

OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA W URZĄDZENIACH NISKIEGO NAPIĘCIA. SPODZIEWANE ZMIANY W NORMALIZACJI

Edward Musiał

Politechnika Gdańska

Ochrona przeciwporażeniowa jest dziedziną interesującą ogół elektryków odpowiedzialnie traktujących swój zawód i dbających o bezpieczeństwo zarówno własne, jak i zwykłych użytkowników urządzeń elektrycznych nieobeznanych z tajnikami elektrotechniki, a także osób postronnych przypadkowo stykających się z takimi urządzeniami w miejscach ogólnie dostępnych. Z tą dziedziną najwięcej do czynienia mają elektrycy zajmujący się projektowaniem, wykonawstwem oraz kontrolą stanu instalacji i urządzeń elektrycznych. Żaden inny dział elektrotechniki stosowanej nie budzi tyle emocji, tylu dyskusji oraz tak zróżnicowanych, a nawet przeciwnych zdań i opinii. Powodem nie jest szczególny stopień skomplikowania tej dziedziny wiedzy, lecz szczególny stopień oziębia polskich ośrodków tworzenia norm i przepisów oraz oficjalnych komentarzy do nich.

Centralnym ośrodkiem tępoty w dziedzinie instalacji i urządzeń elektrycznych jest nomen omen Centralne Kolegium Sekcji Instalacji i Urządzeń Elektrycznych przy Zarządzie Głównym Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Wieloletni przewodniczący kolegium, Andrzej Boczkowski, i podobni szkodnicy mieli i nadal mają destrukcyjny wpływ na treść poszczególnych arkuszy polskiej wersji normy PN-IEC 60364, wielu przepisów resortowych i wydają głupawe komentarze do norm oraz przepisów [16, 17]. Odchodzący prezes SEP, prof. Stanisław Bolkowski, wielokrotnie uprzedzany o skutkach tej sabotażowej działalności, nie uczynił nic, aby ją przerwać, a był do tego zobowiązany jako prezes stowarzyszenia mniemającego się naukowo-technicznym. Jest on zatem głównym odpowiedzialnym za szerzenie debilizmu zawodowego przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich w ciągu minionych ośmiu lat. Drugim jest prof. Zdobysław Flisowski, wieloletni przewodniczący Komitetu Technicznego nr 55 do spraw Instalacji Elektrycznych i Ochrony Odgromowej Obiektów Budowlanych, na którego spada bezpośrednia odpowiedzialność za dziesiątki poważnych błędów merytorycznych w normach instalacyjnych. Nikt nie wykazał takiej wieloletniej uporczywości i skuteczności w popieraniu i szerzeniu tępoty zawodowej, jak wspomniani dwaj profesorowie Politechniki Warszawskiej.

Zmian w treści norm i przepisów z zakresu ochrony przeciwporażeniowej, i szerzej – techniki instalacyjnej, można się spodziewać z dwóch powodów. Po pierwsze, powinny zostać w końcu skorygowane błędy uporczywie i rozmyślnie podtrzymywane przez wiele lat. Mógłby w tym pomóc głośny protest rzeszy elektryków praktyków zniecierpliwionych wybrykami profesorów, doktorów i innych figurantów zasiadających w niektórych komitetach technicznych PKN. Po drugie, na forum Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej IEC oraz na forum Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego Elektrotechniki CENELEC nieustannie trwają prace nowelizacyjne dotyczące dziesiątków norm instalacyjnych i urządzeńowych, w tym norm z zakresu bezpieczeństwa. Są też na bieżąco weryfikowane i nowe-

lizowane mniej liczne normy wchodzące w zakres kompetencji Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej ISO oraz Europejskiego Instytutu Norm Telekomunikacyjnych ETSI. Przyjęte zmiany – zwłaszcza w CENELEC – szybko powinny zostać wprowadzone do Polskich Norm i uwzględnione w treści przepisów resortowych.

1. NIEZBĘDNE KOREKTY ARKUSZY DOTYCHCZAS WYDANYCH

1.1. Przyczyny i rodzaje błędów

W dotychczas wydanych arkuszach normy PN-IEC 60364 są setki błędów wynikających z nieuwagi bądź nieuctwa członków KT nr 55: nieudolnego tłumaczenia i słabej znajomości elektrotechniki stosowanej. Są też błędy świadczące o bezmyślności i nieodpowiedzialności, kiedy komitet Flisowskiego przyjmuje ewidentnie błędną wersję tekstu, mimo iż w ramach ankiety otrzymał wersję poprawną z uzasadnieniem. Są wreszcie błędy zamierzone i uparcie przez lata podtrzymywane, błędy wymuszające nieuzasadnione, droższe i/lub gorsze rozwiązania techniczne; są to błędy, którymi powinien zająć się prokurator.

Niektóre błędy są pozornie niewinne i niegroźne, polegają na przeinaczaniu terminologii, samego terminu i/lub jego definicji, albo na dwuznacznym formułowaniu postanowienia normy, co pozwala potem członkom komitetu na interpretację rozciągliwą, choć zapewne nie bezinteresowną. Bliższe rozpoznanie genezy i skutków takich „niewinnych” błędów dowodzi, że zamieszanie i kretynienie rozpoczyna się od nieładu językowego, od wieży Babel.

1.2. Część przewodząca obca – błędna definicja

W polskich dokumentach normatywnych i w licznych komentarzach do nich znajdują się następujące definicje terminu *część przewodząca obca*:

PN-91/E-05009/02 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Terminologia.

PN-IEC 60050-826:2000 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.

826-03-03. Część przewodząca obca – część przewodząca nie będąca częścią instalacji elektrycznej, która **może znaleźć się pod określonym potencjałem**, zazwyczaj pod potencjałem ziemi.

N SEP-E-001:2003 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.

Część przewodząca obca – dostępna dla dotyku część przewodząca, nie będąca częścią urządzenia elektrycznego, która **może znaleźć się pod określonym potencjałem**, zazwyczaj pod potencjałem ziemi.

Te błędne definicje, bezkrytycznie powielane w książkach i innych publikacjach, również przez doktorów i profesorów, sprawiły, że *część przewodząca obca* stała się polskim elektrykom szczególnie obca. W oryginalnych dokumentach IEC oraz CENELEC ta definicja brzmi następująco:

Extraneous conductive part – a conductive part not forming part of the electrical installation and **liable to introduce a potential**, generally the earth potential.

Élément conducteur étranger à l'installation électrique – élément **susceptible d'introduire un potentiel**, généralement celui de la terre, et ne faisant pas partie de l'installation électrique.

Fremdes leitfähiges Teil – ein leitfähiges Teil, das nicht zur elektrischen Anlage gehört, das jedoch **ein elektrisches Potential** einschließlich des Erdpotentials **einführen kann**.

Zatem poprawne polskie tłumaczenie brzmi: część przewodząca obca – część przewodząca nie będąca częścią instalacji elektrycznej, która **może wprowadzić określony potencjał**, zazwyczaj potencjał ziemi.

Wobec tego część przewodząca obca jest to dostępny dla dotyku przewodzący przedmiot, nie

będący częścią urządzenia elektrycznego, który do rozpatrywanego pomieszczenia lub w inne rozpatrywane miejsce **może z zewnątrz wprowadzić określony potencjał**, np. metalowa konstrukcja budowlana, metalowy rurociąg, przewodząca podłoga lub ściana. Chodzi o przewodzące rurociągi, konstrukcje budowlane i inne przedmioty o dużych rozmiarach, przechodzące przez różne pomieszczenia i/lub różne kondygnacje, które do rozpatrywanego pomieszczenia lub w inne miejsce mogą wprowadzić z zewnątrz określony potencjał. Może to być potencjał ziemi w przypadku części przewodzących nieuchronnie uziemionych, a może to być potencjał części czynnej lub znaczna jego część – w przypadku części przewodzących nieuziemionych lub przypadkowo uziemionych przez dużą rezystancję, jeżeli może z nimi nastąpić zwarcie części czynnej.

Dla osób nie pojmujących rygorów ścisłości redagowania tekstów przepisowych różnica między definicją polską a definicją stosowaną w pozostałych krajach świata może się wydawać błaha, przypadkowa, nie zasługująca na uwagę. Gorzej, jeśli tak sprawę potraktował cały, 30-osobowy skład KT nr 55 (dawniej NKP nr 55). Nikt spośród 30 członków komitetu nie zauważył rozbieżności z oryginałem, nie dostrzegł błędu tłumaczenia, nie zrozumiał konsekwencji?

A przecież można było zajrzeć do projektu przepisów opracowanego przez E. Musiała i W. Jałłońskiego [8], zainteresowanym znanego już od roku 1995, a ogółowi udostępnionemu w wydaniu książkowym PBUE z roku 1997 i w Biuletynie SEP „Informacje o Normach i Przepisach Elektrycznych” z roku 1999. Już na pierwszej stronie w dziale *Określenia* jest tam definicja: *Część przewodząca obca – dostępny dla dotyku przewodzący przedmiot, nie będący częścią urządzenia elektrycznego, który może wprowadzać określony potencjał, zazwyczaj potencjał ziemi, np. metalowa konstrukcja budowlana, metalowy rurociąg, przewodząca podłoga lub ściana.*

Okazało się wkrótce, że omawiany błąd nie był przypadkowy. Był potrzebny, by w Polsce wprowadzić nieznane w żadnym innym kraju wymaganie obejmowania miejscowymi połączeniami wyrównawczymi metalowej armatury na rurociągach z tworzyw sztucznych. Wymaganie to wprowadzono w §113.8, §122.3 i §135.6 rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [10]. Wbrew opinii specjalistów wprowadziło je cichaczem dwóch zaprzyjaźnionych ignorantów:

- Andrzej Boczkowski reprezentujący Zarząd Główny SEP, a ściślej – środowisko ciemniaków od lat skupionych przy ZG SEP,
- Mirosław Giera, urzędnik Ministerstwa Infrastruktury odpowiedzialny za przepisy z zakresu Prawa Budowlanego.

Jeden kretynizm pociąga za sobą następne, naśladowców nie brakuje. Niedouczeni projektanci oraz inspektorzy nadzoru żądają obejmowania miejscowymi połączeniami wyrównawczymi metalowych stołów w kuchniach zakładów żywienia zbiorowego, metalowych regałów w magazynach, metalowych futryn i podobnych elementów konstrukcji lub wyposażenia budynków. To błąd, nie wolno tego czynić machinalnie, każdorazowo sprawę trzeba szczegółowo rozważyć. Jeżeli te elementy nie mogą wprowadzić z zewnątrz obcego potencjału, to połączenia wyrównawcze z całą pewnością nie są wymagane. Co gorsza mogą być szkodliwe. Są szkodliwe, jeżeli wprowadzają potencjał ziemi tam, gdzie go nie ma, bo nasilając czynnik BC (styczność z potencjałem ziemi) zwiększają zagrożenie porażeniem.

Za przykład niech posłuży wmurowana w ścianę metalowa ościeżnica (futra) niepołączona z uziemionymi częściami przewodzącymi obcymi, mająca rezystancję uziemienia rzędu setek kilo-omów. Jeżeli człowiek dotykający ręką przedmiotu pod napięciem (nieosłonięta część czynna, część przewodząca dostępna uszkodzonego przyrządu klasy ochronności I z przerwany przewodem ochronnym) zetknie się z ościeżnicą, to:

- nic mu się nie stanie, jeżeli do ościeżnicy nie jest przyłączony przewód wyrównawczy,
- może ulec ciężkiemu, nawet śmiertelnemu porażeniu, jeżeli do ościeżnicy jest przyłączony przewód wyrównawczy.

Dokładnie w tej sprawie jest wyraźne postanowienie przepisów brytyjskich [14] w punkcie 601-

04 Supplementary equipotential bonding: ...*metallic door architraves, window frames and similar parts are not considered to be extraneous-conductive-parts unless they are connected to metallic structural parts of the building.*

Są dziesiątki podobnych wyjaśnień w przepisach innych krajów, w komentarzach do przepisów, w działach pytań i odpowiedzi niemieckich czasopism technicznych. Trzeba je czytać, a nie chępić się własnymi urojeniami publikowanymi pod nieodpowiedzialnymi szyldami dawniej COBR Elektromontaż, a ostatnio niestety – Instytutu Techniki Budowlanej [16].

Nie o to chodzi, żeby zaoszczędzić na połączeniach wyrównawczych, ale o to, by nie zwiększać zagrożenia porażeniowego wprowadzając potencjał ziemi tam, gdzie go nie ma i nie byłoby bez połączeń wyrównawczych. Miejscowe połączenia wyrównawcze są w wielu sytuacjach doskonałym uzupełniającym środkiem ochrony przeciwporażeniowej, ale nawet najlepsze rozwiązanie techniczne w rękach nieuka jest jak brzytwa w rękach dziecka.

Prof. H. Markiewicz, kiedy zaczął przewodniczyć Centralnej Komisji Norm i Przepisów Elektrycznych SEP, zwrócił się w roku 2003 do prof. Z. Flisowskiego z zachętą rewizji stanowiska KT nr 55 w sprawie uziemiania metalowej armatury na plastikowych rurach. Zwrócił się jak profesor do profesora, najgrzeczniej jak można. W głowie Flisowskiego może zaczynało świtać, że postąpił idiotycznie, że te połączenia wyrównawcze zwiększają zagrożenie porażeniem i odpowiedział, że są one potrzebne nie ze względu na ochronę przeciwporażeniową, lecz dla ochrony odgromowej. Wykoncy-pował sobie, że ochrona odgromowa to działka Flisowskiego, do której nic Markiewiczowi. Markiewicz był przygnębiony, kiedy pokazywał mi tę odpowiedź ośmieszającą warszawskiego kolegę.

1.3. Przestrzenie ograniczone powierzchniami przewodzącymi – błędny termin

Arkusze IEC 60364-7-706 dotyczy warunków ekstremalnego zagrożenia porażeniem. Oryginalne wersje jego podtytułu: wersja angielska **restrictive conducting locations**, francuska **enceintes conductrices exiguës** oraz niemiecka **Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit** (dawniej: *enge, leitend umschlossene Räume*) podkreślają istotę tego zagrożenia [1, 9, 13]:

- 1) rozmiary przestrzeni są ograniczone głównie przez części metalowe lub inne części przewodzące (zazwyczaj o potencjale ziemi),
- 2) człowiek może stykać się znaczną powierzchnią ciała z tymi częściami,
- 3) możliwość przerwania tej styczności jest ograniczona.

Takie warunki występują na przykład w następujących miejscach:

- ciasne wnętrza metalowego zbiornika lub kotła,
- wnętrza metalowego rurociągu (rys. 1a),
- ciasne wnętrza wilgotnego tunelu z betonu zbrojonego, wnętrza kanału ściekowego przełazowego,
- ciasne wnętrza budowanego statku o kadłubie metalowym, zwłaszcza zęza,
- ciasne wnętrza budowanego samolotu o konstrukcji metalowej,
- kanał roboczy lub kanał rewizyjny w garażu, w zajezdni lub w wagonowni,
- podobne do rusztowania ukośne lub pionowe ciasne i okratowane ciągi komunikacyjne z metalowych rusztów i drabinek na obudowie kotła (w elektrowni),
- metalowe okratowane drabiny ewakuacyjne na elewacji wysokich budynków (znane z filmów amerykańskich),
- głębokie wykopki zabezpieczone metalowymi ściankami (rys. 1b).

Takie warunki nie występują natomiast w obszernym wnętrzu kotła, metalowego zbiornika o dużej pojemności ani w metalowej komorze o kubaturze pokoju mieszkalnego, jeżeli te miejsca nie kępują swobody ruchów. Zapisano to wyraźnie na początku nowej wersji arkusza IEC 60364-7-706:2005-10 z października 2005 r., aby wyeliminować nierozsądne interpretacje:

LOW-VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATIONS –

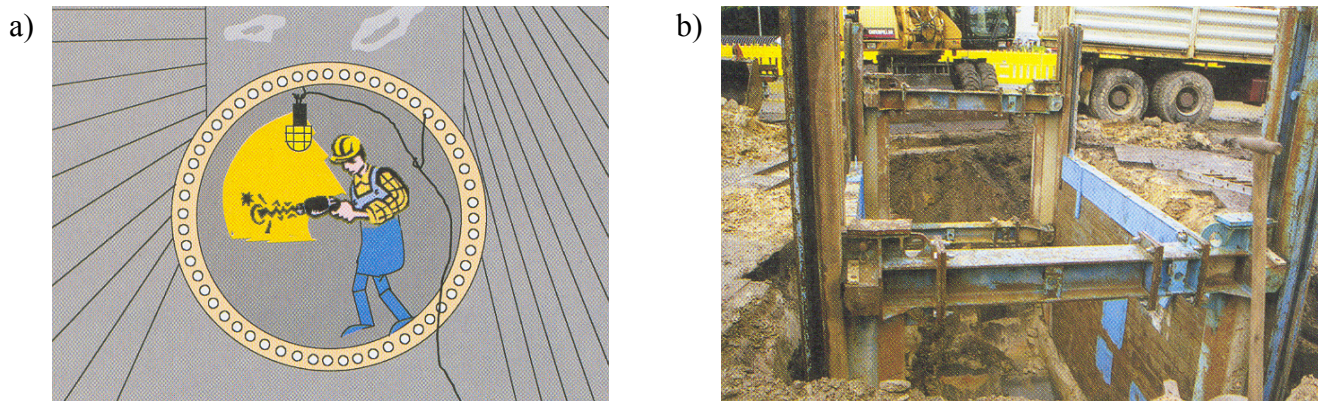
Part 7-706: Requirements for special installations or locations – Conducting locations with restricted movement

706.1 Scope

The particular requirements of this part apply to fixed equipment in conducting locations where movement of persons is restricted by the location, and to supplies for portable equipment for use in such locations.

A conducting location with restricted movement is comprised mainly of metallic or other conductive surrounding parts, within which it is likely that a person will come in contact through a substantial portion of his body with the metallic or other conductive surrounding parts and where the possibility of interrupting this contact is limited.

The particular requirements of this part do not apply to location which allows a person freedom of bodily movement to work, enter, and leave the location without physical constraint.



Rys. 1. Typowe przykłady warunków pracy w ograniczonej przestrzeni przewodzącej: a) w rurociągu lub w niedużym metalowym zbiorniku; b) w głębokim wykopie zabezpieczonym metalowymi ściankami

Opiniując w lipcu 2000 r. projekt arkusza PN-IEC 60364-7-706 zwracałem uwagę, że podtytuł *Przestrzenie ograniczone powierzchniami przewodzącymi* jest błędny. Wymyślono w Warszawie te *powierzchnie*, których nie ma w żadnej z oryginalnych wersji językowych, a zapodziało najważniejszą informację, że chodzi o miejsca ciasne, kępujące swobodę ruchów.

Nie przyjęto mojej wcześniejszej propozycji [8], *ograniczone przestrzenie przewodzące*, najkrótszej z możliwych. Wydaje się ona mało logiczna, jeśli *przestrzeń* rozumie się w sensie matematycznym. Tymczasem *przestrzeń* to nie tylko *trójwymiarowa rozciągłość, nieokreślona i nieograniczona, w której...*, lecz również *część takiej rozciągłości objęta jakimiś granicami; także: miejsce zajmowane przez dany przedmiot materialny* (słownik M. Szymczaka)”. To pojęcie tak zostało wówczas [8] zdefiniowane: *Za ograniczoną przestrzeń przewodzącą należy uważać ciasne pomieszczenie w budynku albo ciasne wnętrze innego obiektu technicznego o ścianach i/lub innych dużych częściach przewodzących, z którymi człowiek może stykać się znaczną powierzchnią ciała mając ograniczoną możliwość przerwania tej styczności, np. ciasne wnętrze metalowego zbiornika, kotła, rurociągu lub żęzy.*

Nie można usprawiedliwiać błędów polskiego arkusza 706 przeoczeniem, mimowolną omyłką. Wkrótce okazało się, do czego członkom KT 55 było potrzebne przekłamanie w tytule. Mianowicie zaczęli bezpodstawnie, pokrętnie to usprawiedliwiając, rozciągać właściwość arkusza 706 na pomieszczenia, w których trudno mówić o ciasnocie kępującej ruchy człowieka i możliwość przerwania

styczności z częściami przewodzącymi obcymi, a w szczególności na: hydroformie, wymiennikownie ciepła, stacje pomp, kotłownie i pralnie. Najpierw czynili to pod szyldem niesławnej pamięci Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego COBR Elektromontaż, a obecnie – Instytutu Techniki Budowlanej [16], który staje się nowym ośrodkiem szerzenia ciemnoty w dziedzinie instalacji elektrycznych.

Jak to bywa wśród takich specjalistów, coś jednak przeoczyli. W arkuszu PN-IEC 60364-7-704:1999 w uwadze do punktu 704.1.1 czytamy: *W przypadku warunków szczególnych stosuje się wymagania zastrzone, np. dla ograniczonych pomieszczeń przewodzących określonych w 706.*

1.4. Wierność z oryginałem

Niemal wszystkie nowo ustanawiane normy są tłumaczeniami dokumentów normalizacyjnych międzynarodowych (IEC, ISO, ETSI) i/lub europejskich (EN, HD). Na karcie tytułowej pojawia się oznaczenie IDT (norma identyczna) oraz numer tłumaczonego dokumentu oryginalnego. Przeciętny elektryk, pozbawiony dostępu do tekstu oryginalnego, nie jest w stanie sprawdzić jakości tłumaczenia, co najwyżej może stwierdzić, że polski tekst jest bzdurny. Są jednak wyjątki.

Dokument międzynarodowy IEC 364-5-54:1980 + A1:1982 ma w Polsce dwa „wierne” tłumaczenia, z którymi powinien być identyczny w każdym szczególe:

- PN-92/E-05009/54 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
- PN-IEC 60364-5-54:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.

Wystarczy wziąć do ręki jeden i drugi arkusz i sprawdzić, jak wyglądają dwa „wierne” tłumaczenia tego samego dokumentu oryginalnego. Pamiętać przy tym należy, że chodzi o normę, o tekst, w którym waży każde słowo, a nawet przecinek. Z kilkudziesięciu rozbieżności merytorycznych poniżej przedstawiono kilka.

PN-92/E-05009/54	PN-IEC 60364-5-54:1999
542.1.2. Dobór i montaż wyposażenia instalacji uziemiających powinien być taki, aby: - wartość rezystancji uziemień była stała oraz odpowiadała wartościom wynikającym z wymagań bezpieczeństwa i funkcjonalnych,...	542.1.2 Dobór i montaż wyposażenia instalacji uziemiających powinien być taki, aby: – wartość rezystancji uziemień odpowiadała trwale wartościom wynikającym z wymagań bezpieczeństwa i wymagań funkcjonalnych,...
543.1.3. Przekrój każdego przewodu ochronnego nie będącego żyłą przewodu (kabla) lub jego powłoką nie powinien być mniejszy niż: ...	543.1.3 Przekrój każdego przewodu ochronnego nie będącego częścią wspólnego układu przewodów lub jego osłoną nie powinien być w żadnym przypadku mniejszy niż:
543.2.4 Części przewodzące obce mogą być wykorzystane jako przewód ochronny jeżeli spełniają następujące wymagania: ... c) przewidziane są środki zapobiegające ich usunięciu, jeżeli nie zastosowano środków kompensujących skutki ich usunięcia,...	543.2.4 Części przewodzące obce mogą być wykorzystane jako przewód ochronny, jeżeli spełniają wszystkie cztery następujące wymagania: ... c) jeżeli zastosowane są elementy kompensujące, powinny być one zabezpieczone przed usunięciem;...
543.3.2 Połączenia przewodów ochronnych powinny być dostępne w celu przeprowadzenia kontroli i badań; nie dotyczy to połączeń spawanych lub połączeń w obudowie nierozbieralnej.	543.3.2 Połączenia przewodów ochronnych powinny być dostępne w celu przeprowadzania kontroli i badań; nie dotyczy to połączeń niedostępnych lub połączeń w obudowie nierozbieralnej.
542.1.1 W celu spełnienia wymagań bezpieczeństwa i funkcjonalnych, uziemienia mogą być wspólne lub indywidualne, w zależności od przeznaczenia instalacji.	542.1.1 W celu spełnienia wymagań bezpieczeństwa i wymagań funkcjonalnych, uziemienia mogą być wykorzystywane jako wspólne lub oddzielne, w zależności od przeznaczenia instalacji.

Nie należy bynajmniej sądzić, że tłumaczenie późniejsze jest lepsze. Kilka błędów z roku 1992 poprawiono lub złagodzone ich wydźwięk, ale popełniono nowe. Są nowe błędy tłumaczenia, błędnie wydrukowano wzór w załączniku A, który był poprawny w wersji z roku 1992.

Włożono wiele wysiłku, aby polski tekst był zawiły i niezrozumiały, mimo że KT 55 otrzymał w ramach ankiety propozycje poprawnego ich sformułowania. Na przykład cytowany wyżej punkt 542.1.1 powinien mieć brzmienie: *W zależności od wymagań stawianych instalacji uziemienia ochronne i uziemienia robocze (funkcjonalne) mogą być wspólne bądź oddzielne.*

Kto się domyśli, że punkt 543.3.5 *Części przewodzące dostępne aparatów nie mogą być wykorzystane jako przewód ochronny dla innego wyposażenia, jeżeli nie spełniają wymagań 543.2.2.* oznacza po prostu zakaz szeregowego łączenia uziemianych części, znany od kilkudziesięciu lat?

Byłby naiwny, kto sądziłby, że identyczne bądź zbliżone w treści sformułowania w obu porównywanych dokumentach dowodzą poprawności tłumaczenia. Na przykład rozdział 544.2 opisany następująco:

PN-92/E-05009/54	PN-IEC 60364-5-54:1999
544.2 Uziemienia i przewody ochronne chroniące urządzenia przed napięciem zakłóceńowym	544.2 Uziemienia i przewody ochronne urządzeń zabezpieczających przed napięciem zakłócającym

powinien mieć tytuł *Uziemienia i przewody ochronne w obwodach wyłączników przeciwporażeniowych nadnapięciowych.*

Inne przykłady nieudolnego tłumaczenia norm, błędów do dziś nie skorygowanych, można znaleźć w Biuletynie SEP Informacje o Normach i Przepisach Elektrycznych [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Większość tych publikacji jest dostępna poprzez witrynę internetową www.edwardmusial.info.

To nie początkujący elektromonterzy tak tłumaczą i tak redagują postanowienia norm, lecz zwiędły kwiat polskiej nauki: prof. dr hab. inż. Zdobysław Flisowski (Pol. Warszawska), dr hab. inż. Brunon Lejdy (Pol. Białostocka), dr inż. Bolesław Kuca (Pol. Warszawska), dr inż. Stefan Niestępski (Pol. Warszawska), doc. dr inż. Andrzej Balcerzak (IEI), dr inż. Jakub Furgał (AGH) oraz rekomendowane przez prezesa SEP najtęższe umysły Stowarzyszenia: dr inż. Antoni Wolski, mgr inż. Andrzej Boczkowski *et consortes*.

Precyzję myślenia i formułowania myśli nadal doskonałą, co widać w najnowszych arkuszach normy. Na przykład w PN-IEC 60364-7-713:2005 napisali w punkcie 713.55.1.2:

Jeżeli konstrukcja opraw oświetleniowych używanych w meblach uniemożliwia stosowanie źródeł światła o wyższych mocach, to na oprawie lub poniżej miejsca jej zamontowania należy oznaczyć największą dopuszczalną moc źródła światła w watach.

Dla nich to jasne i logiczne. Dla rozsądnego elektryka niestety nie i dlatego zaproponował inne sformułowanie, które jednak czujni członkowie KT 55 ze wstrętem odrzucili:

Na lub pod oprawami w meblach powinna być oznaczona największa dopuszczalna moc źródła światła w watach, jeżeli konstrukcja oprawy nie zapobiega umieszczeniu w niej źródła światła o większej mocy.

Utrapieniem polonistek są uczniowie, którzy w najlepszej wierze tak formułują swoje myśli:

Nad brzegiem stawu siedziała dziewczyna i doila krowę; we wodzie było to widać odwrotnie.

Telimena leżała na łące, a środkiem niej płynęła rzeka.

Baryka zakopał precjoza wraz z żoną i synkiem.

Góral ma na głowie kapelusz, spodnie i kierpce.

Dopiero na ostatniej wycieczce nauczyłem się odróżniać wronę i gawrona od siebie.

Jedni z nich zostają policjantami i piszą w protokołach: *zabił żonę siekierą, z którą miał troje dzieci*, a inni zostają doktorami oraz profesorami i garną się do redagowania norm oraz przepisów.

2. POSTĘPY NOWELIZACJI DOKUMENTÓW IEC ORAZ CENELEC

2.1. Spodziewany zakres zmian

Na forum IEC nieustannie trwają – w różnym stopniu zaawansowania – prace nad nowelizacją co najmniej kilkunastu arkuszy norm instalacyjnych. Wszczęcie prac nowelizacyjnych jest poprzedzone okresowym, co pięć lat, rozpoznaniem (MCR – *Maintenance Cycle Report*) potrzeby uaktualnienia każdego z arkuszy norm. Wchodzi też w rachubę inicjatywa rozpoczęcia prac nad tematem dotychczas nie ujętym w normach. Efektem kolejnych etapów prac są projekty robocze komitetu (CD – *Committee Draft*), projekty komitetu poddawane głosowaniu przez komitety narodowe (CDV – *Committee Draft for Vote*) oraz końcowy projekt normy (FDIS – *Final Draft International Standard*), przy czym pomiędzy tymi etapami sporządza się i rozsyła zestawienia uwag (CC – *Compilation of Comments*) i wyniki głosowań z ew. uwagami (RVC – *Result of Voting on CDV*). Opracowanie i ustanowienie normy wymaga czasu i zachodu, nieustannej wymiany plików elektronicznych, rozmów i dyskusji oraz skłonności do kompromisu.

Jeśli chodzi o ochronę przeciwporażeniową, to aktualnie czeka na wprowadzenie do zbioru Polskich Norm dziesięć arkuszy norm IEC, które jeszcze w ogóle nie mają odpowiednika polskiego albo, których polski odpowiednik jest przeterminowany nawet o dwadzieścia i więcej lat (tabl. 1). Jak widać, polski elektryk korzystający z najnowszych wydań normy PN-IEC wcale nie przestrzega aktualnych uznanych zasad wiedzy technicznej, bo korzysta ze staroci i to źle przetłumaczonych.

Tablica 1. Normy międzynarodowe IEC oczekujące na wprowadzenie do zbioru Polskich Norm

Numer normy i ostatni człon tytułu	Rok pochodzenia polskiego odpowiednika
IEC 60364-4-41: 2005-12 Protection against electric shock	1999
IEC 60364-7-701: 2006-02 Part 7-701: Locations containing a bath or shower	1984
IEC 60364-7-703: 2004-10 Part 7-703: Rooms and cabins containing sauna heaters	1984
IEC 60364-7-704: 2005-10 Part 7-704: Construction and demolition site installations	1999
IEC 60364-7-706: 2005-10 Part 7-706: Conducting locations with restricted movement	1983
IEC 60364-7-709: 1994-09 Part 7-709: Marinas and pleasure craft	brak
IEC 60364-7-710: 2002-11 Part 7-710: Medical locations	brak
IEC 60364-7-712: 2002-05 Part 7-712: Solar photovoltaic (PV) power supply systems	brak
IEC 60364-7-715: 1999-05 Part 7-715: Extra-low-voltage lighting installations	brak
IEC 60364-7-740: 2000-10 Part 7-740: Temporary electrical installations for structures, amusement devices and booths at fairgrounds, amusement parks and circuses	brak
IEC 60364-7-753: 2005-12 Part 7-753: Floor and ceiling heating systems	brak

Sprawa komplikuje się, jeżeli dany zakres tematyczny zostaje objęty planem prac normalizacyjnych CENELEC, bo wtedy kraje członkowskie są obowiązane wstrzymać się od opracowywania normy własnej bądź przejęcia normy IEC i oczekiwać na dokument europejski. Z tego powodu PKN był obowiązany wstrzymać ostatnio prace nad normą PN-IEC 60364-7-710 *Pomieszczenia medyczne* (tabl. 1). Polska nigdy nie miała normy na instalacje elektryczne w obiektach służby zdrowia, stanowiące problematykę ważną i trudną. Kiedy jeszcze można było przejąć *in extenso* doskonałą normę niemiecką DIN VDE 0100-710 *Medizinisch genutzte Bereiche*, nie uczyniono tego z powodów pozamerytorycznych, a teraz czekamy na dokument wątpliwej jakości.

Większość europejskich dokumentów (EN i HD) nie powstaje od zera w CENELEC, lecz jest wynikiem przejmowania – bez zmian lub ze zmianami – dokumentów normalizacyjnych międzynarodowych (IEC, ISO, ETSI). Aby skrócić czas ich przygotowywania coraz częściej projekty norm

IEC są poddawane ankietowaniu i głosowaniu jednocześnie na forach IEC oraz CENELEC.

W zakresie ochrony przeciwporażeniowej są ustanowione i powinny być wkrótce wprowadzone do zbioru Polskich Norm dwa dokumenty europejskie:

HD 384.7.754 S1:2005 *Electrical installations in caravans and motor-caravans*,

EN 50310:2006 *Application of equipotential bonding and earthing in buildings with information technology equipment*.

Są dopiero opracowywane, w różnym stopniu zaawansowania, następujące dokumenty:

HD 60364-4-41:200X *Protection against electric shock*,

prHD 60364-7-701:200X *Locations containing a bath or shower*,

HD 60364-7-704:200X *Construction and demolition site installations*,

HD 60364-7-706:200X *Conducting locations with restricted movement*,

prEN 50XXX:200X *Earthing aspects of power installations*.

2.2. Ważniejsze zmiany w arkuszu podstawowym IEC 60364-4-41:2005 [11]

Wyraźnie została wyartykułowana podstawowa zasada ochrony, że części czynne nie powinny być dostępne, a części przewodzące dostępne nie powinny zagrażać porażeniem ani w normalnych warunkach użytkowania, ani w razie wystąpienia **pojedynczego uszkodzenia**. Chodzi o zasadę *single fault condition*, czyli kryterium $n-1$. Utrąca to spekulacje nawiedzonych elektryków skłonnych dyskredytować każdy system ochrony poprzez spekulacje, jak on się zachowa w razie drugiego, trzeciego i kolejnego uszkodzenia.

W każdym obwodzie instalacji należy zastosować jeden lub więcej środków ochrony biorąc pod uwagę narażenia środowiskowe. Następujące środki ochrony są dopuszczalne bez ograniczeń:

- samoczynne wyłączanie zasilania,
- izolacja ochronna (ochronna osłona izolacyjna, izolacja podwójna i/lub wzmocniona),
- separacja ochronna obwodu **pojedynczego** odbiornika,
- napięcie bardzo niskie ze źródła bezpiecznego.

Zwraca tu uwagę powrót do tradycyjnej zasady, że separacja ochronna powinna dotyczyć obwodu pojedynczego odbiornika, jeśli ma być uważana za środek ochrony odznaczający się szczególnie dużą niezawodnością. Separację obwodu wielu odbiorników dopuszczono tylko w instalacjach pod stałym fachowym nadzorem.

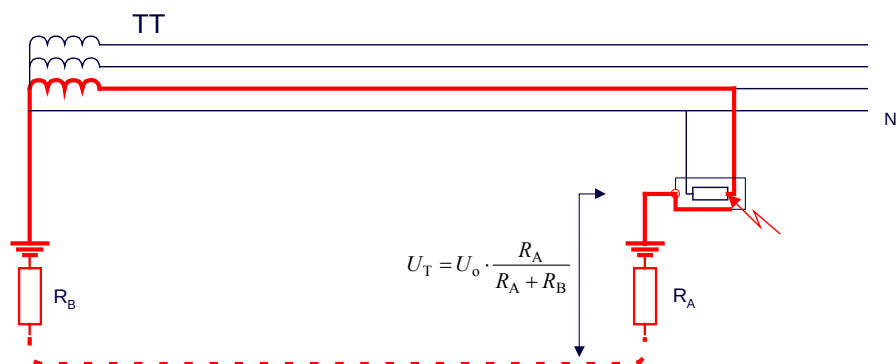
Tylko przy urządzeniach dostępnych dla osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych i osób pozostających pod ich nadzorem, czyli tylko w miejscach wydzielonych dla celów elektroenergetycznych (pomieszczeniach ruchu elektrycznego) są dopuszczane takie środki ochrony, jak:

- odgrodzenie (przeszkoda, bariera),
- uniedostępnienie (umieszczenie poza zasięgiem ręki z dostępnego stanowiska).

Ta zasada została poprawnie zapisana przed dziesięciu laty w projekcie przepisów [8]: 4.1.3. *Ochrona podstawowa może ograniczać się do zastosowania odgrodzenia lub uniedostępnienia tylko w miejscu wydzielonym dla celów elektroenergetycznych*. W obecnej wersji normy PN-IEC 60364 jest ona cytowana wielokrotnie w arkuszach 700 niejednolicie i niezbyt rozsądnie, np. w arkuszu 701: 701.471.1 *Nie dopuszcza się stosowania barier (412.3) oraz umieszczania części czynnych poza zasięgiem ręki (412.4) jako sposobu ochrony przed dotykiem bezpośrednim*.

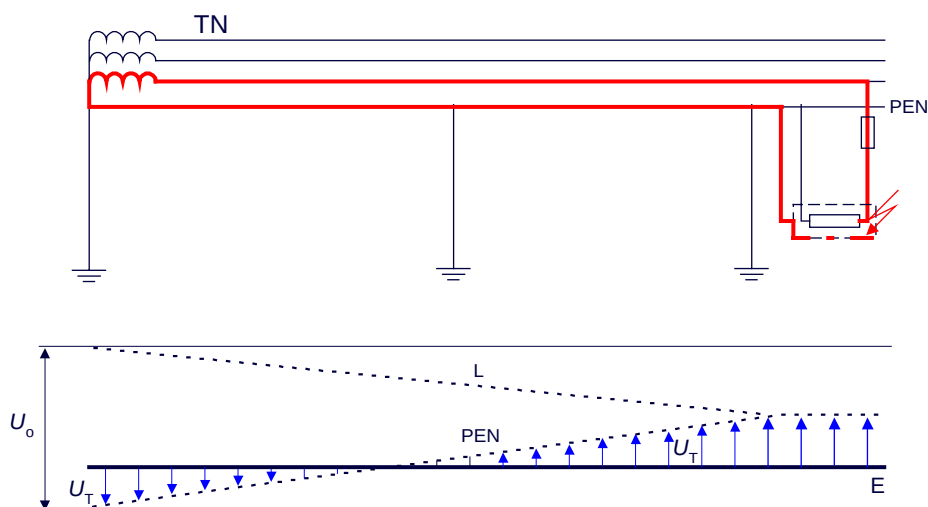
Tylko w przypadkach, kiedy instalacja jest pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych, co eliminuje możliwość niefachowych ingerencji, są dopuszczane następujące środki ochrony:

- izolowanie stanowiska,
- nieuziemiene połączenia wyrównawcze miejscowe,
- separacja ochronna obwodu **wielu** odbiorników.



Rys. 2. Napięcie dotykowe spodziewane U_T przy uszkodzeniu izolacji podstawowej w układzie TT

Najczęściej stosowanym środkiem ochrony dodatkowej pozostanie **samoczynne wyłączenie zasilania**, ale nowelizacja usuwa ważniejsze mankamenty dotychczasowej normy IEC 60364-4-41:1999. Po pierwsze, brakowało w niej postanowień odnośnie do wymaganego czasu wyłączania zasilania w układzie TT, w którym spodziewane napięcie dotykowe względem ziemi odniesienia (napięcie w miejscu uszkodzenia) ma wartość zbliżoną do napięcia fazowego układu U_o (rys. 2), a nie parokrotnie mniejszą, jak w układzie TN (rys. 3). Jeżeli poziom bezpieczeństwa ma być porównywalny, to największy dopuszczalny czas wyłączania zasilania w układzie TT powinien być krótszy, niż w układzie TN; za pomocą zabezpieczeń nadprądowych będzie to niewykonalne, wobec czego dopuszczono odstępstwo, o czym niżej. Po drugie, brakowało wymagań dla układów prądu stałego, bo tablice 41A oraz 41B dotyczą urządzeń prądu przemiennego, chociaż tego wyraźnie nie napisano. Oba te mankamenty zostały usunięte (tabl. 2).



Rys. 3. Napięcie dotykowe spodziewane U_T przy uszkodzeniu izolacji podstawowej w układzie TN

Jeżeli w układzie TT samoczynnego wyłączania zasilania dokonują zabezpieczenia nadprądowe, a połączeniami wyrównawczymi (głównymi) są objęte wszelkie części przewodzące obce w zasięgu instalacji, to można przyjąć największy dopuszczalny czas wyłączania, jak dla układu TN. Wspomniane połączenia wyrównawcze sprawiają, że człowiek nie jest narażony na działanie napięcia dotykowego względem ziemi odniesienia (napięcia w miejscu uszkodzenia), lecz na działanie wielokrotnie mniejszego napięcia dotykowego między częściami jednocześnie dostępnymi. Jest ono równe spadkowi napięcia, jaki prąd zwarcia doziemnego, nieduży w układzie TT, wywołuje na określonym odcinku przewodów ochronnych (np. od miejsca zwarcia do głównych połączeń wyrównawczych).

Zresztą znowelizowana norma wyraźnie podkreśla, że nieodłącznym warunkiem skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączanie zasilania są poprawnie wykonane połączenia wyrównawcze. Temu celowi służy też wymaganie, że części przewodzące jednocześnie dostępne powinny być przyłączone do tego samego uziemienia (układu uziemień).

Tablica 2. Największy dopuszczalny czas wyłączania w sekundach

Układ	50 V < $U_0 \leq 120$ V		120 V < $U_0 \leq 230$ V		230 V < $U_0 \leq 400$ V		$U_0 > 400$ V	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	0,8	¹⁾	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	¹⁾	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1
¹⁾ Wyłączenie może być wymagane z innych powodów niż zagrożenie porażeniem.								

Podobnie, jak w dotychczasowym wydaniu normy, większe wartości dopuszczalnego czasu wyłączania dopuszcza się w obwodach rozdzielczych instalacji (5 s w układzie TN, 1 s w układzie TT). Norma, jak dotychczas, nie dotyczy sieci rozdzielczych, w których mogą być dopuszczone wartości jeszcze większe. Natomiast wartości mniejsze, niż podane w tabl. 2, mogą być wymagane w warunkach szczególnego zagrożenia, których dotyczą arkusze 700. Jeżeli samoczynne wyłączanie zasilania w wymaganym czasie nie jest możliwe, to należy wykonać połączenia wyrównawcze miejscowe.

Uziemienia przewodu PEN w obrębie sieci rozdzielczej TN powinny być tak rozmieszczone, aby ograniczyć skutki jego ewentualnego przerwania. W budynkach wysokich zaleca się wykonywanie co kilka kondygnacji połączeń wyrównawczych pomiędzy przewodami ochronnymi a częściami przewodzącymi obcymi; spełniają one podobną rolę, jak dodatkowe uziemienia przewodu PEN (PE).

Zróznicowano kryteria skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączanie zasilania w układzie TT. Jeżeli wyłączanie następuje za pomocą urządzenia różnicowoprądowego (o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania $I_{\Delta n}$), to sprawdza się wartość napięcia dotykowego względem ziemi odniesienia, obowiązuje dotychczasowy warunek dotyczący wymaganej rezystancji uziemienia przewodu ochronnego R_A :

$$R_A \leq \frac{50}{I_{\Delta n}}$$

Natomiast, jeżeli wyłączania dokonuje zabezpieczenie nadprądowe (o prądzie wyłączającym I_a), to sprawdza się, czy dochodzi do samoczynnego wyłączania, obowiązuje warunek dotyczący wymaganej impedancji pętli zwarciowej zwarcia doziemnego Z_s w instalacji o napięciu fazowym U_0 :

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a}$$

To drugie wymaganie jest wprawdzie nowością w normie, ale od dawna było wykorzystywane przy badaniu stanu ochrony, również w obwodach chronionych wyłącznikami różnicowoprądowymi. Chodzi zwłaszcza o uziemienia w bogato uzbrojonym terenie miejskim i/lub przemysłowym, gdzie poprawny pomiar rezystancji uziemienia jest niewykonalny. Zważywszy (rys. 2), że rezystancja uziemienia roboczego sieci R_B jest zwykle znacznie mniejsza niż rezystancja uziemienia przewodu ochronnego R_A ($R_B \ll R_A$), bez popełnienia niedopuszczalnego błędu przyjmowano, że $Z_s \approx R_A$.

Układ TT jest mniej rozpowszechniony niż układ TN i może sprawiać trudności w trakcie projektowania i użytkowania. Warto przytoczyć odnoszące się do niego pewne postanowienia przepisów brytyjskich [15]:

Jeżeli urządzenie różnicowoprądowe jest zastosowane tylko dlatego, że impedancja pętli zwarciowej jest za duża, aby samoczynnego wyłączania zasilania mogło dokonać zabezpieczenie nadprądowe, to jego znamionowy różnicowy prąd zadziałania nie powinien być mniejszy niż 100 mA.

Jeżeli w obwodzie TT, zabezpieczonym urządzeniem różnicowoprądowym, rezystancja uziemienia przewodu ochronnego wynosi nie mniej niż jeden om ($R_A \geq 1 \Omega$), to najmniejszy dopuszczalny przekrój miedzianego przewodu ochronnego wynosi $2,5 \text{ mm}^2$, o ile jest on zabezpieczony przed korozją i chroniony od uszkodzeń mechanicznych.

W nowej wersji arkusza 41 są też drobniejsze zmiany, interpretacyjne bądź redakcyjne zgodne z tym, co piszący te słowa zamieścił dziesięć lat temu w projekcie przepisów [8]. Wprowadzono *express verbis* pojęcie ochrony uzupełniającej:

- wyłączniki różnicowoprądowe wysokoczułe jako uzupełnienie ochrony podstawowej (w obwodach gniazd wtyczkowych powszechnego użytku $I_n \leq 20 \text{ A}$, przeznaczonych dla osób niepoinstruowanych, oraz w obwodach zasilających sprzęt ruchomy $I_n \leq 32 \text{ A}$ używany na wolnym powietrzu,
- połączenia wyrównawcze miejscowe jako uzupełnienie ochrony dodatkowej.

Nie ma dziwaczного zapisu: *jednoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i przed dotykiem pośrednim*. Dziwaczного, bo jednak norma wymagała w wielu sytuacjach stosowania ochrony podstawowej w obwodach SELV i PELV. Pojawił się inny zapis: Zastosowanie SELV lub PELV jest środkiem ochrony dopuszczalnym w każdej sytuacji.

2.3. Inne dokumenty podstawowe

Są w zaawansowanym stadium opracowywania dwa obszerne dokumenty IEC o statusie specyfikacji technicznej TS (ang. *Technical Specification*), których ostateczne przyjęcie może spowodować kolejne nowelizacje dokumentów wtórnych. Wcześniejsze wersje tych dokumentów nie były publikowane w Polsce.

Dokument IEC 60479-2, TS, Ed. 3: Effects of current passing through the human body – Part 2: Special aspects (36 stron) zajmuje się patofizjologią rażenia prądami o innym przebiegu niż prąd sinusoidalny 50 Hz i prąd stały. Nie trzeba wyjaśniać, że ma to coraz większe znaczenie m.in. ze względu na rozpowszechnienie przekształtników energoelektronicznych. Chętnie są widziane współczynniki poprawkowe pozwalające ocenić, jakiej wartości skutecznej prądu sinusoidalnego 50 Hz odpowiada rażenie określonym prądem o innym przebiegu. Odpowiedź niestety nie jest prosta, bo zależy od tego, o jaki efekt fizjologiczny chodzi: próg odczuwania, granicę samouwolnienia, próg fibrylacji czy oparzenie. Dokument zajmuje się prądami o następującym przebiegu:

- prąd przemienny sinusoidalny o częstotliwości od 100 Hz do 10 kHz,
- prąd przemienny zawierający składową stałą, również prąd stały o dużym tętnieniu,
- prąd przemienny sterowany fazowo,
- prąd przemienny sterowany pełnofalowo,
- prąd przemienny zawierający składowe o różnej częstotliwości,
- ciąg impulsów prostokątnych,
- pojedynczy udar (np. rozładowanie kondensatora)

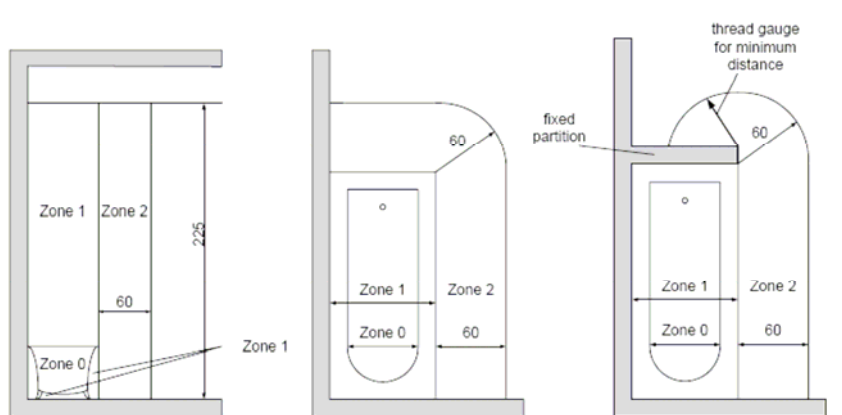
Dokument IEC 61201, TS, Ed. 2: Touch voltage threshold values for protection against electric shock (55 stron) zmierza do ustalenia największych dopuszczalnych wartości napięcia dotykowego w różnych warunkach:

- stan skóry: sucha, zwilżona wodą, zwilżona solanką,
- powierzchnia styczności z elektrodą ($1 \div 100 \text{ cm}^2$): mała, średnia, duża; zanurzenie ciała: częściowe, pełne,
- droga prądu rażeniowego: ręka-ręka, ręce-stopy, ręka-pośladki,
- rodzaj napięcia: przemienne sinusoidalne, stałe, udarowe,
- rozważany skutek rażenia: granica samouwolnienia, próg fibrylacji.

Ustalenia zawarte w tym dokumencie nie są adresowane bezpośrednio do użytkowników norm, lecz do komitetów technicznych ustalających największy dopuszczalny czas wyłączania zasilania w różnych sytuacjach, również w warunkach ekstremalnego zagrożenia porażeniem, np. przy balneoterapii.

2.4. Ważniejsze zmiany w arkuszu IEC 60364-7-701:2006 dotyczącym pomieszczeń kąpielowych

Dotychczasowe polskie tłumaczenia arkusza 701 zawierały liczne błędy wcześniej sygnalizowane [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Poniżej jest mowa o zmianach wprowadzonych w najnowszym dokumencie oryginalnym IEC [12], a jak je zmasakruje KT nr 55 Flisowskiego, to zupełnie inna sprawa. W mieszkaniach i wielu innych budynkach pomieszczenia kąpielowe są miejscami o największym stopniu zagrożenia porażeniem, co zresztą potwierdzają statystyki ciężkich wypadków.



Rys. 4. Wymiary [cm] stref ochronnych w pomieszczeniu kąpielowym z wanną

Według dotychczasowej normy są w pomieszczeniu kąpielowym cztery strefy ochronne (0, 1, 2 i 3), a w większym pomieszczeniu jest również przestrzeń znajdująca się poza tymi strefami. Otóż w tej przestrzeni wolno – nie naruszając postanowień normy – zainstalować gniazda wtyczkowe zasilane z obwodu TN-S zabezpieczonego tylko wyłącznikiem nadprądowym i dłuższym przewodem ruchomym zasilac pralkę bądź inne urządzenie stojące tuż przy wannie. Nie sposób to akceptować.

Nowa norma likwiduje strefę 3, a w określeniu rozmiarów pozostałych stref wprowadza drobne uściślenia (rys. 4); przestrzeń pod wanną lub basenem natrysku zalicza do strefy 1. Zarazem norma wymaga, aby wszystkie obwody w pomieszczeniach kąpielowych były objęte ochroną uzupełniającą za pomocą jednego lub większej liczby wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych ($I_{\Delta n} \leq 30$ mA). Wymaganie to nie dotyczy obwodów bardzo niskiego napięcia (SELV, PELV) zasilanych ze źródła bezpiecznego i obwodów objętych ochroną przez separację ochronną pojedynczego odbiornika (np. gniazda do golarki).

Dotychczasowa norma dopuszczała umieszczenie w strefie 1 tylko ogrzewacze wody zainstalowanych na stałe, a przy tym nie precyzowała, jak mają być one przyłączone. Trudno było zakwestionować nawet ruchomy przewód zasilający wiszący nad wanną. Projektanci czuli się skrupowani wspomnianym ograniczeniem, bo widzieli w katalogach znacznie bogatsze wyposażenie niemieckich łazienek, zgodne z normą DIN VDE 0100-701. Nowa norma IEC rozwiązuje problem formułując postanowienia następująco.

W strefie 1 dopuszcza się tylko urządzenia odbiorcze zainstalowane i przyłączone na stałe. Urządzenia te powinny być przystosowane do instalowania w tej strefie zgodnie z dokumentacją wytwórcy, określającą warunki montażu i użytkowania. Powinny też spełniać wymagania właściwych norm przedmiotowych. Urządzeniami nadającymi się do instalowania w strefie 1 są:

- ogrzewacze wody,
- zespoły whirlpool,
- pompy natryskowe,
- urządzenia zasilane z obwodu SELV lub PELV o napięciu znamionowym nie większym niż AC 25 V albo DC 60 V, np. oprawy oświetleniowe,
- wentylatory,
- suszarki ręczników.

Ewentualność przewodu dyndającego nad wanną jest wyeliminowana poprzez ściśle wymagania odnośnie do układania przewodów. W pomieszczeniach kąpielowych na częściach ścian i ścianek działowych, ograniczających strefę 0, 1 lub 2, jest dopuszczalne tylko oprzewodowanie, które spełnia trzy następujące warunki:

- zasilą sprzęt elektryczny w tych strefach,
- zawiera przewód ochronny i
- jest ułożone na wierzchu albo w ścianie na głębokości co najmniej 5 cm.

Są też wymagania odnośnie do trasy układania przewodów w pomieszczeniach kąpielowych:

- o do odbiornika stałego w strefie 1 umocowanego na ścianie nad wanną, np. do ogrzewacza wody – albo pionowo z góry, albo poziomo poprzez ścianę do tylnej części odbiornika.
- o do odbiornika umieszczonego w strefie 1 pod wanną – albo pionowo od dołu, albo poziomo poprzez przyległą ścianę,
- o grubość ściany działowej pomiędzy powierzchnią ograniczającą strefę 0, 1 lub 2 a oprzewodowaniem innych obwodów, łącznie ze sprzętem nie służącym do zasilania urządzeń w pomieszczeniu kąpielowym, powinna wynosić co najmniej 5 cm.

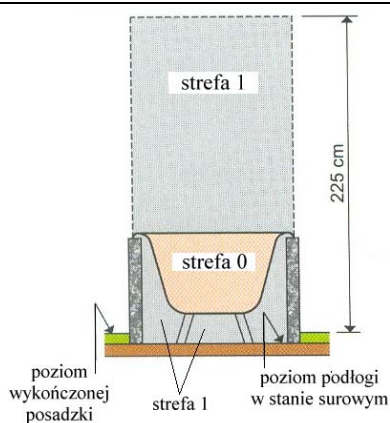
Elektryk zaabsorbowany dotrzymaniem rygorów bezpieczeństwa w łazience, zwłaszcza w jej strefie 1, nie powinien ani chwili tracić z oczu, co znajduje się po drugiej stronie ściany (ścian) w obszarze tej strefy. Jeżeli jest to akurat przedpokój i tam umieściłby tablicę rozdzielczą mieszkaniową albo inne kłopotliwe skupisko przewodów i aparatów, to lekkomyślnie zgotowałby sobie źródło kłopotliwych niespodzianek.

Postanowienia dotyczące połączeń wyrównawczych miejscowych podkreślają, że odnoszą się one do części przewodzących obcych, tzn. rurociągów i konstrukcji, które do pomieszczenia kąpielowego mogą z zewnątrz wprowadzić określony potencjał. Postanowienia dotyczą części przewodzących obcych znajdujących się w dowolnym miejscu pomieszczenia, nie tylko – jak w dotychczasowej wersji arkusza 701 – w obrębie stref ochronnych. Wśród części przewodzących obcych wymagających objęcia połączeniami wyrównawczymi nie wymienia się metalowej wanny. Nie wymaga się przyłączania przewodów wyrównawczych do rur metalowych mających powłokę izolacyjną, jeżeli w obrębie pomieszczenia kąpielowego rury nie są odizolowane i nie są przyłączone do części przewodzących, które można dotknąć, a które nie są objęte połączeniami wyrównawczymi.

2.5. Norma niemiecka dla pomieszczeń kąpielowych

Niemcy ustanowili w roku 2002 normę DIN VDE 0100 Teil 701:2002-02, normę własną nie-zharmonizowaną. Okazuje się, że kraj członkowski Unii może ustanowić taką normę własną, co przeczy stanowisku PKN na ten temat. Norma niemiecka jest dokumentem spójnym, reprezentującym określoną koncepcję, bez dziwacznych kompromisów i licznych odchyłeń krajowych o treści wzajemnie przeciwstawnej, właściwych normom IEC lub EN. Norma dotyczy pomieszczeń kąpielowych w mieszkaniach, na placach budowy, w pojazdach kempingowych, w kontenerach biurowych, w szpitalach (z wymaganiami dodatkowymi według DIN VDE 0100 Teil 107), w budynkach przeznaczonych dla osób niepełnosprawnych, w obiektach sportowych i rekreacyjnych, a także pomieszczeń, które tylko ubocznie spełniają rolę pomieszczenia kąpielowego (np. sypialnie lub pokoje hotelowe z kabiną natryskową). Postanowienia normy zakładają, że wanny i natryski z towarzyszącym wyposażeniem, łącznie z prefabrykowanymi kabinami, są zainstalowane i przyłączone na stałe.

Normę niemiecką można traktować jako zbiór uznanych reguł technicznych, zwłaszcza w sytuacjach, na które nie odpowiada nowa norma IEC.



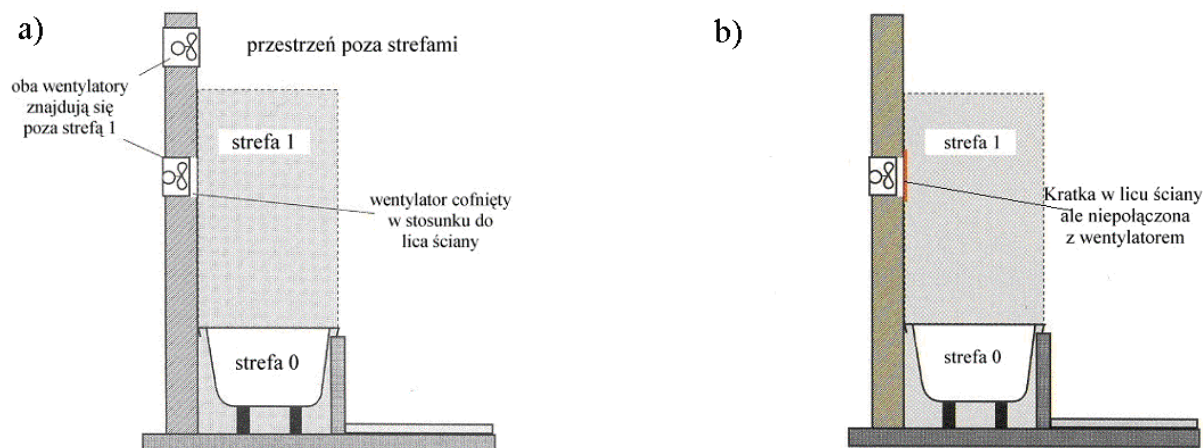
Rys. 5. Zasięg stref 0 i 1 w przypadku wanny:

strefa 0 – wnętrze wanny i obrzeże do zewnętrznej krawędzi wanny,

strefa 1 – powierzchnia ściany do wysokości 225 cm nad poziomem wykończonej podłogi, w odległości poziomej ≤ 0 od zewnętrznej krawędzi wanny oraz przestrzeń pod wanną

Są tylko strefy ochronne 0, 1 i 2, jak w nowej normie IEC. Całą pozostałą przestrzeń dowolnie dużego pomieszczenia kąpielowego traktuje się, jak dawniej strefę 3, ale nie nazywając jej tak. Wymiary stref są zdefiniowane precyzyjniej niż w normie IEC (rys. 5).

Wszelkie obwody w pomieszczeniach kąpielowych, nie tylko obwody gniazd wtyczkowych, powinny być objęte ochroną uzupełniającą za pomocą jednego lub większej liczby wyłączników różnicowoprądowych wysokoczułych ($I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$). Wymaganie to nie dotyczy obwodów SELV oraz PELV, obwodów objętych ochroną przez separację elektryczną pojedynczego odbiornika i obwodów zasilających tylko ogrzewacze wody. Odstępstwo wymienione jako ostatnie (podkreślone) jest wyrazem praktycznego podejścia Niemców; nie ma go w dokumencie IEC.



Rys. 6. Trzy możliwości zainstalowania wentylatora nad wanną w taki sposób, aby nie znajdował się on w strefie 1: a) nad strefą 1 lub poza licem ściany (w odległości poziomej > 0 od zewnętrznej krawędzi wanny; b) w otworze przesłoniętym kratką wentylacyjną

Wśród urządzeń dopuszczonych do instalowania w strefie 1 norma niemiecka nie wymienia wentylatorów. Jest rzeczą ciekawą, jak prosto komentarze do normy radzą rozwiązywać tę, zdawałoby się, kwadraturę koła (rys. 6).

Połączenia wyrównawcze miejscowe należy wykonać wewnątrz lub na zewnątrz pomieszczeń kąpielowych, jak najbliżej ($\leq 1 \text{ m}$) miejsca wprowadzenia części przewodzących obcych do tych pomieszczeń. Części przewodzące obce wprowadzone do pomieszczenia kąpielowego należy połączyć przewodem wyrównawczym (miedzianym o przekroju co najmniej 4 mm^2) ze sobą oraz z szyną PE właściwej rozdzielni lub z główną szyną wyrównawczą. Nie wymaga się obejmowania połączeniami wyrównawczymi miejscowymi elementów, które nie są częściami przewodzącymi obcymi, bo nie mogą wprowadzić obcego potencjału do pomieszczenia kąpielowego:

- przewodzącej wanny albo przewodzącego brodzika podnatryskowego (niepołączonych ze zbroje-

niem budowli),

- metalowych rur izolowanych powłoką z tworzywa sztucznego, mimo iż nie spełnia ona wymagań stawianych izolacji podstawowej.

Zatem łatwo sobie wyobrazić nowoczesne pomieszczenia kąpielowe, w których nie trzeba wykonywać żadnych miejscowych połączeń wyrównawczych, bo nie ma w nich żadnych części przewodzących obcych.

BIBLIOGRAFIA

1. Folkerts E.: Enge leitfähige Arbeitsbereiche. Elektro- und Gebäudetechniker, 2004, nr 22, s. 97-99.
2. Musiał E.: Zagrożenia porażeniem i pożarem z powodu stosowania Polskiej Normy PN/E-05009. W: [Materiały] Szkolenie-42 „Kontrowersje w ochronie od porażenia w instalacjach elektrycznych”, Warszawa-Jachranka, 27-28 stycznia 2000. Warszawa: Centrum Ustawicznego Szkol. Elektr. 2000, s. [1-10].
3. Musiał E.: Czy Polska Norma jest jak Biblia? Wiadomości Elektrotechniczne, 2000, nr 3, s. 102-108, Biul. SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2000, nr 31, s. 43-53; Megawat, 2000, nr 27, s. 1-8.
4. Musiał E.: Ograne zagadnienia ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych do 1 kV. Biul. SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2000, nr 36, s. 66-75.
5. Musiał E.: Powszechnie uznane reguły techniczne. Biul. SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2002, nr 46, s. 3-17.
6. Musiał E.: Znowelizowane warunki techniczne dla instalacji elektrycznych w budynkach. Biul. SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2002, nr 48, s. 79-95.
7. Musiał E.: Najwyższy czas zaprzestać parodiowania normalizacji. Biul. SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2002, nr 48, s. 96-110.
8. Musiał E., Jabłoński W.: Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne niskiego napięcia w zakresie ochrony przeciwporażeniowej. Nowelizacja projektu przepisów. Przepisy budowy urządzeń elektroenergetycznych. Wyd. Przemysłowe WEMA, Warszawa, 1997 (także: Biuletyn SEP, INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, nr 24, marzec 1999, s. 3-56).
9. Nienhaus H.: Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit. Elektro- und Gebäudetechniker, 1998, nr 12, s. 1076-1077.
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. 02.7.690, 04.109.1156.
11. IEC 60364-4-41:2005 Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock.
12. IEC 60364-7-701:2006 Low-voltage electrical installations – Part 7-701: Requirements for special installations or locations – Locations containing a bath or shower.
13. IEC 60364-7-706:2005 Low-voltage electrical installations – Part 7-706: Requirements for special installations or locations – Conducting locations with restricted movements.
14. British Standard BS 7671:1992, Amendment No 3, (AMD 10983) Requirements for electrical installations. IEE Wiring Regulations – Sixteenth edition. Section 601 – Locations containing a bath or shower.
15. IEE On-Site Guide to BS 7671 : 1992. Requirements for Electrical Installations (Revised June 1998 to incorporate Amendment No 2 to BS 7671). The Institution of Electrical Engineers. London, 1998.

Wydawnictwa szkodliwe – produkty niebezpieczne wprowadzone do obrotu:

16. Lenartowicz R., Boczkowski A., Wybrańska I.: Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część D: Roboty instalacyjne. Zeszyt 1: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach mieszkalnych. Instrukcje, wytyczne, poradniki, nr 386/2003. Zeszyt 2: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności publicznej. Instrukcje, wytyczne, poradniki, nr 390/2004. Wyd.: Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2003/2004. Recenzenci redakcyjni: doc. dr inż. Bohdan Świętochowski, dr hab. inż. Brunon Lejdy, dr inż. Antoni Wolski. Recenzja uczciwa M. Burzyńskiego i J. Martyńskiego zamieszczona w Biul. SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2005, nr 68-69, s. 120-129.
17. Wiatr J., Orzechowski M.: Poradnik projektowania i wykonawstwa. Zasilanie budynków nieprzemysłowych w energię elektryczną. Wyd. 1. Str. 202. Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa, 2004 r. Recenzenci redakcyjni: dr inż. Kazimierz Herlender, dr inż. Antoni Wolski, mgr inż. Witold Zdunek. Bubel wydawniczy rekomendowany przez Mazowiecką Okręgową Izbą Inżynierów Budownictwa. Recenzja uczciwa M. Firy zamieszczona w Biul. SEP INPE „Informacje o normach i przepisach elektrycznych”, 2005, nr 68-69, s. 130-136.