

## SPRAWDZANIE STANU WYŁĄCZNIKÓW RÓŻNICOWOPRĄDOWYCH

### Pytania i odpowiedzi

#### Pytanie 1

Spotykamy się często z taką sytuacją. Powstaje nowy budynek wielorodzinny i w każdym mieszkaniu jest zainstalowanych około trzech wyłączników różnicowoprądowych jedno- lub trójfazowych. Część mieszkań jest już wykończonych i pomiarowicz wykonuje w nich pomiary m.in. pomiar prądu różnicowego zadziałania wyłączników, czasu zadziałania wyłączników itp. Natomiast sąsiednie mieszkania nie są jeszcze wykończone, przewody instalacji wiszą luźno na ścianach, zachlapanie mokrą farbą. Czy takie postępowanie może mieć wpływ na wyniki pomiarów prądu zadziałania wyłączników różnicowoprądowych?

#### Odpowiedź

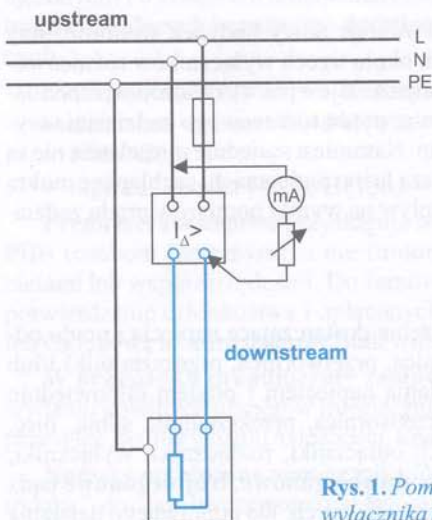
**Jednofazowe** bądź **trójfazowe** są urządzenia dostarczające napięcia i prądu odpowiednio jedno- bądź trójfazowego (prądnica, przetwornica, przekształtnik) i/lub działające poprawnie pod warunkiem zasilania napięciem i prądem odpowiednio jedno- bądź trójfazowym (transformator, przetwornica, przekształtnik, silnik, piec, nagrzewnica). Natomiast wszelkie łączniki: odłączniki, rozłączniki, wyłączniki, uzmienniki czy zwierniki są **jednobiegunowe**, **dwubiegunowe**, **trójbiegunowe** bądź **czterobiegunowe**, zależnie od liczby ich torów głównych. Do poprawnego działania łączniki 3- lub 4-biegunowe nie potrzebują trzech napięć przesuniętych w czasie o 1/3 okresu zmienności, ale potrzebują tego na przykład 3-fazowe silniki lub transformatory.

Zależnie od okoliczności w obwodach 3-fazowych stosuje się łączniki, również wyłączniki różnicowoprądowe, 3- lub 4-biegunowe. Jeżeli liczba biegunów nie jest wiadoma, to można zgrabnie wybrnąć mówiąc albo pisząc o wyłącznikach w obwodach 3-fazowych. Natomiast w obwodach 1-fazowych wyłączniki różnicowoprądowe z zasady są 2-biegunowe, podczas gdy inne łączniki mogą być, stosownie do potrzeb, 1- bądź 2-biegunowe.

Łatwa jest odpowiedź na pytanie, czy i jaki (w którym miejscu powstający) upływ prądu może wpływać na wynik sprawdzania rzeczywistego prądu zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego. Trzeba sobie wyobrazić czynną instalację i otworzyć<sup>1)</sup> ten wyłącznik. Wskutek tego obwód lub grupa obwodów zostanie pozbawiona napięcia i tylko ta część instalacji (oznaczona na niebiesko na rys. 1) fałszuje wynik pomiaru rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania, jeśli występuje w niej prąd upływowy o znaczącej wartości. Na wartość prądu upływowego wpływa rezystancja tej części instalacji, rezystancja ograniczników przepięć oraz występujące w niej pojemności (pojemność geometryczna układów izolacyjnych oraz pojemność kondensatorów, np. w filtrach przeciwzakłóceń). Wspomnianego błędu można uniknąć odłączając od wyłącznika zasilany przezeń obwód oznaczony niebieską linią na rys. 1.

<sup>1)</sup> Otworzyć wyłącznik to nie znaczy zdjąć jego pokrywę czy obudowę. To znaczy otworzyć zestyki w jego torach głównych, to znaczy wyłączyć nim obwód, który on chroni lub zabezpiecza, albowiem wyłącznik i każdy inny łącznik można zamknąć albo otworzyć, natomiast zalogować albo wyłączyć można obwód elektryczny, linię przesyłową, odbiornik energii, źródło energii, transformator albo przekształtnik. Takie jest poprawne nazewnictwo.

Na wynik pomiaru nie mają wpływu parametry innych obwodów, tzn. obwodów poprzedzających badany wyłącznik ani obwodów przyłączonych równoległe z obwodem zasilanym przez ten wyłącznik. Gdyby było inaczej, sąsiedzi mogliby sobie płatać złośliwe psikusy uniemożliwiające stosowanie wyłączników różnicowoprądowych.



Rys. 1. Pomiar rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego

W języku polskim nie ma w użyciu prostych określeń potrzebnych do usytuowania względem rozpatrywanego wyłącznika – wspomnianych wyżej – jednej i drugiej części instalacji. Nie wystarczy powiedzieć **przed** lub **za** wyłącznikiem, bo to zależy od kierunku patrzenia. Chodzi o określenia analogiczne do używanego w przypadku przepływu wody w rzece. Takie określenia są w wielu innych językach i odnoszą się zarówno do kierunku przepływu wody w ciekach, jak i kierunku przepływu energii elektrycznej i innych mediów. Najbardziej zwięzłe i jednoznaczne w tej mierze, bez wyrażen synonimicznych, są języki: angielski i francuski, a dość nieporadne są języki słowiańskie i języki krajów strefy śródziemnomorskiej (tablica 1).

**Tablica 1.** Wielojęzyczne określenia usytuowania obiektów względem wybranego punktu na drodze strumienia danego medium

język angielski	downstream	upstream
język francuski	en aval	en amont
język niemiecki	stromabwärts, flussabwärts	stromaufwärts, flussaufwärts
język hiszpański	con la corriente, río abajo	a contracorriente, río arriba
język włoski	lungo la corrente, a valle	contro corrente, a monte
język polski	z prądem, w dół rzeki	pod prąd, w górę rzeki
język rosyjski	по течению, вниз по течению	против течения, вверх по течению, выше по течению
język czeski	po proudu, dolni tok, směřující po proudu	proti proudu, protisměr

Ostatnia część pytania jest zaskakująca, bo „przewody instalacji wiszące luźno na ścianach i zachłapane mokrą farbą” w sąsiednich mieszkaniach zapewne nie są pod napięciem i chociażby z tego powodu nie mogą mieć wpływu na wynik pomiaru rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania wyłączników w jakimkolwiek miejscu instalacji. To wynika z elementarnych praw elektrotechniki.

## Pytanie 2

Zgodnie z normą PN-IEC 611008-1 wymagana wartość rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania wyłączników różnicowoprądowych z wyzwalaniem typu A wynosi  $I_{\Delta} \leq 1,4 I_{\Delta n}$  tzn. dla wyłącznika o znamionowym prądzie różnicowym 30 mA wartość ta wynosi  $I_{\Delta} \leq 42$  mA. W wielu przypadkach pomiarowiec kwestionował jakość wyłączników ze względu na przekroczenie wartości 30 mA. Czy słusznie postępował?

## Odpowiedź

Pomiarowiec postępował niesłusznie, okazał się niekompetentny.

Historycznie rzecz rozpatrując, jako pierwsze – przez około 30 lat – były produkowane i stosowane wyłączniki różnicowoprądowe reagujące tylko na prąd różnicowy przemienny sinusoidalny 50/60 Hz, czyli wyłączniki o wyzwalaniu **typu AC**, chociaż nie były tak nazywane, dopóki nie pojawiły się inne. Tym wyłącznikom o działaniu bezwzględnie przypisano:

- 1) prąd różnicowy zadziałania<sup>1</sup> równy ich znamionowemu prądowi różnicowemu zadziałania ( $I_{\Delta n}$ ), co słusznie uznano za oczywiste, oraz
- 2) prąd różnicowy niezadziałania<sup>2</sup> równy połowie tej wartości ( $0,5I_{\Delta n}$ ), a to z kolei wynikało z dopuszczalnego rozrzutu rzeczywistego prądu zadziałania, który powinien być możliwie nieduży, ale z dużym poziomem ufności łatwy do utrzymania w produkcji wielkoseryjnej.

W rezultacie prądem nastawczym  $I_{\Delta nast}$  wyzwalacza różnicowego, raz na zawsze nastawionym w wytwórni, jest w zasadzie wartość średnia geometryczna obu skrajnych wartości:

$$I_{\Delta nast} = \sqrt{0,5I_{\Delta n} \cdot I_{\Delta n}} \approx 0,71I_{\Delta n}$$

Średnia geometryczna bywa też nazywana średnią proporcjonalną, bo stosunek kolejnych dwóch wartości jest jednakowy, w tym przypadku:

$$\frac{I_{\Delta n}}{I_{\Delta nast}} = \frac{I_{\Delta nast}}{0,5I_{\Delta n}} = \sqrt{2}$$

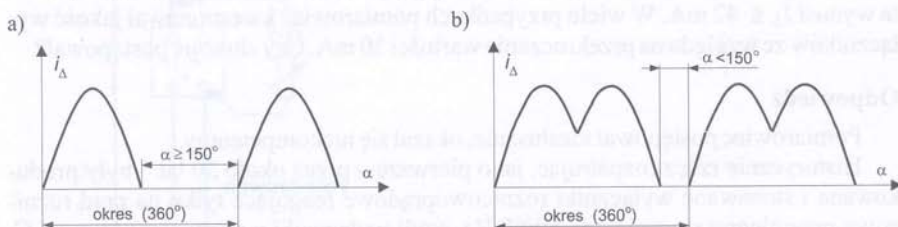
Kiedy pojawiły się wyłączniki krótkozwłoczne, nadal o wyzwalaniu typu AC, przypisano im te same granice dopuszczalnego rozrzutu prądu zadziałania. Było to możliwe, technicznie wykonalne, bo zasada detekcji prądu różnicowego pozostała w nich ta sama. Tę konwencję w odniesieniu do wyłączników AC słusznie utrzymuje się po dziś dzień, aby nie wprowadzać zamieszania.

<sup>1)</sup> **Prąd różnicowy zadziałania** (ang. residual operating current) – najmniejsza wartość prądu różnicowego, która powoduje zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego w określonych warunkach.

<sup>2)</sup> **Prąd różnicowy niezadziałania** (ang. residual non-operating current) – największa wartość prądu różnicowego, która nie powoduje zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego w określonych warunkach.

Po latach pojawiły się wyłączniki o wyzwalaniu **typu A**, zdolne reagować na pojawienie się prądu różnicowego pulsującego stałego, co wymaga innej zasady detekcji prądu różnicowego. Gdyby wymagano od nich wyzwalania tylko przy takim przebiegu prądu różnicowego, wtedy można by im przypisać prąd różnicowy zadziałania równy ich znamionowemu prądowi różnicowemu zadziałania ( $I_{\Delta n}$ ) i utrzymać taki sam jak dla wyłączników AC ciąg wartości  $I_{\Delta n}$  (30, 100, 200, 300, 500... mA). Jednakże wyłączniki A to „dwa w jednym”, bo wymaga się od nich wyzwalania:

- przy prądzie różnicowym sinusoidalnym w takich warunkach jak wyłączniki AC i ponadto
- przy prądzie różnicowym pulsującym stałym<sup>1</sup>.



Rys. 2. Przykładowe przebiegi prądu różnicowego w obwodzie prostownika:

- a) jednopulsowego niesterowanego – wyłącznik o wyzwalaniu typu A wykrywa;  
 b) dwupulsowego niesterowanego, zasilanego napięciem międzyprzewodowym – wyłącznik o wyzwalaniu typu A nie wykrywa prądu różnicowego.

Nie da się zrobić wyłącznika różnicowoprądowego z jednym przekładnikiem sumującym, który miałby tę samą wartość rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania przy obu przebiegach prądu różnicowego (szczegóły – [www.edwardmusial.info/pliki/rcd\\_02.pdf](http://www.edwardmusial.info/pliki/rcd_02.pdf)). Skoro słusznie nie zmieniono wymagań dla wyzwalania typu AC, to należało przyjąć inne wymagania dla wyzwalania typu A. Są one zestawione w tabelicy 2.

Tablica 2. Prąd niezadziałania oraz prąd zadziałania wyłączników różnicowoprądowych o wyzwalaniu typu A i typu B przy prądzie różnicowym pulsującym stałym<sup>2</sup>

Kąt opóźnienia prądu	Prąd niezadziałania	Prąd zadziałania	
		Wyłączniki $I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$	Wyłączniki $I_{\Delta n} \geq 30 \text{ mA}$
$0^\circ$	$0,35 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$
$90^\circ$	$0,25 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$
$135^\circ$	$0,11 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$

To, że prąd różnicowy zadziałania jest tylko od 40 do 100% większy, niż przy wyzwalaniu AC, udało się uzyskać dzięki odpowiedniej definicji **prądu różnicowego pulsującego stałego** ustalającą przerwę praktycznie bezprądową przez niemal pół okresu (rys. 2a). Nie wymaga się zatem, aby wyłączniki A reagowały na prąd różnicowy

<sup>1)</sup> **Prąd pulsujący stały** – prąd o przebiegu pulsującym, który w każdym okresie odpowiadającym częstotliwości sieciowej przybiera wartość zero albo wartość nie przekraczającą  $0,006 I_{\Delta n}$  prądu stałego w jednym pojedynczym przedziale czasu, odpowiadającym kątowi co najmniej  $150^\circ$ .

<sup>2)</sup> Według IEC/TR 60755:2008-01 General requirements for residual current operated protective devices.

wy wyprostowany dwupołówkowo. Zmieniły się też wymagania odnośnie do wartości prądu różnicowego niezadziałania, bo z konieczności trzeba było dopuścić znacznie większy rozrzut wartości rzeczywistego prądu zadziałania niż w wyłącznikach AC. Z wartości podanych w tablicy 2 łatwo wywnioskować, że w skrajnym przypadku (wyłącznik  $I_{\Delta n} < 30$  mA, kąt opóźnienia prądu  $135^\circ$ ) dopuszczono rozrzut wokół wartości średniej geometrycznej aż 3-krotnie większy.

Te same problemy wystąpiły i podobnie je rozwiązywano, kiedy pojawiły się wyłączniki różnicowoprądowe o wyzwalaniu **typu B**. Wyłączniki B to co najmniej „trzy w jednym”, bo wymaga się od nich wyzwalania:

- przy prądzie różnicowym sinusoidalnym w sposób identyczny jak wyłączniki AC,
- przy prądzie różnicowym pulsującym stałym w sposób identyczny jak wyłączniki A (tabl. 2) i ponadto
- przy prądzie różnicowym stałym o pomijalnym tętnieniu i ewentualnie
- przy innych przebiegach prądu różnicowego (np. prądu o dużej częstotliwości).

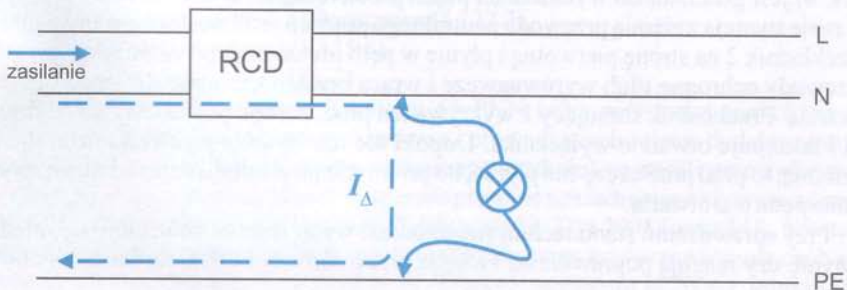
### Pytanie 3

Mieliśmy kilka przypadków, kiedy elektromonter w celu zbadania poprawności działania wyłączników różnicowoprądowych zwierzał kontrolką żarówkową przewody N i PE za wyłącznikiem. Jeżeli wyłącznik po zwarciu wyłączył, to uznawał, że wyłącznik jest uszkodzony. Czy takie sprawdzanie jest miarodajne?

### Odpowiedź

Elektryk, który tak postępuje, nie rozumie jak działa wyłącznik różnicowoprądowy. Między przewodami neutralnym N a ochronnym PE występuje **napięcie o niewiadomej wartości**, od zera do kilku woltów, a nawet więcej w stanach zakłóceńowych. Monter przyłącza „kontrolkę żarówkową” (rys. 3), która ma **rezystancję o niewiadomej wartości**, wymusza **prąd różnicowy o niewiadomej wartości**, być może dodający się do prądu różnicowego (również o niewiadomej wartości) spowodowanego prądem upływowym obwodu. **Żadnego miarodajnego wniosku z takiego „badania” wyciągnąć nie można** ani wtedy, kiedy wyłącznik otworzy się, ani wtedy, kiedy nie otworzy się.

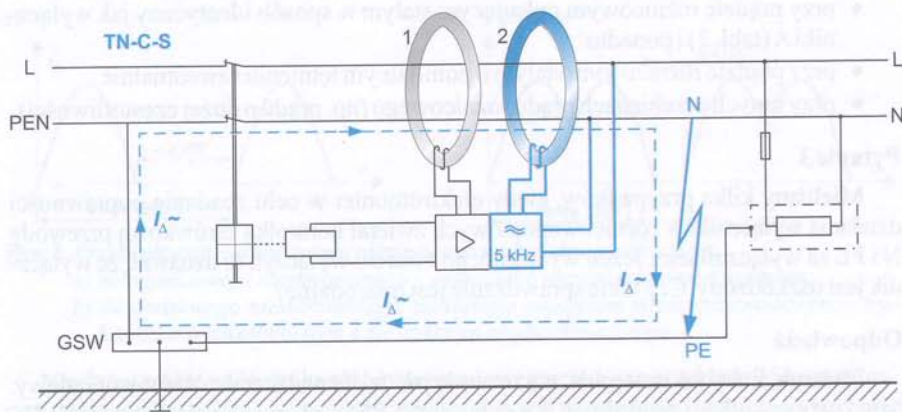
Od standardowych europejskich wyłączników różnicowoprądowych nie wymaga się, aby reagowały na zwarcie przewodów neutralnego N z ochronnym PE, chociaż



Rys. 3. Niedorzeczny sposób sprawdzania poprawności działania wyłącznika różnicowoprądowego

takie zwarcie może zakłócać działanie wyłącznika zmniejszając wartość prądu różnicowego, a więc odczulając wyłącznik. To jeden z powodów, dla których w 3-fazowych układach TT instaluje się ograniczniki przepięć w układzie połączeń 3+1, a nie w układzie 4+0 ([www.edwardmusial.info/pliki/d\\_ogr\\_przep.pdf](http://www.edwardmusial.info/pliki/d_ogr_przep.pdf)).

Natomiast wyzwania przy zwarciach N-PE w chronionym obwodzie wymaga się od amerykańskich wyłączników GFCI (ang. *ground fault circuit interrupter*), które z tego powodu mają inną budowę. Mają dwa przekładniki prądowe, z których jeden ma za zadanie wykrywać prąd różnicowy, a drugi – wykrywać zwarcie przewodu neutralnego z ziemią. W obwodach wtórnych przekładników jest rozbudowany układ elektroniczny o zasilaniu sieciowym.



**Rys. 4.** Zasada działania wyłącznika GFCI przy zwarciu przewodu neutralnego N z ziemią lub z przewodem ochronnym PE w chronionym obwodzie:

$I_{\Delta}$  – prąd o średniej częstotliwości wymuszany przez generator w obwodzie wtórnym przekładnika 2

1 – przekładnik do wykrywania prądu różnicowego

2 – przekładnik średniej częstotliwości do transformacji prądu probierczego (5 kHz)

Do wykrywania zwarcia przewodu neutralnego z ziemią zastosowano następujące rozwiązanie. W obwodzie wtórnym przekładnika prądowego średniej częstotliwości 2 (rys. 4) jest generator do wymuszania prądu probierczego o częstotliwości np. 5 kHz. W razie zwarcia z ziemią przewodu neutralnego prąd ten jest transformowany poprzez przekładnik 2 na stronę pierwotną i płynie w pętli utworzonej przez miejsce zwarcia, przewody ochronne i/lub wyrównawcze i wraca przewodem neutralnym do miejsca zwarcia. Przekładnik sumujący 1 wykrywa ten prąd, zostaje pobudzony układ detekcji i następuje otwarcie wyłącznika. Dopóki nie ma zwarcia przewodu neutralnego z ziemią, to prąd probierczy nie płynie, bo po stronie pierwotnej przekładnika wspomniana pętla jest otwarta.

Przy sprawdzaniu stanu technicznego takich wyłączników kontroluje się między innymi, czy reagują poprawnie na zwarcie przewodów N i PE w chronionym obwodzie.

(Gdańsk, 12.02.2011 r.)

Edward Musiał

## DODATKOWE POŁĄCZENIA WYRÓWNAWCZE W POMIESZCZENIACH WYPOSAŻONYCH W WANNĘ LUB PRYSZNIC

### 1. Wstęp

Do napisania tego artykułu sprowokował mnie Pan mgr inż. Józef Broj, który zwrócił się do mnie, za pośrednictwem Redakcji *INPE*, z prośbą o stanowisko w sprawie połączeń wyrównawczych w pomieszczeniach z wanną lub/i z natryskiem (prysznicem). Poprosił mnie również o potraktowanie Jego „apelacji jako pilnej uwagi na bieżące realizacje nowych instalacji elektrycznych”. Przy okazji, w swoim liście, zarzucił mnie i dr. E. Musiałowi, że w swoich publikacjach w *INPE* „temat ten (połączenia wyrównawcze lokalne) został mocno podważony” (dotyczy to mojego artykułu z 2006 r. zamieszczonego w *INPE* Nr 76-77, str. 38-42 [5]). W tej sytuacji nic mi nie pozostaje jak tylko pozytywnie ustosunkować się do prośby Pana J. Broja, tym bardziej, że normy i przepisy poświęcone tej tematyce zawierają na ogół wymagania ogólne (nie szczegółowe). Np. w normie PN-IEC 60364-7-701 [9] (która zostanie zastąpiona 10.03.2011 r. przez nową normę PN-HD 60364-7-701 [8]) połączeniem wyrównawczym poświęcono jedno zdanie. W zdaniu tym jest zapisane, że „W pomieszczeniu (z wanną lub prysznicem) powinny być wykonane lokalne połączenia wyrównawcze łączące ze sobą oraz z przewodami ochronnymi wszystkie części przewodzące obce, znajdujące się w strefach 1, 2 i 3”. Takie wymaganie ogólne budziło wiele wątpliwości. Pojawiły się pytania, które części przewodzące należy uznać za części przewodzące obce? Najczęściej się pytano o metalowe krany na rurach nieprzewodzących prąd elektryczny. Te ostatnie pytania spowodowały, że Komisja 55 PKN wydała opinię [12] w tej sprawie, która została najpierw rozesłana do Oddziałów SEP, a następnie była podstawą do zmiany kilku postanowień zawartych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [10] ogłoszonym w 2002 roku. W swojej opinii Komisja 55 PKN zapisała, że metalowe krany i inne elementy metalowe zamontowane na rurach nieprzewodzących należy łączyć przewodami wyrównawczymi z przewodem ochronnym.

Podobne stwierdzenia znalazły się w Rozporządzeniu MI [10] z 2002 r. w następujących rozdziałach działu IV:

- 1. Instalacje wodociągowe zimnej i ciepłej wody (§ 113.8),
- 2. Kanalizacja ściekowa i deszczowa (§ 122.3),
- 4. Instalacje ogrzewcze (§ 135.6),
- 7. Instalacja gazowa (§ 158.7).

Po zapoznaniu się z opinią Komitetu 55 PKN kilka osób zajmujących się na Politechnikach ochroną przeciwporażeniową i prowadzących zajęcia dydaktyczne na ten temat (m.in. dr E. Musiał i autor niniejszego artykułu) wystąpili przeciwko ww. postanowieniom. Pierwsze moje wystąpienia pisemne uzasadniające krytyczną ocenę opinii PKN miały miejsce już w latach 2000 (patrz [2, 3]) i 2001 (patrz [4]). Niestety głosy krytyczne dotyczące takiego postanowienia i oceny krytyczne innych osób nie znalazły odzewu przez kolejnych kilka lat. Dlatego napisałem w 2006 r. artykuł [5], który wspomina Pan J. Broj. Mylił się on jednak, że w moim artykule temat połączeń wyrównawczych w łazienkach mocno podważałem. W artykule tym krytykuję tylko

jedno z wielu nakazanych połączeń wyrównawczych, tzn. dodatkowe połączenie wyrównawcze metalowych części (m.in. kranów) osadzonych na nieprzewodzących rurach instalacji łazienkowych. Jak się okazuje, krytyka ta była słuszna, bo wreszcie stanowisko kilku pracowników wyższych uczelni technicznych, zajmujących się ochroną przeciwporażeniową, znalazło uznanie w znowelizowanym w 2009 roku. Rozporządzeniu MI [11], w którym §§: 113.8, 122.3 i 135.6 zostały uchylone w całości, a §158.7 został uchylony w części dotyczącej połączeń wyrównawczych.

Szkoda tylko, że zrobiono to tak późno, i że postanowienia przepisów prawnych dotyczące ochrony przeciwporażeniowej piszą często osoby mające zbyt słabą wiedzę z tej tematyki, i które nie gwarantują dobrej jakości przepisów. Uwaga ta dotyczy też osób tłumaczących normy z zakresu ochrony przeciwporażeniowej.

Ponieważ dotychczas stosowana norma PN-IEC 60364-7-701 [9] nie zawierała wymagań szczegółowych, dotyczących połączeń wyrównawczych, a komentarze w tym zakresie nie były jednoznaczne, a także zastępująca ją nowa norma PN-HD-60364-7-701 [8] nie jest jeszcze wielu elektrykom znana, warto przytoczyć i omówić szczegółowe wymagania nowej normy [8] oraz sięgnąć do komentarzy norm niemieckich [13].

## 2. Wymagania stawiane lokalnym połączeniom wyrównawczym w normie PN-HD 60364-7-701

### 2.1. Informacje ogólne o części 7-701 normy PN-HD 60364

Podane w części 7-701 [8] normy PN-HD 60364 wymagania modyfikują lub zastępują niektóre wymagania ogólne podane w pozostałych częściach normy PN-HD 60364.

Szczegółowe wymagania podane w omawianej części 7-701 normy „Instalacje elektryczne niskiego napięcia” mają zastosowanie do instalacji elektrycznych w pomieszczeniach zawierających stałą wannę lub prysznic oraz do otaczających je stref, jakie opisano w tej części normy (strefy 0.1 i 2). Ta część normy nie ma zastosowania do urządzeń specjalnych, np. specjalnych spryskiwaczy stosowanych w pomieszczeniach przemysłowych lub w laboratoriach.

W części 7-701 [8] normy zastosowano nowy system numerowania poszczególnych rozdziałów. Jest on zgodny ze strukturą i odpowiednimi odwołaniami do innych części normy PN-HD 60364. Szczegółowe numery następujące po numerze 701 odpowiadają numerom innych części lub rozdziałów PN-HD 60364. Np. nr 701.41 oznacza, że postanowienia zapisane pod tym numerem uzupełniają, zastępują lub modyfikują postanowienia zapisane w części 4-41 [6] normy PN-HD 60364. Podobnie numer 701.415 oznacza, że postanowienia znajdujące się pod tym numerem są związane z postanowieniami rozdziału 415 części 4-41 [6].

Wymagania dotyczące ochrony dodatkowej: „dodatkowe połączenia wyrównawcze” zapisano w podrozdziale 701.415.2 nowej normy.

### 2.2. Wymagania dotyczące dodatkowych połączeń wyrównawczych zapisane w PN-HD 60364-7-701

Poniżej przytoczono wymagania zawarte w podrozdziale 701.415.2 [8] normy PN-HD 60364. Ich tekst zawiera szereg niejasnych sformułowań i błędnych terminów. Trudności w zrozumieniu tych postanowień wynikają też z pozostawieniu w wielu zdaniach angielskiego szyku słów. Widocznie tłumaczenie powierzono osobie niekompetentnej. Wyjaśnienia, na czym polegają te błędy, są zapisane kursywą.



„Lokalne dodatkowe ochronne połączenie wyrównawcze zgodnie z 415.2 powinno być wykonane poprzez połączenie przewodu ochronnego z częściami przewodzącymi dostępnymi i zewnętrznymi dostępnymi częściami przewodzącymi w pomieszczeniu zawierających wannę i/lub prysznic”.

*Pomijając brak przecinków i niewłaściwy szyk słów, istotnym błędem jest użycie nieznanego elektrykom terminu „zewnętrzne dostępne części przewodzące” zamiast terminu znajdującego się w części 195 i 826 Międzynarodowego słownika terminologicznego elektryki (PN-IEC 60050) i w wielu innych normach – „części przewodzące obce”. Poza tym wymaganie to jest niezrozumiałe. Powinno ono zawierać następującą informację:*

***W pomieszczeniu wyposażonych w wannę lub/i prysznic powinny być, zgodnie z 415.2, wykonane lokalne, dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne, łączące ze sobą przewody ochronne (PE), części przewodzących dostępnych oraz części przewodzące obce.***

„Dodatkowe połączenie wyrównawcze może być prowadzone na zewnątrz lub wewnątrz pomieszczeń zawierających wannę lub prysznic, najlepiej blisko wprowadzenia do tych pomieszczeń dostępnych części przewodzących”.

*W powyższym zdaniu istotnym błędem jest przetłumaczenie przez tłumacza angielskiego terminu „extraneous-conductive-parts” jako „dostępne części przewodzące”. Angielski termin „extraneous-conductive-part” jest tłumaczony na język polski jako „część przewodząca obca”. Sądzę, że każdy elektryk wie, że „część przewodząca dostępna” (exposed-conductive-parts) i „część przewodząca obca” to dwie zupełnie inne części. Stosując przytoczone wyżej wymaganie zamieszczone w polskiej wersji omawianej normy projektant może zaprojektować połączenie wyrównawcze dodatkowe w innym miejscu niż wskazane przez normę.*

„Przekrój przewodów-ochronnych tych lokalnych połączeń wyrównawczych powinien być zgodny z 543.1.3 w HD 60364-5-54.”.

*W angielskiej wersji językowej wymaganie zaczyna się od słów „The cross-sectional area...”, tzn. „Powierzchnia przekroju poprzecznego...”, a nie „Przekrój przewodów ochronnych...”. Pomyłka w tłumaczeniu powoduje, że wymaganie nie jest jednoznaczne.*

„Przykładami możliwych zewnętrznych części przewodzących układu są następujące elementy:

- metalowe części instalacji wodnej i metalowe części instalacji kanalizacyjnej,
- metalowe części instalacji ogrzewczej i metalowe części instalacji klimatyzacyjnej,
- metalowe części instalacji gazowej,
- dostępne metalowe części konstrukcji.”.

*W powyższym tekście powtórnie jest użyty nieprawidłowy termin „zewnętrzne części przewodzące” zamiast prawidłowego – „części przewodzące obce”.*

„Metalowe rury pokryte tworzywem sztucznym nie wymagają łączenia z lokalnymi dodatkowymi połączeniami wyrównawczymi pod warunkiem, że nie są one dostępne w miejscu usytuowania i nie są przyłączone do niepołączonych z nim dostępnych części przewodzących”.

Wymaganie jest sformułowane niezrozumiale. Użyte w tekście angielskim tego wymagania słowa „accessible conductive parts” mają inne znaczenie niż anglojęzyczny termin „exposed-conductive-parts” tłumaczony w Polsce jako „część przewodząca dostępna (część przewodząca urządzenia elektrycznego, która w normalnych warunkach pracy nie jest pod napięciem). W tym wypadku należało tekst angielski przetłumaczyć tak aby był on jednoznaczny, np. „części przewodzące, będące w zasięgu ręki”.

„Jeżeli w budynku nie ma głównej szyny wyrównawczej, to częścią dodatkowego połączenia wyrównawczego powinny być – wprowadzone do pomieszczeń zawierających wannę lub prysznic – następujące części przewodzące obce:

- części instalacji zasilającej wodnej i części instalacji kanalizacyjnej,
- części instalacji ogrzewczej i klimatyzacyjnej,
- części instalacji gazowej.”

Wymaganie jest sformułowane niezrozumiale. Niestety przetłumaczono w tym tekście angielskie słowo „part” jako „część”. Słowo „part” ma wiele znaczeń. Należało napisać „Jeżeli w budynku nie ma głównej szyny wyrównawczej, to w pomieszczeniu z wanną lub prysznicem należy wykonać dodatkowe połączenia wyrównawcze następujących części obcych...”.

Poza tym niezbyt szczęśliwym jest zastosowanie określenia „części instalacji zasilającej wodnej”. Wydaje się, że wystarczyło napisać „części instalacji wodnej”.

### 3. Dodatkowe połączenia wyrównawcze w pomieszczeniach z wanną lub/i z prysznicem wg komentarza do normy DIN-VDE 0100

Wymagania stawiane dodatkowym połączeniom wyrównawczym w normie PN-HD 60364-7-701 nie wyjaśniają szczegółowo, które części przewodzące różnych instalacji nieelektrycznych należy objąć dodatkowymi połączeniami wyrównawczymi. W normie tej zamieszczone jest wymaganie o charakterze ogólnym oraz przykłady instalacji, których części przewodzące obce należy objąć tymi połączeniami. Szczegółowe informacje można znaleźć w publikacjach zagranicznych, które są komentarzami do norm i wydawane przez organizacje skupiające elektryków, m.in. ściśle współpracujących przy opracowywaniu norm z Narodowymi Komitetami Normalizacyjnymi. Takie wiarygodne publikacje wydaje w Niemczech VDE, które jest współautorem wielu norm DIN VDE dotyczących instalacji elektrycznych niskiego napięcia.

Poniżej przedstawione są komentarze dotyczące zakresu zastosowania dodatkowych połączeń wyrównawczych zawartych w seryjnej publikacji VDE nr 35 [13]. Wprawdzie tekst komentarza pochodzi z 1993 r., ale zasady podane w tym komentarzu nie uległy w ostatnim czasie zmianom.

Autor ww. publikacji [13] zwraca uwagę na szczególne zagrożenie porażeniowe, które może wystąpić w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem ze względu na znaczne obniżenie rezystancji skóry osoby kąpiącej się lub biorącej prysznic (rezystancja skóry jest zwykle istotną częścią rezystancji ciała człowieka). Duże znaczenie na rezystancję obwodu rażeniowego, a więc i prądu dotykowego (rażeniowego), ma też fakt, że osoba biorąca kąpiel lub prysznic nie ma na sobie obuwia. Dlatego w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem dopuszczalne długotrwałe napięcie dotykowe spodziewane UL (25 V) jest znacznie mniejsze niż w innych pomieszczeniach, gdzie nie występują takie warunki, np. w innych pomieszczeniach mieszkania (50 V).

Dlatego w omawianych pomieszczeniach wymaga się wykonania dodatkowych połączeń wyrównawczych.

W części 701 normy DIN-VDE 0100 [1] (wydania, do którego był pisany komentarz) jest zapisane, że **połączeniami wyrównawczymi w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem należy objąć:**

- przewodzące wanny i brodziki prysznicowe,
- metalowe przewody ściekowe (kanalizacyjne),
- pozostałe metalowe systemy rur przewodzących.

**Połączenia wyrównawcze należy wykonać także** w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem wtedy, gdy w tych pomieszczeniach nie ma żadnych instalacji elektrycznych. W takich pomieszczeniach niebezpieczne napięcia dotykowe spodziewane mogą się pojawić przy uszkodzeniach instalacji elektrycznych w innych pomieszczeniach (przeniesione z innych pomieszczeń, a nawet budynków przez części przewodzące obce, np. metalowe rury lub konstrukcje).

**Nie wymaga się obejmowania połączeniami wyrównawczymi w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem takich części przewodzących, jak: metalowych futryn drzwi, metalowych ram okiennych, metalowych ram ścianek i drzwi kabin prysznicowych, metalowych uchwytów i wieszaków, wpuszczonych w podłogę metalowych pokryć (kratek) ściekowych i metalowych rur przelewowych wanny.**

Połączenia te są zwykle bardzo trudne do wykonania albo części przewodzące nie są w rzeczywistości częściami przewodzącymi obcymi, bo prawdopodobieństwo pojawienia się na nich części niebezpiecznych napięć jest pomijalne. Przyczyniają się do tego inne wymagania stawiane instalacjom elektrycznym w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem, np. wymagania dotyczące miejsc, w których mogą być prowadzone przewody instalacji elektrycznych i umieszczane urządzenia elektryczne.

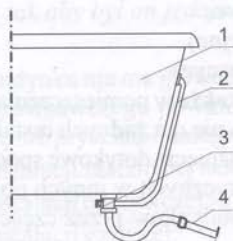
W ww. normie niemieckiej nie wymieniono metalowej armatury (m.in. metalowych kranów) zamontowanej na rurach wykonanych z tworzywa sztucznego, gdyż uznano, że elektrycy wiedzą, że nie są to części przewodzące obce. Zagadnienie to jest przedmiotem dalszych wyjaśnień zawartych w Komentarzu [13].

Szczegółowe wymagania dotyczące wykonania dodatkowych połączeń wyrównawczych, gdy wanny i wszystkie części przewodzące instalacji nieelektrycznych były metalowe (przewodzące) elektrycy uznawali za zrozumiałe. Kłopoty interpretacyjne zaczęły się, gdy w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem pojawiły się wanny, brodziki, rury i inne elementy instalacji nieelektrycznych wykonanych z tworzyw sztucznych. **Powstał bałagan**, gdyż elektrycy nieraz przypisywali nieprawidłowo częściom metalowym instalacji nieelektrycznych osadzonych na rurach wykonanych z tworzyw sztucznych cechy części przewodzących obcych (stwarzających zagrożenie porażeniowe).

Pierwsze wyjaśnienia dotyczące wariantów i elementów instalacji kanalizacyjnej połączonej z wanną podała (wg [13]) w roku 1981 Komisja K221 Niemieckiej Komisji Elektrotechnicznej w DIN i VDE (DKE). Komisja ta wyjaśniła, że:

- w przypadku wanny i rury ściekowej z tworzywa sztucznego oraz metalowych wentyli odpływowych nie wymaga się obejmowania dodatkowymi połączeniami wyrównawczymi żadnej z tych części,
- w przypadku wanny metalowej, rury ściekowej z tworzywa sztucznego i metalowego wentyla odpływowego wymagane jest przyłączenie dodatkowego połączenia wyrównawczego tylko do wanny.

Autor komentarza [13] podał więcej szczegółowych wyjaśnień dotyczących zasad obejmowania połączeniami wyrównawczymi wanien, brodzików, pryszniców i połączonych z nimi częściami instalacji kanalizacyjnej. Wyjaśnienia te autor niniejszego artykułu zestawiał w tabeli 1, a części, które są wymienione w tej tabeli są zaznaczone na rysunku 1.



- 1 – wanna,
- 2 – rura przelewową,
- 3 – wentyl odpływowy,
- 4 – rura ściekowa

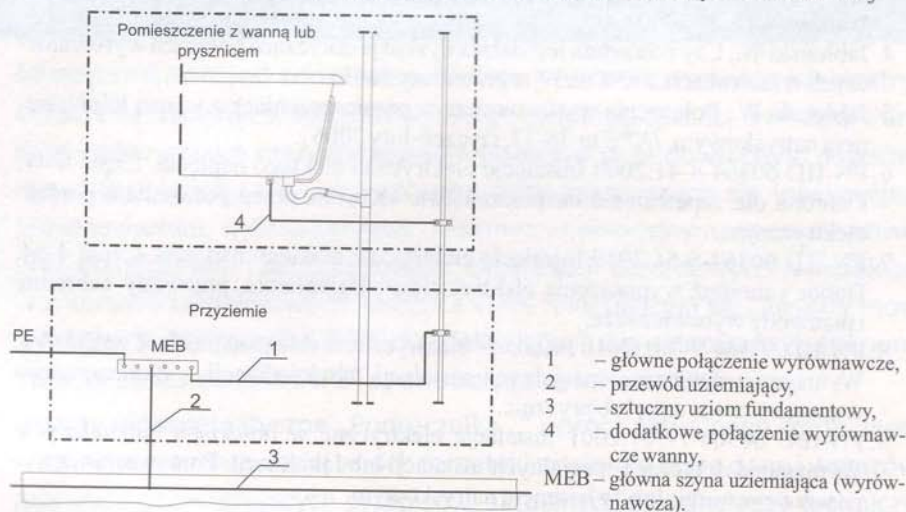
Rys. 1. Elementy wanny i jej połączenia z instalacją kanalizacyjną

Tabela 1. Wymagane połączenia wyrównawcze wanien lub pryszniców (brodzików) i elementów odprowadzenia z wanien lub pryszniców wodę a zależności od materiałów z jakich te wanny lub prysznice i elementy odprowadzające są wykonane wg komentarzy [13]

Lp.	Elementy	Materiał elementu		Połączenie wyrównawcze dodatkowe
		Metal	Tworzywo sztuczne	
1	Wanna lub prysznic	-	+	
	Wentyl odpływowy	-	+	
	Rura ściekowa	-	+	
2	Wanna lub prysznic	-	+	
	Wentyl odpływowy	-	+	
	Rura ściekowa	+	-	Wymagane
3	Wanna lub prysznic	-	+	
	Wentyl odpływowy	+	-	
	Rura ściekowa	-	+	
4	Wanna lub prysznic	-	+	
	Wentyl odpływowy	+	-	
	Rura ściekowa	+	-	
5	Wanna lub prysznic	+	-	Wymagane
	Wentyl odpływowy	+	-	Wymagane
	Rura ściekowa	+	-	Wymagane
6	Wanna lub prysznic	+	-	Wymagane
	Wentyl odpływowy	+	-	
	Rura ściekowa	-	+	
7	Wanna lub prysznic	+	-	Wymagane
	Wentyl odpływowy	-	+	
	Rura ściekowa	+	-	Wymagane
8	Wanna lub prysznic	+	-	Wymagane
	Wentyl odpływowy	-	+	
	Rura ściekowa	-	+	

Autor Komentarza [13] porusza też sprawę części przewodzących osadzonych na rurach, przez które przepływa woda, wykonanych z tworzywa sztucznego (rur nieprzewodzących). Dotyczy to np. metalowych zaworów (kranów), grzejników centralnego ogrzewania. Takie części nie są objęte systemem dodatkowych połączeń wyrównawczych, gdyż „słup wody słodkiej ma tak duży opór, że jest on wystarczająco duży, aby uniemożliwić pojawienie się niebezpiecznego napięcia dotykowego spodziewanego”.

Wszystkie przewody dodatkowych połączeń wyrównawczych w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem powinny być połączone z przewodami ochronnymi (PE) do miejscowej szyny wyrównawczej znajdującej się w tym pomieszczeniu i połączonej z główną szyną uziemiającą (wyrównawczą) budynku połączeniem wyrównawczym głównym. Autor Komentarza [13] dopuszcza wykorzystanie, jako miejscową szynę wyrównawczą, metalowej rury wodociągowej połączonej z główną szyną uziemiającą (wyrównawczą) (rys. 2). Rura ta powinna zapewniać ciągłość elektryczną. Dopuszcza też umieszczenie miejscowej szyny wyrównawczej w rozdzielni mieszkaniowej.



Rys. 2. Połączenie dodatkowego połączenia wyrównawczego wanny z głównym połączeniem wyrównawczym z wykorzystaniem rury wodociągowej

#### 4. Wnioski końcowe

1. Dodatkowe połączenia wyrównawcze w pomieszczeniach z wanną lub prysznicem stanowią środek ochrony przeciwporażeniowej będący uzupełnieniem (zwykle wraz z wysokoczułym wyłącznikiem różnicowoprądowym) ochrony przy uszkodzeniu, niezbędnym dla zapewnienia bezpieczeństwa elektrycznego osób znajdujących się w warunkach zwiększonego zagrożenia porażeniowego.
2. Wymagania stawiane dodatkowym połączeniom wyrównawczym są zawarte w częściach 4-41, 5-54 i 7-701 normy PN-HD 60364 Instalacje elektryczne niskiego napięcia.
3. Część 7-701 normy PN-HD 60364 uzupełnia, modyfikuje lub zastępuje niektóre wymagania ogólne podane w pozostałych częściach normy PN-HD 60364.

4. Postanowienia dotyczące dodatkowych połączeń wyrównawczych zawarte w polskojęzycznej części 7-702 normy PN-HD 60364 powinny być możliwie szybko przedrukowane. Ich obecna redakcja jest w wielu miejscach niepoprawna, zawierająca wymagania sprawiające trudności w ich poprawnej interpretacji, m.in. wskutek zastosowania niepoprawnej terminologii z zakresu ochrony przeciwporażeniowej.

### 5. Literatura

1. DIN-VDE Teil 701/05.84 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Raume mit Badewanne oder Dusche; vde-verlag, Berlin.
2. Jabłoński W., Problemy projektowania połączeń wyrównawczych w pomieszczeniach z wanną lub/i basenem natryskowym. *INPE* nr 33, maj-czerwiec 2000 r.
3. Jabłoński W., Problemy projektowania połączeń wyrównawczych w pomieszczeniach z wanną lub/i basenem natryskowym. Załącznik nr 5 do protokołu z 226 Narady Głównych Specjalistów SOW przy BS i PPUE „Energoprojekt” w Warszawie. Warszawa 15.06.2000 r.
4. Jabłoński W., Czy potrzebna jest dalsza dyskusja dotycząca połączeń wyrównawczych w łazienkach. *INPE* nr 37, styczeń-luty 2001 r.
5. Jabłoński W., Połączenia wyrównawcze w pomieszczeniach z wanną lub/i basenem natryskowym. *INPE* nr 76-77, styczeń-luty 2006 r.
6. PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.
7. PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-54. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody wyrównawcze.
8. PN-HD 60364-7-701:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-7-1. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Pomieszczenia wyposażone w wannę lub prysznic.
9. PN-IEC 60364-7-701:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub/i z basenem natryskowym.
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. Nr 75 z 2002 r., poz. 650.
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. Nr 7 z 2002 r., poz. 650 z późniejszymi zmianami (stan prawny na 08.07.2009 r.).
12. Stanowisko NKP nr 55 w sprawie połączeń wyrównawczych w pomieszczeniach zawierających instalacje wodne wykonane rurami z tworzyw sztucznych.
13. Vogt D. Potentialausgleich Fundamenterder, Korrosionsgefahrund, DIN VDE 0100, DIN 18014 und viele mehr. VDE-Schriftenreihe 35. VDE-verlage gmbh. Berlin – Offenbach 1993.

dr inż. Witold Jabłoński  
witold.jablonski@pwr.wroc.pl

(Wrocław 29.01.2011 r.)