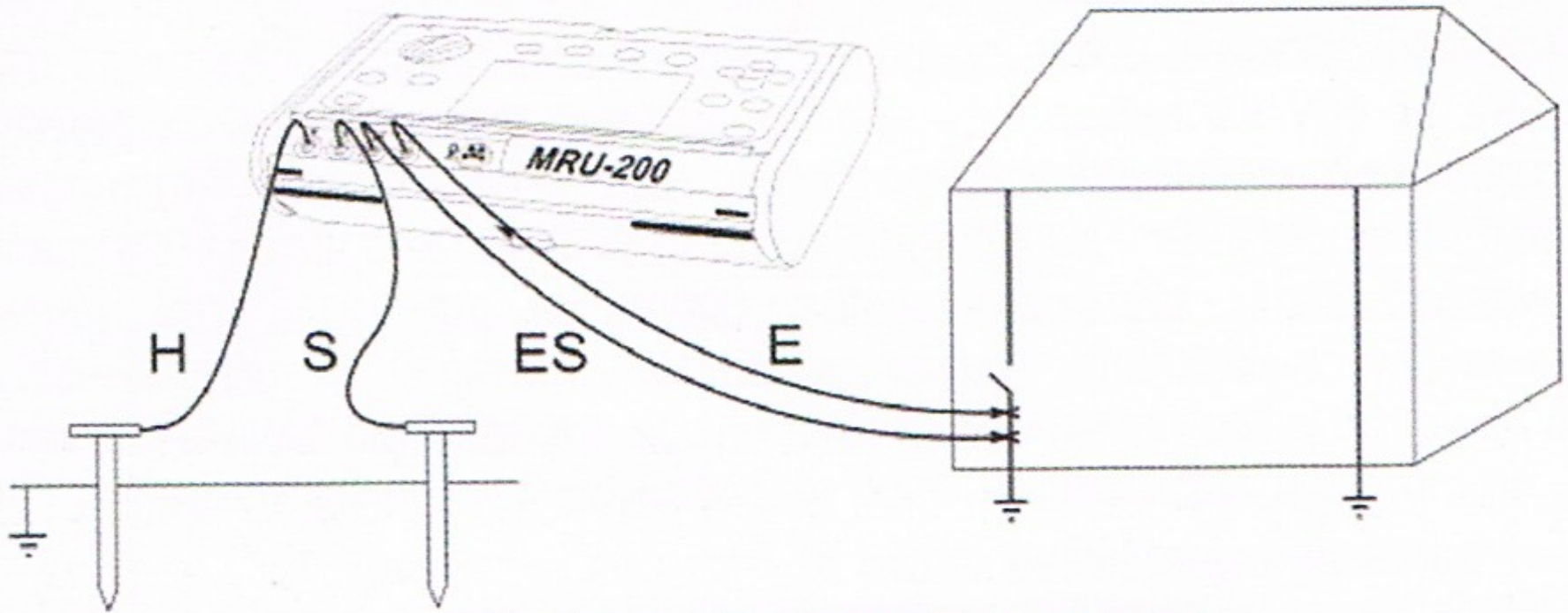
W przypadku pomiaru rezystancji rozległego uziomu przewód ten powinien być długi, aby sonda napięciowa nie znalazła się w strefie rezystancji mierzonego uziomu i aby strefy rezystancji uziomu i sondy prądowej nie zachodziły na siebie.

Sonda napięciowa powinna znajdować się w odległości 61,8 % dystansu między uziomem a sondą prądową, aby rezystancja zmierzona była równa rezystancji rzeczywistej.

Metoda czteroprzewodowa

Zaawansowane przyrządy mają możliwość wykonywania pomiarów metodą 4-przewodową, co pozwala na wyeliminowanie wpływu rezystancji przewodu, którym miernik jest dołączony do badanego uziemienia. Umożliwia to dokładne pomiary w przypadku zastosowania bardzo długich przewodów.

Metoda czteroprzewodowa



Pomiar rezystancji uziemienia - metoda 4p

Czynniki wpływające na jakość uziomu

- O jakości uziomu decydują:
 - niska wartość rezystancji uziemienia,
 - niezmiennosc rezystancji w czasie,
 - odpornosc elementow uziomu na korozje.
- Rezystancja uziemienia uziomu zalezy od sposobu jego wykonania, glownie od glębokości pogrązenia. Przez zwiększenie glębokości pogrązenia uziomu uzyskuje się zmniejszenie jego rezystancji. Glębokość pogrązenia uziomu wpływa również na niezmiennosc rezystancji w czasie. Rezystancja uziomu glębokiego jest stabilna, gdyż nie wpływa na nią wysychanie ani zamarzanie gruntu.

Nowa norma dotycząca ochrony odgromowej

Obowiązująca obecnie norma dot. ochrony odgromowej to PN-EN 62305:2008. wprowadzona do obowiązkowego stosowania przez M I (rozporz. w Dz. U nr 239/2010, poz. 1597)

Norma składa się z 4 arkuszy obejmujących całość zagadnień związanych z ochroną odgromową budynków, bez ograniczenia ich wysokości. Norma jest przetłumaczona na język polski.

Są to arkusze:

- 1. PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne,
- 2. PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem,
- 3. PN-EN 62305-3:2008 Ochrona odgromowa – Część 3: Szkody fizyczne w obiekcie i zagrożenie życia,
- 4. PN-EN 62305-4:2008 Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiekcie.

PKN wycofał z listy aktualnych norm wszystkie normy dotyczące ochrony odgromowej z serii PN-E- /05003; PN-IEC 61024, PN-IEC 61312

Zakres normy PN-EN 62305

Jest to bardzo obszerna, szczegółowa norma, łącznie 419 stron. Norma zawiera nie tylko wymagania ale również zalecenia i przykłady rozwiązań instalacji piorunochronnych.

W zakresie zmian w terminologii przyjęto termin „urządzenia piorunochronne” w miejsce „instalacja odgromowa”

W normie jest dużo nowych terminów i definicji, które są powtarzane w poszczególnych częściach. Nazwy wielu określeń i urządzeń podawane są symbolami.

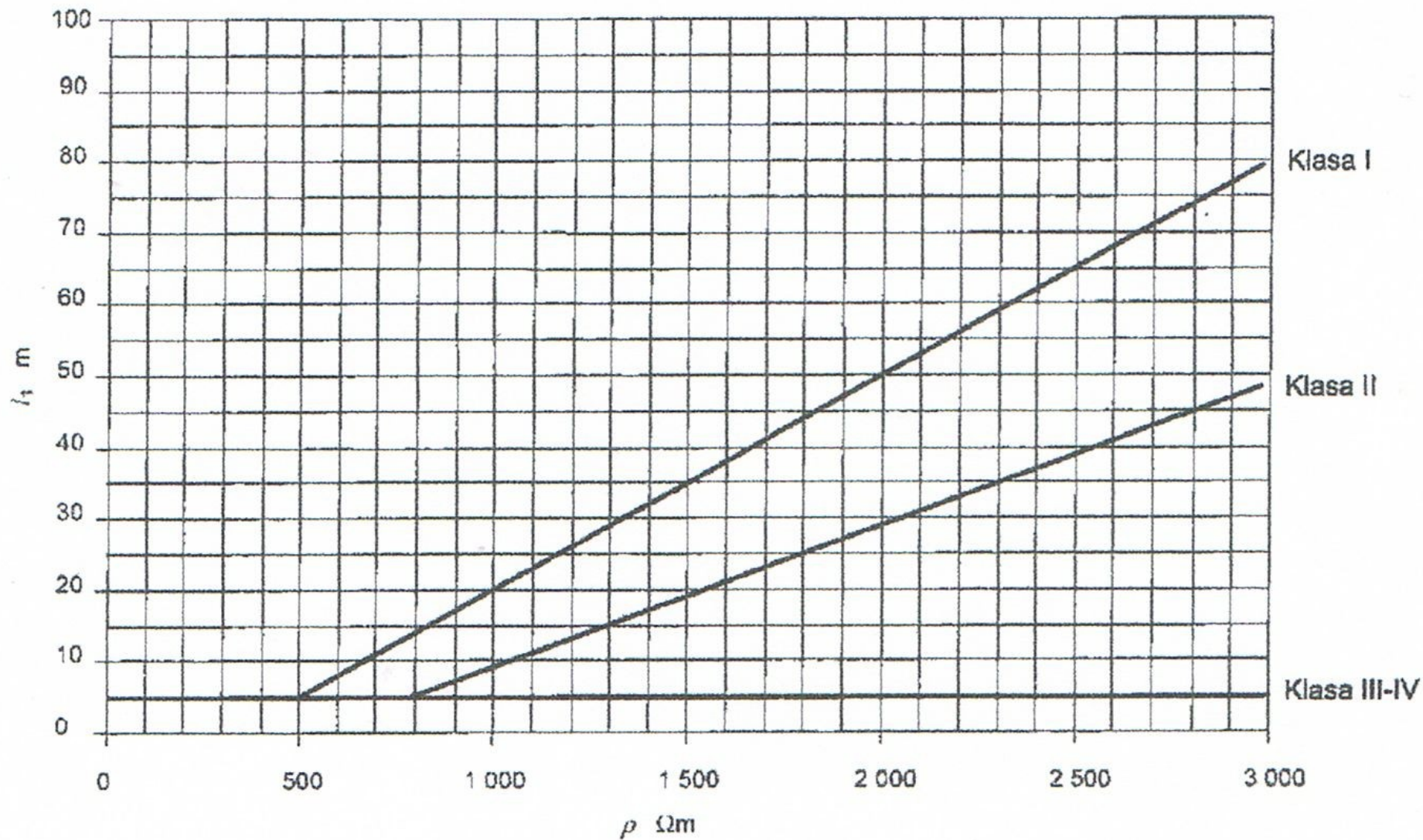
Konserwacja i sprawdzanie LPS

- **Konserwacja i sprawdzanie LPS odbywa się przez:**
- **Stosowanie przeglądów**
- **Konserwację**
- **Sprawdzanie i badania LPS**

Wymagania normy PN-EN 62305

- .przeprowadzeniem pomiaru rezystancji uziemienia układu uziomów. Każdy lokalny uziom powinien być poddany pomiarom oddzielnie przy rozłączonym zacisku kontrolnym. Jeżeli rezystancja względem ziemi układu uziomów, jako całości przekracza 10Ω to należy skontrolować czy uziom spełnia wymaganie minimalnej długości określone na rysunku 2 w normie, przedstawionego na następnym slajdzie.

Minimalna długość l każdego uziomu zgodnie z klasą LPS



Klasy LPS

Klasa LPS jest to liczba służąca do klasyfikacji LPS zgodnie z poziomem ochrony odgromowej, dla której jest ona przeznaczona.

- Cechy charakterystyczne LPS wynikają z właściwości poddawanego ochronie obiektu i z rozpatrywanego poziomu ochrony odgromowej.
- W normie PN-EN 62305-3 zostały określone cztery klasy LPS (I do IV) w sposób odpowiadający poziomom ochrony odgromowej zdefiniowanym w PN-EN 62305-1. Nr poziomu ochrony LPL (I – IV) odpowiada numerowi klasy LPS

Wymagania normy PN-EN 62305

Jeżeli występuje znaczny wzrost rezystancji uziemienia, to należy przeprowadzić dodatkowe badania, aby znaleźć przyczynę tego wzrostu i podjąć środki dla poprawy sytuacji.

Norma wymaga aby celem uniknięcia zakłóceń, pomiar rezystancji uziemienia był mierzony przy częstotliwości różnej od częstotliwości elektroenergetycznej i jej wielokrotności.

W przypadku uziomów w gruncie skalistym wymaganie 10Ω nie ma zastosowania.

Wymagania normy PN-EN 62305-3 dla dokumentowania badań LPS

Aby ułatwić badania LPS, należy przygotować wskazówki, zawierające informacje niezbędne do przeprowadzenia badań przez inspektora, aby mógł on udokumentować wszystkie ważne obszary, dotyczące metod instalacji LPS, rodzaju i stanu jego elementów, metod probierczych i właściwego zapisu uzyskanych danych probierczych.

Inspektor sporządza raport z badań LPS, który powinien być przechowywany razem z raportem projektowym LPS i z wcześniejszymi raportami z konserwacji i z badań LPS.

Raport z badań LPS

Raport z badań LPS powinien zawierać informacje dotyczące:

- ogólnego stanu zwodów jako przewodów i innych ich elementów;
- ogóln. poziomu korozji i stanu ochrony przed korozją;
- pewności mocowania przewodów i elementów LPS;
- pomiarów rezystancji uziemienia układu uziomów;
- wszystkich odstępstw od wymagań niniejszej normy;
- dokumentacji wszystkich zmian i rozbudowy LPS i zmian obiektu. Dodatkowo powinny być sprawdzone rysunki konstrukcyjne LPS i opis jego projektu.
- wyników przeprowadzonych prób.

Posiadanie normy

Projektanci i wykonawcy instalacji piorunochronnych powinni zaopatrzyć się w pełny tekst normy, bo niektóre rozwiązania są inne niż w obowiązujących dotychczas normach serii PN/E-5003 i PN-IEC.

Posiadanie tekstu norm jest również wskazane z uwagi na powołania w jednych częściach normy na wymagania sprecyzowane w innych częściach tej normy.

Podstawa prawna normy PN-EN 62305

- W grudniu 2010r. ukazała się nowelizacja rozporządzenia ministra infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie do którego załącznik zawiera normy przywołane. W załączniku tym ujęto znowelizowaną normę PN-EN 62305.
- W tej sytuacji wszystkie stare normy z serii PN-E-/05003/1; PN-E-/05003/3 PN-E-/05003/4 PN-IEC 61024-1 i PN-IEC 61312 zgodnie z literą prawa formalnie przestały być aktualne.

Błędy pomiarów rezystancji uziemień piorunochronnych

Podczas pomiaru uziomów piorunochronnych budynku w przypadku pomiaru rezystancji uziomów bez rozłączania zacisków kontrolnych, szczególnie dla uziomów otokowych, uzyskany zostanie błędny wynik. Zostanie zmierzona rezystancja wypadkowa połączonych równolegle uziomów i w wyniku uzyskana zostanie znacznie niższa wartość rezystancji oraz nie zostaną wykryte uziomy o bardzo dużej rezystancji lub nawet wykazujące przerwę

Błędy pomiarów rezystancji uziemień

Podstawowym błędem przy wykonywaniu pomiarów rezystancji uziomów metodą kompensacyjną jest pomiar przy zbyt małym rozstawie sond pomiarowych. Nie umieszczenie sondy napięciowej w ziemi odniesienia a w obszarze rezystancji badanego uziomu, i tym samym podczas pomiaru nie uwzględnienie pełnego spadku napięcia na badanym uziomie, i w wyniku zmierzona rezystancja uziomu jest mniejsza od wartości rzeczywistej.

Przy wykonywaniu pomiaru rezystancji uziomów metodą techniczną z użyciem miernika rezystancji lub impedancji pętli zwarcia uzyskany zostanie błędny wynik, w przypadku gdy istnieje połączenie przewodu PE lub PEN sieci zasilającej miernik z mierzonym uziomem. W takim przypadku zmierzona zostanie pętla połączonych przewodów zamiast pętli z badanym uziemieniem.

Ocena wyników

Po wykonaniu pomiarów należy porównać uzyskane dane z wartościami wymaganymi lub dopuszczalnymi.

Zmierzone wartości rezystancji połączeń ochronnych muszą być na tyle małe aby w przypadku uszkodzenia pojawiające się napięcie dotykowe nie przekraczało wartości napięcia dopuszczalnego długotrwale U_L .

Zmierzone wartości rezystancji izolacji powinny mieć wartości jak największe, większe od wartości wymaganej dla danej instalacji lub urządzenia. Dla instalacji w obiektach budowlanych wartość ta wynosi $1,0 \text{ M}\Omega$.

Ocena wyników

Zmierzona wartość impedancji pętli zwarcia powinna być mniejsza od wartości dopuszczalnej wynikającej z rodzaju i parametrów zastosowanego zabezpieczenia nadmiarowoprądowego. Powinna zapewniać samoczynne wyłączenie zasilania w wymaganym czasie, odpowiednim dla warunków środowiskowych eksploatowanego urządzenia.

Zmierzona wartość rezystancji uziemień roboczych, ochronnych i piorunochronnych powinna być mniejsza od wartości dopuszczalnych dla danego rodzaju uziemienia, rodzaju gruntu i typu chronionego urządzenia.

Podsumowanie i wnioski

Efektem oceny wyników przeprowadzonych pomiarów jest sformułowanie wniosków w protokole, które będą podsumowaniem pomiarów i badań.

Po wykonaniu pomiarów i dokonaniu analizy wyników, podsumowaniem całego procesu pomiarów jest sformułowanie właściwego wniosku końcowego.

Wniosek ten powinien stwierdzać czy badane instalacje lub urządzenia spełniają wymagania norm przepisów i czy nadają się do eksploatacji, czy urządzenie należy wycofać z eksploatacji lub czy urządzenie albo instalację należy poddać określonym zmianom lub naprawom.

Protokoły powinny być opracowane i podpisane przez osoby kompetentne w zakresie sprawdzania.

(czy omawiać wzory protokołów ?)

Dziękuję za uwagę

Fryderyk Łasak