



**Radosław Lenartowicz\***

## **NOWE WYMAGANIA DOTYCZĄCE POMIARÓW OCHRONNYCH W BUDYNKACH**

W artykule zostały omówione nowe wymagania wynikające z nowelizacji przepisów i norm. Nowe Prawo budowlane [1] i rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [6] oraz zmiany w przepisach dotyczących ochrony przeciwporażeniowej, norma PN-IEC 60364-4-41 [10], która została zastąpiona przez PN-HD 60364-4-41 [11], a w szczególności wprowadzenie do stosowania normy PN-HD 60364-6:2008 [13] spowodowały zmiany w wymaganiach dotyczących wykonywania badań odbiorczych i okresowych sprawdzeń instalacji elektrycznych w celu oceny stanu ochrony przeciwporażeniowej w eksploatowanych urządzeniach elektrycznych o napięciu znamionowym do 1 kV.

Nowe wymagania dotyczące pomiarów ochronnych w budynkach wynikają ze zmiany kilku aktów normatywnych związanych z wykonywaniem pomiarów ochronnych i przyrządami [3] stosowanymi do wykonywania pomiarów.

Są to następujące akty normatywne: ustawa z 27 marca 2003 r. [1], która nowelizuje Prawo budowlane, ustawa z 4 marca 2005 r. [2] o zmianie ustawy Prawo energetyczne, nowa norma PN-HD 60364-4-41:2009 [11] oraz norma PN-HD 60364-6:2008 [13] Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Sprawdzenie.

Ustawa z 27 marca 2003 r. [1] nowelizuje Prawo budowlane i wprowadza wymagania, aby kontrolę stanu technicznego instalacji elektrycznych, piorunochronnych i gazowych przeprowadzały osoby mające kwalifikacje [5] wymagane przy sprawowaniu dozoru nad eksploatacją urządzeń, instalacji oraz sieci energetycznych i gazowych. Osoba przeprowadzająca ocenę stanu technicznego instalacji elektrycznych i podpisująca protokoły z tych pomiarów powinna zatem mieć zaświadczenia kwalifikacyjne D – dozór, natomiast osoba wykonująca pomiary ochronne (fizycznie, manualnie) – zaświadczenia kwalifikacyjne E – eksploatacja [5].

---

\* inż. – Zakład Badań Ogniwych ITB

Ustawa z 4 marca 2005 r. [2] o zmianie ustawy Prawo energetyczne oraz ustawy Prawo ochrony środowiska, wprowadziła zmiany do tekstu obowiązującego prawa energetycznego. Zmiana ta przywróciła obowiązek sprawdzania co 5 lat kwalifikacji osób zajmujących się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci energetycznych. Wynika stąd konieczność zamieszczania obecnie w świadectwach kwalifikacyjnych terminu ich ważności. Świadectwa kwalifikacyjne wydawane poprzednio bezterminowo, na podstawie dotychczasowych przepisów, zgodnie z art. 16 nowej ustawy [5], zachowywały moc do dnia 3 maja 2010 r., tj. przez 5 lat od dnia wejścia w życie ustawy wprowadzającej tę nowelizację.

Ważne są szczególnie zmiany wprowadzone przez normę PN-HD 60364-4-41:2009 [11], gdyż dotyczą bezpośrednio pomiarów ochronnych, na podstawie których zapadają decyzje o skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

W p. 6.1 tej normy są stosowane następujące określenia napięcia:

- a.c. – napięcia przemiennie, wyrażone w wartościach skutecznych (r. m. s.),
- d.c. – napięcia stałe, bez tętnień.

Napięcie stałe bez tętnień jest to umowne określenie napięcia, w którym wartość skuteczna tętnień nie przekracza 10% składowej d.c.

W p. 6.2 norma [11] przewiduje następujące rodzaje ochrony:

Ochrona podstawowa (ochrona przed dotykiem bezpośrednim) to:

- ochrona polegająca na izolowaniu części czynnych,
- ochrona przy użyciu ogrodzeń lub obudów,
- ochrona przy użyciu barier,
- ochrona polegająca na umieszczeniu instalacji poza zasięgiem ręki,
- ochrona uzupełniająca – z zastosowaniem urządzeń różnicowoprądowych o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania nie przekraczającym 30 mA.

Ochrona uzupełniająca w ochronie podstawowej urządzeń różnicowo-prądowych o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania nie przekraczającym 30 mA stanowi uzupełnienie ochrony w przypadku nieskutecznego działania środków ochrony podstawowej lub w przypadku nieostrożności użytkowników.

Zastosowanie urządzeń różnicowoprądowych ma na celu tylko zwiększenie skuteczności ochrony podstawowej. Urządzenia te nie mogą być jedynym środkiem ochrony i użycie ich nie zwalnia od obowiązku zastosowania jednego ze środków ochrony podstawowej.

Ochrona przy uszkodzeniu (ochrona przed dotykiem pośrednim) to:

- ochrona za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania,
- ochrona polegająca na zastosowaniu urządzeń II klasy ochronności lub o wzmocnionej izolacji równoważnej,
- ochrona polegająca na izolowaniu stanowiska,
- ochrona za pomocą nieuziemionych połączeń wyrównawczych,
- ochrona za pomocą separacji elektrycznej.

Podstawowym wymaganiem ochrony przed porażeniem jest przestrzeganie zasady, że części niebezpieczne nie mogą być dostępne, a dostępne części przewodzące nie

mogą być niebezpieczne, zarówno w normalnych warunkach, jak i w warunkach pojedynczego uszkodzenia.

Ochrona przed porażeniem w normalnych warunkach jest zapewniona przez środki ochrony przy uszkodzeniu, jak w warunkach pojedynczego uszkodzenia. Ochronę przed porażeniem może stanowić wzmocniony środek, który zapewnia ochronę w normalnych warunkach i w warunkach pojedynczego uszkodzenia.

Poprzednio, w normie [10]:

- ochrona w normalnych warunkach (obecnie ochrona podstawowa) odpowiadała ochronie przed dotykiem bezpośrednim,
- ochrona w warunkach uszkodzenia (obecnie ochrona przy uszkodzeniu) odpowiadała ochronie przed dotykiem pośrednim.

Nowa norma [11] wymaga, aby w każdej części instalacji był zastosowany jeden lub więcej środków ochrony, przy uwzględnieniu uwarunkowań od wpływów zewnętrznych.

Norma [11] rozróżnia środki ochrony powszechnie dopuszczalne i środki ochrony pod dozorem.

Środki ochrony powszechnie dopuszczalne to:

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

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

W przypadku specjalnych instalacji lub lokalizacji powinny być stosowane szczególne środki ochrony, zgodne z częścią 7 normy PN-HD 60364-7-701 [15].

Środki ochrony podstawowej, takie jak przeszkody i umieszczenie poza zasięgiem rąk, mogą być stosowane tylko pod dozorem, w instalacjach dostępnych dla:

- osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych,
- osób będących pod dozorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych.

Środki ochrony przy uszkodzeniu, takie jak:

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

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

Jeżeli określone warunki dotyczące środka ochrony nie mogą być spełnione, należy zastosować dodatkowe środki, tak aby zastosowana łącznie ochrona osiągnęła ten sam stopień bezpieczeństwa. Można wtedy zastosować bardzo niskie napięcie funkcjonalne (FELV).

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. Przykładem takiego środka ochrony jest izolacja wzmocniona.

Wykonując pomiary elektryczne ochronne, uzyskujemy informacje o stanie technicznym badanych urządzeń. Ich dobry stan techniczny, jest gwarancją bezawaryjnej i bezpiecznej pracy [16].

Najważniejsza zmiana dotyczy normy [12], która została zastąpiona normą PN-HD 60364-6:2008 [13] *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 6: Sprawdzanie*. Norma ta wprowadza pewne nowe definicje i postanowienia.

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 w instalacjach istniejących.

Norma w poszczególnych punktach stanowi:

**61.1.1.** *Każda instalacja powinna być sprawdzana podczas montażu, na ile jest to w praktyce możliwe, i po jego ukończeniu, a przed przekazaniem użytkownikowi do eksploatacji.*

**61.1.2.** *Osobie dokonującej sprawdzania odbiorczego należy udostępnić informacje o wymaganiach p. 514.5 z Części 5-51 i inne informacje niezbędne do wykonania tego sprawdzania.*

**61.1.3.** *Sprawdzanie odbiorcze powinno obejmować porównanie wyników z odpowiednimi kryteriami w celu stwierdzenia, że wymagania PN-HD 60364 zostały spełnione.*

**61.1.4.** *Należy zastosować środki ostrożności w celu upewnienia się, że sprawdzanie nie spowoduje niebezpieczeństwa dla osób lub zwierząt domowych oraz nie spowoduje to uszkodzenia obiektu i wyposażenia, nawet gdy obwód jest wadliwy.*

**61.1.5.** *W przypadku rozbudowy lub zmiany istniejącej instalacji należy sprawdzić, czy ta rozbudowa lub zmiana jest zgodna z PN-HD 60364 i czy nie spowoduje pogorszenia stanu bezpieczeństwa istniejącej instalacji.*

W załączniku C do normy [13] podano wskazówki dotyczące stosowania postanowień rozdziału 61 „Sprawdzanie odbiorcze” i wprowadzono wymaganie sprawdzania poprawności wykonania przegród ogniowych i innych środków zapobiegających rozprzestrzenianiu się ognia oraz ochrony przed skutkami działania ciepła [8].

Ponadto nowa norma [13] wymaga:

- sprawdzania doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia oraz sprawdzania doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i ostrzegawczych,

- sprawdzania istnienia schematów, napisów ostrzegawczych lub innych podobnych informacji,

- sprawdzania poprawności połączeń przewodów. Celem tego sprawdzenia jest zbadanie, czy zaciski są odpowiednio dobrane do przewodów, które mają być połączone, i czy połączenie jest wykonane poprawnie. W razie wątpliwości zaleca się pomiar rezystancji połączeń. Rezystancja połączenia nie powinna być większa niż rezystancja przewodu o długości 1 m i o przekroju równym najmniejszemu przekrojowi łączonych przewodów.

Zgodnie z wymaganiami normy [13], przy pomiarze impedancji pętli zwarciowej w niskiej temperaturze przy małych prądach przewiduje się uwzględnianie wzrostu rezystancji przewodów ze wzrostem temperatury spowodowanej zwarciem, aby zmierzona wartość impedancji pętli zwarciowej spełniała wymagania normy. Wymagania te uważa się za spełnione, jeżeli zmierzona wartość impedancji pętli zwarciowej spełnia zależność

$$Z_s(m) \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_o}{I_a} \quad (\Omega) \quad (1)$$

gdzie:  $Z_s(m)$  – zmierzona wartość impedancji pętli zwarciowej obejmującej fazę i uziemiony punkt neutralny,  $\Omega$ ,  
 $U_o$  – napięcie znamionowe względem ziemi, V,  
 $I_a$  – prąd powodujący samoczynne zadziałanie zabezpieczenia w wymaganym czasie 0,2 s; 0,4 s lub 5 s.

Norma [13] podaje tryb postępowania, gdy zmierzona wartość impedancji pętli zwarciowej przekracza wartość ze wzoru (1).

Wymaganie to jest uzasadnione przy pomiarach pomontażowych instalacji w stanie zimnym, szczególnie dla czasu 5 s. W przypadku pomiarów instalacji eksploatowanej, będącej w stanie nagrzany, wymaganie stawia zbyt ostre kryteria, zupełnie nieuzasadnione dla krótkich czasów wyłączenia 0,2 s i 0,4 s i dyskusyjne dla czasu 5 s.

Ponadto norma [13] wymaga sprawdzania dostępu do urządzeń, umożliwiającego ich wygodną obsługę, identyfikację i konserwację.

W załączniku E normy [13] podano zalecenia dotyczące wyposażenia elektrycznego, które ponownie zastosowano w instalacjach elektrycznych [7]. Wyposażeniem „ponownie zastosowanym” jest wyposażenie, które było już wcześniej zainstalowane.

W czasie sprawdzania instalacji powinny być dostępne dokumenty dotyczące ponownie zastosowanego wyposażenia, zawierające co najmniej informacje na temat:

- typu wyposażenia ponownie zastosowanego,
- jego producenta,
- stosownych szczegółów instalacyjnych,
- urządzeń probierczych,
- wyników oględzin,
- wykonanych prób, łącznie ze sprawdzeniem czasów wyłączenia urządzeń RCD i wynikami prób.

Załącznik F normy [13] zawiera wymaganie opisu instalacji przeznaczonej do sprawdzania.

Zgodnie z normą [13] należy podać rodzaj sprawdzania: odbiorcze, czy okresowe, a także nazwisko i adres użytkownika, adres instalacji, nazwisko instalatora oraz opis instalacji, zaznaczając, czy instalacja jest nowa; istniejąca; modyfikowana, czy rozbudowywana. Powinno się również podać charakterystyki zasilania i układy uziemienia, oraz szczegóły uziomu odbiorcy. Zaleca się podanie danych dotyczących przewodów

uziemiających i wyrównawczych głównych oraz opisanie urządzeń izolacyjnych i ochronnych przy złączu instalacji.

W załączniku G normy [13] podano wzór formularza oględzin instalacji elektrycznych, zgodnie z którym wymaga się opisu ochrony podstawowej, opisu wyposażenia oraz podania sposobu identyfikacji elementów instalacji.

W rozdziale G 2 normy [13] podano (aż na 5 stronach) przykłady czynności sprawdzających, które należy wykonać podczas oględzin instalacji.

W załączniku H normy [13] zamieszczono przykład formularza do opisu szczegółów obwodu i wyników prób. Jest to formularz o zbyt szerokim zakresie, niepraktyczny do wykorzystywania.

Dużych rozmiarów tablica zamieszczona w załączniku H zawiera informacje o rozdzielniczy oraz, w 3 części, opisujące szczegóły obwodu, wyniki prób, charakterystykę obwodu, rezystancję izolacji i badania RCD oraz przekrój przewodów zasilających i wyniki prób dodatkowych.

W normie PN-HD 60364-6:2008 [13] usunięto ważny załącznik B „Sprawdzenie działania urządzeń różnicowoprądowych”, który występował w normie [12].

Zgodnie z nową normą [13] zakres badań odbiorczych i okresowych eksploatacyjnych obejmuje dwie części:

- oględziny,
- próby i pomiary.

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

Na wyniki pomiarów składają się:

- **ogłędziny**, mające potwierdzić, że zainstalowane na stałe urządzenia elektryczne spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach przedmiotowych, oraz że zainstalowane wyposażenie jest zgodne z instrukcjami wytwórcy, tak aby zapewniało jego poprawne działanie.

- **próby i pomiary** mające dać odpowiedź, czy są zachowane wymagane parametry techniczne i zostały spełnione wymagania dotyczące aparatów pomiarowych i sprawdzających podane w normach.

Oględziny to pierwszy etap pomiarów, który należy wykonać przed przystąpieniem do prób przy odłączonym zasilaniu, z zachowaniem ostrożności w celu zapewnienia bezpieczeństwa ludziom i uniknięcia uszkodzeń obiektu lub zainstalowanego wyposażenia.

Oględziny mają potwierdzić, że zainstalowane urządzenia:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach,
- zostały prawidłowo dobrane i zainstalowane zgodnie z wymaganiami normy,
- nie mają uszkodzeń pogarszających bezpieczeństwo,
- mają właściwy sposób ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- mają właściwie dobrane przekroje i oznaczone przewody neutralne, ochronne, i fazowe,

- mają właściwie dobrane i oznaczone zabezpieczenia i aparaturę,
- zostały wyposażone w schematy oraz tablice ostrzegawcze i informacyjne,
- zapewniają wygodną obsługę, konserwację i naprawy.

Norma [13] zawiera zakres prób odbiorczych, które w zależności od potrzeb są następujące:

- 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.

Opisane w normie metody wykonywania prób są podane jako zalecane, dopuszcza się stosowanie innych metod, pod warunkiem, że zapewnią równie miarodajne wyniki.

W przypadku gdy wynik którejkolwiek próby jest niezgodny z normą, próbę tę i próby poprzedzające – jeżeli mogą mieć wpływ na wyniki – należy powtórzyć po usunięciu przyczyny niezgodności.

Norma określa ponadto cel okresowych prób instalacji. Są one przeprowadzane, aby sprawdzić, czy instalacje lub ich części nie pogorszyły się w takim stopniu, że dalsze ich wykorzystywanie jest niebezpieczne, gdyż nie spełniają wymagań przepisów dotyczących instalacji. Sprawdzanie powinno obejmować badanie skutków wszystkich zmian wprowadzonych w instalacji. Podstawowe informacje dotyczące sprawdzania odbiorczego są również bardzo pomocne przy okresowym sprawdzaniu i próbach.

Zgodnie z PN-HD 60364-6 okresowe sprawdzanie obejmuje szczegółowe badanie instalacji 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,
- prawidłowe, bez zakłóceń działanie instalacji,
- identyfikację wad instalacji i odchyłeń od wymagań normy, które mogą spowodować niebezpieczeństwo,
- próby działania urządzeń różnicowoprądowych, które potwierdzają, że spełnione są wymagania dotyczące czasów wyłączenia RCD.

Okresowe badania i pomiary wykonujemy takimi samymi metodami, jak próby odbiorcze [14].

Norma PN-HD 60364-6 wymaga, aby częstość okresowego sprawdzania instalacji elektrycznych była ustalana z uwzględnieniem rodzaju instalacji i jej wyposażenia,

zastosowania i działania, częstotliwości i jakości konserwacji oraz wpływów zewnętrznych, na jakie jest narażona. Najdłuższy okres między badaniami ustalony przez ustawę Prawo budowlane [1] wynosi 5 lat.

Norma [13] zaleca, aby w protokole sprawdzania okresowego podawać przedział czasu do następnego sprawdzania, na przykład 4 lata, z wyjątkiem przypadków, w których może wystąpić ryzyko i zalecany jest krótszy okres badań i przeglądów. Dotyczy to:

- miejsc pracy lub lokalizacji, gdzie występuje niebezpieczeństwo porażenia, pożaru lub wybuchu spowodowanego degradacją,
- miejsc pracy lub lokalizacji, gdzie występują instalacje zarówno niskiego, jak i wysokiego napięcia,
  - obiektów komunalnych,
  - placów budowy,
  - instalacji bezpieczeństwa (na przykład oświetlenia awaryjnego),
  - miejsc, w których używany jest sprzęt przenośny.

W przypadku budownictwa mieszkaniowego można według normy [13] stosować dłuższe okresy (np. 10 lat – co jest niezgodne z Prawem budowlanym [1]). Gdy użytkownicy mieszkań zmieniają się, sprawdzanie instalacji jest zalecane.

W zależności od warunków środowiskowych należy stosować różne okresy sprawdzania. Częstość badań należy ustalić na podstawie wymagań ustawy Prawo budowlane, ustawy Prawo energetyczne [2], wymagań przepisów o ochronie przeciwporażeniowej i przeciwpożarowej oraz zasad wiedzy technicznej.

Ponieważ nie ma obecnie aktu normatywnego określającego częstość okresowego wykonywania pomiarów i badań, zgodnie z wymaganiem nieobowiązującego rozporządzenia Ministra Gospodarki z 25 września 2000 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznych (traktowanego jako zbiór zasad wiedzy technicznej), podmioty zaliczane do grup przyłączeniowych I–III i VI przygotowują instrukcję ruchu i eksploatacji, a podmioty zaliczane do grup przyłączeniowych IV i V opracowują instrukcję eksploatacji.

Instrukcje te powinny określać zakres, procedury i czynności związane z ruchem oraz eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych. Należy w nich podać częstotliwość badań okresowych dostosowaną do warunków środowiskowych panujących w danym zakładzie. Instrukcje powinny być zatwierdzone przez właściciela – dyrektora zakładu, co znacznie ułatwia prawidłową eksploatację urządzeń w danym zakładzie.

Bezpieczeństwo przeciwpożarowe [8] zależy od prawidłowego doboru przekroju przewodów, właściwego doboru zabezpieczeń oraz od warunków chłodzenia przewodów i aparatury. Bezpieczeństwo przeciwpożarowe sprawdzamy, kontrolując stan izolacji przez jej oględziny i pomiar jej rezystancji, przez sprawdzenie, czy zabezpieczenia są prawidłowo dobrane do aktualnych warunków obciążeniowych, czy spełnio-



ne zostały warunki chłodzenia urządzeń nagrzewających się podczas pracy oraz czy otwory i kanały wentylacyjne są drożne i nie uległy zatkaniu. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej służy poprawie skuteczności ochrony przeciwpożarowej.

Nowa norma [13] wymaga, aby wykonywać próbę ciągłości elektrycznej:

- przewodów ochronnych, łącznie z przewodami wyrównawczymi głównymi i dodatkowymi,
- przewodów czynnych – w przypadku pierścieniowych obwodów odbiorczych.

Norma [13] zmienia zasady takich pomiarów, jak próba ciągłości pomiaru rezystancji izolacji, pomiaru rezystancji podłogi i ścian oraz wprowadza sprawdzanie poprawności wykonania pomiaru rezystancji uziomu.

### **Próba ciągłości przewodów [13]**

Próbie ciągłości przewodów należy wykonywać przy użyciu źródła prądu stałego lub przemiennego o niskim napięciu od 4 V do 24 V w stanie bezobciążeniowym ( $U_1$ ) i po obciążeniu prądem co najmniej 0,2 A ( $U_2$ ). Prąd stosowany podczas próby powinien być tak mały, aby nie stwarzał ryzyka powstania pożaru lub wybuchu.

Do sprawdzenia można użyć specjalnie przystosowanej latarki elektrycznej z baterią o napięciu 4,5 V i żarówką 3,7 V/0,3 A. Sprawdzenie może być również wykonane przy użyciu mostka lub omomierza z wbudowanym źródłem napięcia pomiarowego lub przeprowadzone metodą techniczną.

Nowa norma [13] wymaga dodatkowo sprawdzenia poprawności połączeń przewodów, aby zbadać, czy zaciski są odpowiednio dobrane do przewodów, które mają być połączone, i czy połączenia są wykonane poprawnie.

W razie wątpliwości zaleca się pomiar rezystancji połączenia. Rezystancja ta nie powinna być większa niż rezystancja przewodu o długości 1 m i o przekroju równym najmniejszemu przekrojowi łączonych przewodów. W tym przypadku należy zastosować metodę pomiaru małych rezystancji.

### **Pomiar rezystancji izolacji [13]**

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 przed porażeniem prądem elektrycznym, czym grożą urządzenia elektryczne.

Mierząc rezystancję izolacji, sprawdzamy **stan ochrony podstawowej**.

Wymagane wartości napięć probierczych podczas pomiaru rezystancji izolacji i zwiększone minimalne wartości rezystancji dla instalacji elektrycznej podczas badań odbiorczych i okresowych podaje PN-HD 60364-6. Wymagane wartości napięć probierczych i minimalnych wartości rezystancji izolacji zamieszczone zostały w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagane wartości napięć probierczych i minimalnych wartości rezystancji izolacji  
 Table 1. The required values of test voltages and minimum values of insulation resistance

Napięcie znamionowe badanego obwodu V	Napięcie probiercze prądu stałego V	Minimalna wartość rezystancji izolacji MΩ
do 50 SELV i PELV	250	≥ 0,5
50 < U ≤ 500	500	≥ 1,0
> 500	1000	≥ 1,0

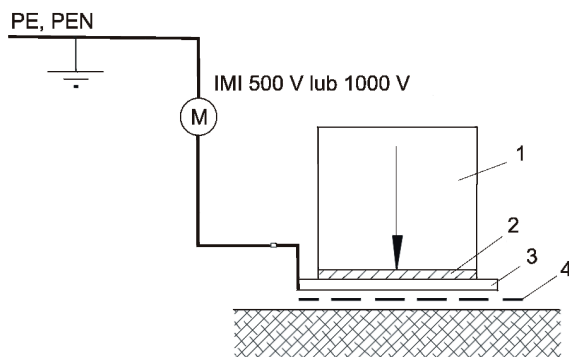
Rezystancja izolacji silników zmierzona napięciem probierczym 500 V powinna wynosić 5 MΩ.

Rezystancja izolacji zmierzona napięciem probierczym podanym w tabelicy 1 jest zadowalająca, jeżeli jej wartość nie jest mniejsza od wartości minimalnych podanych w tej tabelicy. Jeżeli zmierzona rezystancja jest mniejsza od podanej w tabelicy 1, to instalacja powinna być podzielona na szereg grup obwodów i powinno się zmierzyć rezystancję izolacji dla każdej grupy, w celu ustalenia obwodu o obniżonej wartości rezystancji izolacji.

### Rezystancja podłogi i ścian [13]

W przypadku konieczności sprawdzenia rezystancji podłogi i ścian należy wykonać przynajmniej 3 pomiary w tym samym pomieszczeniu – pierwszy w odległości około 1 m od dostępnych obcych części przewodzących, pozostałe dwa w odległościach większych.

Stara norma PN-IEC 60364-6-61 [12] wymagała, aby pomiary rezystancji podłóg i ścian wykonywać prądem stałym. Układ połączeń zalecany przez normę [12] przedstawia rysunek 1.

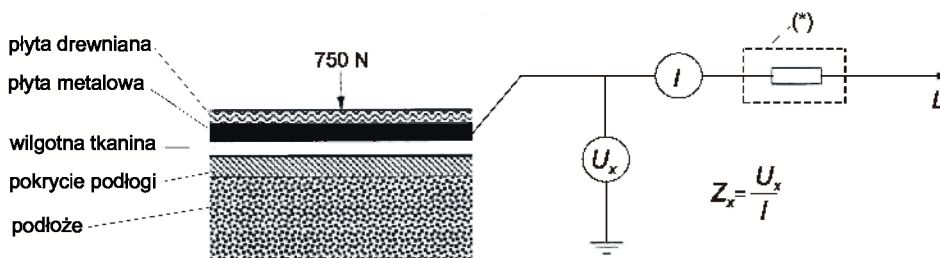


- 1 – obciążenie 750 N dociskające elektrodę do podłogi i 250 N dociskające elektrodę do ścian
- 2 – płytka izolacyjna dociskowa
- 3 – metalowa elektroda pomiarowa o wymiarach 250 × 250 mm (elektroda probiercza 1)
- 4 – element ułatwiający połączenie

Rys. 1. Układ połączeń przy pomiarze rezystancji izolacji stanowiska prądem stałym  
 Fig. 1. Circuit for measuring the insulation resistance of the DC position

Norma PN-HD 60364-6:2008 [13] zaleca wykonywanie pomiaru rezystancji, a właściwie impedancji stanowiska prądem przemiennym.

Układ zalecany przez tę normę został przedstawiony na rysunku 2.



(\*) Ochrona przed niezamierzonym dotykiem za pomocą rezystancji ograniczającej prąd do wartości 3,5 mA

Rys. 2. Układ połączeń przy pomiarze rezystancji izolacji stanowiska prądem przemiennym według PN- HD 60364-6:2008

Fig. 2. Circuit for measuring insulation resistance according to the position of the alternating current. PN-HD 60364-6:2008

Przy pomiarze rezystancji stanowiska w układzie podanym w normie PN-HD impedancję stanowiska obliczamy ze wzoru

$$Z_x = \frac{U_x}{I} \quad (2)$$

Przy pomiarze rezystancji stanowiska prądem przemiennym uzyskuje się jako wynik nieco większą wartość, gdyż jest to wartość impedancji mierzonego obwodu, a zmierzyć należało rezystancję stanowiska. W załączniku A do normy [13] elektrodę probierczą, o kształcie trójkątnym, chyba pomyłkowo uznano jako elektrodę probierczą 1 do pomiaru rezystancji podłóg i ścian, a elektrodę z metalową płytką kwadratową potraktowano jako elektrodę probierczą 2.

### Sprawdzenie poprawności wykonania pomiaru rezystancji uziomu

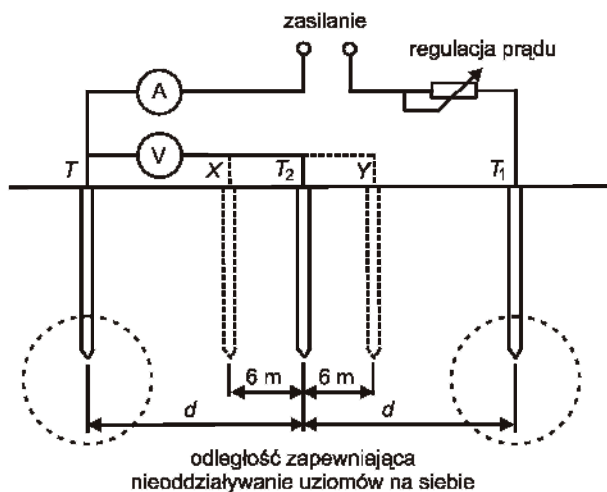
W załącznikach B do norm PN-IEC 60364-6-61 [12] i PN-HD 60364-6 [13] podano opis sposobu sprawdzenia poprawności przeprowadzania pomiaru rezystancji uziemienia uziomu przy użyciu dwóch dodatkowych położzeń uziomu pomocniczego – sondy napięciowej, oraz warunki, które powinny być spełnione podczas sprawdzania. Sposób ten pokazano rysunku 3.

Prąd przemienny o stałej wartości przepływa między uziomem  $T$  i uziomem pomocniczym  $T_1$ , umieszczonym w takiej odległości ( $a$ ) od  $T$ , żeby uziomy nie oddziaływały na siebie. Drugi uziom pomocniczy  $T_2$ , którym może być metalowy pręt wbity w grunt, jest umieszczony w połowie odległości między  $T$  i  $T_1$  i umożliwia pomiar spadku napięcia między  $T$  i  $T_2$ .

Rezystancja uziomu to iloraz napięcia między  $T$  i  $T_2$  oraz prądu przepływającego między  $T$  i  $T_1$ , pod warunkiem, że uziomy nie oddziałują na siebie.

W celu sprawdzenia, czy zmierzona rezystancja jest prawidłowa, należy wykonać dwa dalsze odczyty z przesuniętym uziomem pomocniczym  $T_2$ , raz 6 m w kierunku od uziomu  $T$ , a drugi raz 6 m do uziomu  $T_1$ . Jeżeli rezultaty tych trzech pomiarów są zgodne w granicach błędu pomiaru, to średnią z trzech odczytów przyjmuje się jako rezystancję uziomu  $T$ . Jeżeli nie ma takiej zgodności, pomiary należy powtórzyć przy zwiększeniu odległości między  $T$  i  $T_1$  lub zmianie kierunku rozstawienia elektrod. Przy pomiarze prądem o częstotliwości sieciowej rezystancja wewnętrzna zastosowanego woltomierza musi wynosić co najmniej  $200 \Omega/V$ .

Źródło prądu używane do próby przy metodzie technicznej powinno być izolowane od sieci energetycznej (np. przez transformator dwuuzwojeniowy).



Rys. 3. Sposób sprawdzenia poprawności przeprowadzenia pomiaru rezystancji uziomu  
Fig. 3. Way to validate an earth resistance measurement

Opisany sposób sprawdzenia poprawności przeprowadzenia pomiaru rezystancji uziomu można stosować również przy pomiarze rezystancji uziomu metodą kompensacyjną oraz miernikiem opartym na metodzie technicznej.

#### Metoda B3 – pomiaru rezystancji pętli uzimienia z użyciem zacisków prądowych

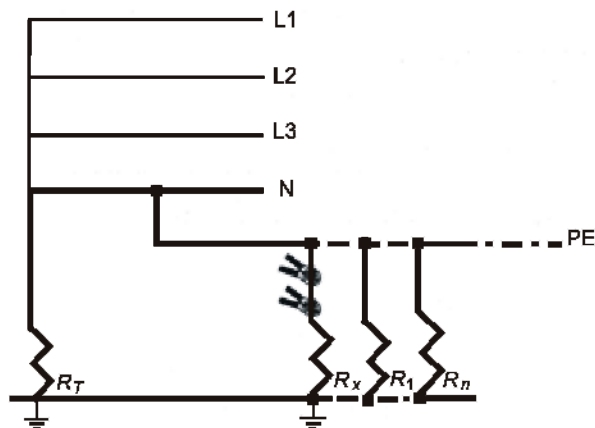
Norma PN-HD 60364-6:2008 [13] podaje metodę B3 – pomiaru rezystancji pętli uzimienia z użyciem zacisków prądowych. Metoda ta ma zastosowanie do istniejących pętli uzimienia w obrębie kratowego układu uzimiania, jak przedstawiono na rysunku 4.

Pierwszy zacisk wprowadza napięcie pomiarowe  $U$  do pętli, drugi zacisk mierzy prąd  $I$  w pętli. Rezystancję pętli można obliczyć, dzieląc napięcie  $U$  przez prąd  $I$ . Ponieważ wypadkowa wartość połączonych równolegle rezystancji  $R_1 \dots R_n$  jest zwykle pomija-

na, nieznaną rezystancja jest równa zmierzonej rezystancji pętli lub jest nieznacznie mniejsza.

Każdy zacisk może być indywidualnie przyłączony do miernika lub zespolony w jeden specjalny zacisk.

Metodę tę stosuje się bezpośrednio do układów TN oraz w uziemieniach kratowych układów TT. W układach TT, w których dostępne jest tylko nieznanne połączenie z ziemią, pętla podczas pomiaru może być zamknięta krótkotrwałym połączeniem między uziomem a przewodem neutralnym (układ quasi TN).



$R_T$  - uziemienie transformatora

$R_x$  - nieznaną rezystancja, którą należy zmierzyć

$R_1...R_n$  - równoległe uziemienia połączone połączeniem wyrównawczym lub przewodem PEN

Rys.4. Pomiar rezystancji pętli uziemienia z użyciem zacisków prądowych

Fig.4. Grounding resistance measurement using loop current terminals

W celu uniknięcia ewentualnego ryzyka spowodowanego prądami powstałymi na skutek różnicy potencjałów między przewodem neutralnym a ziemią, układ powinien być wyłączony podczas przyłączania i odłączania zacisków.

#### Dokumentowanie 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 zastosowanych przyrządów i ich numery,
- 9) szkice rozmieszczenia badanych urządzeń, uziomów i obwodów lub inny sposób jednoznacznej identyfikacji elementów badanej instalacji,
- 10) liczbowe wyniki pomiarów,
- 11) uwagi, wnioski i zalecenia wynikające z pomiarów,
- 12) wniosek końcowy.

Każde badanie instalacji elektrycznych, zarówno z bezpiecznikami, z wyłącznikami nadmiarowoprądowymi, jak i z wyłącznikami różnicowoprądowymi, powinno być udokumentowane protokołem z tych badań, zawierającym informacje o wynikach oględzin i badań oraz informacje dotyczące zmian w stosunku do dokumentacji i odchyień od norm i przepisów, z podaniem części instalacji, których to dotyczy.

## **Materiały źródłowe**

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. nr 243 z 2010 r., poz. 1623)
- [2] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (tekst jednolity: Dz. U. nr 89 z 2006 r., poz. 625; Dz. U. nr 104 z 2006 r., poz. 708; Dz. U. nr 158 z 2006 r., poz. 1123; Dz. U. nr 170 z 2006 r., poz. 1217; Dz. U. nr 21 z 2007 r., poz. 124; Dz. U. nr 52 z 2007 r., poz. 343; Dz. U. nr 115 z 2007 r., poz. 790; Dz. U. nr 130 z 2007 r., poz. 905; Dz. U. nr 180 z 2008 r., poz. 1112; Dz. U. nr 227 z 2008 r., poz. 1505; Dz. U. nr 3 z 2009 r., poz. 11; Dz. U. nr 69 z 2009 r., poz. 586; Dz. U. nr 165 z 2009 r., poz. 1316; Dz. U. nr 215 z 2009 r., poz. 1664; Dz. U. nr 21 z 2010 r., poz. 104; Dz. U. nr 81 z 2010 r., poz. 530)
- [3] Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. Prawo o miarach (tekst jednolity: Dz. U. nr 243 z 2004 r., poz. 2441; Dz. U. nr 163 z 2005 r., poz. 1362; Dz. U. nr 180 z 2005 r., poz. 1494; Dz. U. nr 170 z 2006 r., poz. 1217; Dz. U. nr 249 z 2006 r., poz. 1834; Dz. U. nr 176 z 2007 r., poz. 1238; Dz. U. nr 18 z 2009 r., poz. 97; Dz. U. nr 91 z 2009 r., poz. 740)
- [4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. z 1999 r., nr 80, poz. 912)
- [5] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz. U. z 2003 r., nr 89, poz. 828) z późniejszymi zmianami
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75 z 2002 r., poz. 690; Dz. U. nr 33 z 2003 r., poz. 270; Dz. U. nr 109 z 2004 r., poz. 1156; Dz. U. nr 201 z 2008 r., poz. 1238; Dz. U. nr 228 z 2008 r., poz. 1514; Dz. U. nr 56 z 2009 r., poz. 461; Dz. U. nr 239 z 2010 r., poz. 1597)
- [7] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 15 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla sprzętu elektrycznego (Dz. U. z 2005 r., nr 259, poz. 2172)

- [8] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów. (Dz. U. z 2006 r., nr 80, poz. 563)
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 stycznia 2008 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych (Dz. U. z 2008 r., nr 5, poz. 29)
- [10] PN-IEC 60364-4-41 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa
- [11] PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa
- [12] PN-IEC 60364-6-61 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze
- [13] PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Sprawdzanie
- [14] PN-E-04700:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych
- [15] PN-HD 60364-7-701 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub/i basen natryskowy

## NEW REQUIREMENTS FOR PROTECTIVE MEASURES IN BUILDINGS

### Summary

In paper, the new requirements arising from the amendment of regulations and standards are presented and discussed. New Building Law [1] and the Technical Conditions to be met by buildings and their location [5], as well as changes in the regulations for fire protection (standard IEC 60364-4-41[9], which was replaced by BS-HD 60364-4-41 [10]) and in particular, the introduction PN-HD 60364-6:2008 [12] to the use resulted in changes of the requirements for performance and acceptance testing of electrical installations to be checked periodically, to evaluate the fire protection of electrical equipment operated with the rated voltage up to 1 kV.

*Praca wpłynęła do Redakcji 21 I 2011 r.*