

OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA UZUPEŁNIAJĄCA ZA POMOCĄ WYŁĄCZNIKÓW RÓŻNICOWOPRĄDOWYCH, CZYLI JAK CZYTAĆ I JAK INTERPRETOWAĆ NORMY

PYTANIE

Norma PN-HD 60364-4-41:2009 [4] w rozdz. 411.3.3 zawiera następujące postanowienia:

„411.3.3 Ochrona uzupełniająca

W układach a.c. powinna być przewidziana ochrona uzupełniająca za pomocą urządzeń różnicowoprądowych (RCD) zgodnie z 415.1 dla

- gniazd wtyczkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A, które są przewidziane do powszechnego użytku i do obsługi przez **osoby niewykwalifikowane** oraz
UWAGA Wyjątek może być zrobiony dla:
 - gniazd wtyczkowych obsługiwanych pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych, np. w **niektórych** obiektach handlowych lub przemysłowych lub
 - **specjalnego gniazda wtyczkowego** przewidzianego do przyłączenia **szczególnego elementu urządzenia**.
- **urządzenia ruchomego** o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A używanego **na zewnątrz**.”

Interpretacja tych zapisów normy, zwłaszcza treść Uwagi dopuszczającej odstępstwa, sprawia duże trudności projektantom i wykonawcom instalacji. W rezultacie wolą oni stosować ochronę uzupełniająca we wszystkich obwodach niż ryzykować zarzut, że gdzieś ją przeoczyli albo z niej zrezygnowali przez fałszywie pojętą oszczędność.

Proszę o wyjaśnienie, jak należy rozumieć podane w treści Uwagi dwa dopuszczalne odstępstwa od wymagania stosowania ochrony uzupełniającej? W jakich sytuacjach realnie spotykanych w praktyce można wykorzystać i można akceptować te odstępstwa?

Mam też wątpliwości w dwóch innych kwestiach. Jakie uzasadnienie mają graniczne wartości prądu znamionowego gniazd wtyczkowych 20 A i 32 A, skoro przy używaniu urządzeń zasilanych z gniazd o większym prądzie znamionowym zagrożenie porażeniem jest identyczne? Czy *Tablica 41.1 Maksymalne czasy wyłączenia* obowiązuje również wyłączniki różnicowoprądowe stosowane do ochrony uzupełniającej?

W. M.

ODPOWIEDŹ

Rzeczowo dyskutować można tylko o postanowieniach normy, które są sformułowane poprawnie pod względem zarówno merytorycznym, jak również językowym. W cytowanym niewielkim fragmencie normy zastrzeżenia terminologiczne i merytoryczne budzi aż sześć sformułowań wyróżnionych wyżej na czerwono¹. Nie wszystkie mają wielką wagę z punktu widzenia postawionych pytań, ale ich nagromadzenie w jednym rozciągniętym zdaniu czyni to postanowienie normy niezrozumiałym, a nawet sugeruje mylną treść. Na początek trzeba te kwestionowane sformułowania dokładnie wyjaśnić i to przy odsłoniętej kurtynie, by każdy zainteresowany zrozumiał, czy i jak można żmudnie dociekać, co naprawdę w normie jest napisane, a co ukryte między wierszami. A także – co jest wiernie przeniesione z oryginału normy, a co zniekształcone przez nieuwagę, niekompetencję, a niekiedy przez złe intencje.

Wszystkie wersje językowe normy europejskiej – w językach trzydziestu trzech krajów członkowskich Europejskiego Komitetu Normalizacji Elektrotechnicznej CENELEC – oficjalnie mają treść identyczną, ale nieoficjalnie wiadomo, że to nieosiągalne, skoro rzadko są identyczne

¹ Wyróżnienia wprowadził autor odpowiedzi.

trzy językowe wersje źródłowe normy: angielska, francuska i niemiecka. Obowiązuje zatem zasada, że w razie wątpliwości interpretacyjnych punktem odniesienia jest angielski tekst Normy Europejskiej EN bądź europejskiego Dokumentu Harmonizacyjnego HD. To dlatego w Warszawie przyjęto, że polskojęzyczny tekst normy ma być wiernym tłumaczeniem anglojęzycznego tekstu europejskiego dokumentu normatywnego EN bądź HD.

W tej sytuacji polski elektryk może być zdumiony dowiadując się, że żadna z trzech językowych wersji źródłowych dokumentu HD 60364-4-41 i wielu innych dokumentów normatywnych EN i HD nie została in extenso wprowadzona w żadnym europejskim kraju, którego język urzędowy pokrywa się z językiem wersji źródłowej tegoż dokumentu. Wersja anglojęzyczna dokumentu HD 60364-4-41 nie została wiernie przeniesiona do normy brytyjskiej BS 7671 czy irlandzkiej I.S.HD 60364-4-41, podobnie jak wersja francuskojęzyczna – do normy francuskiej NF C 15-100 czy belgijskiej bądź szwajcarskiej, a wersja niemieckojęzyczna – do normy niemieckiej DIN VDE 0100-410 czy austriackiej ÖVE/ÖNORM E 8001-1 bądź szwajcarskiej NIN (SEV 1000).

Cytowany na wstępie fragment normy brzmi następująco w oryginale angielskim [3], przy czym na czerwono zaznaczono sformułowania zakwestionowane w tekście polskim:

“411.3.3 Additional protection

In a.c. systems, additional protection by means of a residual current protective device (RCD) in accordance with 415.1 shall be provided for

– socket-outlets with a rated current not exceeding 20 A that are for use by **ordinary persons** and are intended for general use and

NOTE An exemption may be made for:

– socket-outlets for use under the supervision of skilled or instructed persons, e.g., in **some** commercial or industrial locations or

– **a specific socket-outlet** provided for connection of a **particular item of equipment**.

– **mobile equipment** with a current rating not exceeding 32 A for use **outdoors**.”

Wypada uważnie rozpatrzyć kwestionowane sformułowania i to pamiętając o sprawie zasadniczej z punktu widzenia interpretacji tekstu rozdziału 411.3.3. Mianowicie drukowana mniejszą czcionką UWAGA (NOTE), formułująca możliwe odstępstwa z dwoma wyliczeniami, jest tylko **tekstem informacyjnym**, sugerującym – tytułem przykładu – możliwe odstępstwa. **Tekstem normatywnym**, podającym wymagania normy, jest pozostała część rozdziału 411.3.3. Aby zapewnić identyczność różnojęzycznych edycji normy europejskiej teksty normatywne należałoby tłumaczyć wiernie, a w przypadku tekstów informacyjnych jest to mniej ważne i niekiedy są powody, by dopuścić tu drobne różnice sformułowań.

Kwestionowane sformułowania w tekście normatywnym rozdziału 411.3.3

- 1) Nazwa **osoba niewykwalifikowana** nie została zdefiniowana w rozpatrywanej normie PN-HD [4] ani w normach w niej powołanych, a zatem nie jest terminem naukowym (terminem technicznym) i nie wiadomo, co dokładnie znaczy. Już na pierwszy rzut oka jest to antonim¹ do terminu *osoba wykwalifikowana*, ale pobłądzi ten, kto uzna – nie mając żadnych przesłanek, by postąpić inaczej – że jest to antonim komplementarny², czyli że jest to każda osoba inna niż *osoba wykwalifikowana*. Znaczyłoby to bowiem, że jest to – według terminologii PN-EN 61140 [5] – zarówno *osoba postronna*, jak i *osoba poinstruowana*. To fałszywe wnioskowanie, bo w oryginale normy chodzi tylko o *osoby postronne*, czyli o *laików w zakresie elektrotechniki* [11], ale już nie o *osoby poinstruowane*. To sztubacki błąd tłumaczenia normy. Tak nonszalancko można pisać w gazecie, ale nie w normie.
- 2) Pierwsze z dwóch wadliwych sformułowań w ostatnim wierszu cytatu: „... **urządzenia ruchomego** o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A używanego na zewnątrz” jest również rezultatem niefrasobliwego tłumaczenia. Jest przejawem przekonania większości tłumaczy polskich norm, że staranność nie popłaca, a domyślić się, o co chodzi, jest

¹ Antonim – jeden z pary wyrazów mających znaczenie przeciwstawne, np. upał – mróz (SJP).

² Antonim komplementarny – para nazw, w których zaprzeczenie jednej powoduje stwierdzenie drugiej.

obowiązkiem użytkownika normy, a nie jej tłumacza. Skoro w pierwszym wyliczeniu „gniazda wtyczkowe” są w liczbie mnogiej, a w drugim „urządzenie ruchome” jest w liczbie pojedynczej, to uważny czytelnik normy ma prawo sądzić, że to kryje jakąś informację, jakąś wskazówkę. I jeśli ma więcej niż jedno *urządzenie ruchome*, to będzie sobie łamał głowę, jak postąpić, czy i jak objąć je ochroną uzupełniającą. Będzie rozmyślał, co też normalizatorzy zamierzali przekazać w tak subtelny sposób. A to znowu tylko figiel tłumacza. Subtelność jest im obca, oni niczego nie zamierzali, tak im wyszło. Angielskie *equipment* może znaczyć *urządzenie*, ale w pierwszym rządzie znaczy *wyposażenie, sprzęt*, czyli zbiór albo zestaw urządzeń i w tym znaczeniu występuje w cytowanym ustępie normy. We francuskiej wersji językowej [2] jest w tym miejscu *les appareils portatifs*, czyli nie tylko liczba mnoga, ale są *urządzenia ręczne (urządzenia ruchome* trzymane w ręku lub prowadzone ręką podczas użytkowania), a nie bardziej ogólne pojęcie *urządzenia ruchome* (urządzenia, które mogą być łatwo przemieszczane podczas normalnego użytkowania). Z kolei w normie niemieckiej [7] występuje w tym miejscu termin *tragbare Betriebsmittel*, czyli *urządzenia przenośne*. Jak widać, w każdej z cytowanych wersji źródłowych jest co innego, ale oficjalnie wszystkie te różnojęzyczne teksty są identyczne. A wszystko dlatego, że zmiany w brzmieniu nawet najprostszych terminów i ich definicji w Międzynarodowym Słowniku Elektrotechnicznym IEC są tak częste, że nie nadążają za nimi sami normalizatorzy, nie mówiąc o szeregowych użytkownikach norm.

- 3) Ostatnie z niepoprawnych sformułowań to słowa kończące przytoczony na wstępie cytat z normy: „... urządzenia ruchomego o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A używanego **na zewnątrz**”. *Na zewnątrz* czegokolwiek to po angielsku *on the outside*. A przecież w oryginale napisano *outdoors*, co w tym kontekście oznacza *na wolnym powietrzu* i tak to należało przetłumaczyć. Sformułowania *używany na zewnątrz* oraz *używany na wolnym powietrzu* są bliskoznaczne, ale nie są **jednoznaczne** dla czytelnika szanującego precyzję myślenia i formułowania myśli. Słowa ubierają myśli i ten ubiór powinien być dobrze dopasowany.

Kwestionowane sformułowania w tekście informacyjnym rozdziału 411.3.3

- 4) „Wyjątek może być zrobiony dla gniazd wtyczkowych obsługiwanych pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych, np. w **niektórych** obiektach handlowych lub przemysłowych...”. I tak jest w tekście angielskim [1, 3]. Kto ma rozsądzić, które obiekty handlowe lub przemysłowe są *niektóre*? Nie wolno normy tak redagować, że nawet jej autorzy nie potrafią objaśnić treści. W tekście francuskim normy międzynarodowej [2], uznawanym za pełnoprawny jej oryginał, usunięto zaimek *niektórych*, dzięki czemu tekst przestał być zagadkowy, ale czy czegoś przy okazji nie zgubiono? W normie niemieckiej [7] dodano tu następujące wyjaśnienie: *Ma to miejsce, na przykład, w zakładach przemysłowych, w których urządzenia elektryczne są objęte stałym nadzorem, czyli są utrzymywane w ruchu przez osoby wykwalifikowane, a wdrożone metody pomiarowe zapewniają, że uszkodzenia mogą być w porę wykrywane i usuwane. W oryginale: Dieses gilt z.B. für Industriebetriebe, deren elektrische Anlagen und Betriebsmittel ständig überwacht werden. Als ständig überwacht gelten elektrische Anlagen und Betriebsmittel, wenn sie von Elektrofachkräften in stand gehalten werden und durch messtechnische Maßnahmen sichergestellt ist, dass dadurch Schäden rechtzeitig entdeckt und behoben werden können.*
- 5) Sformułowanie „Wyjątek może być zrobiony dla... **specjalnego gniazda wtyczkowego** przewidzianego do przyłączenia **szczególnego elementu urządzenia**” jest dość wiernie przetłumaczone z angielskiego [1, 3]. Takie sformułowanie w normie to horrendum! W toku prac nad projektem normy, w dokumencie roboczym 64/1449/RVC Result of Voting on CDV z marca 2005 r., francuski komitet narodowy IEC oprotestował to sformułowanie jako niezrozumiałe i mogące znaczyć niemal wszystko (w oryginale: *The meaning of the 2nd dash is not understood, and as proposed could cover almost everything*). Sekretariat TC 64 odrzucił te zastrzeżenia wyjaśniając, że sformułowanie zostało przyjęte po wielu dyskusjach (w oryginale: *This wording was agreed after much debate. No change agreed.*). To osobliwy argument w dyskusji

merytorycznej. Być może lobbystom zależało na niejasnym, rozciągliwym sformułowaniu, ale można to było z pewnością zrehabilitować. W rezultacie we francuskojęzycznej wersji normy IEC [2] kwestionowany tekst nieco uproszczono: wyjątek może być zrobiony dla... urządzeń specjalnych do przyłączania szczególnego (nietypowego, niestandardowego) wyposażenia (w oryginale: *des dispositifs spécifiques de connexion de matériels particuliers*). W normie niemieckiej [7] jest jeszcze inaczej i chyba najrozsądniej, mianowicie chodzi o gniazda wtyczkowe, z których każde jest przeznaczone do przyłączenia tylko określonego urządzenia (w oryginale: ... *Steckdosen, die jeweils für den Anschluss nur eines bestimmten Betriebsmittels errichtet werden*). Intencja tego zapisu jest zrozumiała. Instaluje się gniazdo wtyczkowe niechronione wyłącznikiem różnicowoprądowym wysokoczułym przeznaczone wyłącznie do przyłączenia określonego urządzenia o dużym prądzie upływowym, którego taki wyłącznik nie toleruje. I chodzi o to, by do tego gniazda nie przyłączać urządzenia ruchomego, zwłaszcza ręcznego, o małym prądzie upływowym, które powinno być i mogłoby być objęte ochroną uzupełniającą przy dotyku bezpośrednim. W komentarzu do normy niemieckiej zwraca się jednak uwagę, że skoro gniazdo wtyczkowe ma być przypisane do określonego urządzenia, to warto rozważyć, czy nie lepiej to urządzenie po prostu przyłączyć na stałe, bez pośrednictwa gniazda i wtyczki. Urządzenie przyłączone na stałe – poza nielicznymi wyjątkami¹ – ochrony uzupełniającej przy dotyku bezpośrednim nie wymaga i wątpliwości interpretacyjne znikają.

Powyższe wywody dotyczą małego fragmentu normy, raptem dziewięciu wierszy. Zostały przedstawione nie w celu epatowania czytelników, lecz uświadomienia im zawłości redagowania tekstu normatywnego, odpowiedzialności z tym związanej oraz możliwych konsekwencji niefrasobliwości i zaniedbań tłumaczy oraz redaktorów. Przytoczone przykłady mają zachęcać do dociekliwego czytania i krytycznego analizowania tekstu normatywnego, a także do porównywania polskojęzycznego tekstu normy z jego wersjami oryginalnymi: angielską, francuską i niemiecką w przypadku dokumentów europejskich (EN, HD), a dwiema pierwszymi w przypadku dokumentów międzynarodowych (IEC). Jest to szczególnie ważne przy podejmowaniu decyzji brzemiennej w skutki finansowe (kosztowne instalacje, projekty typowe wielokrotnie powielane, ekstremalne zagrożenia) bądź rozstrzygających o ludzkich losach (powypadkowe sprawy sądowe).

Z kolei przykłady zamierzonych rozbieżności sformułowań w normach europejskich tłumaczonych w różnych krajach nie potwierdzają lansowanej w Polsce doktryny, iż kraje członkowskie Unii Europejskiej są obowiązane do literalnego przekładu anglojęzycznej wersji europejskich dokumentów normatywnych. Ta zasada nie jest przestrzegana zwłaszcza w odniesieniu do norm przepisowych (norm wykonawczych, przepisów budowy), o czym wymownie świadczą przytoczone wyżej przykłady. A jak ogromne mogą być rozbieżności, najlepiej świadczy austriacki odpowiednik [8] normy 60364-4-41, będący oryginalną austriacką normą własną, znacznie obszerniejszą i bardziej szczegółową niż dokument europejski. Również norma niemiecka [7] w niezliczonych miejscach odchodzi od niemieckojęzycznej wersji dokumentu europejskiego bądź znacząco go uzupełnia. Oczywiście na takie postępowanie mogą sobie odpowiedzialnie pozwolić tylko kraje, które w komitetach technicznych mają specjalistów oddanych sprawie normalizacji, a nie figurantów czy marionetki.

Jeżeli krytyczna analiza cytowanego na wstępie fragmentu normy ma być konstruktywna, to powinna być zwieńczona propozycją poprawnej redakcji. Ta propozycja może nie będzie perfekcyjna, ale chyba będzie zrozumiała dla przeciętnego użytkownika normy, bo wynika z przekonania, że przekład nie polega na szukaniu słów, lecz sensów.

411.3.3 Ochrona uzupełniająca

W instalacjach prądu przemiennego (a.c.) ochroną przeciwporażeniową uzupełniającą za pomocą urządzeń różnicowoprądowych (RCD), uwzględniając 415.1, należy objąć:

– gniazda wtyczkowe powszechnego użytku o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A,

¹ Urządzenia stałe klasy ochronności II użytkowane w ograniczonych przestrzeniach przewodzących (PN-HD 60364-7-706:2007) oraz urządzenia ogrzewania sufitowego i podłogowego (FprHD 60364-7-753:2013).

przeznaczone do użytkowania przez laików w zakresie elektrotechniki oraz

UWAGA Wyjątek można uczynić dla:

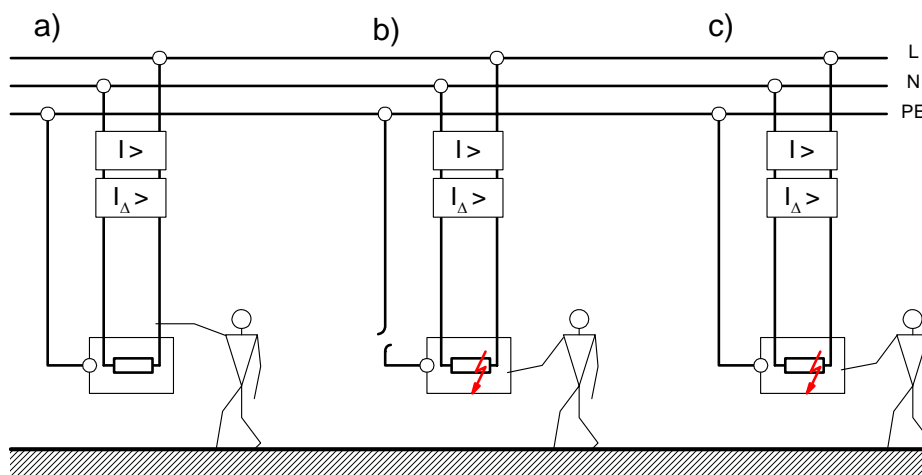
- gniazd wtyczkowych obsługiwanych pod nadzorem osób poinstruowanych lub wykwalifikowanych, np. w obiektach handlowych bądź przemysłowych,
 - gniazd wtyczkowych, z których każde jest przeznaczone do przyłączenia przypisanego mu urządzenia.
- obwody odbiorcze urządzeń ruchomych, o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A, przeznaczonych do użytkowania na wolnym powietrzu.

Po przetłumaczeniu niezrozumiałych postanowień normy na język naprawdę polski można przystąpić do rozważania ich logiki, intencji i zasad wdrażania w praktyce. Rozdział 411.3.3 normy dotyczy ochrony uzupełniającej przy dotyku bezpośrednim (rys. 1a) za pomocą wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych, tzn. o znamionowym prądzie różnicowym zadziałania nie większym niż 30 mA. Na ochronę taką można ponadto liczyć w sytuacji podwójnego uszkodzenia, a ściślej – uszkodzenia izolacji podstawowej w obwodzie z przerwany przewodem ochronnym (rys. 1 b).

Wyłącznik różnicowoprądowy wysokoczuły dla celów ochrony uzupełniającej może pełnić tę rolę w odniesieniu do:

- pojedynczego gniazda wtyczkowego,
- pojedynczego obwodu¹ albo grupy obwodów instalacji elektrycznej,
- całej instalacji elektrycznej odbiorczej niedużego obiektu (kiosk, garaż, mały warsztat).

W instalacji z przewodem ochronnym jeden i ten sam wyłącznik, wprowadzony ze względu na ochronę uzupełniającą, może też pełnić rolę urządzenia dokonującego samoczynnego wyłączenia zasilania dla celów ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej (ochrony przy uszkodzeniu), jak na rys. 1c. W takiej sytuacji tylko norma austriacka [8] wymaga zainstalowania w obwodzie dwóch wyłączników różnicowoprądowych: „Bei Anwendung der Maßnahme des Fehlerschutzes Fehlerstrom-Schutzschaltung sind daher zwei Fehlerstrom-Schutzschalter in Serie einzubauen (Anmerkung zu 6.1.1)”; jeden wystarcza, jeżeli samoczynne wyłączenie zasilania dla celów ochrony przy uszkodzeniu skutecznie zapewnia zabezpieczenie nadprądowe.



Rys. 1. Przydatność wyłączników różnicowoprądowych: a), b) do ochrony przeciwporażeniowej uzupełniającej; c) do ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej (ochrony przy uszkodzeniu)

Norma bezpieczeństwa grupowa HD 60364-4-41 [1, 3, 4] wymaga stosowania ochrony uzupełniającej w odniesieniu do obwodów gniazd wtyczkowych powszechnego użytku o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A, z których mają korzystać laicy w zakresie elektrotechniki (*osoby postronne*) w budynkach mieszkalnych, ale również na stanowiskach pracy, w miejscach wypoczynku i w innych okolicznościach. Chodzi o zagrożenie nie tyle ze strony samych gniazd wtyczkowych, ile ze strony przyłączanych do nich urządzeń ruchomych, a zwłaszcza urządzeń

¹ Obwód instalacji elektrycznej – zbiór elementów instalacji, które mają jedno i to samo zabezpieczenie nadprądowe.

ręcznych (narzędzia, lampy, sprzęt gospodarstwa domowego, urządzenia do pielęgnacji ciała). Chodzi również o przewody ruchome, którymi są zasilane odbiorniki i rozdzielnice przenośne, znacznie bardziej, niż przewody układane na stałe, narażone na uszkodzenia izolacji oraz na przerwanie ciągłości żyły ochronnej. Długotrwałe prowadzenie ręką bądź trzymanie ręką, czy chociażby wielokrotne dotykanie samego odbiornika energii elektrycznej i jego przewodu przyłączeniowego, narażonego na uszkodzenia zwłaszcza w miejscach wprowadzenia do odbiornika i do wtyczki, czyli nieustanna styczność fizyczna z urządzeniem elektrycznym jest czynnikiem poważnie zwiększającym ryzyko porażenia w razie odsłonięcia części czynnej albo zamierzonego ominięcia ochrony podstawowej, np. przez zdjęcie obudowy.

W normie międzynarodowej IEC 60884-1 [6] na gniazda wtyczkowe do użytku domowego i podobnego w ogóle nie ma gniazd o prądzie znamionowym 20 A, a największe prądy znamionowe to 16 A i 32 A. W krajach Europy kontynentalnej gniazda 20 A praktycznie nie były instalowane ani w odległej przeszłości, ani w ostatnich dekadach. Były one i są nadal stosowane głównie w krajach Brytyjskiej Wspólnoty Narodów, w USA i w Ameryce Południowej. Zatem wymaganie 411.3.3 [1, 3, 4] w Europie kontynentalnej, łącznie z Polską, praktycznie dotyczy gniazd wtyczkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 16 A. Polscy elektrycy patrząc w normie [4] na prąd znamionowy gniazda wtyczkowego 20 A powinni widzieć 16 A, bo tak to ograniczenie w praktyce wygląda. Austriaccy elektrycy takich wątpliwości nie mają, bo i w tej kwestii ich normalizatorzy zerwali z fikcją i w normie własnej [8] w rozdziale o ochronie uzupełniającej zamiast 20 A wpisali 16 A. Zarazem dodali ogólne zalecenie stosowania ochrony uzupełniającej również dla gniazd wtyczkowych o prądzie znamionowym większym niż 16 A nie określając górnej granicy prądu znamionowego. Nie ma w tym nic szczególnego, bo – poza cytowanym wyżej rozdziałem 411.3.3 grupowej normy bezpieczeństwa HD 60364-4-41 [1, 3, 4] – wymaganie stosowania ochrony uzupełniającej występuje w wielu arkuszach 700 normy HD 60364, dotyczących ochrony w warunkach zwiększonego zagrożenia porażeniem, jak przestrzenie ochronne w pomieszczeniach kąpielowych, saunach i basenach kąpielowych, place budowy, gospodarstwa rolnicze i ogrodnicze, ograniczone przestrzenie przewodzące, kempingi i mariny, zespoły przewożne (medyczne, badawcze, kinowe, wystawowe) oraz tymczasowe tereny targowe i obiekty rozrywkowe.

Jednakże w obwodach gniazd wtyczkowych o dużym prądzie znamionowym stosowanie ochrony uzupełniającej może być problematyczne, bo im większy prąd znamionowy odbiorników, tym raczej większy ich prąd upływowy. Zważywszy, że do ochrony uzupełniającej nadają się tylko wyłączniki różnicowoprądowe wysokoczułe ($I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$), ustalony prąd upływowy w chronionym obwodzie powinien być bardzo mały, nie większy niż $1/3 \cdot I_{\Delta n}$, czyli 10 mA. Nie ma obawy przekroczenia tej wartości przy zasilaniu odbiorników energii elektrycznej do użytku domowego o niedużej mocy znamionowej, najwyżej $16 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} \approx 4 \text{ kW}$. Ponadto urządzenia powszechnego użytku o mocy nieprzekraczającej 4 kW ze sterownikami energoelektronicznymi powinny być tak skonstruowane, aby nie mogły wywoływać prądu różnicowego stałego o małym tętnieniu. Dzięki temu radykalnie unika się potrzeby stosowania w instalacjach domowych bardzo drogich wyłączników różnicowoprądowych o wyzwaniu typu B.

To głównie z obawy przed przekształtnikami i ich filtrami pojawiły się w rozdz. 411.3.3 rozpatrywane na początku dwa pokretnie sformułowane zapisy pozwalające odstąpić od obowiązku stosowania ochrony uzupełniającej w odniesieniu do gniazd o małym prądzie znamionowym ($I_n \leq 20 \text{ A}$) wykorzystywanych przez laików na stanowiskach pracy, w zakładach przemysłowych, obiektach handlowych i rozrywkowych, czy kuchniach zbiorowego żywienia. Nie chodzi przecież o to, że ochrona od porażen laików w takich obiektach jest mniej ważna niż w mieszkaniu, lecz o to, że mogą tam występować urządzenia elektryczne i zestawy urządzeń mające duży **ustalony prąd upływowy**, uniemożliwiający użycie wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych. I tak to odstępstwo należy rozumieć – od ochrony uzupełniającej wolno odstąpić, jeżeli można wykazać, że jest ona technicznie niewykonalna i w zamian wprowadza się środki organizacyjne wskazane w normie: nadzór przez osoby wykwalifikowane lub osoby poinstruowane (pierwsze wyliczenie w 411.3) albo gniazda wtyczkowe, z których każde jest przeznaczone do przyłączenia przypisanego

mu urządzenia (drugie wyliczenie).

Trzeba też pamiętać, że wyłączniki różnicowoprądowe wysokoczułe są bardziej niż inne wrażliwe na **przejsiowy prąd upływowy**, szczególnie duży przy załączaniu urządzeń, które mają zasilacze impulsowe z kondensatorami o dużej pojemności w obwodach wejściowych albo mają pośrednie przekształtniki częstotliwości o dużej częstotliwości impulsowania i filtry o dużej pojemności doziemnej. We wszelkich sytuacjach wątpliwych do ochrony uzupełniającej należy stosować wyłączniki krótkozwłoczne, których sposób oznakowania nie jest znormalizowany i producenci stosują własny kod, na ogół: G, HI, Hpi lub KV. Mają one gwarantowany czas przetrzymywania co najmniej przez pół okresu (10 ms) nawet dużego przejściowego prądu różnicowego, natomiast ich gwarantowany największy czas wyłączenia jest identyczny jak wyłączników bezzwłocznych. Oficjalne komentarze do normy austriackiej zalecają je w każdym zastosowaniu ochrony uzupełniającej niezależnie od warunków miejscowych.

Norma PN-HD 60364-4-41 nie określa wymaganego czasu wyłączenia wyłączników różnicowoprądowych użytych do ochrony przeciwporażeniowej uzupełniającej. Powód jest prosty – nadają się do tego tylko wyłączniki wysokoczułe bezzwłoczne i krótkozwłoczne, dla których wymagania odnośnie do największych dopuszczalnych czasów wyłączenia w zależności od wartości prądu różnicowego są identyczne. Są one zestawione w tabl. 1 i powinny być dotrzymane również przy stopniowym narastaniu prądu różnicowego. Rzeczywisty czas wyłączenia jest na ogół mniejszy niż 20 ms przy dotyku bezpośrednim części czynnej i nagłym wystąpieniu dużego prądu różnicowego (rys. 1a, b), czyli przy zagrożeniach, przed którymi ma chronić wyłącznik różnicowoprądowy wysokoczuły w roli ochrony uzupełniającej. Nie są potrzebne w normie dodatkowe wymagania na ten temat. Tablica 41.1 normy jest zamieszczona w rozdziale 411.3.2 dotyczącym ochrony przy uszkodzeniu, a w rozdziale 411.3.3 nie ma do niej odwołania, z czego wynika, że nie dotyczy ona ochrony uzupełniającej.

Tablica 1. Największy dopuszczalny czas wyłączenia wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych o wyzwalaniu typu AC w zależności od prądu różnicowego wyrażonego krotnością znamionowego prądu różnicowego zadziałania

Prąd różnicowy	Czas wyłączenia [ms]
$I_{\Delta n}$	300
$2 I_{\Delta n}$	150
$\geq 5 I_{\Delta n}$	40

Skuteczność ochrony uzupełniającej za pomocą wyłączników różnicowoprądowych o czułości 30 mA wykazał w sposób najbardziej przekonujący z możliwych prof. G. Biegelmeier. Kilkadziesiąt razy poddawał się w odpowiednio przygotowanym laboratorium rażeniu nagle przykładanym napięciem o wartości skutecznej do 200 V na drodze ręka – ręka i ręka – stopy, przy czym przepływ prądu rażeniowego był przerywany przez wyłączniki różnicowoprądowe pobudzone jak w rzeczywistej instalacji. Ze względów bezpieczeństwa było aż sześć wyłączników szeregowo połączonych, a eksperymenty odbywały się przy udziale kardiologa i anestezjologa monitorujących stan podopiecznego i gotowych do akcji ratowniczej, gdyby zaszła taka potrzeba. Niektóre rażenia były bolesne, powodowały skurcz mięśni szkieletowych, nawet gwałtowny ruch kończyn bądź tułowia, ale lekarze nie stwierdzili żadnych bezpośrednich niepokojących następstw tych eksperymentów, a po ich przebyciu profesor w dobrej kondycji fizycznej i intelektualnej przeżył jeszcze wiele lat. Sprawozdania z tych badań były publikowane, również jako dokumenty robocze IEC, a przez Internet można zamówić film przedstawiający ich przebieg.

Mimo to w numerze 11/2008 Wiadomości Elektrotechnicznych ukazał się artykuł pod wymownym tytułem „Ochrona przeciwporażeniowa uzupełniająca za pomocą wysokoczułych RCD, które nie zapewniają takiej ochrony”. Nieprzygotowanych czytelników wypada przestrzec przed tym dezinformującym tekstem, który nie ma nic wspólnego z nauką ani z wiedzą techniczną. To pozbawione treści czcze wywody wynikłe z błędnego przetłumaczenia przez autora jednego terminu z dokumentu IEC. Kto lekkomyślnie to spożył i zatruł się, ten w Internecie znajdzie odtrutkę (www.edwardmusial.info/pliki/toksyny_lejdejskie.pdf).

Podsumowanie

Z przedstawionych rozważań wynikają pewne zasady i wymagania odnośnie do stosowania ochrony uzupełniającej przy dotyku bezpośrednim za pomocą wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych.

1. W budynkach mieszkalnych i w podobnych okolicznościach, w których z gniazd wtyczkowych korzystają laicy w zakresie elektrotechniki i odbywa się to bez jakiegokolwiek nadzoru sprawowanego przez osoby wykwalifikowane, czy chociażby osoby poinstruowane, ochrona uzupełniająca przy dotyku bezpośrednim według ostatniej edycji HD 60364-4-41 [3, 4] jest bezwzględnie wymagana w obwodach gniazd wtyczkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A (praktycznie 16 A). Jediną furtką, która mogłaby uzasadniać odstępstwo, jest drugie wyliczenie w Uwadze do 411.3.3, dotyczące gniazd wtyczkowych, z których każde jest przeznaczone do przyłączenia przypisanego mu urządzenia. Są propozycje, by odnosić to do gniazd zasilających urządzenia – jak zamrażarka, chłodziarka czy sygnalizacja przeciwwłamaniowa – których odłączenie po zbędnym zadziałaniu wyłącznika wysokoczułego oznacza poważne konsekwencje, jeżeli zdarzy się podczas wielodniowej nieobecności domowników. Obszerny komentarz do normy brytyjskiej [10] dopuszcza takie odstępstwo w obwodzie domowej zamrażarki: *Exceptions can be made for socket outlets for specific purposes, a common example of which would be a domestic freezer circuit.* Jest inne rozwiązanie: osobny wyłącznik różnicowoprądowy, i to krótkozwłoczny, dla każdego z gniazd zamrażarki czy chłodziarki i usunięcie wyłącznika z obwodu zasilającego sygnalizację przeciwwłamaniową, bo nie powinien on być zasilany z gniazda wtyczkowego, a ponadto wyłącznik różnicowoprądowy nie jest w nim potrzebny. Ochrona uzupełniająca nie jest bowiem wymagana w obwodach urządzeń zainstalowanych na stałe, jak oświetlenie sufitowe i ścienne, klimatyzatory i wentylatory oraz stałe bądź stacjonarne ogrzewacze z wyjątkiem urządzeń ogrzewania sufitowego i podłogowego. Budynków mieszkalnych dotyczą też – stosownie do ich wyposażenia – wymagania dodatkowe w sprawie ochrony uzupełniającej zawarte w części HD 60364-7 normy (pomieszczenia kąpielowe, sauny, baseny kąpielowe, fontanny itd.).
2. Ochrona uzupełniająca przy dotyku bezpośrednim jest też wymagana według HD 60364-4-41 [3, 4] w obwodach gniazd wtyczkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A (praktycznie 16 A), z których korzystają laicy w zakresie elektrotechniki w miejscu pracy, na przykład w zakładach przemysłowych, w obiektach handlowych i usługowych bądź w biurach. Pierwsze wyliczenie w Uwadze do 411.3.3 pozwala odstąpić od stosowania ochrony uzupełniającej w uzasadnionych wypadkach. Dotyczy to sytuacji, w których wprowadzenie wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych oznacza zwiększone i nieakceptowalne ryzyko zbędnych działań, a rezygnacja z ochrony uzupełniającej jest rekompensowana fachowym nadzorem nad trybem użytkowania urządzeń elektrycznych. Innymi słowy, złagodzenie technicznych środków ochrony okupuje się zaostrzeniem organizacyjnych środków ochrony. Takie odstępstwo jest uzasadnione na stanowiskach pracy w biurach, marketach i obiektach usługowych o bogatym wyposażeniu informatycznym, jeżeli środkami technicznymi, chociażby rozsądnym ograniczeniem liczby gniazd wtyczkowych w obwodzie, nie da się uzyskać oczekiwanego komfortu użytkowania wspomnianego wyposażenia, bez zakłóceń wywołanych zbędnym pobudzaniem wyłączników wysokoczułych. Sprawa dotyczy nie tylko pracowników obiektów przemysłowych, biurowych, usługowych czy handlowych. Zwłaszcza w tych ostatnich bywają gniazda wtyczkowe dostępne dla publiczności, w domyśle – dla laików w zakresie elektrotechniki, np. gniazda do przyłączania laptopów w kawiarniach internetowych. Zarządca ma wtedy do wyboru: albo instruować i nadzorować klientów, co jest kłopotliwe i niezbyt skuteczne, albo zainstalować wyłączniki różnicowoprądowe wysokoczułe w obwodach gniazd wtyczkowych [10]. Podobne okoliczności występują w centrach konferencyjnych i prasowych, gdzie goście i dziennikarze przyłączają przyniesiony przez siebie sprzęt nie dbając o zasady bezpieczeństwa, bo pojęcia o nich nie mają.
3. Ochrona uzupełniająca przy dotyku bezpośrednim jest wymagana według HD 60364-4-41 [3, 4] w obwodach odbiorczych urządzeń ruchomych, o prądzie znamionowym nieprzekraczającym

- 32 A ($I_n \leq 32$ A), przeznaczonych do użytkowania na wolnym powietrzu. To wymaganie obowiązuje niezależnie od kwalifikacji osób obsługujących te urządzenia i niezależnie od sposobu przyłączenia tych urządzeń: za pośrednictwem gniazda i wtyczki czy – rzadziej – ze skrzynki zaciskowej poprzedzonej rozłącznikiem izolacyjnym.
4. Ochrona uzupełniająca przy dotyku bezpośrednim według HD 60364-4-41 [3, 4] nie jest wymagana¹ w odniesieniu do gniazd wtyczkowych użytkowanych wyłącznie przez osoby wykwalifikowane w zakresie elektrotechniki, np. gniazd zainstalowanych w pomieszczeniach ruchu elektrycznego, jak rozdzielnie, nastawnie, dyspozytornie, serwerownie.
 5. Ochrona uzupełniająca przy dotyku bezpośrednim nie obowiązuje w odniesieniu do gniazd wtyczkowych stanowiących wyposażenie maszyn mających oznaczenie CE, bo nie ma takiego wymagania w Dyrektywie Maszynowej. Zarządca obiektu odpowiada za to, by korzystanie z takich gniazd było zastrzeżone tylko dla osób przeszkolonych w zakresie eksploatacji maszyny. Komentarzem tej treści kończy się rozdział 411.3.3 normy francuskiej [9]: *Cette disposition ne vise pas les prises de courant prévues par les constructeurs sur des machines portant le marquage CE, la directive européenne relative aux machines ne prévoyant pas cette exigence. Le Ministère chargé du travail considère que, dans ce cas, l'utilisation de telles prises de courant doit être réservé, sous la responsabilité du chef d'établissement, au personnel ayant reçu une formation et une consigne d'exploitation.* Zalecenia występujące w dokumentach normatywnych tylko niektórych krajów członkowskich CENELEC też stanowią dorobek normalizacji europejskiej i mogą być traktowane jako wskazówka w krajach, w których na określony temat nie opublikowano żadnych postanowień ani wyjaśnień.
 6. Ochrona uzupełniająca przy dotyku bezpośrednim – poza nielicznymi wyjątkami – nie jest wymagana w obwodach zasilających urządzenia stałe, tzn. urządzenia przytwierdzone do podłoża lub przymocowane w inny sposób w określonym miejscu. Do wyjątków należą zwłaszcza urządzenia stałe klasy ochronności II użytkowane w ograniczonych przestrzeniach przewodzących (PN-HD 60364-7-706:2007) oraz obwody ogrzewania podłogowego i sufitowego (FprHD 60364-7-753:2013). Takie urządzenia z zasady powinny być zasilane przewodami ułożonymi na stałe, a nie za pośrednictwem gniazd wtyczkowych i przewodów ruchomych.

BIBLIOGRAFIA

1. IEC 60364-4-41:2005 Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock.
2. CEI 60364-4-41:2005 Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques.
3. HD 60364-4-41 January 2007 Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock (IEC 60364-4-41:2005, modified).
4. PN-HD 60364-4-41 :2009P Instalacje elektryczne niskiego napięcia Część 4-41 : Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
5. PN-EN 61140:2005P Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym – Wspólne aspekty instalacji i urządzeń.
6. PN-IEC 60884-1:2006P Gniazda wtyczkowe i wtyczki do użytku domowego i podobnego – Część 1: Wymagania ogólne.
7. DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) Juni 2007 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag. Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2007.
8. ÖVE/ÖNORM E 8001-1:2010 Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V und DC 1500 V. Teil 1: Begriffe und Schutz gegen elektrischen Schlag (Schutzmaßnahmen).
9. NF C 15-100/A1:2008 Installations électriques à basse tension.
10. Locke D., Electrical Contractors' Association: Guide to the Wiring Regulations – 17th Edition IEE Wiring Regulations (BS 7671: 2008). John Wiley & Sons Ltd, 2009.
11. Musiał E.: Kto jest laikiem w dziedzinie elektrotechniki. AUTOMATYKA – ELEKTRYKA – ZAKŁÓCENIA, Nr 1/2010, s. 102-103, http://www.edwardmusial.info/pliki/kto_to_jest_laik.pdf

Dane bibliograficzne

Musiał E.: Ochrona przeciwporażeniowa uzupełniająca za pomocą wyłączników różnicowoprądowych, czyli jak czytać i jak interpretować normy. Automatyka, Elektryka, Zakłócenia, e-pismo naukowo-techniczne dla praktyków, nr 2/2013 (12), s. 66-75, www.epismo-aez.pl

¹ W całym tekście sformułowanie „nie jest wymagana” należy rozumieć dosłownie. (Ochrona) nie jest wymagana, ale nie jest zabroniona i projektant może ją wprowadzić, jeżeli widzi ku temu uzasadnione, szczególne powody.