

# SPRAWDZANIE INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH NISKIEGO NAPIĘCIA. PRZEGLĄD TREŚCI ORAZ BŁĘDÓW TŁUMACZENIA NORMY PN-HD 60364-6:2008

## Abstrakt

Ustanowiona w grudniu 2008 roku norma PN-HD 60364-6:2008 [5] „Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie” jest tłumaczeniem na język niemy-polski wydanej rok wcześniej anglojęzycznej wersji PN-HD 60364-6:2007 (U) [4]. Porównanie obydwu dokumentów pozwala każdemu zainteresowanemu odkryć niezliczone błędy merytoryczne tłumaczenia i nieudolną polszczyznę. Pozwala też zrozumieć głębię maksymy, iż „przekład to szukanie nie słów, lecz sensów”. Trzy wcześniejsze wersje normy [1, 2, 3] dotyczyły tylko sprawdzania odbiorczego, nowa edycja zaś dotyczy również sprawdzania okresowego i wprowadza wiele innych zmian. Rozszerzono zakres sprawdzania odbiorczego, uwydatniono znaczenie oględzin, zaakceptowano pomiar impedancji pętli zwarciowej metodą cęgową i zmodyfikowano niektóre wymagania.

## 1. Sprawdzanie odbiorcze i sprawdzanie okresowe

Ustanawiając w roku 1986 pierwszy arkusz 61 (IEC 364-6-61:1986) dotyczący sprawdzania odbiorczego Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna IEC zamierzała wkrótce wydać arkusz komplementarny 62 dotyczący sprawdzania okresowego i prace w tym kierunku trwały do roku 2001 włącznie. Zrezygnowano z dwóch powodów. Jedno i drugie sprawdzanie ma podobny zakres i tę samą metodykę, co podważa sens ustanawiania dwóch osobnych równorzędnych dokumentów normalizacyjnych, a ponadto – i to zaważyło – nie udało się uzgodnić w skali międzynarodowej częstości przeprowadzania sprawdzania okresowego, na co bardzo liczą. Wszczęto zatem prace nad arkuszem 6 „Sprawdzanie”, obejmującym zarówno sprawdzanie odbiorcze, jak i okresowe.

Sprawdzanie stanu technicznego instalacji elektrycznych jest wymagane po zakończeniu budowy, przebudowy (rozbudowy, modernizacji) bądź remontu instalacji jako sprawdzanie odbiorcze oraz w określonych odstępach czasu w trakcie jej eksploatacji jako sprawdzanie okresowe. Metodyka jednego i drugiego sprawdzania jest niemal jednakowa, ale zakres **sprawdzania odbiorczego** jest nieporównanie szerszy, bo – w porównaniu z okresowym – obejmuje teraz dodatkowo:

- sprawdzanie poprawności dokumentacji technicznej stanowiącej podstawę budowy, przebudowy bądź remontu,
- sprawdzanie protokołów **odbiorów częściowych**, tzn. oględzin i badań, które można przeprowadzić tylko podczas budowy obiektu bądź instalowania urządzeń, np. przy odbiorach robót zanikowych (trasy przewodowe i kablowe, ekranowanie w ścianach i stropach, uziomy fundamentowe i bezpośrednie w gruncie, ułożenie i łączenie zwodów i przewodów odprowadzających naturalnych).

Osobie dokonującej sprawdzania odbiorczego należy udostępnić informacje wymienione w Rozdziale 514.5 Części 5-51 normy i inne informacje niezbędne do wykonania tego sprawdzania (pkt 61.1.2 omawianej normy [5]). Chodzi o kompletne schematy i plany instalacji oraz zestawienia przedstawiające pełny jej układ i następujące dane poszczególnych obwodów:

- obciążenie szczytowe,
- liczba i przekrój przewodów oraz sposób ich ułożenia,
- długość obwodu,
- umiejscowienie łączników izolacyjnych i łączników roboczych (obie funkcje może spełniać

- jeden łącznik: rozłącznik izolacyjny lub wyłącznik izolacyjny),
- umiejscowienie, rodzaj, typ oraz nastawienie zabezpieczeń nadprądowych i innych, jeśli występują,
- prąd zwarciovowy początkowy oraz prąd zwarciovowy wyłączalny zabezpieczeń nadprądowych (wyłączników i bezpieczników).

Właściciel bądź zarządca instalacji powinien aktualizować tę dokumentację, zwłaszcza po każdej przebudowie i rozbudowie oraz każdej zmianie warunków zasilania.

**Protokół sprawdzania odbiorczego** powinien zawierać (61.4):

- schematy i plany instalacji z opisem pozwalającym zidentyfikować każdy obwód, jego wyposażenie (zwłaszcza zabezpieczenia) i jego umiejscowienie w budynku lub w terenie,
- szczegółowy opis wyników oględzin, prób i pomiarów,
- usterki i braki wymagające usunięcia przed przekazaniem obiektu do użytkowania,
- zalecenia odnośnie do terminu pierwszego sprawdzania okresowego,
- podpisy osób uprawnionych do dokonywania sprawdzeń i oceny ich wyników.

Osoby odpowiedzialne za bezpieczeństwo, budowę i sprawdzenie odbiorcze instalacji powinny przedstawić inwestorowi – wraz z protokołami badań częściowych i badań odbiorczych – protokół określający zakres odpowiedzialności każdej z nich (61.4.4).

Z kolei **sprawdzanie okresowe** należy rozpocząć od zapoznania się z protokołem poprzedniego sprawdzania (odbiorczego bądź okresowego). Jeżeli taki protokół nie jest dostępny, to mogą być konieczne dodatkowe badania (62.1.1 oraz 62.1.2), związane z dodatkowymi kosztami. Sprawdzanie okresowe wykonuje się bez demontażu bądź z częściowym demontażem urządzeń. Jeżeli szczegółowe przepisy nie stanowią inaczej, to akceptuje się zasadę **ochrony zastanej** (62.1.2, UWAGA 1), czyli wystarcza sprawdzenie zgodności z przepisami i normami z okresu projektowania i budowy obiektu.

**Protokół sprawdzania okresowego** powinien zawierać (62.1.4, 62.3):

- schematy i plany instalacji z opisem pozwalającym zidentyfikować każdy obwód, jego wyposażenie (zwłaszcza zabezpieczenia) i jego umiejscowienie w budynku lub w terenie,
- szczegółowy opis wyników oględzin, prób i pomiarów oraz sposobu ich uzyskania (metoda i warunki pomiaru oraz użyte mierniki),
- ewentualne ograniczenia zakresu sprawdzania w stosunku do wymagań normy i ich powody,
- usterki i braki wymagające usunięcia z podkreśleniem usterek wymagających usunięcia przed najbliższym uruchomieniem określonych urządzeń,
- ewentualne zalecenia modernizacji instalacji w celu doprowadzenia do zgodności z aktualnymi normami i przepisami, jeżeli przemawiają za tym ważne argumenty,
- zalecany termin kolejnego sprawdzania okresowego,
- podpisy osób uprawnionych do dokonywania sprawdzeń i oceny ich wyników.

**Częstość sprawdzania okresowego** powinna być ustalana (62.2) z uwzględnieniem rodzaju instalacji, jej narażeń środowiskowych (w normie od lat nazywanych błędnie *wpływami zewnętrznymi*) oraz trybu użytkowania, w tym częstości i jakości zabiegów konserwacyjnych; wymagana częstość jest zwykle określona w przepisach krajowych.

Dla budownictwa mieszkaniowego można dopuścić dość długi okres czasu między kolejnymi sprawdzeniami okresowymi, np. 10 lat. Zaleca się jednak przeprowadzać sprawdzanie przy zmianie użytkownika lokalu, aby kolejny lokator nie był narażony na skutki ewentualnych niefachowych napraw i przeróbek dokonanych przez poprzednika.

Poza budownictwem mieszkaniowym okres czasu między kolejnymi sprawdzeniami okresowymi może wynosić 4 lata, natomiast powinien być krótszy w następujących przypadkach:

- a) obiekty o zwiększonym zagrożeniu porażeniem, pożarem lub wybuchem,
- b) miejsca, w których występują instalacje zarówno niskiego, jak i wysokiego napięcia,
- c) tereny budowy,
- d) instalacje bezpieczeństwa,
- e) obiekty gromadzące publiczność (widowiskowe, gastronomiczne, handlowe, usługowe, komunikacyjne, edukacyjne, sportowe).

Ta ostatnia pozycja brzmi w tekście angielskim *communal facilities*, co przetłumaczono jako *obiekty komunalne* i będą się polscy elektrycy dziwić, dlaczego szczególnie często należy sprawdzać instalacje elektryczne wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i cementarzy. Wątpliwości interpretacyjne wyjaśnia wersja francuska tekstu: *établissements recevant du public*. Chodzi o obiekty gromadzące publiczność (niem. *bauliche Anlagen für Menschenansammlungen*), zaliczane w polskich przepisach do wysokiej kategorii zagrożenia ludzi ZL.

Cytowane wyżej postanowienia tekstu oryginalnego normy odnośnie do zakresu i częstości sprawdzania stanu technicznego instalacji elektrycznych nie kolidują z przepisami art. 62.1 polskiej ustawy Prawo budowlane.

Norma wyjaśnia ponadto, że sprawdzenia okresowe mogą być zastąpione **nadzorem ciągłym** przez stały wykwalifikowany personel albo **monitoringiem ciągłym** dokonywanym przez aparaturę. To nowe strategie prowadzenia eksploatacji urządzeń elektrycznych wdrażane i rozwinięte w Niemczech, a następnie w USA, początkowo – w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Mają na celu zmniejszenie kosztów i zwiększenie bezpieczeństwa, czyli dwa cele tylko pozornie sprzeczne. Nadzór ciągły pozwala wyeliminować kontrole okresowe oraz sprawozdawczość z nimi związaną. Powinien odbywać się według zasad sformułowanych w ustępie 4.5 normy [8].

## 2. Oględziny, próby i pomiary

W obecnym ujęciu normy **ogłędziny** są kontrolą instalacji elektrycznej dokonywaną za pomocą wszelkich zmysłów (6.3.2), bez użycia aparatury, w szczególności bez próbników i mierników. Określenie *za pomocą wszelkich zmysłów* oznacza, że kontrolujący powinien wykorzystywać nie tylko wzrok, ale również słuch (pozwalający wykryć anormalny przydźwięk, szum, hałas), powonienie (swąd spalonej izolacji, nieszczelność instalacji), dotyk (anormalna temperatura). Właściwą polską nazwą takiego badania jest *ocena organoleptyczna*, termin powszechnie używany przy kontroli jakości produktów spożywczych, który być może brzmiałby zabawnie w odniesieniu do urządzeń elektrycznych. Tym niemniej, korzystając z norm, trzeba sobie zdawać sprawę, że:

- pojęcie *ogłędziny* (w oryginale angielskim *inspection*) w dwóch pierwszych edycjach normy [1, 2] oznaczało dokładnie *ogłędziny* w rozumieniu słowników języka polskiego (Obejrzenie czegoś przez kogoś upoważnionego. Oględziny lekarskie. Oględziny miejsca zbrodni. Dokonać oględzin zwłok),
- pojęcie *ogłędziny* (w oryginale angielskim nadal *inspection*) w kolejnych edycjach normy, poczynając od roku 2006 [3, 4, 5], oznacza *badanie organoleptyczne*, podczas gdy *ogłędziny sensu stricto* w oryginale angielskim nazywają się teraz *visual inspection*.

Oględziny wykonuje się przed próbami (za pomocą próbników, żargonowo nazywanymi testerami) i pomiarami (za pomocą mierników).

Oględziny przy sprawdzaniu odbiorczym powinny odpowiedzieć na pytanie, czy poszczególne składniki instalacji zostały poprawnie dobrane w projekcie, a następnie – prawidłowo zainstalowane w czasie budowy instalacji, zgodnie z wymaganiami właściwych przepisów, norm oraz wytycznych producenta (C.61.2.2). Norma wylicza w 61.2.3 i w C.61.2.3 liczne szczegółowe aspekty wymagające sprawdzenia w ramach oględzin, w tym sprawdzenie doboru przekroju przewodów i ich zabezpieczeń nadprądowych, a więc szczegółów związanych z ogólnymi zasadami bezpieczeństwa i niezawodności. Oględziny obejmują również ocenę prawidłowości zastosowanych środków ochrony przeciwporażeniowej, poprawności oznaczeń przewodów i ich połączeń, obecności połączeń ochronnych i wyrównawczych oraz doboru przekroju ich przewodów, dostępności i poprawności rozmieszczenia elementów napędowych i sterowniczych, obecności napisów bądź kodowanych symboli i barw informacyjnych oraz ostrzegawczych. Obejmują również sprawdzenie poprawności zastosowanych w instalacji środków ochrony przeciwpożarowej, w tym budowlanych środków ochrony przeciwpożarowej, mających na celu zapobieganie rozprzestrzenianiu się płomienia (C.61.2.3 b).

Nowa norma przykładą ogromną wagę do rzetelnego przeprowadzania oględzin, czynności dotychczas w Polsce lekceważonych. Niestety, Załącznik G, zawierający długą listę szczegółowych

czynności (strony 29÷34 normy) jakie należy przeprowadzać w ramach oględzin, jest najniższą częścią normy, również jej wersji oryginalnej. „Oględziny” tego formularza mogą zdenerwować najbardziej wyrozumiałych elektryków: błędy tłumaczenia zmieniające sens oryginału, zdeformowana polska terminologia techniczna, pokraczna polszczyzna (patrz – załączona Errata). W oryginale powtarzają się w różnych miejscach te same zwroty i uwagi, ale po polsku brzmią one różnie w różnych miejscach; widać tłumacze mieli za krótką pamięć, nawet krótszą niż jedna stronica. Już w oryginale są niejasności, spotyka się terminy spoza słownika IEV, czasem określenia żargonowe; niekiedy wymienia się, jaki element instalacji należy sprawdzić nie precyzując, na jaki aspekt doboru bądź montażu albo jego stanu należy zwrócić uwagę.

W 61.3.1 norma wymienia dziesięć **prób** oraz **pomiarów**, które należy przeprowadzić i zaleca je wykonać w podanej kolejności, chyba że któraś z pozycji nie dotyczy instalacji poddawanej sprawdzaniu. Jeżeli wynik którejkolwiek próby (pomiaru) jest negatywny, to tę próbę i każdą próbę poprzedzającą, na wynik której wykryte uszkodzenie mogło wpłynąć, należy powtórzyć po usunięciu przyczyny uszkodzenia.

W dalszej części artykułu zostaną pominięte te sprawdzenia, których sposób wykonywania albo kryteria oceny wyników nie zostały w normie zmienione i w dotychczasowej praktyce jej stosowania nie budzą wątpliwości.

### 3. Pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej

Najnowsza edycja normy [4, 5] podwoiła najmniejszą dopuszczalną wartość rezystancji izolacji w instalacjach o napięciu znamionowym nieprzekraczającym 500 V, w tym w obwodach o napięciu znamionowym bardzo niskim (ELV). Aktualne wymagania przedstawiono w tabl. 1.

Norma [4, 5] już na początku rozdziału 61.3.3 określa, że „Rezystancję izolacji **należy** zmierzyć między przewodami czynnymi a przewodem ochronnym, przyłączonym do układu uziemiającego. Do tego pomiaru przewody czynne można połączyć razem.” (61.3.3, 1. akapit). To poważna zmiana w porównaniu ze wszystkimi poprzednimi wydaniem normy. Pierwsze wydania normy [1, 2] wymagały pomiaru rezystancji izolacji między każdą parą przewodów czynnych oraz między każdym przewodem czynnym a ziemią. Norma z roku 2000 [2] dodawała wyjaśnienie, iż „W praktyce pomiar ten można wykonać tylko w czasie montażu instalacji przed przyłączeniem odbiorników”. Obecną procedurę „zwarte przewody czynne – ziemia” nakazywała jedynie w obwodach z urządzeniami elektronicznymi. Dokument HD z roku 2003, przyjęty w Polsce w roku 2006 [3], wymagał pomiaru rezystancji izolacji między każdym przewodem czynnym z osobna a przewodem ochronnym lub ziemią.

**Tablica 1.** Najmniejsza dopuszczalna wartość rezystancji izolacji instalacji (Tablica 6.A w normach [4, 5])

Napięcie znamionowe obwodu V	Wymagane napięcie pomiarowe DC V	Wymagana rezystancja izolacji MΩ
SELV, PELV	250	<b>0,5</b>
Nie większe niż 500 V, w tym FELV	500	<b>1,0</b>
Większe niż 500 V	1000	1,0

Dotychczasowe wymaganie pomiaru rezystancji izolacji między każdą parą przewodów czynnych oraz między każdym przewodem czynnym a ziemią na ogół nie było respektowane, bo wymagało przesadnego nakładu pracy w porównaniu z oczekiwanymi efektami. Uciążliwe było odłączanie odbiorników oraz odłączanie przewodu neutralnego pozbawionego łączników i zabezpieczeń. Powszechna była praktyka sporządzania fikcyjnych protokołów w celu pozorowania zgodności z normą i/lub w celu podwyższenia rachunku za pomiary. Liczba koniecznych pomiarów  $N$  w obwodzie o liczbie nieuziemionych przewodów  $n$  wynosiła [16] przy procedurze wymaganej w poprzednich edycjach normy:

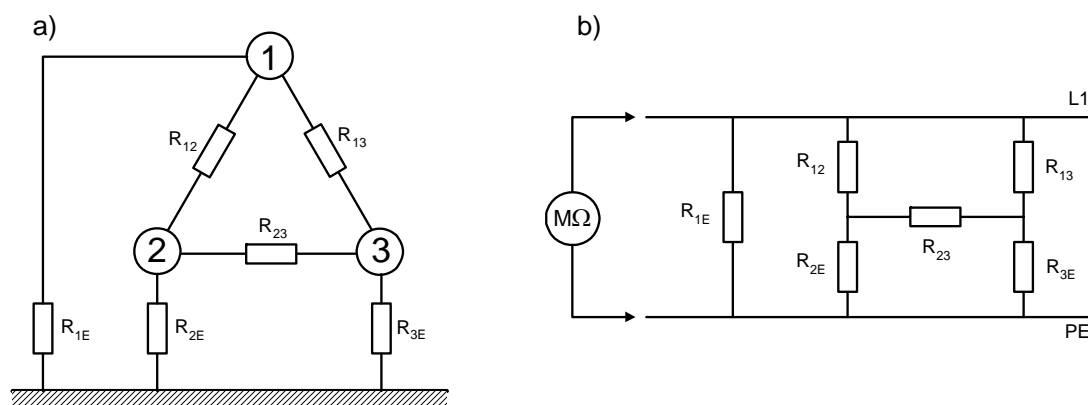
$$N = \frac{(n+1)!}{2(n-1)!} \quad (1)$$

Wynik tego obliczenia wskazuje na konieczność wykonywania na ogół sześciu lub dziesięciu pomiarów (tabl. 2) zamiast jednego.

**Tablica 2.** Liczba pomiarów rezystancji izolacji w zależności od liczby przewodów obwodu elektrycznego

Liczba niezziemionych przewodów obwodu $n$		2	3	4	5
Wymagana liczba pomiarów według norm z lat	1993/2000	3	6	10	15
	2007/2008	1	1	1	1

W dodatku wynikiem pomiaru wcale nie jest wartość rezystancji izolacji oczekiwana przez niedoświadczonego elektryka. Na przykład w przewodzie o trzech żyłach niezziemionych można się dopatrzeć 6 cząstkowych rezystancji izolacji (rys. 1a). Kto przyłącza megaomierz do żyły 1 i uziemionego przewodu ochronnego bądź innej części o potencjale ziemi, może naiwnie sądzić, że mierzy cząstkową rezystancję izolacji  $R_{1E}$ . Nic bardziej błędnego! Mierzy on wypadkową rezystancję układu wszystkich sześciu cząstkowych rezystancji izolacji (rys. 1b). I czyni to każdorazowo wykonując sześć pomiarów wymaganych przez poprzednie normy, tyle że sposób powiązania tych sześciu rezystancji cząstkowych za każdym razem jest inny i dlatego wynik pomiaru jest inny.



**Rys. 1.** Cząstkowe rezystancje izolacji przewodu o trzech żyłach niezziemionych ( $n = 3$ ): a) rzeczywisty układ rezystancji cząstkowych; b) układ połączeń rezystancji cząstkowych przy pomiarze rezystancji izolacji doziemnej  $R_{1E}$  żyły 1

Nowa norma [4, 5] rezygnuje z ogólnego nakazu mierzenia rezystancji izolacji między przewodami czynnymi, czyli izolacji, która nie stanowi izolacji podstawowej w ochronie przeciwporażeniowej. Rozważając konsekwencje tej zmiany wymagań trzeba pamiętać, że:

- wprawdzie zwarcia między przewodami czynnymi częściej niż zwarcia doziemne są zvarciami wielkopiędowymi bądź przeradzają się w zwarcia wielkopiędowe i są wyłączane przez zabezpieczenia zvarciowe, obecne w każdym obwodzie,
- ale małopiędowe zwarcia między przewodami czynnymi nie są wyłączane przez zabezpieczenia zvarciowe ani przez zabezpieczenia różnicowopiędowe; mogą być wyłączane co najwyżej przez zabezpieczenia przeciężeniowe, jeśli one są, i to na początku obwodu, i jeśli prąd jest dostatecznie duży.

Z tych powodów w miejscach niebezpiecznych pod względem pożarowym norma [4, 5] nakazuje jednak mierzyć rezystancję izolacji również między przewodami czynnymi (61.3.3 Uwaga 3). W wielu krajach taką zasadę od dawna wprowadzają przepisy prawa powszechnego.

Najmniejsze dopuszczalne wartości rezystancji izolacji (tabl. 1) dotyczą pojedynczego obwodu instalacji elektrycznej: odbiorczego albo rozdzielczego. W obwodzie odbiorczym wymagania doty-

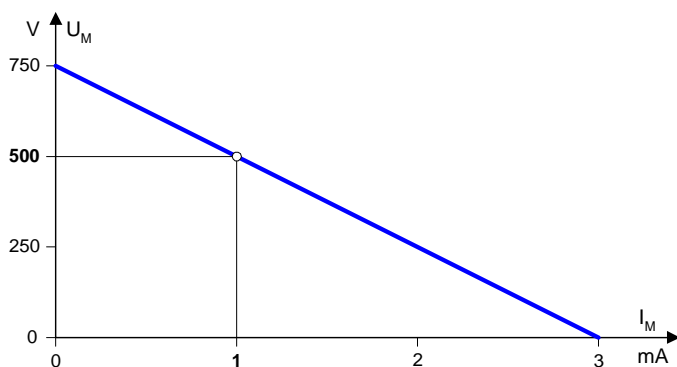
czą obwodu **z odłączonymi odbiornikami**, a nie **z odłączonym osprzętem**, jak błędnie sugeruje polska wersja normy [5] w punkcie 61.3.3.

Norma objaśnia (C.61.3.3) najprostszy sposób postępowania, a mianowicie wykonanie przy złączu pomiaru rezystancji izolacji całej instalacji (wszystkich zwartych ze sobą przewodów czynnych względem ziemi). Gdyby wynik takiego pomiaru był mniejszy od wymaganego w tabl. 1, wtedy należałoby instalację dzielić na grupy obwodów, a gdyby i to nie pomogło – na pojedyncze obwody. W następstwie kolejnych pomiarów akceptuje się całe grupy obwodów, dające korzystny wynik, i poszukuje obwodu lub obwodów o niezadowalającym stanie izolacji. Procedurę podaną w normie opisywał ktoś mający przed oczyma niezbyt rozległe instalacje, np. w budynkach mieszkalnych. Nie sposób ją wdrożyć w hali przemysłowej bądź w szpitalu.

Pomiar rezystancji izolacji odbywa się po zamknięciu wszelkich łączników w badanych obwodach i po wyłączeniu instalacji spod napięcia. Jeżeli wtedy styczniki bądź inne zabezpieczenia podnapięciowe odłączają całe obwody bądź ich części, to stan izolacji odłączonych części należy sprawdzić osobno.

Jeżeli badane obwody zawierają urządzenia, które mogą zniekształcać wynik pomiaru bądź ulec uszkodzeniu w zwykłych warunkach pomiaru, np. ograniczniki przepięć (61.3.3), to należy je odłączyć na czas pomiaru. Gdyby to było praktycznie niewykonalne, to napięcie pomiarowe wolno obniżyć do 250 V napięcia stałego o pomijalnym tętnieniu, nie obniżając wszakże wymaganej wartości rezystancji izolacji 1 M $\Omega$ .

Do odbiorczych i okresowych pomiarów rezystancji izolacji instalację elektryczną można przystosować już w trakcie jej projektowania. Jest to szczególnie ważne w obiektach, w których częstość okresowej kontroli stanu technicznego powinna być zwiększona i w których powinna być sprawdzana również izolacja międzybiegunowa, np. w miejscach niebezpiecznych pod względem pożarowym. Należy wtedy preferować ograniczniki przepięć w wykonaniu wtykowym i zapewnić łatwe rozłączanie przewodów neutralnych, na przykład za pomocą odcinaczy, czyli łączników mechanizmowych przestawianych prostym narzędziem, np. wkrętakiem.



**Rys. 2.** Przykładowa charakterystyka zewnętrzna miernika rezystancji izolacji o nominalnym napięciu wyjściowym  $U_N = 500$  V

(miernik o sile elektromotorycznej  $U_o = 750$  V i rezystancji wewnętrznej  $R_w = 250$  k $\Omega$ )

Nie zmieniły się wymagania odnośnie do mierników rezystancji izolacji [9]. Miernik powinien mieć napięcie pomiarowe stałe o pomijalnym tętnieniu; w stanie jałowym nie powinno ono przekraczać  $1,5U_N$ , przy czym  $U_N$  jest nominalnym napięciem wyjściowym odpowiadającym wymaganemu napięciu pomiarowemu w tabl. 1. Zależność rzeczywistego napięcia pomiarowego  $U_M$  w funkcji prądu pomiarowego  $I_M$  obrazuje charakterystyka zewnętrzna miernika, która w najprostszym przypadku ma postać jak na rys. 2. Prąd nominalny  $I_N$  powinien być równy co najmniej 1 mA, a wartość szczytowa prądu pomiarowego nie powinna przekraczać 15 mA. Największy dopuszczalny błąd roboczy w oznaczonym zakresie pomiarowym wynosi  $\pm 30\%$ . Miernik nie powinien ulec uszkodzeniu, jeżeli na zaciskach pomiarowych pojawi się przypadkowo, wskutek błędnych manipulacji, napięcie zewnętrzne stałe lub przemienne o wartości skutecznej dochodzącej do 120% najwyższego nominalnego napięcia wyjściowego.

## 4. Sprawdzanie warunku samoczynnego wyłączenia zasilania

### 4.1. Największy dopuszczalny czas samoczynnego wyłączenia zasilania

Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa (ochrona przy uszkodzeniu) przez samoczynne wyłączenie zasilania jest skuteczna, jeżeli w razie uszkodzenia izolacji podstawowej (zwarcia L-PE) następuje samoczynne wyłączenie zasilania w wymaganym czasie. Tablica 3 podaje największy dopuszczalny czas samoczynnego wyłączenia zasilania w sekundach w obwodach odbiorczych o prądzie obciążenia nieprzekraczającym 32 A w zależności od napięcia względem ziemi  $U_0$ . W innych obwodach odbiorczych oraz w obwodach rozdzielczych instalacji największy dopuszczalny czas samoczynnego wyłączenia zasilania wynosi 5 s w układach TN oraz 1 s w układach TT. Większy czas samoczynnego wyłączenia zasilania można dopuścić w publicznych sieciach rozdzielczych i ich stacjach zasilających; w Polsce odpowiednie wymagania podaje norma N SEP-E-001:2003 [10].

**Tablica 3.** Największy dopuszczalny czas samoczynnego wyłączenia zasilania w sekundach w obwodach odbiorczych o prądzie obciążenia nieprzekraczającym 32 A [6]

Układ	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$		$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$		$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$		$U_0 > 400 \text{ V}$	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
<b>TN</b>	0,8	<sup>1)</sup>	<b>0,4</b>	<b>5</b>	0,2	0,4	0,1	0,1
<b>TT</b>	0,3	<sup>1)</sup>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	0,07	0,2	0,04	0,1

<sup>1)</sup> Wyłączenie może być wymagane z innych powodów niż zagrożenie porażeniem.

Wymagane w nowej normie [6] czasy samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie TN nie odbiegają od dotychczas przyjmowanych. Nowością jest, że wreszcie określono te czasy dla układu TT i że są one mniejsze niż w układzie TN, a przecież w układzie TT trudniej je dotrzymać. Dopuszczono zatem odstępstwo: wolno dla układu TT przyjąć wartości czasu określone dla układu TN, jeżeli samoczynnego wyłączenia zasilania dokonują zabezpieczenia nadprądowe, a w instalacji są wykonane połączenia wyrównawcze główne.

W najbardziej rozpowszechnionym **układzie TN** do samoczynnego wyłączenia zasilania można użyć zabezpieczenia nadprądowego (bezpiecznika lub wyłącznika nadprądowego) albo wyłącznika różnicowoprądowego. Podobnie w **układzie TT**, przy czym rzadkie są sytuacje, kiedy zabezpieczenie nadprądowe jest w stanie spełnić wymagania stawiane skuteczności ochrony i zwykłym urządzeniem wyłączającym w układzie TT jest wyłącznik różnicowoprądowy. W **układzie IT** na ogół jest niepożądane samoczynne wyłączenie zasilania po jednoczesnym uszkodzeniu izolacji doziemnej; poza wcześniej wymienionymi urządzeniami zabezpieczającymi mogą być przydatne urządzenia monitorujące stan izolacji doziemnej bądź prąd różnicowy oraz lokalizatory zwarcia doziemnych.

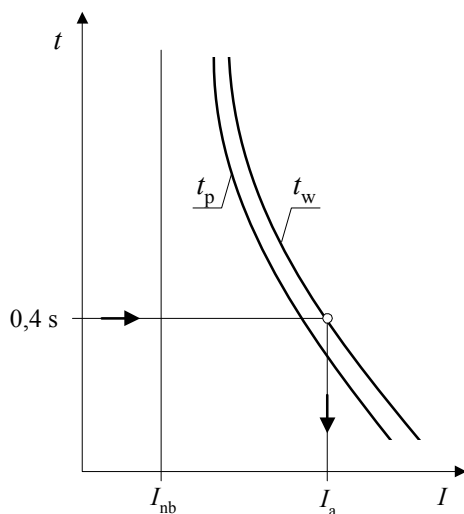
Jeżeli warunku samoczynnego wyłączenia zasilania w wymaganym czasie nie da się spełnić, to – zgodnie z 411.3.2.6 normy [6] – należy wykonać połączenia wyrównawcze miejscowe ograniczające długotrwale występujące napięcie dotykowe do wartości dopuszczalnej, np.  $U_L \leq 50 \text{ V}$  napięcia przemiennego. To odstępstwo dotyczy zarówno układu TN, jak i układu TT, a także układu IT. W niektórych komentarzach [13] do nowej normy podkreśla się, że dokładne określanie wartości czasu wyłączenia i wartości napięcia dotykowego w układzie TN nie jest konieczne, bo to napięcie dotykowe z natury rzeczy jest na ogół znacznie mniejsze niż połowa napięcia fazowego instalacji ( $0,5U_0$ ).

## 4.2. Prąd wyłączający

Prąd wyłączający  $I_a$  jest to najmniejszy prąd wywołujący zadziałanie, w wymaganym czasie (tabl. 3), urządzenia zabezpieczającego powodującego samoczynne wyłączenie zasilania. We wszelkich przypadkach wątpliwych można posłużyć się charakterystyką czasowo-prądową urządzenia zabezpieczającego i dla wymaganego czasu wyłączenia zasilania odczytać z niej (z linii największych czasów wyłączania) najmniejszy prąd, który to wyłączenie gwarantuje. Na co dzień nie jest to konieczne.

Dla popularnych odmian **bezpieczników** normy przedmiotowe podają **pasma czasowo-prądowe**, w których powinny się zmieścić pasmowe charakterystyki czasowo-prądowe produkowanych wkładek. Dla potrzebnych czasów samoczynnego wyłączenia zasilania (0,2 s, 0,4 s, 5 s) można z nich wynotować prąd wyłączający  $I_a$  (rys. 3) wkładki określonej klasy i prądu znamionowego, np. gG 50A, i będzie on miarodajny dla tych wkładek niezależnie od producenta. Podczas sprawdzania odbiorczego bądź okresowego instalacji kontroluje się, czy wkładki są nienaruszone i poprawnie zainstalowane, sprawdza ich klasę oraz prąd znamionowy i na tej podstawie wnioskuje się o wartości prądu wyłączającego  $I_a$ .

W sieciach rozdzielczych niskiego napięcia norma N SEP-001:2003 [10] pozwala przyjmować prąd wyłączający bezpieczników na poziomie zaledwie dwukrotnej wartości prądu znamionowego ( $I_a = 2I_{nb}$ ), co oznacza czas samoczynnego wyłączenia zasilania na poziomie nawet przekraczającym 1 godzinę. Nie jest to groźne z punktu widzenia zagrożenia porażeniem, bo warunkiem są połączenia wyrównawcze główne w zasilanych obiektach, ale jest ryzykowne z punktu widzenia zagrożenia pożarem, tym bardziej że w sieciach rozdzielczych (poza budynkami) nie są wymagane zabezpieczenia przeciążeniowe.

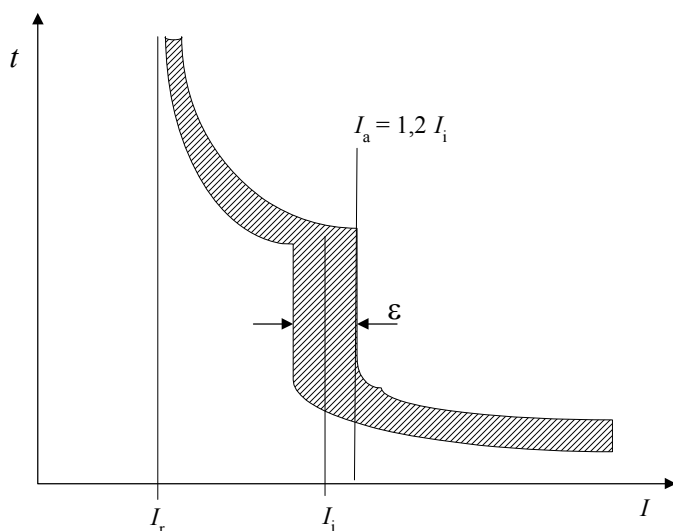


**Rys. 3.** Wyznaczanie prądu wyłączającego  $I_a$  wkładki topikowej dla wymaganego czasu wyłączenia 0,4 s z podanego w normie pasma czasowo-prądowego

$t_p$  – czas przedłukowy,  $t_w$  – czas wyłączania

Prąd wyłączający **wyłączników nadprądowych** jest równy prądowi zadziałania wyzwalacza zwarciovego bezzwłocznego. Tylko dla wyłączników nadprądowych instalacyjnych jest on określony wprost – wynosi  $5I_n$ ,  $10I_n$  i  $20I_n$  odpowiednio dla wyłączników o charakterystyce typu B, C i D, przy czym  $I_n$  jest prądem znamionowym ciągłym wyłącznika. W przypadku większych wyłączników, sieciowych i stacyjnych, operuje się prądem nastawczym wyzwalacza lub przekaźnika zwarciovego bezzwłocznego  $I_i$  (rys. 4), który jest wartością średnią rzeczywistego prądu zadziałania o paśmie rozrzutu  $\pm 20\%$  wokół prądu nastawczego  $I_i$ . Zatem prądem wyłączającym jest prąd  $I_a = 1,2I_i$ . W przypadku wyłączników stacyjnych kategorii użytkowania B (zwłocznych, wybiornych) wolno przyjąć mniejszy prąd zadziałania wyzwalacza zwarciovego zwłocznego, jeżeli czas wyłączenia wyłącznika uwzględniający zwłokę wyzwalacza spełnia podane w tabl. 3 wymagania odnośnie do największego dopuszczalnego czasu wyłączenia. Podobnie, jak w przypadku bezpieczników, prąd wyłączający  $I_a$  określa się na podstawie samych oględzin wyłącznika.





**Rys. 4.** Charakterystyka czasowo-prądowa wyłącznika nadprądowego bezzwłocznego

$I_r$  – prąd nastawczy wyzwalacza przeciążeniowego,  
 $I_i$  – prąd nastawczy wyzwalacza zwarciovego,  
 $\varepsilon$  – pasmo rozrzutu  $\pm 20\%$ ,  
 $I_a$  – prąd wyłączający wyłącznika nadprądowego

Prąd wyłączający **wyłączników różnicowoprądowych** bezzwłocznych i krótkozwłocznych (o wyzwalaniu typu AC) przez wiele ostatnich lat przyjmowano jako równy znamionowemu prądowi różnicowemu zadziałania  $I_a = I_{\Delta n}$  (tabl. 4), nie zwracając uwagi na największy dopuszczalny czas wyłączenia przy tym prądzie (rys. 5), gwarantowany przez producenta zgodnie z normą: 0,3 s dla wyłącznika bezzwłocznego i krótkozwłocznego, 0,5 s przy  $I_{\Delta n}$  i 0,2 s przy  $2I_{\Delta n}$  dla wyłącznika selektywnego (zwłocznego). Jak widać, te wartości mogą w pewnych warunkach przekraczać największy dopuszczalny czas wyłączenia zasilania określony przez normę (tabl. 3). W dodatku wyłączniki o wyzwalaniu typu A oraz B mogą mieć – zależnie od przebiegu prądu różnicowego – prąd wyłączający znacznie większy niż znamionowy prąd różnicowy zadziałania (tabl. 4).

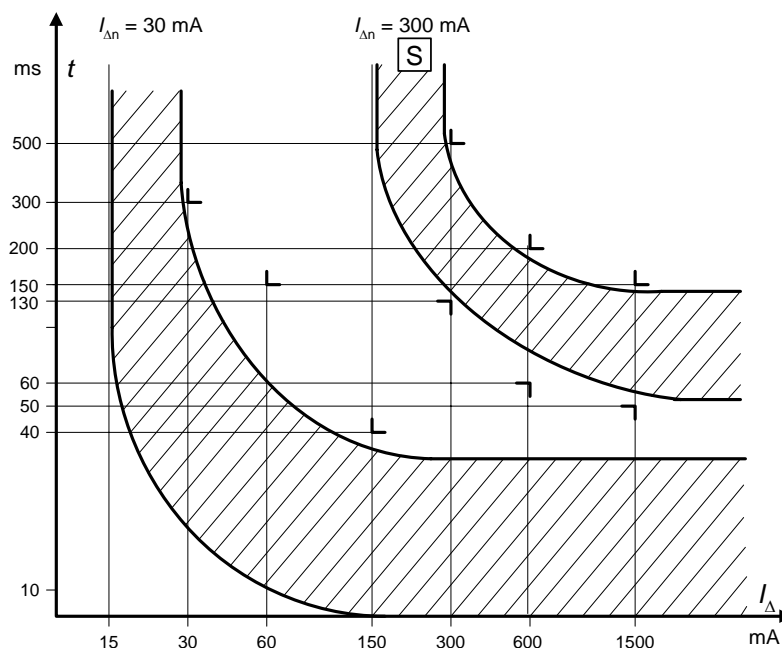
**Tablica 4.** Prąd wyłączający  $I_a$  wyłączników różnicowoprądowych według dotychczasowych zasad

Rodzaj wyłącznika	Prąd wyłączający $I_a$
Wyłączniki bezzwłoczne i krótkozwłoczne o wyzwalaniu AC	$I_{\Delta n}$
Wyłączniki bezzwłoczne i krótkozwłoczne mrozoodporne	$1,25I_{\Delta n}$
Wyłączniki wybiórcze (selektywne) o wyzwalaniu AC	$2I_{\Delta n}$
Wyłączniki o wyzwalaniu A	$1,4I_{\Delta n}$
Wyłączniki o wyzwalaniu B	$2I_{\Delta n}$

Nowa norma [6] stawia sprawę jasno, nie czyni wyjątków. Również w przypadku wyłączników różnicowoprądowych należy sprawdzać dopełnienie warunku największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania. Kto ma z tym kłopot, choćby z braku charakterystyk, powinien szacunkowo przyjmować prąd wyłączający z nadmiarem:  $I_a = 5I_{\Delta n}$  (411.4.4. Uwaga, 411.5.3 Uwaga 4, 411.6.4 Uwaga 4).

Ta zmiana podejścia nie ma żadnego praktycznego znaczenia w najbardziej rozpowszechnionym układzie TN, w którym prądy zwarć L-PE są setki i tysiące razy większe niż jakkolwiek określone prądy wyłączające wyłączników różnicowoprądowych.

Warto przypomnieć, że przed pojawieniem się w roku 1982 pierwszego dokumentu międzynarodowego IEC 364-4-41:1982 w normach i przepisach wielu krajów (m.in. w Niemczech i w Polsce) jako prąd wyłączający wyłączników różnicowoprądowych przyjmowano  $I_a = 1,2I_{\Delta n}$ . Zatem w roku 2005 Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna z rozmachem naprawiała (IEC 60364-41:2005) to, co wcześniej zepsuła.



**Rys. 5.** Zestawienie pasmowych charakterystyk czasowo-prądowych dwóch wyłączników różnicowoprądowych: bezzwłocznego  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$  i selektywnego  $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$

Z podanej na wstępie definicji prądu wyłączającego  $I_a$  wynika, że jest on ściśle związany z gwarantowanym czasem samoczynnego wyłączenia zasilania, który powinien spełniać wymagania stawiane przez normę (tabl. 3). Stąd pytania, czy należy, czy warto, czy jest sens pomiarowo sprawdzać **czas wyłączenia** urządzenia dokonującego samoczynnego wyłączenia zasilania.

Postulat sprawdzania czasu wyłączenia **wkładek topikowych** byłby pomysłem absurdalnym, bo jest to badanie niszczące. Nigdzie na świecie przy sprawdzaniu stanu instalacji nie weryfikuje się drogą pomiaru ani prądu wyłączającego, ani czasu wyłączenia **wyłączników nadprądowych** niskiego napięcia. Wprawdzie takie pomiary sprawdzające wykonuje się w przypadku zabezpieczeń współpracujących z wyłącznikami wysokiego napięcia, ale trzeba widzieć różnicę w stopniu złożoności budowy wyłączników nisko- i wysokonapięciowych oraz współdziałających z nimi zabezpieczeń.

Wśród wymienionych urządzeń wyłączających **urządzenia różnicowoprądowe** wyróżniają się szczególnie dużą zawodnością [15]. Z tego powodu w ich przypadku i tylko w ich przypadku wymaga się sprawdzenia działania, czyli próby funkcjonalności. Na użytkowników spoczywa powinność sprawdzania zdatności zabezpieczeniowej wyłącznika różnicowoprądowego przez okresowe naciśnięcie przycisku kontrolnego T, co jednak nie jest równoznaczne z potwierdzeniem prawidłowej wartości prądu wyłączającego. Takie potwierdzenie powinno następować przy każdym sprawdzaniu odbiorczym i okresowym instalacji przez osobę wykwalifikowaną. Odbywa się to przez pomiar miernikiem rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania albo przez sprawdzenie próbnikiem, że nie przekracza on przepisanej wartości.

Jest silna pokusa, przede wszystkim finansowa, aby wykonywać również pomiar czasu wyłączenia wyłączników różnicowoprądowych. Taką zasadę zapisano w części ogólnej normy [4, 5] w dwóch zbliżonych sytuacjach: w przypadku stosowania w nowej instalacji wyłączników z odzysku oraz w przypadku rozbudowy lub przebudowy instalacji, jeżeli wcześniej zainstalowane wyłączniki różnicowoprądowe mają służyć również do wyłączania obwodów, których dotyczy rozbudowa lub przebudowa. Zasadę pomiaru czasu wyłączenia odrzuciły (Załącznik ZA normatywny normy) w całości bądź w części liczne kraje: Francja, Niemcy, Włochy, Polska (przy sprawdzaniu okresowym), Hiszpania.

Zawsze prezentowałem stanowisko ([http://www.edwardmusial.info/pliki/bad\\_red.pdf](http://www.edwardmusial.info/pliki/bad_red.pdf)), że taki pomiar jest zbędny z następujących powodów:

a) Czas wyłączenia jest to czas od chwili pobudzenia układu wyzwalającego różnicowoprądowego do chwili przerwania łuku we wszystkich biegunach wyłącznika. Żaden ze znanych mierników nie mierzy czasu wyłączenia, bo pomiaru dokonuje w stanie bezprądowym torów głównych. Zdaniem wytwórcy miernik mierzy jakiś *czas wyzwiania* albo *czas zadziałania*, ale te pojęcia nie są zdefiniowane i nie wiadomo, co znaczą.

b) Czas wyłączenia zależy od wartości prądu różnicowego zadziałania wyłącznika (rys. 5). Zwykły miernik dokonuje pomiaru przy rzeczywistym prądzie różnicowym zadziałania wyłącznika (około  $0,7I_{\Delta n}$  dla wyłącznika AC), kiedy czas wyłączenia jest duży i wykazuje szczególnie duży rozrzut. Przy nowym podejściu normy [6] odnośnie do czasu wyłączenia zasilania również przez wyłączniki różnicowoprądowe taki pomiar nie jest miarodajny. W rezultacie obecny arkusz 6 normy [4, 5] zaleca pomiar czasu wyłączenia przy prądzie różnicowym  $5I_{\Delta n}$  (C.61.3.6.1), jeśli brak przesłanek, by postąpić inaczej i tę wartość prądu traktuje się jako prąd wyłączający  $I_a$ .

c) Podstawą wymiarowania ochrony ma być prąd wyłączający  $I_a$  wyłącznika różnicowoprądowego zapewniający dotrzymanie wymaganego czasu wyłączenia (tabl. 3), zgodnie z charakterystyką  $t-I_{\Delta}$  gwarantowaną przez producenta zgodnie z normą (rys. 5). Z zasady działania wyłącznika wynika, że – zwłaszcza przy prądzie różnicowym znacznie większym niż znamionowy prąd różnicowy zadziałania  $I_{\Delta n}$  – wyłącznik albo otworzy się w czasie wyraźnie krótszym niż największy dopuszczalny, albo nie otworzy się w ogóle. Inaczej mówiąc, sprawdzenie rzeczywistego różnicowego prądu zadziałania sprawę załatwia.

#### 4.3. Wymagania i zalecenia odnośnie do pomiaru impedancji pętli zwarciowej w układzie TN

Warunek samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie TN jest spełniony, jeżeli zwarcie bezoporowe dowolnego przewodu fazowego z przewodem ochronnym PE (PEN) wywołuje przepływ prądu co najmniej równego prądowi wyłączającemu  $I_a$  poprzedzającego urządzenia wyłączającego, najbliższego w kierunku źródła. Powinien być spełniony następujący warunek wiążący prąd wyłączający  $I_a$  z napięciem fazowym instalacji  $U_o$  oraz impedancją pętli zwarciowej  $Z_s$ :

$$\frac{U_o}{Z_s} \geq I_a \quad (2)$$

Wymaganie to w zasadzie powinno być spełnione przy zwarciach u końca obwodu, w punktach najbardziej odległych od poprzedzającego urządzenia wyłączającego, np. w obwodach gniazd wtyczkowych – na końcu przyłączonego przewodu ruchomego. Nie wymaga się, aby było spełnione również w razie zwarcia we wnętrzu odbiornika, kiedy impedancję pętli zwarciowej zwiększa część uzwojenia silnika albo rezystora sprzętu grzejnego.

Zatem zgodność z postanowieniami normy w zasadzie należy sprawdzić (61.3.6.1 a) wykonując pomiar impedancji pętli zwarciowej pozwalający ocenić jedyną niewiadomą we wzorze (2). Norma objaśnia dwie przykładowe metody pomiaru impedancji pętli (patrz niżej). Jednakowoż pomiar ten norma pozwala (61.3.6.1a) zastąpić sprawdzeniem długości, przekroju i ciągłości przewodów ochronnych, jeżeli są dostępne obliczenia impedancji pętli zwarciowej potwierdzające spełnienie warunku samoczynnego wyłączenia zasilania.

Pomiar impedancji pętli zwarciowej w układzie TN nie jest konieczny, jeśli urządzeniem wyłączającym jest urządzenie różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym zadziałania  $I_{\Delta n} \leq 500$  mA. Prąd wyłączający  $I_a$  jest wtedy tak mały, a największa dopuszczalna impedancja pętli zwarciowej  $Z_s$  tak duża, że warunki skuteczności ochrony z natury rzeczy są spełnione, jeśli tylko jest zachowana ciągłość połączeń ochronnych. Sprawdzanie może się wtedy ograniczyć do kontroli ciągłości i poprawności połączeń przewodów ochronnych. Jeżeli w jakikolwiek sposób warunek samoczynnego wyłączenia zasilania został sprawdzony tuż za urządzeniem różnicowoprądowym, to skuteczność ochrony w miejscach położonych bliżej odbiorników wolno wykazać poprzez samą kontrolę ciągłości przewodów ochronnych (61.3.6.1a).

Jeśli warunki skuteczności samoczynnego wyłączenia zasilania **nie są spełnione** (a nie: „są niewystarczające”, jak błędnie napisano w tekście polskim 61.3.6.3), to sprawdza się skuteczność

połączeń wyrównawczych dodatkowych. Inaczej mówiąc – jeżeli nie dochodzi do samoczynnego wyłączenia zasilania w wymaganym czasie, to utrzymujące się napięcia dotykowe nie powinny przekraczać wartości dopuszczalnej długotrwale i to wystarczy potwierdzić, by pozytywnie ocenić stan ochrony.

W załączniku C (informacyjnym!) norma [4, 5] objaśnia, jak można uwzględnić fakt, że przewody w warunkach rzeczywistego zwarcia nagrzewają się dodatkowo wskutek przepływu prądu zwarciovego i mają większą rezystancję niż podczas pomiaru impedancji pętli małym prądem. Zjawisko to zachodzi przy zwarciach wieloprądowych: zwarciach L-PE w układzie TN oraz dwumiejscowych zwarciach poprzez przewody PE w układzie IT. Mianowicie przy pomiarze impedancji pętli zwarcioviej metodą małoprądową norma zaleca uwzględnić zwiększenie rezystancji przewodów wskutek ich nagrzania (62.1.2 Uwaga 2, C.61.3.6.2) w taki sposób, by zamiast wymagania skuteczności ochrony wynikającego z najprostszego rozumowania:

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad \text{lub} \quad I_a \leq \frac{U_o}{Z_s} \quad (3)$$

przyjmować formułę następującą:

$$Z_s \leq \frac{2}{3} \frac{U_o}{I_a} \quad \text{lub} \quad I_a \leq \frac{2}{3} \frac{U_o}{Z_s} \quad (4)$$

Oznaczałoby to wymaganie zwiększenia aż o 50% prądu zwarciovego pobudzającego zabezpieczenie nadprądowe dokonujące samoczynnego wyłączenia zasilania. W żaden sposób nie da się uzasadnić potrzeby takiego zaostrzenia wymagań wzrostem temperatury przewodów. Podobny postulat pojawił się już wiele lat temu w niemieckich komentarzach i był tłumaczony dwoma powodami: wzrostem temperatury przewodów (+ 20%) oraz największym dopuszczalnym błędem pomiaru ( $\pm 30\%$ ) mierników impedancji pętli. Można go też tłumaczyć wprowadzeniem współczynnika czułości zabezpieczenia ( $k_c = 1,5$ ) do wzorów (3).

Autorzy normy mają świadomość, że postawione wymaganie jest przesadne, ale pozwala z dużym marginesem bezpieczeństwa i łatwo potwierdzić skuteczność ochrony w tych miejscach, gdzie jest ona zapewniona ze znacznym nadmiarem. W innych przypadkach zalecają w pętli zwarcioviej wyróżnić części, w których wzrost temperatury przewodów przy zwarciu jest bardzo różny (sieć poprzedzająca do złącza, kolejne linie rozdzielcze, linia odbiorcza) i osobno oceniać nagrzanie kolejnych linii rozdzielczych i linii odbiorczej w oparciu o całą Joule'a wyłączenia zastosowanych zabezpieczeń nadprądowych. To zwodnicza porada, bo przewody zabezpieczone bezpiecznikami nagrzewają się najsilniej przy małoprądowych zwarciach oporowych, a nie przy dużym prądzie zwarciovym, kiedy wskaźnikiem miarodajnym jest całka Joule'a.

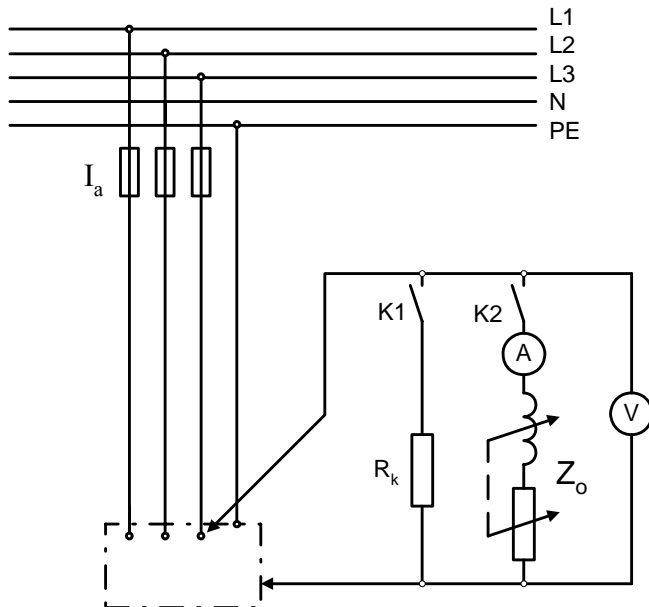
Wystarczyłoby uwzględniać nagrzanie przewodów tylko w obwodzie, w którym rozpatruje się zwarcie L-PE (L-PEN). Obwody poprzedzające mają przewody o (znacznie) większym przekroju i ten sam prąd zwarciovym nagrzewa je w stopniu znacznie mniejszym. Wystarczy zwiększyć o 20% rezystancję przewodów obwodu, u końca którego dokonuje się pomiaru impedancji pętli zwarcioviej. Oczywiście omawiana okoliczność jest bez znaczenia, jeżeli urządzeniem wyłączającym jest urządzenie różnicowoprądowe.

#### 4.4. Pomiar impedancji pętli zwarcioviej metodą sztucznego zwarcia

Większość mierników impedancji pętli zwarcioviej  $Z_s$  wykorzystuje zasadę „sztucznego zwarcia” z prądem probierczym  $I_o$  ograniczonym przez impedancję  $Z_o$  (rys. 6), nakładającym się w przewodzie fazowym na prąd roboczy wynikający z obciążenia sieci. Na impedancji pętli  $Z_s$  prąd probierczy wywołuje dodatkową **stratę napięcia**  $I_o Z_s$ , którą utożsamia się z różnicą wskazań woltomierza ( $E - U_1$ ) przed i po zamknięciu łącznika K2. Wobec tego domniemywa się, że poszukiwana impedancja pętli jest równa

$$Z_s \approx \frac{E - U_1}{I_o} \quad (5)$$

Przed przystąpieniem do pomiaru sprawdza się, przez naciśnięcie przycisku K1, czy jest zachowana ciągłość połączeń ochronnych. Duża różnica napięć ( $E - U_1$ ) przed i po naciśnięciu tego przycisku świadczy o naruszeniu ciągłości połączeń ochronnych i sygnalizuje, że kontynuowanie pomiaru (przez zamknięcie łącznika K2) stwarza zagrożenie porażeniem.



**Rys. 6.** Zasada pomiaru impedancji pętli zwarcia L-PE w układzie TN

$R_k$  – rezystor o dużej rezystancji ( $\geq 10 \text{ k}\Omega$ ) do wstępnej kontroli ciągłości pętli,  
 $Z_o$  – impedor o stałej impedancji i nastawianym argumencie (stosunku  $R/X$ )

Praktyczne realizacje tej zasady różnią się one przede wszystkim:

- wartością prądu pomiarowego  $I_o$  – z tego punktu widzenia wyróżnia się mierniki małoprądowe ( $I_o < 1 \text{ A}$ ), średnioprądowe ( $1 \text{ A} \leq I_o < 30 \text{ A}$ ) i **wielkoprądowe** ( $I_o > 30 \text{ A}$ , nawet  $> 100 \text{ A}$ ),
- rodzajem prądu pomiarowego – prąd stały wyprostowany jednopółkrowo, **prąd przemienny**,
- czasem przepływu prądu pomiarowego – jeden półokres, jeden okres, **kilka okresów**, dłużej,
- rodzajem impedora obciążeniowego – zwarcie tylko przez rezystor, zwarcie dwukrotne przez rezystor i przez reaktor, zwarcie przez impedor o określonym argumencie, **zwarcie przez impedor o stałej impedancji i nastawianym argumencie**.

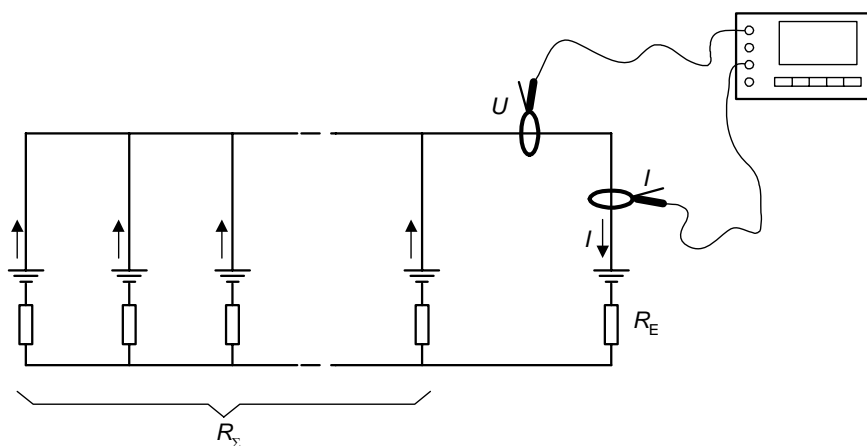
Zespół właściwości wyróżnionych **czcionką bold** kwalifikuje miernik do pomiarów w sytuacjach najbardziej kłopotliwych, w pobliżu stacji zasilających: mała impedancja pętli o charakterze indukcyjnym.

#### 4.5. Pomiar impedancji pętli zwarcia doziemnego metodą cęgową

Najnowsza edycja normy [4, 5] wskazuje metodę cęgową jako przykładową, dopuszczalną metodę pomiaru impedancji pętli zwarcia doziemnego (metoda B3 w załączniku B informacyjnym). Mimo rysunku, na którym wyraźnie widać cęgi, w polskim tekście jest mowa o *miarze rezystancji pętli uziemienia z użyciem zacisków prądowych*.

W zamkniętej pętli prądowej obejmującej co najmniej dwa uziomy (rys. 7) cęgowy transformator napięciowy (generator), obejmujący przewód uziemiający, indukuje nieduże napięcie o określonej częstotliwości, np.  $32 \text{ V}$ ,  $1367 \text{ Hz}$ . Ze względu na czułość i dokładność pomiaru wybiera się częstotliwość raczej wysoką, ale nie będącą całkowitą wielokrotnością częstotliwości sieciowej. Częstotliwość nie powinna jednak być zbyt wysoka, by nie eksponować reaktancji pętli. Z kolei cęgowy przekładnik prądowy indukcyjny (odbiorca) mierzy płynący w pętli prąd o częstotliwości pomiarowej. Dla uniknięcia zakłóceń jedno i drugie cęgi powinny być oddalone od siebie co najmniej o kilkanaście centymetrów.

Iloraz napięcia i prądu miernik wskazuje jako **impedancję pętli** ( $R_E + R_\Sigma$  na rys. 7). Jeżeli droga powrotna prądu pomiarowego zamyka się przez wiele równolegle połączonych uziomów o wypadkowej rezystancji uziemienia pomijalnie małej ( $R_\Sigma \ll R_E$ ) w porównaniu z rezystancją uziemienia uziomu ( $R_E$ ), przez który przepływa całkowity prąd pomiarowy, to wynik pomiaru można utożsamiać z **rezystancją uziemienia uziomu** ( $R_E$ ), przez który przepływa sumaryczny prąd pomiarowy.



Rys. 7. Pomiar impedancji pętli zwarcia doziemnego metodą cęgową

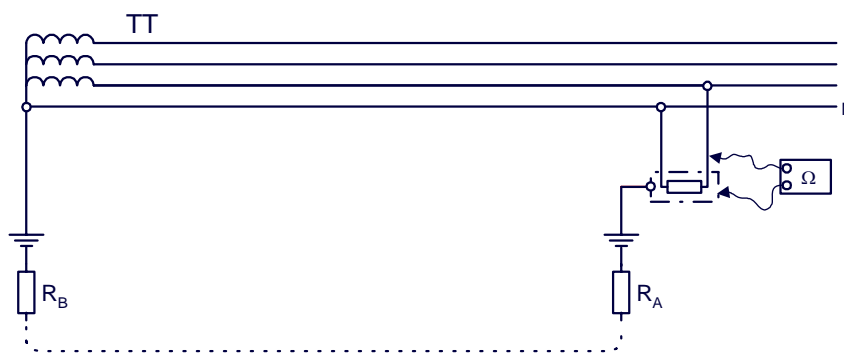
Zatem metoda cęgową pomiaru impedancji pętli zwarcia doziemnego może również służyć do pomiaru rezystancji uziemienia określonego uziomu, jeżeli ta rezystancja jest dominującym składnikiem impedancji utworzonej pętli zwarcia doziemnego. Dla celów pomiaru nie trzeba odłączać badanego uziomu ani wykonywać uziomów pomocniczych (sond pomiarowych). Pomiar jest możliwy w układzie TN, w którym badany uziom jest połączony z wielokrotnie uziemionym przewodem PE (PEN), wychodzącym z punktu neutralnego układu. W układzie TT podobne połączenie należałoby stworzyć na czas pomiaru. Metoda ma zastosowanie do wszelkich układów uziomowych, w tym odgromowych, a nie tylko do uziemień dla celów ochrony przeciwporażeniowej.

Nie wszystkie dostępne na rynku mierniki cęgowe spełniają wymagania stawiane „pomiarom ochronnym” [9], bo na przykład mają za duży zakres pomiarowy i/lub za małą dokładność. Ponadto nie zawsze producent precyzyjnie określa, na jaką wartość charakteryzującą przebieg prądu zmiennego miernik reaguje, a ta informacja bywa potrzebna.

#### 4.6. Pomiar rezystancji uziemienia przewodu ochronnego w układzie TT

Ocena skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TT wymaga określenia rezystancji uziemienia  $R_A$  przewodu ochronnego i przyłączonych doń części przewodzących dostępnych. Poza usytuowaniem w tekście normy (obecnie Załącznik B, Metoda B1) nic się nie zmieniło. Pozostał infantylny opis procedury pomiarowej, na szczęście traktowanej jako przykład postępowania. Pozostał błędny polski tytuł: „Pomiar rezystancji uziomu” zamiast „Pomiar rezystancji uziemienia”. Uziomem na ogół jest pręt albo taśma; rezystancję takiego uziomu mierzy się między końcami pręta lub taśmy za pomocą mostka Thomsona lub innego układu do pomiaru małych rezystancji. A rezystancja uziemienia to zupełnie co innego.

W miejskim albo przemysłowym terenie bogato uzbrojonym trudno o zlokalizowanie strefy potencjału zerowego i nie sposób poprawnie zmierzyć rezystancję uziemienia. W takich przypadkach norma zaleca (61.3.6.2) pomiar impedancji pętli zwarcia doziemnego dowolną uznaną metodą zwracając uwagę, iż wynik pomiaru będzie wtedy obarczony błędem dodatnim, a ściślej – obejmie dodatkowo, a niepotrzebnie rezystancję uziemienia punktu neutralnego sieci oraz rezystancję (impedancję) przewodów całej mierzonej pętli.



Rys. 8. Klasyczny pomiar rezystancji pętli zwarciowej w układzie TT

#### 4.7. Pomiar impedancji pętli zwarciowej w układzie TT

Nowa wersja normy IEC 60364-4-41 [6] warunek skuteczności ochrony dodatkowej w układzie TT, w którym samoczynnego wyłączenia zasilania dokonują zabezpieczenia nadprądowe, formułuje identycznie jak dla układu TN:

$$Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad (6)$$

Obwód prądu zwarcia jednofazowego zamyka się przez ziemię, impedancja pętli  $Z_s$  obejmuje rezystancję uziemienia przewodu ochronnego i rezystancję uziemienia roboczego układu. Impedancja pętli  $Z_s$  jest stosunkowo duża (co najmniej kilka omów) i ma charakter rezystancyjny. Oba czynniki sprawiają, że jej pomiar jest łatwy, może być dokonywany pierwszym lepszym, byle rzetelnym, miernikiem rezystancji pętli zwarciowej (rys. 8), również metodą cęgową.

#### 4.8. Próba ciągłości przewodów

Norma dopuszcza w wielu sytuacjach zastępować pomiar impedancji pętli zwarciowej bądź pomiar rezystancji uziemienia próbą ciągłości przewodów ochronnych i wyrównawczych. Bywa też zalecana próba ciągłości przewodów czynnych w przypadku pierścieniowych obwodów odbiorczych.

Czasem wystarcza potwierdzenie próbnikiem ciągłości przewodów ochronnych i ich połączeń. Bywają jednak sytuacje, kiedy należy dokonać pomiaru rezystancji przewodów ochronnych. Taki pomiar powinien odbywać się przyrządem spełniającym wymagania normy PN-EN 61557-4:2007 [9] przy napięciu pomiarowym stałym lub przemiennym o wartości w stanie jałowym  $4\div 24$  V i przy prądzie co najmniej 0,2 A. W razie wykorzystania napięcia stałego przyrząd powinien umożliwiać zmianę biegunowości napięcia zasilania, aby wyeliminować ewentualny wpływ napięcia polaryzacji naturalnych mikroogniw w połączeniach przewodów badanego odcinka. Największy dopuszczalny błąd roboczy ( $\pm 30\%$ ) nie powinien być przekroczony w zakresie pomiarowym od  $0,2 \Omega$  do  $2 \Omega$ . Wiele zwykłych multimetrów, pochopnie wykorzystywanych do takiego pomiaru, ma za mały prąd wyjściowy i za duży błąd w podanym zakresie ( $0,2\div 2 \Omega$ ), wobec czego nie nadaje się do takiego pomiaru.

### 5. Sprawdzanie spadku napięcia

Norma [4, 5] wyjaśnia, że kiedy wymaga się sprawdzenia warunku dopuszczalnego spadku napięcia według Rozdziału 525 normy [7], wtedy można go określić poprzez pomiar impedancji obwodu albo korzystając z „diagramu odpowiedniego do wyznaczenia wartości spadku napięcia” zamieszczonego w załączniku D (informacyjnym).

Otóż w braku właściwszych przesłanek Rozdział 525 normy [7] zaleca przyjmować największy dopuszczalny spadek napięcia od złącza instalacji do zacisków odbiorników jako równy 4%. Dla takiej sytuacji Załącznik D podaje „diagram” pozwalający sprawdzić, czy ta wartość nie jest

przekroczona. Ten „diagram odpowiedni” zapewne dlatego tak się nazywa, że jest zupełnie nieodpowiedni, bo został sporządzony przy założeniu jednakowego przekroju przewodów od złącza do zacisków odbiornika. Okazuje się, że nie tylko w Polsce normalizatorzy związani z normą 60364 mają horyzonty myślowe ograniczone do instalacji we własnym mieszkaniu, ale normę tworzą dla wszelkich budynków, również wielkoprzemysłowych.

Wspomniana wartość dopuszczalnego spadku napięcia 4% jest zaokrągloną wartością sumy dwóch częściowych dopuszczalnych spadków napięcia przyjmowanych w Niemczech:

0,5% od złącza do urządzenia pomiaru rozliczeniowego, według TAB 2000 [12]

3% od urządzenia pomiaru rozliczeniowego do zacisków odbiorników, według DIN 18015-1 [11].

Niedawny, z marca 2009 roku, niemiecki komentarz [14] do tej procedury sprawdzania spadku napięcia dowodzi, że niewiele są warte podane w normie porady (61.3.11), aby spadek napięcia wyznaczać poprzez pomiar impedancji obwodu albo według wykresu podanego w załączniku D.

## 6. Kwalifikacje

Norma określa, że sprawdzania stanu instalacji – zarówno odbiorczego, jak i okresowego – powinny dokonywać osoby wykwalifikowane i kompetentne w zakresie sprawdzania (61.1.6, 62.1.6), spełniające wymagania właściwych krajowych przepisów. Aktualne polskie prawo dopuszcza przyznawanie tzw. świadectw kwalifikacyjnych D i E, dających określone uprawnienia do sprawdzania stanu instalacji, również osobom bez żadnego wykształcenia zawodowego. Stoi to w jaskrawej sprzeczności z postanowieniami normy i ze zdrowym rozsądkiem, bo nawet ignorantom pozwala przyznawać uprawnienia zbliżone do uprawnień rzeczoznawcy. Próby zmiany tego skandalicznego stanu prawnego napotykają opór tępych urzędników i sklerotycznych działaczy stowarzyszeniowych dbających o przychody z egzaminów, a nie o interes publiczny.

W dodatku komisje egzaminacyjne przy konkurencyjnych podmiotach prześcigają się w obniżaniu wymagań, aby przyciągnąć jak najwięcej zdających. To praktyki demoralizujące i w najwyższym stopniu szkodliwe, to demonstracja pogardy dla rzetelnych kompetencji i nieodpowiedzialna akceptacja zwiększonego ryzyka wypadków natury elektrycznej.

Niczego w Polsce nie potrzeba odkrywać, do nikąd prowadzą kolejne gładzenia w komisjach uprawnień zawodowych bądź komisjach szkoleniowych i ich pokrętne elaboraty. Wystarczy prześledzić zasady prowadzenia kontroli stanu technicznego instalacji i uzyskiwania uprawnień do ich wykonywania w starych krajach Unii i skopiować je.

## 7. Wnioski

Nowelizacja arkuszy 41 oraz 6 normy PN-HD 60364 wprowadza wiele istotnych zmian w dotychczasowej praktyce projektowania oraz sprawdzania instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych. Wprowadzono pewien ład w zasadach wymiarowania ochrony (największe dopuszczalne czasy samoczynnego wyłączenia zasilania) oraz sprawdzania stanu technicznego instalacji: wyeksponowanie oględzin, uproszczenie procedur pomiarowych i rezygnacja z nich w licznych sytuacjach. Upłynie sporo czasu do chwili, kiedy instalacje projektowane według nowych zasad doczekają się sprawdzania odbiorczego, a zwłaszcza sprawdzeń okresowych. Nie ma jednak żadnych przeszkód, aby nowe zasady i procedury wprowadzane przez arkusz 6 [4, 5] stosować przy sprawdzaniu również dawniej wykonanych instalacji, pamiętając – w uzasadnionych sytuacjach – o zasadzie ochrony zastanej (62.1.2, UWAGA 1). Kolejne większe zamieszanie może nastąpić, kiedy w Warszawie uda się przetłumaczyć na język niby-polski arkusze 41 i 54.

Tekst artykułu łącznie z załączoną erratą dowodzi, że polska wersja normy PN-HD 60364-6:2008 została przygotowana niechlujnie, jest wyrazem nieodpowiedzialności „autorów” i ich pogardy wobec użytkowników dokumentów normalizacyjnych. Przygotował ją 30-osobowy Komitet Techniczny nr 55 do spraw Instalacji Elektrycznych i Ochrony Odgromowej Obiektów Budowlanych, kierowany przez prof. dra hab. inż. Zdobysława Flisowskiego, *ex definitione* skupiający naj-



wyższej klasy specjalistów w tej dziedzinie w Polsce. W skład komitetu wchodzi kilku profesorów oraz kilku doktorów. Wchodzi też kilku dawnych pracowników niesławnej pamięci COBR Elektromontaż, którzy po dziś dzień skwapliwie grają rolę zbiorowej Renaty Beger polskiej elektryki stosowanej.

Tenże Komitet Techniczny nr 55 podobnie spartaczył wiele norm, o czym szczegółowo pisałem, załączając wykazy rażących błędów. Na przykład w INPE nr 48 z roku 2002 [17] pisałem o poważnych błędach w normach PN-IEC 60364-5-54:1999 (Uziemienia i przewody ochronne) oraz PN-IEC 60364-5-523:2001 (Obciążalność prądowa długotrwała przewodów). Te błędy nigdy nie zostały skorygowane, KT 55 nigdy się do nich nie przyznał. Jak widać, pobłażliwość ze strony kierownictwa PKN rozzuchwała. Być może prezesom PKN i Radzie Normalizacyjnej trudno pojąć, że profesor zwyczajny może być zwyczajnym partaczem. Zapewniam, że w Polsce to możliwe i nie jest to żaden ewenement. Dowody są na stole. Jeśli zajdzie potrzeba, to będą na stole sędziowskim.

Dość parodiowania normalizacji! Dość sabotażu intelektualnego i gospodarczego przy udziale prawdziwych albo rzekomych luminarzy nauki!

## Literatura

1. PN-93/E-05009/61 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.
2. PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.
3. PN-HD 384.6.61 S2:2006 (U) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 6-61: Sprawdzanie – Sprawdzanie odbiorcze.
4. PN-HD 60364-6:2007 (U) Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie.
5. PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie.
6. PN-HD 60364-4-41:2007 (U) Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przeciwporażeniowa.
7. PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
8. PN-EN 60079-17:2008 (U) Atmosfery wybuchowe – Część 17: Kontrola i konserwacja instalacji elektrycznych.
9. PN-EN 61557-... :... Bezpieczeństwo elektryczne w niskonapięciowych sieciach elektroenergetycznych o napięciach przemiennych do 1 kV i stałych do 1,5 kV. Urządzenia przeznaczone do sprawdzania, pomiarów lub monitorowania środków ochronnych. Norma wieloarkuszowa.
10. N SEP-E-001:2003 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.
11. DIN 18015-1:2007-09 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 1: Planungsgrundlagen.
12. Technische Anschlußbedingungen für den Anschluß an das Niederspannungsnetz. TAB 2000.
13. Baade W., Bonhagen S.: Prüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600. Elektropraktiker, 2008, nr 9, s. 802-805.
14. Hörmann W.: Prüfung des Spannungsfalls. Elektropraktiker, 2009, nr 3, s. 193-196.
15. Musiał E., Czapp S.: Wyłączniki ochronne różnicowoprądowe. Niezawodność. Miesięcznik SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2008, nr 110-111, s. 3-40 ([www.edwardmusial.info/pliki/rcd\\_03.pdf](http://www.edwardmusial.info/pliki/rcd_03.pdf)).
16. Musiał E., Roskosz R.: Wyznaczanie prądu upływowego przez pomiar cząstkowych rezystancji izolacji w wielobiegunowych obwodach instalacji. W: [Materiały Konferencyjne] XII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Bezpieczeństwo elektryczne”, Wrocław, 1999. Inst. Energoelekt. Polit. Wroc., SEP Oddz. Wrocław. 1999, t. I, s. 415-423.
17. Musiał E.: Najwyższy czas zaprzestać parodiowania normalizacji. Miesięcznik SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2002, nr 48 s. 96-110.
18. Pisarek W.: Słownik języka niby-polskiego czyli błędy językowe w prasie. Wydawnictwo: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, 1978.

## Errata do polskiej wersji tekstu normy

## PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzenie

Miejsce	Jest	Powinno być
s. 2 wiersz 17 od góry	– informacja dotycząca pomiaru impedancji pętli zwarciowej <b>z zaciskami prądowymi</b> ;	– informacja dotycząca pomiaru impedancji pętli zwarcia doziemnego <b>metodą cęgową</b> ;
s. 2 wiersz 19 od góry	– zalecenia dla <b>stosowanego ponownie</b> wyposażenia elektrycznego;	– zalecenia dla wyposażenia elektrycznego <b>z odzysku</b> ;
s. 5 wiersz 6-8 od góry	Sprawdzanie odbiorcze ma miejsce po wykonaniu nowej instalacji lub po zakończeniu uzupełnień lub zmian instalacji istniejących.	Sprawdzanie odbiorcze odbywa się po wykonaniu nowej instalacji oraz po <b>rozbudowie lub przebudowie</b> istniejącej instalacji.
s. 6 61.1.2	<b>61.1.2</b> Osobie dokonującej sprawdzania odbiorczego należy udostępnić <b>informacje o wymaganiach 514.5</b> z Części 5-51 i inne...	<b>61.1.2</b> Osobie dokonującej sprawdzania odbiorczego należy udostępnić <b>informacje wymagane w 514.5</b> z Części 5-51 i inne...
s. 6, 61.2.2	– zostało dobrane prawidłowo oraz <b>zainstalowane zgodnie z HD 60364...</b>	– zostało prawidłowo <b>dobrane i zainstalowane zgodnie z HD 60364...</b>
s. 6 61.2.3 s. 21 C.61.2.3	b) występowanie przegród ogniowych...	b) obecność przegród <b>ognioodpornych</b> ...
s. 7 61.2.3	d) dobór i nastawienie urządzeń zabezpieczających i <b>sygnalizacyjnych</b> ...	d) dobór i nastawienie urządzeń zabezpieczających i <b>monitorujących</b> ...
s. 7 61.2.3	j) oznaczenie obwodów, urządzeń zabezpieczających przed prądem przetężeniowym...	j) oznaczenie obwodów, zabezpieczeń nadprądowych...
s. 7 61.2.3	l) występowanie i <b>ciągłość</b> przewodów ochronnych...	l) obecność i <b>poprawność połączeń</b> przewodów ochronnych...
s. 7 61.3.1, 1. akapit	... pod warunkiem że dadzą one <b>nie gorsze wyniki</b> .	... pod warunkiem że dadzą one <b>wyniki co najmniej równie miarodajne</b> .
s. 8, (cd. 61.3.1) 1. akapit	... próbę tę <b>i próbę poprzedzającą</b> , jeżeli wykryte uszkodzenie może mieć wpływ na ich wynik, należy powtórzyć...	... próbę tę <b>i każdą próbę poprzedzającą</b> , na wynik której wykryte uszkodzenie mogło wpłynąć, należy powtórzyć...
s. 8 61.3.3 1. akapit	Rezystancję izolacji należy zmierzyć pomiędzy przewodami czynnymi a przewodem ochronnym, przyłączonym do układu uziemiającego. Do tego pomiaru przewody czynne można połączyć razem.	Rezystancję izolacji należy mierzyć pomiędzy przewodami czynnymi a uziemionym przewodem ochronnym. Do tego pomiaru przewody czynne można zewrzeć.
s. 8 61.3.3 2. akapit	Rezystancja izolacji mierzona przy napięciu pomiarowym o wartościach podanych w Tablicy 6A jest zadowalająca, jeżeli jej wartość dla każdego obwodu <b>z odłączonym osprzętem</b> jest nie mniejsza niż odpowiednia wartość podana w Tablicy 6A.	Rezystancja izolacji jest zadowalająca, jeżeli jej wartość, mierzona przy napięciu pomiarowym według Tablicy 6A w każdym obwodzie <b>z odłączonymi odbiornikami</b> , jest nie mniejsza niż odpowiednia wartość podana w Tablicy 6A.
s. 8 61.3.3 4. akapit	Jeżeli istnieje prawdopodobieństwo, że ograniczniki przepięć (SPD) lub inne urządzenia mogą mieć wpływ na próbę sprawdzającą lub mogą się uszkodzić, takie urządzenia należy odłączyć przed wykonaniem pomiaru rezystancji izolacji.	Jeżeli ograniczniki przepięć (SPD) lub inne urządzenia <b>mogą wpływać na wynik pomiaru albo ulec uszkodzeniu</b> , to przed pomiarem rezystancji izolacji należy je odłączyć.

s. 9 61.3.4 2. akapit	Wartość rezystancji uzyskana wg 61.3.4.1, 61.3.4.2 i 61.3.4.3 powinna być co najmniej taka, <b>jak w Tablicy 6A dla obwodu o najwyższym napięciu.</b>	Wartość rezystancji wskazana wg 61.3.4.1, 61.3.4.2 i 61.3.4.3 powinna być co najmniej taka, <b>jak w Tablicy 6A dla obwodu o najwyższym z występujących napięć.</b>
s. 9 61.3.4.3 2. akapit	W przypadku separacji elektrycznej <b>z odbiornikami zainstalowanymi w więcej niż jednym obwodzie</b> sprawdzenie powinno być wykonane za pomocą pomiarów lub metodą obliczeniową dla przypadku dwóch przypadkowych uszkodzeń o pomijalnej impedancji między różnymi przewodami czynnymi, a także między przewodem ochronnym połączeń wyrównawczych lub częściami przewodzącymi dostępnymi przyłączonymi do niego; co najmniej jeden z uszkodzonych obwodów powinien być odłączony.	Jeżeli separacja elektryczna obejmuje <b>więcej niż jeden odbiornik</b> , to za pomocą pomiaru lub obliczeń należy sprawdzić, czy w przypadku dwóch jednoczesnych zwarć o pomijalnej impedancji różnych przewodów czynnych z przewodem wyrównawczym albo połączoną z nim częścią przewodzącą dostępną, co najmniej jeden z obwodów dotkniętych zwarciem zostanie wyłączony.
s. 9 61.3.6 UWAGA	Jeżeli <b>do ochrony przeciwpożarowej są stosowane również urządzenia RCD</b> , sprawdzanie warunków ochrony za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania <b>może być rozważane w aspekcie postanowień Części 4-42.</b>	Jeżeli <b>urządzenia RCD są stosowane również do ochrony przed pożarem</b> , to sprawdzanie warunków ochrony za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania <b>można uważać za sprawdzanie postanowień Części 4-42.</b>
s. 10 TN, pkt 2)	2) sprawdzenie <b>charakterystyk</b> i/lub	2) sprawdzenie <b>danych znamionowych</b> i/lub
s. 10 TN, pkt 2) s. 11 TT, pkt 2)	– ponownie użytych urządzeń RCD; – rozbudowy lub zmiany istniejącej instalacji, w której istniejące urządzenia RCD mają być użyte również do wyłączania obwodów w tej rozbudowanej lub zmienionej instalacji.	– urządzeń RCD z odzysku; – rozbudowy lub przebudowy instalacji, jeżeli istniejące urządzenia RCD mają służyć również do wyłączania obwodów, których dotyczy rozbudowa lub przebudowa.
s. 10 TT, pkt 1)	UWAGA Jeżeli pomiar rezystancji $R_A$ jest niemożliwy, to można go zastąpić, wykonując pomiar impedancji pętli zwarciowej jak w a)1).	UWAGA Jeżeli pomiar rezystancji $R_A$ jest niemożliwy, to <b>można go zastąpić pomiarem impedancji pętli zwarciowej jak w a)1).</b>
s. 11 IT	UWAGA 1 Pomiar jest wykonywany tylko wówczas, gdy przeprowadzenie obliczeń jest niemożliwe <b>z powodu braku wszystkich parametrów</b> . Podczas wykonywania pomiaru należy zachować ostrożność, aby uniknąć niebezpieczeństwa podwójnego doziemienia.  <b>Wystarczy, że brakuje jednego parametru!</b>	UWAGA 1 Pomiar jest wykonywany tylko wówczas, gdy przeprowadzenie obliczeń jest niemożliwe, bo <b>nie są znane wszystkie parametry</b> . Podczas wykonywania pomiaru należy zachować ostrożność, aby uniknąć zagrożenia w wyniku podwójnego doziemienia.  <b>nie są znane wszystkie parametry ≠ brakuje wszystkich parametrów</b>
s. 11 61.3.6.3 3. akapit	Jeżeli wymagania niniejszego podpunktu <b>są niewystarczające...</b>	Jeżeli wymagania niniejszego podpunktu <b>nie są spełnione...</b>
s. 12 61.3.7 UWAGA	Jeżeli urządzenie RCD jest przewidziane do ochrony przy uszkodzeniu i do ochrony uzupełniającej, to wystarczająca jest próba według odpowiednich wymagań Części 4-41, dotyczących <b>ochrony przeciwzwarciowej</b> . <b>Chodzi o ochronę przeciwporażeniową!</b>	Jeżeli urządzenie RCD jest użyte do ochrony przy uszkodzeniu i do ochrony uzupełniającej, to wystarczająca jest próba według odpowiednich wymagań Części 4-41, dotyczących <b>ochrony przy uszkodzeniu</b> .
s. 13 61.4.4	W protokole należy podać osobę lub osoby odpowiedzialne za bezpieczeństwo, budowę i sprawdzenie instalacji, uwzględniając indywidualną odpowiedzialność tych osób w stosunku do osoby zlecającej pracę, razem z zapisami wymienionymi w 61.4.3.	Osoba lub osoby odpowiedzialne za bezpieczeństwo, budowę i sprawdzenie instalacji powinny przedstawić inwestorowi, wraz z protokołami wymienionymi w 61.4.3, protokół określający zakres odpowiedzialności każdej z nich.
s. 14 62.2.1	– <b>obiekty komunalne;</b>	– <b>obiekty gromadzące publiczność;</b> <b>W tekście francuskim normy jest:</b> <b>établissements recevant du public</b>

s. 15 3. akapit	A.2	Pomiar impedancji należy wykonać, dla pewności, <b>co najmniej w trzech wybranych losowo miejscach, uznanych za konieczne.</b>	Aby wyniki były wiarygodne, pomiar impedancji należy wykonać <b>w tak licznych miejscach wybranych losowo, jak to się wydaje konieczne, jednak co najmniej w trzech.</b>
s. 16 1. akapit	A.3	Elektroda jest metalowym statywem trójnożnym, którego elementy, spoczywające na podłodze, tworzą wierzchołki trójkąta równobocznego. Każdy z podtrzymujących punktów jest wyposażony w elastyczną podstawę zapewniającą, po obciążeniu, dokładny styk z <b>badaną powierzchnią o powierzchni około 900 mm<sup>2</sup></b> , przedstawiającym rezystancję mniejszą niż 5000 Ω.	Elektroda jest metalowym trójnogiem, którego wsporniki, stykające się z podłogą, tworzą trójkąt równoboczny. Każdy wspornik ma elastyczną podszewę, która po obciążeniu zapewnia z badaną powierzchnią dobrą <b>styczność o powierzchni około 900 mm<sup>2</sup></b> i wprowadza rezystancję mniejszą niż 5000 Ω.
s. 18 1. akapit	B.1	Następująca procedura, podana jako przykład, może być zastosowana przy pomiarze rezystancji uziomu (patrz Rysunek B.1).	Kiedy wymaga się pomiaru rezystancji uziemienia, można na przykład postąpić następująco (patrz Rysunek B.1).
s. 18 rys. B.1		<b>Obszary pomiaru rezystancji</b> (nieoddziaływujące na siebie) T <sub>1</sub> : uziom pomocniczy T <sub>2</sub> : drugi uziom pomocniczy	<b>Obszary leja potencjału</b> uziomów (nieoddziaływające na siebie) T <sub>1</sub> : uziom pomocniczy prądowy T <sub>2</sub> : uziom pomocniczy napięciowy
s. 20 Tytuł rozdziału i Podpis rysunku B.3	B.3	– Pomiar rezystancji <b>pętli uziemienia z użyciem zacisków prądowych</b>	– Pomiar rezystancji <b>pętli zwarcia doziemnego metodą cęgową</b>
s. 20 2. akapit	B.3	Pierwszy <b>zacisk wprowadza napięcie</b> pomiarowe $U$ do pętli, <b>drugi zacisk mierzy prąd</b> $I$ w pętli....	Pierwsze <b>cegi indukują w pętli napięcie</b> pomiarowe $U$ , <b>drugie cegi mierzą prąd</b> $I$ w pętli....
s. 20 4. akapit	B.3	<b>Każdy zacisk może być indywidualnie przyłączony do miernika</b> lub <b>zespólny w jeden specjalny zacisk.</b>	<b>Każde z cęgów mogą być osobno połączone z miernikiem</b> albo mogą być <b>wykonane jako cegi zespolone.</b>
s. 20 6. akapit	B.3	W układach TT, w których <b>dostępne jest tylko nieznane połączenie z ziemią</b> , pętla podczas pomiaru może być zamknięta krótkotrwałym połączeniem między uziomem a przewodem neutralnym (układ quasi TN).	W układzie TT, w którym <b>jest dostęp tylko do uziemienia objętego pomiarem</b> , pętlę można zamknąć łącząc krótkotrwałe, na czas pomiaru, to uziemienie z przewodem neutralnym (układ quasi TN).
s. 20 7. akapit	B.3	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.	Aby uniknąć ryzyka wynikłego z różnicy potencjałów między przewodem neutralnym a ziemią, wspomniane wyżej połączenie zaleca się wykonywać i rozłączać po wyłączeniu zasilania instalacji.
s. 21 C.61.2.3 b)		<b>Instalację uszczelnień</b> sprawdza się...	<b>Uzyskaną szczelność</b> sprawdza się...
s. 21 C.61.2.3 b)		Ochrona przed prądem przetężeniowym układów oprzewodowania jest...	Zabezpieczenia nadprądowe przewodów są...
s. 21 C.61.2.3 b)		ochrona przed prądem przetężeniowym	zabezpieczenia nadprądowe
s. 21 C.61.2.3 c) i d)		Dobór przewodów, uwzględniający ich materiał, sposób zainstalowania i przekrój, montaż przewodów...	Dobór przewodów, uwzględniający ich budowę, materiał i przekrój oraz sposób układania...
s. 21 C.61.2.3 i)		Istnienie schematów, napisów ostrzegawczych lub innych podobnych informacji Schemat określony w 514.5 Części 5-51 jest szczególnie niezbędny, <b>gdy instalacja zawiera kilka rozdzielnic tablicowych.</b>	Obecność schematów, napisów ostrzegawczych i podobnych informacji Schemat określony w 514.5 Części 5-51 jest szczególnie niezbędny, <b>jeśli instalacja zawiera kilka rozdzielnic.</b>

s. 22 C.61.3.2	Próba ta jest wymagana do sprawdzenia warunków zabezpieczenia za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania (patrz 61.3.6) i jest uznana za miarodajną, jeżeli przyrząd pomiarowy użyty do tej próby ma odpowiednie wskazania.	Próba ta jest wymagana do sprawdzenia warunków ochrony za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania (patrz 61.3.6), a jej wynik jest zadowalający, jeżeli wskazania użytego miernika są właściwe.
s. 22 C.61.3.4.3	Gdy instalacja zawiera zarówno obwody separowane, jak i inne obwody, to wymagana izolacja jest uzyskiwana przez skonstruowanie urządzenia, zgodnie z wymaganiami stosownych norm.	Jeżeli urządzenie zawiera zarówno obwód separowany, jak i inne obwody, to wymagana izolację zapewnia się przez konstrukcję urządzenia zgodną z wymaganiami bezpieczeństwa stosownych norm.
s. 22 C.61.3.6.1	Zgodnie z HD 60364-4-41:2007, przy sprawdzaniu zgodności z maksymalnymi czasami wyłączenia, do próby <b>powinien być</b> stosowany prąd różnicowy o wartości $5I_{\Delta n}$ .	Zgodnie z HD 60364-4-41:2007, największy dopuszczalny czas wyłączenia <b>zaleca się</b> sprawdzać przy prądzie różnicowym o wartości $5I_{\Delta n}$ .
s. 22 C.61.3.6.2	Jeżeli pomiary są wykonywane w temperaturze pokojowej, przy małych prądach, to postępowanie opisane dalej może być stosowane, ponieważ uwzględnia zwiększenie rezystancji przewodów ze wzrostem temperatury na skutek zwarcia, aby potwierdzić w przypadku układu TN zgodność zmierzonej wartości impedancji pętli zwarciowej z wymaganiami 411.4 w Części 41.	Kiedy pomiary wykonuje się w temperaturze pokojowej małym prądem, można postąpić następująco, aby uwzględnić zwiększenie rezystancji przewodów wskutek wzrostu ich temperatury przy zwarcu, w celu sprawdzenia dla układu TN zgodności zmierzonej wartości impedancji pętli zwarciowej z wymaganiami 411.4 w Części 41.
s. 23 objaśnienia pod wzorem	$Z_s(m)$ jest zmierzoną wartością impedancji pętli zwarciowej, <b>rozpoczynającej się i kończącej w miejscu zwarcia</b> , w ( $\Omega$ ); $U_o$ jest napięciem przewodu fazowego względem uziemionego punktu neutralnego, w (V);	$Z_s(m)$ jest zmierzoną wartością impedancji pętli zwarciowej <b>przy zwarcu w rozpatrywanym miejscu</b> , w ( $\Omega$ ); $U_o$ jest napięciem przewodu fazowego względem uziemionego przewodu neutralnego, w (V);
s. 23	a) w pierwszej kolejności mierzy się, przy złączu instalacji, impedancję pętli zwarciowej $Z_e$ , obejmującej przewód fazowy i uziemiony punkt neutralny;	a) najpierw mierzy się impedancję pętli zwarciowej $Z_e$ przy złączu instalacji;
s. 23	d) wartości rezystancji zmierzonych według a), b) i c) zwiększyć na podstawie wzrostu temperatury, uwzględniając przy tym, w przypadku prądów zwarciowych, <b>energię przepuszczoną przez</b> urządzenie zabezpieczające;	d) wartości rezystancji zmierzonych według a), b) i c) zwiększa się stosownie do przyrostu temperatury, przyjmując za podstawę w przypadku zwarcia <b>całkę Joule'a wyłączenia</b> urządzenia zabezpieczającego;
s. 23	e) te zwiększone wartości rezystancji są na koniec dodawane do wartości impedancji pętli zwarciowej $Z_e$ , obejmującej przewód zasilający fazowy i uziemiony punkt neutralny, tak aby otrzymać realną wartość $Z_s$ w warunkach zwarcia.	e) te zwiększone wartości rezystancji według d) dodaje się odpowiednio do impedancji pętli zwarciowej $Z_e$ , otrzymując wartości $Z_s$ w rzeczywistych warunkach zwarcia.
s. 24 Napisy nad wykresem	przewody miedziane <b>w izolacji</b> PVC <b>podzielić na 2</b> <b>podzielić na 1,6</b>	przewody miedziane <b>o izolacji</b> PVC <b>podzielić przez 2</b> <b>podzielić przez 1,6</b>
s. 25 Tytuł załącznika E	Zalecenia dotyczące wyposażenia elektrycznego, które ponownie zastosowano w instalacjach elektrycznych	Zalecenia dotyczące użycia w nowej instalacji wyposażenia elektrycznego z odzysku
s. 25 2. akapit	W czasie sprawdzania instalacji powinny być dostępne dokumenty dotyczące ponownie zastosowanego wyposażenia, zawierające co najmniej informacje na temat:	Do sprawdzania wyposażenia z odzysku zaleca się przygotować dokumenty zawierające co najmniej następujące informacje:

s. 26 Tytuł załącznika F	Opis instalacji przeznaczonej do sprawdzenia	Opis sprawdzanej instalacji
s. 26	Modyfikacja	Modernizacja
s. 26	Identyfikacja użytych przyrządów:	Wykaz użytych przyrządów:
s. 27, górna tablica		<b>Tablica na końcu erraty</b>
s. 28 górna tablica 5-krotnie	<b>sprawdzone połączenie</b> □	<b>połączenie sprawdzono</b> □
s. 28 dolna tablica	<b>Urządzenia izolacyjne i ochronne...</b>	<b>Łączniki izolacyjne i zabezpieczenia...</b>
s. 30 G.2	Przykłady tematów,... <b>Postanowienia ogólne</b>	Przykłady zagadnień,... <b>Ocena ogólna</b>
s. 30 wiersz 4 od góry	Obwody, które powinny być <b>separowane</b> (brak wzajemnego połączenia <b>punktów neutralnych</b> obwodów).	<b>Oddzielenie obwodów</b> (brak połączenia między <b>przewodami neutralnymi</b> różnych obwodów).
s. 30 wiersz 5/6 od góry	<b>Obwody, które powinny być rozpoznane</b> (przewody neutralny i ochronny <b>w takiej samej kolejności</b> jak przewody fazowe)	<b>Identyfikacja obwodów (przewody neutralne i ochronne ułożone razem z właściwymi przewodami fazowymi)</b>
s. 30 wiersz 7 od góry	Czasy wyłączenia, <b>możliwe do spełnienia</b> przez zainstalowane urządzenia ochronne.	<b>Dotrzymanie wymaganych czasów</b> wyłączenia przez zainstalowane zabezpieczenia.
s. 30 wiersz 9 od góry	Wystarczająca liczba <b>przewidywanych</b> gniazd wtyczkowych.	Wystarczająca liczba <b>zainstalowanych</b> gniazd wtyczkowych.
s. 30 wiersz 12 od góry	Główne odłączniki do wyłączenia wszystkich przewodów czynnych, jeżeli ma to zastosowanie	<b>Obecność, jeśli wymagana, rozłącznika izolacyjnego odłączającego wszystkie przewody czynne</b>
s. 30 wiersz 16 od góry	Wszystkie połączenia <b>bezpieczne</b>	<b>Poprawnie wykonane</b> połączenia (przewodów)
s. 30 wiersz 17 od góry	<b>Cała instalacja uziemiona</b> zgodnie z normami krajowymi	<b>W całej instalacji uziemienia wykonane</b> zgodnie z normami krajowymi
s. 30 wiersz 9 od dołu	Przewody <b>inne niż giętkie i przewody sznurowe</b>	Przewody <b>inne niż giętkie</b>
s. 30 wiersz 7 od dołu	Prawidłowy prąd znamionowy	Wystarczająca obciążalność prądowa
s. 30 wiersz 6 od dołu	<b>Przewody nieosłonięte</b> chronione obudową rury instalacyjnej, kanału kablowego lub listwy	<b>Przewody bez powłoki</b> są chronione rurą instalacyjną albo listwą zamkniętą bądź otwieraną
s. 30 wiersz 5/4 od dołu	<b>Przewody osłonięte</b> prowadzone w dozwolonych strefach lub mające dodatkową ochronę mechaniczną	<b>Przewody kabelkowe i kable</b> są ułożone w dozwolonych miejscach albo mają dodatkową ochronę od uszkodzeń mechanicznych
s. 30 wiersz 3 od dołu	Odpowiedni typ, jeżeli są narażone na bezpośrednie działanie światła słonecznego	Przewody narażone na bezpośrednie nasłonecznienie są odpowiedniego typu
s. 30 wiersz 2 od dołu	Prawidłowo dobrane i zainstalowane do użytkowania, np. <b>wbudowane</b>	Przewody <b>układane w ziemi</b> są poprawnie dobrane i ułożone
s. 30 wiersz 1 od dołu	Prawidłowo dobrane i zainstalowane do użytkowania na ścianach zewnętrznych	<b>Przewody układane na ścianach zewnętrznych</b> są poprawnie dobrane i ułożone
s. 31 wiersz 1 od góry	<b>Wewnętrzne promienie gięcia</b> zgodne z odpowiednimi normami.	<b>Promienie gięcia</b> przewodów zgodne z właściwą normą.
s. 31 w. 5 od góry	<b>Oslony zacisków</b>	<b>Zaciski umieszczone w osłonach</b>
s. 31 wiersz 6 od góry	Instalacja pozwalająca na łatwą wymianę w przypadku uszkodzenia przewodów	Możliwość łatwej wymiany uszkodzonych przewodów

s. 31 wiersz 7 od góry	Instalacja przewodów taka, aby uniknąć nadmiernych <b>naprężeń przewodów i zakończeń</b>	Sposób ułożenia zapobiegający nadmiernym <b>naprężeniom w przewodach i zaciskach</b>
s. 31 wiersz 9/10 od góry	<b>Jedna rura instalacyjna do przewodów tego samego obwodu...</b>	<b>W jednej rurze przewody tylko jednego obwodu...</b> <b>To nie to samo!</b>
s. 31 w. 11/12 od góry	Połączenie przewodów (rozmiar zacisków przystosowany do przekroju przewodów); <b>powinien być zagwarantowany wystarczający docisk stykowy</b>	<b>Połączenia przewodów</b> (rozmiar zacisków dostosowany do przekroju przewodów) <b>gwarantujące wystarczający docisk zestykowy</b>
s. 31 wiersz 17 od góry	Dobrane <b>pod względem odporności na uszkodzenie spowodowane nagrzewaniem</b>	Przewody odpowiednie <b>pod względem ciepłoodporności</b>
s. 31 wiersz 19 od góry	Połączenia, które mają być wykonane z użyciem <b>złączy do przewodów</b>	Stan połączeń wykonanych z użyciem <b>złączy wtykowych</b> (gniazdo – wtyczka)
s. 31 w. 20/21 od góry	<b>Połączenia krańcowe z innymi odbiornikami prądu</b> , właściwie zabezpieczone lub rozmieszczone tak, <b>aby zapobiec naprężeniom przewodów</b>	<b>Przyłączenia końcówek przewodów w odbiornikach</b> są zabezpieczone albo rozmieszczone <b>w sposób zapobiegający naprężeniom w zaciskach</b>
s. 31 wiersz 22 od góry	<b>Zawieszono masy nie przekraczają prawidłowych wartości</b>	<b>Obciążenia zwieszaków nie są nadmierne</b>
s. 31 wiersz 17 od dołu	Przewody ochronne doprowadzone <b>do każdego punktu i osprzętu</b>	Przewody ochronne są doprowadzone <b>do każdego miejsca przyłączenia</b>
s. 31 wiersz 12 od dołu	Prawidłowy <b>rozmiar</b> głównych i dodatkowych <b>przewodów</b> wyrównawczych	Prawidłowy <b>przekrój przewodów</b> połączeń wyrównawczych głównych i dodatkowych
s. 31 wiersz 9 od dołu	Widoczne wskazanie...	Widoczne oznaczenia...
s. 31 wiersz 6/5 od dołu s. 34 wiersz 2/3 od góry	Brak ostrych krawędzi na otworach do wprowadzenia przewodów, łbach wkrętów itd., które mogłyby powodować uszkodzenia przewodów	Otwory do wprowadzenia przewodów ani łby wkrętów nie mają ostrych krawędzi, które mogłyby uszkadzać przewody
s. 31 wiersz 4 od dołu	Nieosłonięte przewody i żyły przewodów, z których usunięto osłonę, nie wystają poza obudowę	<b>Poza obudowami nie ma przewodów bez powłoki ani żył o jednej warstwie izolacji</b> <b>To nie to samo!</b>
s. 31 wiersz 1 od dołu	Gołe przewody ochronne z <b>nasadką</b> o barwie na przemian zielonej/żółtej <b>Nasadka znaczy zupełnie co innego</b> <b>(patrz IEV 442-07-02)</b>	<b>Koszulki</b> zielono-żółte u końców gołych przewodów ochronnych
s. 32 wiersz 1 od góry	<b>Zaciski dociśnięte i obejmujące wszystkie żyły przewodów</b>	<b>Wszystkie druty żyły wielodrutowej są zaciśnięte w końcówce</b>
s. 32 wiersz 2/3 od góry	Zacisk przewodu sznurowego zastosowany prawidłowo lub uchwyty dopasowane do przewodów w taki sposób, aby chroniły zaciski przed naprężeniem <b>Co by to mogło znaczyć???</b>	Prawidłowa <b>odciążka lub opaska zaciskowa</b> na przewodzie, aby zapobiec przenoszeniu naprężeń na zaciski
s. 32 wiersz 14 od góry	<b>Element złącza</b>	<b>Złącze wtykowe</b>
s. 32 wiersz 15 od góry	Umieszczony poza zasięgiem osoby korzystającej z <b>łazienki</b> lub prysznicza	Umieszczone poza zasięgiem ręki osoby korzystającej z <b>wanny</b> lub natrysku
s. 32 wiersz 15 od dołu	Prawidłowy <b>kod barwny lub oznakowanie</b> przewodów <b>Kod barwny jest rodzajem oznakowania!</b>	Przewody mają poprawne <b>oznaczenia barwne lub napisy</b>
s. 32 wiersz 13 od dołu	... osoby korzystającej z <b>łazienki</b> lub prysznicza	... osoby korzystającej z <b>wanny</b> lub natrysku

s. 32 wiersz 3 od dołu	<b>Puszki odpowiednie do wciągania przewodów</b>	<b>Właściwe rozmieszczenie i rodzaj puszek do wciągania przewodów</b>
s. 33 wiersz 3 od góry	Przewody fazowe i neutralny osłonięte tą samą rurą instalacyjną	Przewody fazowe i neutralny w tej samej rurze
s. 33 wiersz 7 od góry	Odpowiednio <b>podtrzymywana i zakończona</b>	Odpowiednio <b>umocowana i łączona</b>
s. 33 wiersz od góry	Rezerwa na wydłużanie i kurczenie	Zapewniona <b>kompensacja dylatacji cieplnych</b>
s. 33 w. 10/11 od góry	Puszki i <b>osprzęt</b> mocujący <b>dostosowany do masy</b> zawieszonyj oprawy oświetleniowej <b>w spodziewanej temperaturze</b>	Puszki i <b>uchwyty dostosowane do masy</b> zawieszonyj oprawy oświetleniowej <b>i spodziewanej temperatury</b>
s. 33 wiersz 19 od góry	Mocowanie przewodów w ciągach pionowych	W ciągach pionowych przewody są umocowane
s. 33 wiersz 19 od dołu	Przewody fazowe i neutralne osłonięte tą samą listwą metalową	Przewody fazowe i neutralny <b>jednego obwodu</b> w tej samej listwie metalowej
s. 33 wiersz 16 od dołu	Pewne połączenia mechaniczne i odpowiednia ciągłość z dopasowanymi powiązaniemii <b>???</b>	<b>Użyte złączki zapewniają należyłą wytrzymałość mechaniczną i ciągłość elektryczną</b>
s. 33 w. 11/10 od dołu	Nieprzewodzące pokrycia aparatury rozdzielczej usunięte w miejscach przyłączenia przewodu ochronnego i, jeżeli konieczne, dobrze zabezpieczone po przyłączeniu	Nieprzewodzące odejmowalne pokryvky zacisków ochronnych, jeśli konieczne, założone po przyłączeniu
s. 33 wiersz 8/7 od dołu	Uwzględnienie możliwych do wystąpienia warunków, np. właściwych dla przewidywanego środowiska	Właściwie dobrane do warunków środowiska pracy
s. 33 wiersz 5 od dołu	Odpowiednie, jako środki do izolowania, jeżeli mają zastosowanie	W wymaganych miejscach zainstalowano <b>łączniki izolacyjne</b>
s. 33 wiersz 4 od dołu	Niedostępne dla osoby korzystającej prawidłowo z łazienki lub prysznica	Niedostępne dla osoby korzystającej prawidłowo z <b>wanny</b> lub natrysku
s. 34 wiersz 5 od góry	Odpowiedni dostęp i odpowiednia przestrzeń do pracy	Należyta dostępność i przestrzeń obsługowa
s. 34 wiersz 6/7 od góry	Obudowy odpowiednie do ochrony mechanicznej i, tam gdzie mają zastosowanie, do ochrony przed ogniem	Obudowa właściwa do ochrony od uszkodzeń mechanicznych i, jeśli to wymagane, od ognia
s. 34 wiersz 10 od góry	Dobór i nastawienie zabezpieczeń (przetężeńiowych)	Zabezpieczenia nadprądowe poprawnie dobrane i nastawione
s. 34 wiersz 11 od góry	Zabezpieczenie przypisane indywidualnie do każdego obwodu	Każdy obwód ma osobne zabezpieczenie
s. 34 wiersz 12 od góry	... w rozdzielnicy tablicowej	... w rozdzielnicy
s. 34 wiersz 15 od góry	Prawidłowo zakończone lub umieszczone we właściwym osprzęcie	Prawidłowo przyłączone z użyciem właściwego osprzętu
s. 34 wiersz 22 od góry	Prawidłowo zlokalizowane	Prawidłowo rozmieszczone
s. 34 wiersz 16 od dołu	Widoczny znak zgodności z właściwą normą wyrobu, jeżeli jest wymagany w tej normie	Widoczny znak zgodności z właściwą normą wyrobu
s. 34 wiersz 15 od dołu	Izolacja klasy ochronności 2 lub przyłączony przewód ochronny	Klasa ochronności II lub przyłączony przewód ochronny



s. 27, górna tablica

Poprawna wersja tablicy:

Informacje o zasilaniu i uziemieniu		Zaznaczyć pole i ew. wpisać dane	
Uziom dostawcy energii <input type="checkbox"/> odbiorcy <input type="checkbox"/>	Liczba i rodzaj przewodów czynnych	Dane sieci zasilającej w miejscu przyłączenia	Zabezpieczenie w miejscu przyłączenia
Układ sieci TN-C <input type="checkbox"/> TN-C-S <input type="checkbox"/> TN-S <input type="checkbox"/> TT <input type="checkbox"/> IT <input type="checkbox"/>	AC <input type="checkbox"/> DC <input type="checkbox"/> 1-fazowy, 2-przewodowy (LN) <input type="checkbox"/> 2-biegun. <input type="checkbox"/> 1-fazowy, 3-przewodowy (LLM) <input type="checkbox"/> 3-biegun. <input type="checkbox"/> 2-fazowy, 3-przewodowy (LLN) <input type="checkbox"/> inny <input type="checkbox"/> 3-fazowy, 3-przewodowy (LLL) <input type="checkbox"/> inny <input type="checkbox"/> 3-fazowy, 4-przewodowy (LLLN) <input type="checkbox"/> inny <input type="checkbox"/>	Napięcie znamionowe, $U/U_o^{(1)}$ ..... V Częstotliwość znamionowa, $f^{(1)}$ ..... Hz Największy spodziewany prąd zwarciový, $I_{cc}^{(2)}$ ..... kA Impedancja pętli zwarciový (L-PE), $Z_e^{(2)}$ ..... $\Omega$	Typ: ..... Prąd znamionowy: ..... A Czułość RCD, jeśli zastosowano: ..... mA
Inne źródła zasilania <input type="checkbox"/> (szczegóły w załączeniu)		Uwagi: (1) zapytać dostawcę (2) zapytać, zmierzyć lub obliczyć	

Dane bibliograficzne:

Musiał E.: **Sprawdzanie instalacji elektrycznych niskiego napięcia. Przegląd treści oraz błędów tłumaczenia normy PN-HD 60364-6:2008.** Miesięcznik SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2009, nr 118-119, s. 24-54.