

## PYTANIA DOTYCZĄCE SPRAWDZANIA STANU OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ W INSTALACJACH Z WYŁĄCZNIKAMI RÓŻNICOWOPRĄDOWYMI

**Szanowny Panie Redaktorze,**

*Od wielu lat prowadzę niewielką firmę elektryczną, która wykonuje różnorodne instalacje elektryczne (m.in. instalacje zasilające sieci komputerowe, urządzenia przemysłowe, urządzenia sieci TV i telefonii komórkowej, instalacje w obiektach medycznych), a także okresowe pomiary elektryczne w różnych obiektach.*

*W pracy spotykamy różne odmiany urządzeń różnicowoprądowych, nie tylko „ogólnego zastosowania” i mamy problem z ich badaniem w taki sposób, aby być w zgodzie z aktualnymi przepisami i normami.*

*W komentarzach do norm, w literaturze fachowej i instrukcjach do mierników jest w tych sprawach spore zamieszanie. Ponieważ w publikacjach dr. Edwarda Musiała w INPE często omawiana jest tematyka wyłączników różnicowoprądowych, chciałbym prosić go o opinię w kwestiach wymienionych w załączniku. Z góry dziękuję za pomoc.*

*Z poważaniem  
Andrzej Siedlecki  
Zakład Usług Elektrycznych „AS II” s.c.*

### Pytanie 1

Jak należy interpretować postanowienia normy PN-IEC-60364-6-61 odnośnie do prób urządzeń różnicowoprądowych?

Norma w punkcie 612.6.1 dla układu TT - podpunkt b), 2) stanowi, że próba ma polegać na weryfikacji (sprawdzeniu) charakterystyk urządzenia ochronnego: „Zgodność z postanowieniami 413.1.4.2. należy sprawdzić:...

2) weryfikując charakterystyki skojarzonego (?) urządzenia ochronnego, które należy wykonać:

– dla urządzeń różnicowoprądowych przeprowadzając oględziny i wykonując próbę”.

Zalecenie o zbliżonej treści norma podaje dla układu TN (podpunkt a), 2). Weryfikację charakterystyki urządzenia różnicowoprądowego (RCD) np. dla wyłączników RCCB rozumiem jako sprawdzenie, czy charakterystyka spełnia wymagania normy PN-EN 61008-1/A11, Tablica 1. Sądzę, że takie sprawdzenie powinno polegać na zbadaniu, czy dla określonej wartości prądu czas zadziałania nie przekroczy określonej górnej granicy (np. dla wyłącznika bezzwłocznego AC przy prądzie różnicowym równym  $I_{\Delta n}$  czas wyłączenia nie może być dłuższy niż 0,3 s).

Czy w zapisach (lub tłumaczeniu) normy nie ma pewnej niekonsekwencji? Przecież przykłady metod prób podane w Załączniku B normy nie są weryfikacją charakterystyk, bo brakuje tutaj warunku czasu granicznego wyłączenia.

Metodę takiego badania jednoznacznie i prosto formułuje norma PN-EN 61008-1/A11 w badaniu wyrobu (Załącznik D, punkt D1): *Przez każdy z biegunów RCCB przepuszcza się kolejno prąd różnicowy. Wyłącznik RCCB nie powinien zadziałać przy prądach równych  $0,5 I_{\Delta n}$  lub mniejszych, a powinien zadziałać przy prądzie  $I_{\Delta n}$  w wymaganym czasie (patrz Tablica 1).*

I jeszcze jedna moja wątpliwość odnośnie do Metody 1 z załącznika B. Czy wartość prądu odczytana z amperomierza będzie wartością prądu wyzwalającego wyłącznik? Czy wartość prądu wyzwalającego nie będzie sumą (wypadkową?) prądu odczytanego z amperomierza i prądu upływu urządzenia M?

## Pytanie 2

Co Pan sądzi o często spotykanych w literaturze fachowej zaleceniach pomiaru rzeczywistego prądu zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego przy zastosowaniu metody płynnego zwiększania prądu różnicowego?

Przecież takie pomiary są beзуżyteczne dla oceny warunku szybkiego wyłączenia, bo i tak przyjmuje się wartości znormalizowane, maksymalny prąd zadziałania z pasmowej charakterystyki czasowo-prądowej dla wymaganego w normie PN-IEC 60364-4-41 czasu wyłączenia. Pomiarów takich nie wymaga nawet norma PN-EN 61008-1/A11 w badaniu wyrobu.

Jaki sens ma badanie rzeczywistego prądu wyłączenia metodą płynnego zwiększania prądu różnicowego, jeżeli nie normuje się czasu tej próby? To oznacza, że teoretycznie można by uznać za sprawny wyłącznik, który zadziała przy prądzie  $I_{\Delta n}$  np. po minucie od rozpoczęcia próby.

Norma PN-EN 61008-1/A11 wprawdzie przewiduje sprawdzenie działania w przypadku płynnie zwiększanego prądu różnicowego (oczywiście normując czas próby!), ale tylko jako jedno z wielu badań typu, a nie badań wyrobu.

Ja rozumiem, że można metodami laboratoryjnymi wykonać wszystkie badania typu wyłącznika różnicowoprądowego, tylko po co? Dlaczego takich badań nie robimy dla bezpieczników i wyłączników nadprądowych?

Odnosnie do metod badań podanych w normie PN-IEC-60364-6-61, to czy właściwą interpretacją sformułowania „wartość prądu zwiększa się” musi być metoda płynnego zwiększania, czy przyjmując logikę badań wyrobu z normy PN-EN 61008-1/A11, bardziej sensowną interpretacją nie jest zwiększanie wartości prądu metodą skokową, np. nastawy  $0,5I_{\Delta n}$ ,  $I_{\Delta n}$ ,  $2I_{\Delta n}$ ?

## Pytanie 3.

Bardzo często spotyka się w komentarzach do norm i w literaturze fachowej stwierdzenie, że jeżeli w układzie TN urządzeniem ochronnym jest urządzenie różnicowoprądowe, to prąd wyłączający  $I_a$  jest równy wartości prądu znamionowego różnicowego  $I_{\Delta n}$ , a dla innych urządzeń ochronnych jest prądem powodującym wyłączenie w określonym czasie. Skąd takie stwierdzenia?

Przecież norma PN-IEC 60364-4-41 w punkcie 413.1.3 „Układy TN” takiego wyjątku nie przewiduje. Odnosnie do wyłączników RCCB wystarczy zajrzeć do normy PN-EN 61008-1/A11, aby stwierdzić, że wcale dla prądu  $I_{\Delta n}$  dla poszczególnych typów wyłączników różnicowoprądowych warunki maksymalnych czasów wyłączenia z normy PN-IEC 60364-4-41, tabeli 41A, nie muszą być spełnione.

Warunek wyłączenia w czasie 0,4 s będzie spełniony przy  $I_{\Delta n}$  tylko dla wyłączników bezwłoczných typu AC (wg normy PN-EN 61008-1/A11 maksymalny czas wyłączenia: 0,3 s), ale już nie będzie spełniony dla wyłączników bezwłoczných typu A (wg PN-EN 61008-1/A11 maksymalny czas wyłączenia: 0,42 s). Natomiast warunku

szybkiego wyłączenia w czasie 0,2 s dla prądu  $I_{\Delta n}$  nie spełnia nawet najbardziej popularny wyłącznik bezzwłoczny typu AC.

Ja rozumiem, że dla wyłączników RCCB (b. krótkie czasy wyłączenia i b. mała wartość impedancji pętli zwarciowej), sprawa nie ma praktycznego znaczenia i może być traktowana jako „dzielenie włosa na czworo”, ale chodzi o zasadę.

Ale co się stanie, jeżeli jako zabezpieczenie odbiornika przemysłowego o dużym prądzie upływowym jest zastosowane inne urządzenie różnicowoprądowe RCD („*device*”) niż RCCB („*breaker*” – do użytku domowego i podobnego)?

Jeżeli będzie zastosowany przełącznik różnicowoprądowy lub wyzwalacz różnicowoprądowy przy wyłączniku kompaktowym o nastawianych wyzwalaczach, to mogą być nastawy  $I_{\Delta n}$  do 10A, a czasu wyłączenia do 5 s. I co będzie ze skutecznością ochrony, jeżeli ktoś do obliczeń (czy pomiarów) jako  $I_a$  przyjmie prąd  $I_{\Delta n}$ , nie sprawdzając warunku czasu wyłączenia z nastaw i charakterystyki? Przecież może się okazać, że w wymaganym w danej sytuacji czasie wyłączenia np. 0,4 s urządzenie w ogóle nie wyłączy, albo wyłączy dopiero przy prądzie np.  $3I_{\Delta n}$ .

#### Pytanie 4

Jak przełożyć na praktykę pomiarową wymagania i zalecenia normy PN-HD 60364-6:2007 dotyczące badań urządzeń różnicowoprądowych?

Czym różni się wymaganie z punktu 61.3.6.1 a) 2) „*Skuteczność samoczynnego wyłączenia zasilania poprzez urządzenie RCD powinna być zweryfikowana przy użyciu odpowiedniego urządzenia pomiarowego (testującego) .... potwierdzając że odpowiednie wymagania z Części 4-41 są spełnione*” –

od zalecenia (w tym samym punkcie normy)

„*Zaleca się, aby czasy wyłączenia wymagane przez Część 4-41 były zweryfikowane ... w przypadku: .... – używanych RCD; .....*).

To zalecenie „... *sprawdzenie, że wymagania dla czasów wyłączenia z Części 4-41 dla RCD są spełnione...*” ale już jako wymaganie, pojawia się w punkcie 62.1.2. dotyczącym sprawdzeń okresowych.

Jakie badanie należałoby wykonać w pierwszym, a jakie w drugim przypadku? Czy pierwszy przypadek to np. sprawdzenie charakterystyk (znormalizowane graniczne czasy wyłączenia wg PN-EN 61008-1/A11 dla prądów  $I_{\Delta n}$ ,  $2I_{\Delta n}$  i  $5I_{\Delta n}$ ), a drugi przypadek to sprawdzenie prądów wyłączenia dla czasów wymaganych w Części 4.41 (czyli 0,2 s, 0,4 s i 5 s)? Czy może oznacza to całkiem inne badania?

I dlaczego w aneksie ZA do normy PN-HD 60364-6, w punkcie dotyczącym Polski jest umieszczona informacja, że „*wyrażenie „włączając sprawdzenie, że wymagania dla czasów wyłączenia z Części 4-41 dla RCD są spełnione” jest usunięte*” (dot. pkt. 62.1.2 Normy – sprawdzanie okresowe)?

#### Pytanie 5

Czy zna Pan może przyczyny, dlaczego aktualna norma PN-HD 60364-6 zupełnie inaczej formułuje zasady badań urządzeń różnicowoprądowych niż dotychczasowa PN-IEC-60364-6-61? I którą normę radzi Pan obecnie stosować – powołaną, ale nieaktualną czy aktualną, ale nie przetłumaczoną?

## ODPOWIEDZI

Czytelnik numeruje pięć pytań, ale znaków zapytania stawia dwadzieścia jeden. Ilu odpowiedzi oczekuje? Czytelnik zapewne chciałby odpowiedzi precyzyjnych, ale tak odpowiadać można tylko na pytania sformułowane precyzyjnie, przy użyciu poprawnej terminologii, jednakowo rozumianej przez obie strony. Ponadto Czytelnik powołuje postanowienia arkuszy 41 oraz arkuszy 61 lub 6 normy 60364, ale tych powołań nie datuje, a przecież arkusz 41 miał już trzy różniące się wydania [1, 2, 3], a arkusz 6-61 bądź 6 miał ich pięć [4, 5, 6, 7, 8]. Mamy w Polsce skłonność do robienia wielu rzeczy na odwrót. Powołania niedatowane norm są na miejscu w rozporządzeniach ministrów, aby akt prawny odsyłał do najnowszej edycji normy, czyli do najbardziej aktualnych zasad wiedzy technicznej. Natomiast kiedy dyskutujemy ewolucję postanowień norm, powinniśmy dokładnie wskazywać, które wydanie normy mamy na myśli.

Powołując postanowienia, najlepiej *in extenso*, należy wskazywać punkt normy, z którego one pochodzą. Tych postanowień nie wolno modyfikować, przeinaczać, nie należy sugerować, iż w normie są sformułowania i postanowienia, których tam nie ma. Wystarczy błędów tłumaczenia wynikłych z nieuctwa, partactwa i złej woli licznych polskich uczestników prac normalizacyjnych. W treści pytań Czytelnika widzę następujące fałszywe wątki:

- Żadna norma nie wymaga **szybkiego** wyłączenia zasilania. Normy wymagają **samoczynnego** wyłączenia zasilania, w obrębie sieci rozdzielczych nawet w czasie nie przekraczającym 1÷4 h. Czy to takie szybkie?
- W powołanej normie PN-EN 61008-1:2007/A11:2007 nie znajdują czasu wyłączenia 0,42 s dla wyłączników o wyzwaniu typu A. Jeżeli ta wartość została wydedukowana jako  $1,4 \times 0,3 \text{ s} = 0,42 \text{ s}$  na podstawie zapisu pod Tablicą 1 w Rozdziale 5.3.12, to należało o tym wyraźnie napisać. Jeśli tak było, to wnioskowanie jest fałszywe i może być przykładem, na jakie manowce prowadzi nieuważne czytanie tekstu normy. Otóż, po pierwsze, ze wspomnianych postanowień normy wynika na przykład, że o ile od RCCB typu AC,  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ , wymaga się czasu wyłączenia 0,3 s przy prądzie  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ , o tyle od RCCB typu A,  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ , wymaga się takiego samego czasu wyłączenia 0,3 s przy prądzie  $1,4 \times I_{\Delta n} = 42 \text{ mA}$ ; to prąd zadziałania zwiększa się w stosunku 1,4, a nie czas wyłączenia. A po drugie, odnosi się to tylko do oceny wyników badania klimatycznego według Rozdziału 9.21.1 normy i jest to czarno na białym napisane.
- W powołanej normie PN-EN 61008-1:2007/A11:2007 nie widzę w próbie zadziałania zasady narastania prądu stopniami  $0,5I_{\Delta n} - I_{\Delta n} - 2I_{\Delta n}$ , którą znalazł tam Czytelnik.

Kończąc te uwagi do treści listu chciałbym podkreślić, że pytania w większości są rzeczowe, ważne i dotyczą spraw będących zakresem właściwości wielu norm. Poza dwoma wyżej wspomnianymi arkuszami normy 60364-4-41 [1, 2, 3] oraz 60364-6 [4, 5, 6, 7, 8], chodzi o liczne normy przedmiotowe na urządzenia różnicowoprądowe oraz o normę PN-EN 61557-6 [9, 10, 11] określającą wymagania dla próbników i mierników do sprawdzania odbiorczego i okresowego stanu urządzeń różnicowoprądowych.

## Odowiedź na pytanie 1

Pytanie dotyczy postanowień normy PN-IEC-60364-6-61:2000 [5]. Tekst cytowany przez Czytelnika brzmi w oryginale (IEC 364-6-61:1986/A1:1993): *Compliance with the rules of 413.1.4.2 shall be verified by: ...*

2) *verification of the characteristics of the associated protective device. This verification shall be made:*

*-for residual current devices by visual inspection and by test;*

Wystarczy porównać tytuł z zawartością rozdziału 5 dowolnej normy przedmiotowej dotyczącej urządzeń różnicowoprądowych, aby się przekonać, co należy rozumieć przez tytułowe *Characteristics....* W polskich tekstach tychże norm tytuł rozdziału 5 o brzmieniu na przykład *Characteristics of RCCBs* tłumaczy się poprawnie jako *Parametry i cechy wyłączników RCCB* (por. PN-IEC 1008-1+A#:1997), do których zalicza się: liczbę biegunów, prąd znamionowy ciągły, znamionowy prąd różnicowy zadziałania, znamionowy prąd różnicowy niezadziałania, napięcie znamionowe, częstotliwość znamionową, typ wyzwalania, ew. zwłokę, różne zdolności łączenia i różne obciążalności zwarciove. W żadnej normie dotyczącej urządzeń różnicowoprądowych nie są w tym miejscu wymienione *time-current characteristics* czyli *charakterystyki czasowo-prądowe* przedstawiające zależność czasu wyłączenia (i ew. czasu przetrzymywania) od prądu różnicowego. Tekst polski PN-IEC-60364-6-61:2000 [5] jest błędny, powinien mieć brzmienie:

2) *sprawdzając parametry współdziałającego urządzenia zabezpieczającego, które należy wykonać:*

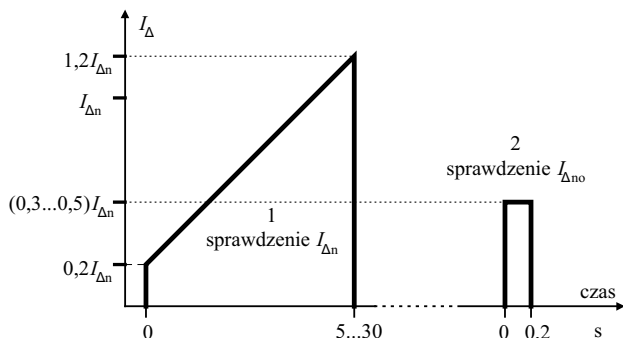
Określenie *współdziałającego (skojarzonego)* oznacza urządzenie zabezpieczające (bezpiecznik, wyłącznik nadprądowy lub wyłącznik różnicowoprądowy) dokonujące samoczynnego wyłączenia zasilania, którego parametry (współ z niezawodną ciągłością oraz wartością impedancji pętli) decydują o skuteczności ochrony.

Spśród trzech metod przedstawionych w załączniku B normy [5] **do sprawdzania wartości rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania wyłącznika** służy tylko metoda 2 (Rysunek B.2) z jednym miernikiem – amperomierzem wskazującym poprawnie prąd zadziałania. Po wykonaniu tego sprawdzenia można przystąpić **do sprawdzania skuteczności układu ochrony**, wybierając – stosownie do okoliczności – – jedną z pozostałych dwóch metod (1 lub 3). Ze wskazania amperomierza nie można wtedy wnioskować o wartości rzeczywistego prądu zadziałania wyłącznika z powodu, o którym Czytelnik pisze. Nie jest to w normie napisane, ale powinno to być oczywiste dla każdego inżyniera elektryka.

## Odowiedź na pytanie 2

W pytaniu 1 Czytelnik wrzuca do jednego worka sprawdzanie wartości rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania wyłącznika oraz sprawdzanie skuteczności układu ochrony. W pytaniu 2 dorzuca do tego worka badania typu i badania wyrobu z norm przedmiotowych, wszystko miesza, po czym na chybił trafił z worka coś wyjmując i dziwi się, że mu to nie pasuje do oczekiwań.

Proces technologiczny montażu samych wyzwalaczy różnicowych, a następnie wyłączników różnicowoprądowych, obejmuje precyzyjne justowanie ich progu zadziałania (metodą stanowiącą ścisłą tajemnicę produkcyjną). To dlatego rezygnuje się ze sprawdzania prądu różnicowego zadziałania w programie prób wyrobu wyłączników schodzących z taśmy produkcyjnej, co zresztą niekiedy kończy się sporymi kłopotami dla wytwórcy [13], choćby przekroczenia były nieduże.



Rys. 1. Sposób sprawdzania wartości prądu zadziałania  $I_{\Delta n}$  oraz prądu niezadziałania  $I_{\Delta no}$  wyłącznika różnicowoprądowego o wyzwalaniu typu AC

W trakcie użytkowania z różnych powodów może się zdarzyć, że ulega zmianie rzeczywisty prąd różnicowy zadziałania wyłącznika i/lub rzeczywisty prąd niezadziałania. Jeżeli z jakichkolwiek powodów, choćby dla celów poznawczych, te parametry mają być rzetelnie zweryfikowane, to najlepiej postąpić zgodnie z zasadami wiedzy technicznej – w sposób przedstawiony na rys. 1 i w kolejności podanej na rysunku. Najpierw prądem o narastającej wartości sprawdza się, czy prąd różnicowy zadziałania nie jest większy niż wartość gwarantowana, a następnie prądem nagle pojawiającym się należy sprawdzić, czy prąd niezadziałania nie jest mniejszy niż wartość gwarantowana przez wytwórcę kierującego się wymaganiami norm.

Narastanie prądu jest umownie płynne, może odbywać się drobnymi stopniami, ale w żadnym razie nie skokami  $0,5I_{\Delta n} - I_{\Delta n} - 2I_{\Delta n}$ , jak chciałby Czytelnik. Wyłącznik wyzwalający przy prądzie  $I_{\Delta n}$  pojawiającym się nagle, może nie wyzwaląć przy płynnym narastaniu prądu różnicowego do tej wartości, a tak przecież prąd może narastać w warunkach rzeczywistego, rozwijającego się uszkodzenia. Dla wyniku sprawdzania skuteczności ochrony nie jest to chyba obojętne? Świadczy to o wyższości metody prądu narastającego. Więcej szczegółów o tej metodzie i jej zaletach można znaleźć w obszernym artykule Bödekera [12].

Na rynku są różnorodne przyrządy, próbniki (w żargonie *testery*) i mierniki, do sprawdzania stanu wyłączników w eksploatacji. Jedne operują prądem narastającym, a inne – prądem pojawiającym się nagle, na przeciąg  $0,2$  s. Żadna norma nie preferowała i nie preferuje tych pierwszych, żadna nie zabraniała i nie zabrania używania tych drugich. A zatem w czym problem? Komu i z jakiego powodu przeszkadza, że jest metoda lepsza, dająca bardziej miarodajny wynik, skoro nie jest obowiązkowa?

Przyjęty czas narastania probierczego prądu różnicowego, z zakresu 5÷30 s (15 s w niektórych miernikach, max. 30 s w Rozdziale 9.9.2.1 normy PN-EN 61008-1:2007/A11:2007), nie ma nic wspólnego z czasem wyłączenia wyłącznika. Czas wyłączenia jest czasem od chwili pobudzenia układu wyzwalającego do chwili ostatecznego zgaszenia łuku wyłączeniowego we wszystkich biegunach wyłącznika. Wielu wrywa się do mierzenia czasu wyłączenia nie wiedząc, co on naprawdę oznacza i jak go zmierzyć. Nie budzą zaufania mierniki, które ponoć mierzą jakiś *czas wyzwiania* albo *czas zadziałania*, skoro te pojęcia nie są zdefiniowane i nie wiadomo, co znaczą.

Dowolny przełącznik przeciążeniowy działa na zasadzie kumulowania skutków przedłużającego się przepływu prądu. Jeżeli przy określonym prądzie przekraczającym wartość nastawczą przełącznik nie zadziałał w przeciągu kilku sekund, to może zadziałać po upływie wielu minut, a nawet po upływie godziny. Nie ma podobnego efektu kumulacji w układzie detekcji prądu różnicowego współczesnych wyłączników różnicowoprądowych, choć był dawniej w wyłącznikach o wyzwaniu impulsowym (niem. *Energiespeicherschaltung*), konstrukcji obecnie niemal zupełnie zarzuconej. Jeżeli współczesny wyłącznik bezwzględny nie otwiera się pod działaniem impulsu trwającego 0,2 s, to nie otworzy się, mimo że przepływ prądu będzie trwał minutę, kwadrans, godzinę czy dłużej. Między bajki można włożyć imaginations na ten temat.

Czytelnik ma rację, że wartość rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania wyłącznika nie jest miarodajna dla sprawdzenia warunku samoczynnego wyłączenia zasilania. Wystarczy sprawdzić, że nie przekracza ona wartości gwarantowanej przez normę ( $I_{\Delta n}$  w przypadku wyłączników o wyzwaniu AC). Tym bardziej nie jest ona miarodajna w świetle wymagań najnowszych norm [3, 7, 8], które wymagają określenia prądu wyłączającego w sposób gwarantujący dotrzymanie wymaganego czasu wyłączenia, a w braku danych zalecają przyjmować  $I_a = 5I_{\Delta n}$ .

Próby zadziałania wymaga się w przypadku urządzeń wyłączających różnicowoprądowych, a nie wymaga się jej dla zabezpieczeń nadprądowych (wyłączników nadprądowych i bezpieczników). Powód jest prosty: wskaźnik zawodości oraz intensywność uszkodzeń tych pierwszych jest dziesiątki razy większa niż tych drugich, a poza tym w przypadku bezpieczników byłaby to próba niszcząca, a więc bezużyteczna.

### Odpowiedź na pytanie 3

Nie ma nic dziwnego w zaleceniu z lat 1992÷2007, aby jako prąd wyłączający  $I_a$  urządzenia różnicowoprądowego bezwłocznego lub krótkowłocznego typu AC przyjmować jego znamionowy prąd różnicowy zadziałania  $I_{\Delta n}$  ( $I_a = I_{\Delta n}$ ), przy którym norma gwarantuje czas wyłączenia nie większy niż 0,3 s skoro:

- w dominującym w Polsce układzie TN o napięciu fazowym  $U_0 = 230$  V największy dopuszczalny czas wyłączenia zasilania wynosił i wynosi 0,4 s,
- dla układu TT norma do niedawna nie określała wartości największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania.

Wcześniej nieco ostrzejszą zasadę, a mianowicie  $I_a = 1,2I_{\Delta n}$ , formułowała norma PN-66/E-05009, unieważniona w chwili upływu *vacatio legis*, i będący jej nieudolnym plagiatem zeszyt 6 Przepisów Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych z roku 1968. Jeszcze wcześniej nieco surowsze niż obecnie wymagania odnośnie do największego dopuszczalnego czasu wyłączenia wyłączników różnicowoprądowych stawał dokument CEE Publication 27:1974, pierwsza norma międzynarodowa dot. wyłączników różnicowoprądowych: 0,2 s przy  $I_{\Delta n}$ , 0,1 s przy  $2I_{\Delta n}$ .

Wspomniane uproszczone zalecenie ( $I_a = I_{\Delta n}$ ) w ostatnich latach zdezaktualizowało się z dwóch powodów. Po pierwsze, najnowsza edycja arkusza 60364-4-41 [3] stawia surowe, ale uzasadnione wymagania odnośnie do największego czasu wyłączenia zasilania w układzie TT, chociaż łagodzi je różnymi odstępstwami. Po drugie, szerzej niż dawniej są stosowane wykonania specjalne urządzeń różnicowoprądowych, wymagające indywidualnej oceny wartości prądu wyłączającego  $I_a$ . W nowej sytuacji prąd wyłączający urządzeń różnicowoprądowych trzeba ustalać w oparciu o wymagania norm przedmiotowych odnośnie do czasu wyłączenia. W braku danych normy [3, 7, 8] zalecają przyjmować  $I_a = 5I_{\Delta n}$ . Jeżeli w szczególnej sytuacji i to nie wystarczy, to w tym celu inżynier ma szare komórki, aby to zauważyć i stosownie do okoliczności postąpić, nawet jeżeli normy czy przepisy takiej sytuacji nie ujmują.

#### Odpowiedź na pytanie 4

Gdyby normę tłumaczyły i tłumaczenie sprawdzały osoby kompetentne, to polska wersja tekstu, o który chodzi, byłaby następująca:

2) *sprawdzenie danych znamionowych i/lub sprawności urządzenia zabezpieczającego, które dokonuje samoczynnego wyłączenia zasilania. To sprawdzenie należy przeprowadzić: ...*

– *w przypadku urządzeń różnicowoprądowych (RCD) wykonując oględziny i próbę. Skuteczność samoczynnego wyłączenia zasilania za pomocą urządzeń różnicowoprądowych (RCD) należy sprawdzić przy użyciu urządzenia probierczego zgodnego z EN 61557-6 (patrz 61.3.1) potwierdzając spełnienie wymagań Części 4-41.*

*Zaleca się sprawdzenie wymaganych w Części 4-41 czasów wyłączenia. Jednak wymagania odnośnie do czasów wyłączenia należy sprawdzić w przypadku:*

- *urządzeń RCD z odzysku;*
- *rozbudowy lub przebudowy instalacji, jeżeli istniejące urządzenia RCD mają służyć również do wyłączania obwodów, których dotyczy rozbudowa lub przebudowa.*

Norma wymaga *sprawdzenia danych znamionowych urządzenia zabezpieczającego*, co w przypadku RCD oznacza sprawdzenie poprawności doboru cech i parametrów wymienionych w odpowiedzi na pytanie 1. Na tej podstawie można m.in. określić prąd wyłączający  $I_a$  urządzenia różnicowoprądowego oraz gwarantowany przez normę przedmiotową czas wyłączenia i sprawdzić, czy nie przekracza on największej dopuszczalnej wartości czasu samoczynnego wyłączenia zasilania przepisanej w normie 60364-4-41.

Następnie należy sprawdzić sprawność (zdatność techniczną) wyłącznika różnicowoprądowego. W tym celu najpierw wyłącznik należy ręcznie otworzyć i zamknąć, kontrolując poprawność działania mechanizmu napędowego. W przypadku wyłączników, które od dawna nie były przestawiane, najlepiej powtórzyć to dwukrotnie, aby zlikwidować skutki ewentualnego adhezyjnego przywarcia zworu wyzwalacza różnicowego. W następnej kolejności należy sprawdzić, czy wyłącznik otwiera się po naciśnięciu przycisku kontrolnego T. Człon kontrolny wymusza prąd różnicowy większy niż  $I_{\Delta n}$  wyłącznika, ale nie większy niż  $2,5I_{\Delta n}$  (przy napięciu znamionowym na zaciskach zasilających członu kontrolnego), a zatem to sprawdzenie nie potwierdza poprawnej wartości rzeczywistego prądu różnicowego zadziałania; weryfikuje tylko, czy człon kontrolny jest sprawny.



Dopiero po wykonaniu wymienionych wyżej ważnych czynności, zaliczanych do oględzin, można przystąpić do sprawdzeń wyłącznika różnicowoprądowego wymagających użycia aparatury. Pamiętając, że sprawdzenie przyciskiem kontrolnym nie jest w pełni miarodajne należy:

- albo miernikiem zgodnym z PN-EN 61557-6 zmierzyć rzeczywisty prąd różnicowy zadziałania wyłącznika, aby upewnić się, że nie jest on większy niż wartość przewidziana w normie,
- albo próbnikiem (testerem) zgodnym z PN-EN 61557-6 sprawdzić, że wyłącznik otwiera się przy wymuszeniu impulsu prądu różnicowego, przy którym zgodnie z normą powinien zadziałać.

Norma zaleca sprawdzenie czasu wyłączania wyłączników różnicowoprądowych (RCD) przy sprawdzeniach odbiorczych, w domyśle – poprzez pomiar. Wymaga tego tylko we wspomnianych wyżej dwóch przypadkach: zainstalowania RCD z odzysku oraz wykorzystania wcześniej zainstalowanych RCD do zapewnienia ochrony w obwodach instalacji elektrycznej dodanych w wyniku przebudowy (rozbudowy albo modernizacji).

W Załączniku ZA (normatywnym) jest informacja, że Polska zrezygnowała z wymagania sprawdzania czasu wyłączania RCD przy sprawdzeniach okresowych. Podobnie postąpiły niektóre inne kraje. Od wielu lat wielokrotnie wyjaśniałem ([www.edwardmusial.info/pliki/bad\\_rcd.pdf](http://www.edwardmusial.info/pliki/bad_rcd.pdf)), dlaczego pomiar czasu wyłączania jest obciążony dużym błędem systematycznym i dlaczego nie jest niezbędny.

## Odpowiedź na pytanie 5

Sprawdzanie samych urządzeń różnicowoprądowych oraz sprawdzanie stanu ochrony w obwodach z takimi urządzeniami wykonuje się podobnie według poprzedniej [5] i według nowej [7, 8] normy. Takimi samymi próbnikami i miernikami sprawdza się te same parametry, co poprzednio. Nie należy ulegać pozorom ani złudzeniom. Na przykład zniknięcie Załącznika B z poprzedniej normy [5] nic nie oznacza. Były w nim objaśnione trzy metody pomiarowe, były zamieszczone jako przykłady, były podane tytułem informacji. W nowej normie [7, 8] ich nie ma, ale nadal można je stosować, nie są ani zakazane, ani niezalecane.

Jakie istotne zmiany nastąpiły? Są zmiany wynikłe z ewolucji postanowień normy podstawowej 60364-4-41 [3], zwłaszcza uzupełnienie wymagań odnośnie do czasu samoczynnego wyłączenia zasilania dla układów TT oraz dla wszelkich układów prądu stałego i są zmiany wymagań dla niektórych środków ochrony dodatkowej (ochrony przy uszkodzeniu). Nowa norma [7, 8] nareszcie przydaje należyj wagi oględzinom. Zawsze podkreślałem, że prawdziwy ekspert więcej wykryje gołym okiem niż niedouczony kontroler za pomocą wymyślnych mierników. W tym kierunku ewoluują postanowienia normy, która upraszcza jedne pomiary (np. rezystancji izolacji) i pozwala zrezygnować z innych (np. impedancji pętli zwarciowej) na rzecz weryfikacji równoważnej (obliczenia i/lub sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych).

Proces nowelizacji każdej normy można odtworzyć studiując kolejne projekty komitetu (CD), projekty komitetu do głosowania (CDV), zestawienia uwag komitetów narodowych (CC) oraz wyniki głosowania z uwagami (RVC). Te dokumenty robocze, dostępne tylko dla uczestników prac normalizacyjnych, obrazują kręte

ścieżki normalizacji, ścieranie się interesów oraz rozbieżność poglądów wynikająca z innych doświadczeń i odmiennej tradycji technicznej. Czasem są świadectwem zbiorowego błędzenia albo zauroczenia.

Którą normę stosować? Trzeba odróżniać dwie sprawy: kryteria oceny stanu technicznego instalacji oraz metodykę sprawdzania. Kto kontroluje instalacje sprzed lat, ten – stosownie do okoliczności – może bądź powinien oceniać ich stan techniczny według kryteriów wynikających z wymagań norm i przepisów z okresu ich projektowania i budowy (zasada ochrony zastanej). Natomiast samo sprawdzanie, dociekliwość oględzin i stosowane metody pomiarowe powinny odpowiadać aktualnemu stanowi wiedzy technicznej, czyli sprawdzanie powinno odbywać się według zasad sformułowanych w najnowszej edycji normy. A kto ma wątpliwości w tej sprawie, ten niech odpowie na zbliżone pytanie: czy w razie poważnych dolegliwości zadowoliliby się obmacywaniem, zwanym uczenie badaniem palpacyjnym, czy jednak wolałyby się obmacywać USG i tomografię komputerową – metody diagnostyczne nieznanne, kiedy się rodzi?

### Literatura

1. PN-E-05009-41:1992 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo – Ochrona przeciwporażeniowa. Wprowadza: IEC 364-4-41:1982.
2. PN-IEC 60364-4-41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa. Wprowadza: IEC 364-4-41:1992+A1:1996+A2:1999.
3. PN-HD 60364-4-41:2007 (U) Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przeciwporażeniowa. Wprowadza: HD 60364-4-41:2007, IEC 60364-4-41:2005.
4. PN-93/E-05009/61 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze. Wprowadza: IEC 364-6-61:1986.
5. PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze. Wprowadza: IEC 364-6-61:1986, IEC 364-6-61:1986/A1:1993, IEC 364-6-61:1986/A2:1997.
6. PN-HD 384.6.61 S2:2006 (U) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 6-61: Sprawdzanie – Sprawdzanie odbiorcze. Wprowadza: HD 384.6.61 S2:2003.
7. PN-HD 60364-6:2007 (U) Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie. Wprowadza: HD 60364-6:2007.
8. PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie. Wprowadza: HD 60364-6:2007.
9. PN-EN 61557-6:2002 (U) 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. Część 6: Urządzenia różnicowoprądowe (RCD) w sieciach TT, TN i IT. Wprowadza: EN 61557-6:1998.
10. PN-EN 61557-6:2004 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. Część 6: Urządzenia różnicowoprądowe (RCD) stosowane w sieciach TT, TN i IT. Wprowadza: EN 61557-6:1998.
11. PN-EN 61557-6:2008 (U) Bezpieczeństwo elektryczne w niskonapięciowych sieciach elektroenergetycznych o napięciach przemiennych do 1000 V i stałych do 1500 V – Urządzenia przeznaczone do sprawdzania, pomiarów lub monitorowania środków ochronnych – Część 6: Urządzenia różnicowoprądowe (RCD) w sieciach TT, TN i IT. Wprowadza: EN 61557-6:2007.
12. Bödeker K.: Prüfmethode „Ansteigender Prüfstrom“ bei FI-Schutzeinrichtungen. Elektropraktiker, 1994, nr 4, s. 314-322.
13. Musiał E.: Lodowaty przysnyc. Miesięcznik SEP *INPE*, „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2007, nr 93-94, s. 115-118.

Edward Musiał  
Politechnika Gdańska

## PYTANIA DODATKOWE DOTYCZĄCE SPRAWDZANIA STANU OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ W INSTALACJACH Z WYŁĄCZNIKAMI RÓŻNICOWOPRĄDOWYMI

**Szanowny Panie Doktorze,**

Dziękuję Panu za rzeczowe wyjaśnienia dotyczące mojego listu, opublikowane w INPE nr 116, z maja 2009 r., jednakże pozostał jeden istotny problem do wyjaśnienia – sposób określania prądu wyłączającego  $I_a$ . Mam wrażenie, że w Pana uwagach do treści mojego listu wystąpiła nieścisłość.

Odnosząc się do prądów i czasów zadziałania RCCB typu A w powołanej normie PN-EN 61008-1:2007/A11:2007 pisze Pan że „...prąd zadziałania zwiększa się w stosunku 1,4, a nie czas wyłączenia. A po drugie, odnosi się to tylko do oceny wyników badania klimatycznego według Rozdziału 9.21.1 normy i jest to czarno na białym napisane”. Otóż badaniami klimatycznymi zajmuje się Rozdział 9.22.1 w/w normy, natomiast interesujący nas Rozdział 9.21.1 nosi tytuł „Wyłączniki różnicowe typu A” i jest częścią większego Rozdziału 9.21 „Sprawdzenie poprawności działania wyłącznika przy próbach różnicowych zawierających składową stałą”.

A rozstrzygnięcie, dla jakiego prądu różnicowego (z mnożnikiem czy bez mnożnika 1,4 do  $I_{\Delta n}$ ) wyłącznika typu A norma przedmiotowa gwarantuje maksymalny czas wyłączenia, jest niezbędne m.in. do określenia prądu wyłączającego  $I_a$ .

Mam też nadal wątpliwości, czy zastosowanie uproszczonego zalecenia  $I_a = I_{\Delta n}$  dla układu TN było uzasadnione. Przecież oprócz największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania 0,4 s w układzie TN istniał i istnieje największy dopuszczalny czas wyłączenia 0,2 s w warunkach szczególnego zagrożenia (arkusze 700). Przy założeniu  $I_a = I_{\Delta n}$ , warunek wyłączenia zasilania w czasie do 0,2 s nie jest spełniony nawet przez najbardziej popularne bezzwłoczne wyłączniki RCCB typu AC.

Nie jest moim celem ani polemika, ani udowadnianie wyższości moich racji, ale ostateczne rozstrzygnięcie kwestii jak określać prąd wyłączający  $I_a$ . Problem dotyczy nie jakiegoś rzadko wykonywanego badania laboratoryjnego, ale podstawowego badania odbiorczego lub okresowego, w prawie każdej instalacji elektrycznej, a zalecenia w literaturze fachowej, instrukcjach do mierników i materiałach z kursów szkoleniowych są mało precyzyjne, różnią się między sobą, często są sprzeczne.

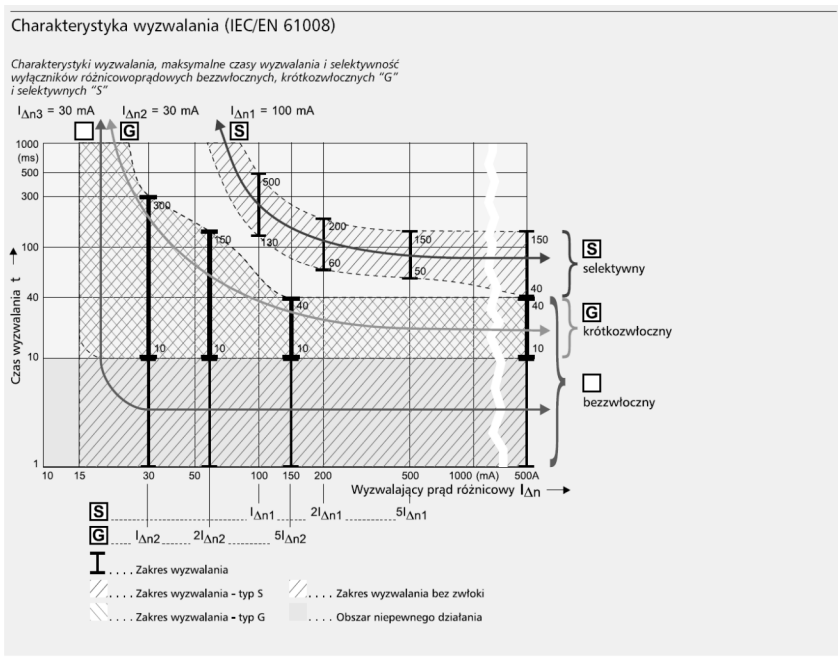
Stąd prosba o Pana opinię, jaką metodą i na bazie jakich przepisów czy norm należałoby określać prąd wyłączający  $I_a$  najbardziej popularnych wyłączników bezzwłocznych RCCB typu A i AC? Jaka byłaby według Pana wartość prądu wyłączającego  $I_a$ :

1. Wyłącznika RCCB typu AC o znamionowym prądzie różnicowym zadziałania  $I_{\Delta n} = 30$  mA, dla maksymalnego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania 0,2 s (warunki szczególnego zagrożenia – arkusze 700)?

Czy właściwym sposobem myślenia jest przyjęcie prądu  $I_a = 2I_{\Delta n}$ , gwarantującego wyłączenie w czasie  $t = 0,15$  s, jak podaje norma PN-EN 61008-1:2007 i stworzona na jej podstawie charakterystyka czasowo-prądowa przywołana w katalogu Moellera (rysunek w załączeniu)?

2. Wyłącznika RCCB typu A o prądzie  $I_{\Delta n} = 30$  mA
  - dla największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania 0,4 s?
  - dla największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania 0,2 s (warunki szczególnego zagrożenia – arkusze 700)?

Z poważaniem  
Andrzej Siedlecki  
Zakład Usług Elektrycznych „AS II” s.c.



## ODPOWIEDŹ

Zamieszczone pod Tablicą 1 (Znormalizowane wartości czasu wyłączenia i czasu niezadziałania) kolejnych wersji normy 61008-1 wyjaśnienie dotyczące probierczego prądu różnicowego  $1,4I_{\Delta n}$  (jeśli  $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$ ) bądź  $2I_{\Delta n}$  (jeśli  $I_{\Delta n} \leq 0,01 \text{ A}$ ) dla wyłączników różnicowoprądowych typu A jest pechowym fragmentem normy, ulubionym przez chochlika drukarskiego. W tym miejscu w normie PN-IEC 1008-1+A#:1996 jest przywołana próba 9.2.1.1, której zresztą w normie nie ma. W normie PN-EN 61008:2005, dostępnej tylko w wersji oryginalnej, w obu wersjach językowych, angielskiej i francuskiej, w tym miejscu jest przywołana próba 9.22.1.1, czyli badanie klimatyczne i to mnie wprowadziło w błąd.

Sprawdziłem te powołania w dokumentach źródłowych. We wszystkich edycjach normy powołanie powinno dotyczyć próby 9.21.1, jak poprawnie wydrukowano w najnowszym wydaniu PN-EN 61008-1:2007. Ta próba dotyczy metodyki sprawdzania poprawnego działania wyłączników różnicowoprądowych typu A przy prądzie różnicowym stałym pulsującym. Zatem również przy odbiorczym i okresowym sprawdzaniu stanu instalacji prąd wyłączający  $I_a$  wyłączników typu A w próbie prądem różnicowym stałym pulsującym należy wyznaczać z uwzględnieniem krotności 1,4 (jeśli  $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$ ) albo 2 (jeśli  $I_{\Delta n} \leq 0,01 \text{ A}$ ).

Tu dwie ważne uwagi. Po pierwsze, w rozumieniu normy **prąd pulsujący stały** jest to prąd o przebiegu pulsującym, który w każdym okresie odpowiadającym częstotliwości sieciowej przybiera wartość zero albo wartość nie przekraczającą 0,006 A

prądu stałego w jednym pojedynczym przedziale czasu, odpowiadającym kątowni co najmniej  $150^\circ$  (niemal pół okresu!). Ta definicja nie obejmuje typowego przebiegu prądu wyprostowanego, pochodzącego z prostownika dwupołówkowego (bez przedziałów czasu praktycznie bezprądowych). Na taki prąd różnicowy wyłącznik typu A ma prawo w ogóle nie reagować, a kto to przeoczy i posłuży się nieodpowiednim układem pomiarowym, ten może zdyskwalifikować sprawne wyłączniki. Po drugie, jeśli norma nie stanowi inaczej, to wszelkie podawane wartości prądu różnicowego, probierczego bądź znamionowego, są wartościami skutecznymi.

Z największego dopuszczalnego czasu wyłączenia 0,2 s w najbardziej rozpowszechnionym układzie TN 230/400 V w IEC postanowiono się wycofać już wiele lat temu. Jednakowoż młyny normalizacyjne miały powoli i dlatego norma PN-IEC 364-4-481:1994 z tablicą 48A została formalnie zastąpiona dopiero przez normę PN-HD 60364-4-41:2007. Wymagany czas wyłączenia mniejszy niż 0,4 s pozostał w układach innych niż układ TN 230/400 V, które w praktyce zdarzają się bardzo rzadko.

Norma wykonawcza instalacyjna 60364-4-41 określa w tablicy 41.1 największy dopuszczalny czas wyłączenia zasilania w różnych warunkach. Dla tego czasu należy wyznaczyć prąd wyłączający  $I_a$ , czyli najmniejszy prąd wywołujący zadziałanie urządzenia zabezpieczającego. Czyni się to w sposób opisany w niniejszym zeszycie *INPE*, w artykule o normie PN-HD 60364-6:2008. Są dwie możliwości w przypadku zabezpieczeń o charakterystyce czasowo-prądowej zależnej:

- Norma przedmiotowa określa pełne **pasmo czasowo-prądowe  $t-I$**  zadziałania urządzenia zabezpieczającego i można z niego odczytać prąd wyłączający dla dowolnego czasu. Tak jest jeszcze tylko w przypadku wkładek topikowych niektórych klas.
- Norma przedmiotowa określa tylko pojedyncze punkty graniczne charakterystyk pasmowych, które po angielsku nazywają się *gates*, czyli **bramki**, poniżej albo powyżej których powinna przechodzić charakterystyka  $t-I$  zadziałania urządzenia zabezpieczającego. Albo dla interesującej nas wartości czasu znajdujemy górną bramkę (poniżej której charakterystyka powinna przechodzić) i dla niej odczytujemy prąd wyłączający, albo musimy wziąć za podstawę górną bramkę dla czasu najbliższego mniejszego. Interpolacja byłaby ryzykowna i nie wchodzi w rachubę. Przykładem poprawnego postępowania jest poniższe rozumowanie przedstawione przez Czytelnika, posługującego się rysunkiem załączonym do pytania.

Jaki jest prąd wyłączający wyłącznika RCCB typu AC o znamionowym prądzie różnicowym zadziałania  $I_{\Delta n} = 30$  mA dla największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania 0,2 s? Z braku górnej bramki dla 0,2 s przyjmujemy najbliższą dla czasu mniejszego (0,15 s) i wobec tego określamy prąd wyłączający jako równy  $I_a = 2I_{\Delta n} = 2 \times 30 = 60$  mA. Dla czasów pośrednich między 0,3 s a 0,15 s przebieg charakterystyki najpewniej nie był sprawdzany, a narysowane w katalogu linie mają tylko pogładowy charakter.

Jaki jest prąd wyłączający wyłącznika RCCB typu A o znamionowym prądzie różnicowym zadziałania  $I_{\Delta n} = 30$  mA dla największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania 0,4 s? Z braku górnej bramki dla 0,4 s przyjmujemy najbliższą dla czasu mniejszego (0,3 s) i wobec tego ustalamy prąd wyłączający jako równy  $I_a = 1,4I_{\Delta n} = 1,4 \times 30 = 42$  mA.

Jaki jest prąd wyłączający wyłącznika RCCB typu A o znamionowym prądzie różnicowym zadziałania  $I_{\Delta n} = 30$  mA dla największego dopuszczalnego czasu wyłączenia zasilania 0,2 s? Z braku górnej bramki dla 0,2 s przyjmujemy najbliższą dla czasu mniejszego (0,15 s) i wobec tego ustalamy prąd wyłączający jako równy  $I_a = 1,4 \times 2I_{\Delta n} = 1,4 \times 2 \times 30 = 84$  mA.

Powyższe rozumowanie przeprowadzone po aptekarsku jest merytorycznie w pełni poprawne. Zachodzi pytanie, czy może być podważone z formalnego punktu widzenia. Otóż nowa norma PN-HD 60364-4-41:2007 stanowi w 411.4.4, 411.5.3 oraz 411.6.4 odpowiednio dla układów: TN, TT oraz IT, co następuje: *jeżeli do samoczynnego wyłączenia zasilania służy RCD, to wymagany w tablicy 41.1 normy czas wyłączenia odnosi się do spodziewanego prądu różnicowego znacząco większego niż znamionowy prąd różnicowy zadziałania RCD (zwykle  $5I_{\Delta n}$ )*. Inaczej mówiąc, we wszystkich trzech wyżej rozważanych przypadkach mielibyśmy prąd wyłączający  $I_a = 5I_{\Delta n} = 5 \times 30 = 150$  mA. Ta zasada została przywołana w formie **zalecenia** w postanowieniach 62.1.2 oraz C.61.3.6.1 tekstów angielskiego i francuskiego normy PN-HD 60364-6:2007 przy sprawdzaniu czasu wyłączenia RCD. Pojawiła się też następnie w polskim tekście PN-HD 60364-6:2008, ale tłumacze z zalecenia samowolnie uczynili **wymaganie**.

Motywow zasady  $5I_{\Delta n}$  można się domyślać. Pozwala ona uniknąć drobiazgowego dociekania, jak dokładnie ustalić prąd wyłączający  $I_a$  wyłączników różnicowoprądowych o różnym typie wyzwalania i stosowanych w różnorodnych warunkach. Znamy wyłączniki AC, A oraz B; Niemcy od niedawna mają ponadto oznaczenie B+. Szeregowy elektryk, który nie śledzi bieżąco literatury zagranicznej, może się w tym pogubić i wtedy ma koło ratunkowe w postaci zasady  $5I_{\Delta n}$ . Ponadto, prądy wyłączające wyłączników różnicowoprądowych są rzędu ułamków ampera, rzadko – zwłaszcza w Polsce – więcej. Nawet kilkukrotne zwiększenie ich wartości niewiele kosztuje w układzie TT, a nic nie kosztuje w najbardziej rozpowszechnionym układzie TN.

Pora postawić kropkę nad i. Uważam, że nie można podważyć poprawnie przeprowadzonego i trudniejszego postępowania „aptekarskiego”, ale w pełni uprawnione, według postanowień arkuszy 41 i 6, jest też „pójście na łatwiznę” i przyjęcie zasady  $5I_{\Delta n}$ .

Nikt nie opisał groźnego wypadku, do którego doszło dlatego, że wyłącznik różnicowoprądowy otworzył się tuż przed upływem 0,3 s, a nie przed upływem 0,2 s. Tropić trzeba przede wszystkim wyłączniki zupełnie niesprawne oraz mylne albo przerwane połączenia przewodów ochronnych. Na adres ze strony internetowej korespondenci donoszą mi, że coraz częściej spotykają przewody PE celowo odłączone w celu zapobieżenia zbędnym zadziałaniom wyłączników różnicowoprądowych. To są praktyki zbrodnicze, o skutkach nieporównanie groźniejszych niż zwieranie wyłączników bądź po prostu ich usuwanie. Winni powinni być karani tak samo, jak mechanicy samochodowi dziurawiący przewody hamulcowe.

Nie ma takich mechaników? To dlaczego są tacy elektrycy?

Edward Musiał  
Politechnika Gdańska